ANNEX 8.- ESTRUCTURES

1. OBJECTE

El present document descriu les estructures del projecte d'urbanització del Parc de l'Alba a Cerdanyola del Vallès i els criteris de disseny considerats per a les mateixes.

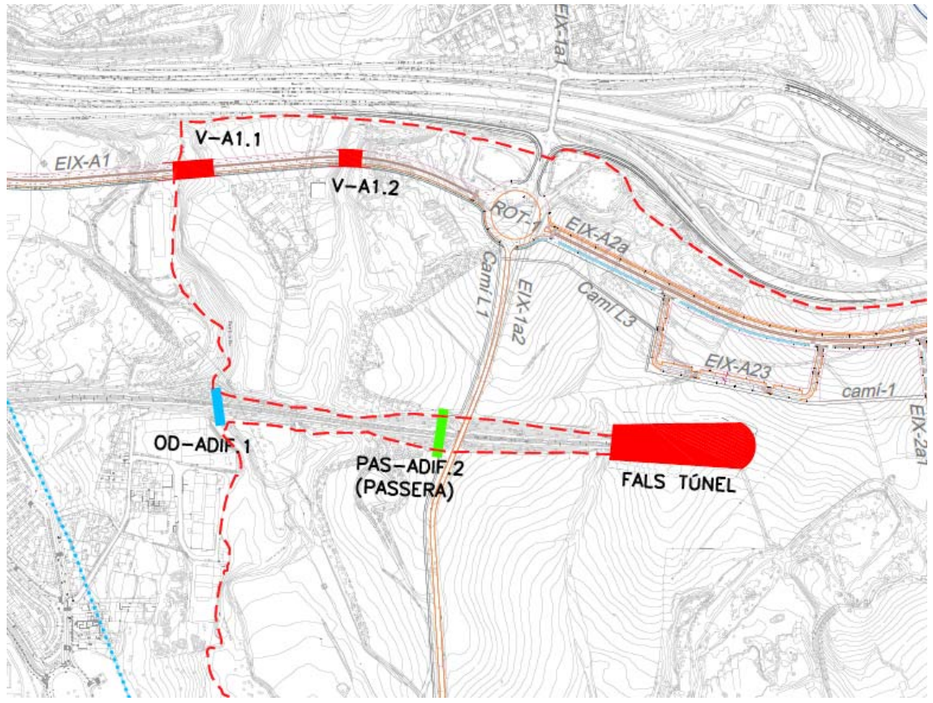
Les estructures objecte del projecte son les següents:

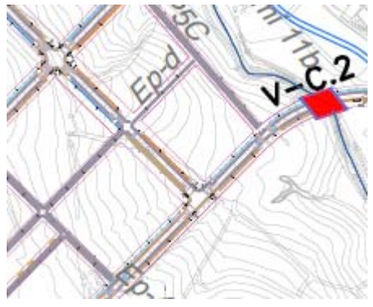
1. V-A1.1: Viaducte sobre el torrent de Can Fatjó corresponent a l'Eix "A1".
2. V-A1.2: Viaducte sobre un ramal del torrent de Can Fatjó corresponent a l'Eix "A1".
3. OD-ADIF.1: Canalització del torrent de Can Fatjó i pas de fauna sota la línia ferroviària d'ADIF.
4.-PAS ADIF.2: Pas de fauna i vianants sobre La línia ferroviària d'ADIF.
5. V-C.2: Pont sobre el torrent de Magrans a l'eix C
6. Endegament Torrent de Magrans.
7. V-B.2: Pont sobre el torrent de Magrans a l'eix B.
8. V-7.1: Pont sobre el torrent de Magrans a l'eix 7.
9. V-E.1: Pont sobre el torrent de Magrans a l'eix E (fora de l'àmbit del PDU).
10. V-F.1: Pont sobre el torrent de Magrans a l'eix-F.
11. V-G.1: Pont sobre el torrent de Magrans a l'eix-G.
12. Viaducte Riera de St. Cugat: Viaducte que substituirà al que hi ha a l'accés de les naus de SACESA.
13. M-EP7b: Mur que aguanta el vial de vianants EP7b.
14. M-EP.6: Mur en contacte amb la zona verda del Parc de Magrans a l'eix Ep6.
15. Fals túnel ADIF – oest: Perllongació del fals túnel existent
16. OD de St. Marçal
17. M-C3: Mur per evitar entrar en parcel·la a l'eix C (Mur del carrer Còrdova)

2. ANTECEDENTS

En el planejament redactat i aprovat l'any 2014 i que posteriorment va ser anul·lat l'any 2017 ja es recollien una sèrie d'estructures que van ser calculades pel consultor Projects Facilities&Managementsl. De les estructures calculades per aquest consultor hi ha quatre que no han canviat respecte al planejament aprovat en 2020 i en vigor actualment. Aquestes estructures son:

1. V-A1.1: Viaducte sobre el torrent de Can Fatjó corresponent a l'Eix "A1".
2. V-A1.2: Viaducte sobre un ramal del torrent de Can Fatjó corresponent a l'Eix "A1".
3. OD-ADIF.1: Canalització del torrent de Can Fatjó i pas de fauna sota la línia ferroviària d'ADIF.
4.-PAS ADIF.2: Pas de fauna i vianants sobre La línia ferroviària d'ADIF.
5. V-C.2: Pont sobre el torrent de Magrans a l'eix C



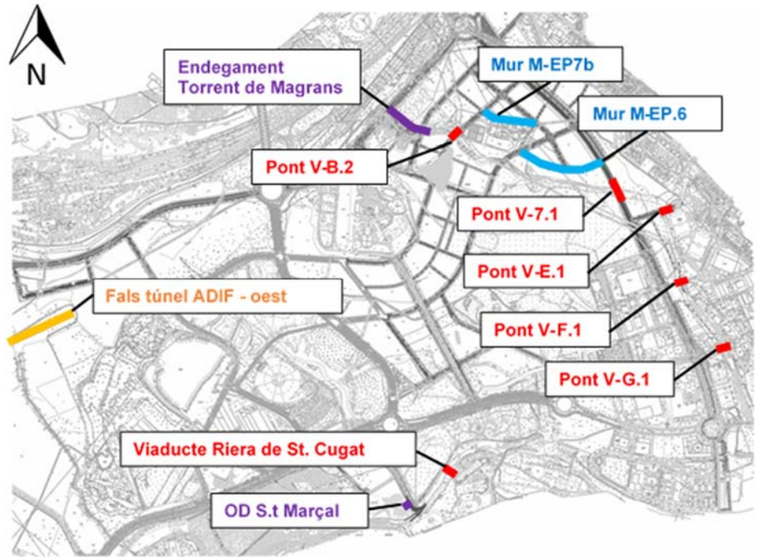


Document aprovat inicialment pel Consell General del Consorci Urbanístic del Centre Direccional de Cerdanyola l Vallès en la seva sessió de 16 de març de 2021.
la secretària

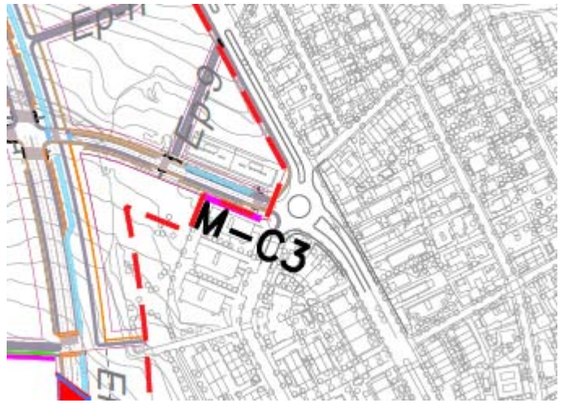
CPISR-1 C María del Mar Blasi Reventós
Firmado digitalmente por CPISR-1 C María del Mar Blasi Reventós
Fecha: 2021.04.15 17:19:09 +02'00'

Per altre banda la resta d'estructures a excepció del mur MC-3 al carrer Còrdova, per canvis respecte al planejament aprovat en el 2014 s'han hagut de calcular de nou. Aquests càlculs els ha realitzat la empresa Most Enginyers i han estat les següents estructures.

6. Endegament Torrent de Magrans.
7. V-B.2: Pont sobre el torrent de Magrans a l'eix B.
8. V-7.1: Pont sobre el torrent de Magrans a l'eix 7.
9. V-E.1: Pont sobre el torrent de Magrans a l'eix E (fora de l'àmbit del PDU).
10. V-F.1: Pont sobre el torrent de Magrans a l'eix-F.
11. V-G.1: Pont sobre el torrent de Magrans a l'eix-G.
12. Viaducte Riera de St. Cugat: Viaducte que substituirà al que hi ha a l'accés de les naus de SACESA.
13. M-EP7b: Mur que aguanta el vial de vianants EP7b.
14. M-EP.6: Mur en contacte amb la zona verda del Parc de Magrans a l'eix Ep6.
15. M-C3: Mur per evitar entrar en parcel·la a l'eix C
16. Fals túnel ADIF – oest: Perllongació del fals túnel existent
17. OD de St. Marçal



El mur MC-3 del carrer Còrdova va ser redactat per l'enginyeria Egi dins projecte d'urbanització del Marge Esquerra de Magrans, el qual no s'ha executat si bé s'aprofita el càlcul del mur fet.



Tots els eixos aquí esmentats corresponen al traçat viari del Projecte urbanístic, i la seva definició queda definida a l'esmentat projecte.

Pel present estudi s'ha usat com a antecedent i a mode referencial, les dades proporcionades pels següents documents:

Document [1]. Informe, dictamen tècnic, auditoria de la qualitat del sòl. "Estudi marc per al Desenvolupament de les obres d'Urbanització del Pla Parcial del Centre Direccional de Cerdanyola" per a l'Institut Català del sòl-Consorci urbanística del centre direccional de Cerdanyola del Vallès ". Realitzat per "JOLSA, Enginyers Consultors en Geotècnia amb N ° 046-034, de juliol de 2003.

Document [2]. Extracte de l'"Estudi hidrogeològic de l'entorn del dipòsit de Can Planas (Cerdanyola del Vallès) realitzat per FCIHS de maig de 2006.

3. CONSIDERACIONS GEOTÈCNIQUES

Els estudis geotècnics esmentats en l'apartat d'antecedents, no són específics per a les obres de fàbrica objecte de la present memòria, i atès que cap dels sondejos ni de les cales realitzades en ells coincideixen amb l'emplaçament exacte de les estructures analitzades, la informació proporcionada pels mateixos, només s'ha tingut en compte a manera de referència per conèixer el tipus de sòl existent a la zona, i estimar unes

característiques resistents que permetin dissenyar les fonamentacions de la forma més idònia possible.

Si bé es té una idea global dels sòls de la zona, el tipus de material dels mateixos, els gruixos dels estrats, el nivell freàtic etc poden variar en distàncies relativament curtes. En el nostre cas, les distàncies entre les estructures i les prospeccions geotècniques més pròximes resulten apreciables, per la qual cosa en el moment de construir les estructures s'hauran de realitzar nous sondejos amb la finalitat de comprovar que les dades utilitzades pel càlcul fet son bones o en el seu defecte ajustar els càlculs segons els resultats obtinguts. A continuació exposem les dades utilitzades en les estructures calculades per Most Enginyers:tal:

Per l'endegament Torrent de Magrans s'han tingut en compte les dades de les calicates C-27 i C-2. Pel pont V-B.2 s'ha tingut en compte les dades de les calicates C-2 i C-25. Pel pont V-7.1 s'han tingut en compte les calicates C9 i C-10. Per als ponts V-E.1, V-F.1 i V-G.1 s'han tingut en compte les dades de la calicata C-11. Per al viaducte riera de St Cugat s'ha tingut en compte la calicata C-109 Per al murs de contenció de terres s'han tingut en compte les dades de la calicata C-109. Per acabat, en el túnel s'ha tingut en compte dades d'altres informes geotècnics dels quals l'autor en té coneixement.

Totes aquestes dades corresponen a l'estudi geotècnic citat en l'apartat d'antecedents amb el nom "Document [1]".

Les dades geotècniques utilitzades per Projects han estat els sondejos S-1 i S-19 realitzats per Jolsa i les calicates C-10, C-27, C-61, C-62, C-63 i C-64.

Per donar una idea aproximada dels terrenys de la zona es transcriu textualment una descripció general dels mateixos, corresponent a l'estudi geotècnic (Document [1]):

"*Com es pot observar, la geologia general és relativament senzilla; el substrat d'edat terciària es troba pràcticament aflorant o recobert per sòls quaternaris de poc gruix.*

Els sòls superficials més desenvolupats són els anomenats "residuals", originats per la meteorització "in situ" del substrat terciari sense que s'hagi produït desplaçament de les partícules, de manera que encara es pot identificar l'estructura del substrat encara que amb signes d'alteració natural , en el sentit d'una menor consistència.

Litològicament es tracta d'argila de color marró, en general amb escàs contingut de sorra; presenten una consistència molt ferma o dura, amb valors de resistència al tall "no drenada" (Cu) entre 1,50 i 2,50 kg / cm2.

A les zones topogràficament deprimides també s'han detectat sòls argilosos d'origen al · luvial que poden arribar gruixos de fins a uns vuit metres als voltants del Torrent de Can Fatjó, tot i que en la resta en general no arriben dos metres. Es tracta d'argila llimosa marró de consistència variable, de vegades moderadament ferma o ferma, amb apreciable contingut de sorra i amb nivells granulars de grava o sorra argilosa.

Per sota, el substrat està constituït per argiles margoses de color marró amb diverses tonalitats; presenten una consistència dura, amb valors de Cu en general superiors a 3,00 kg / cm2. "[Sic].

En base a l'exposat, per al cas de fonamentacions superficials fora de la zona corresponent a reblerts, l'estudi geotècnic esmentat fa la següent recomanació al respecte:

"*Fora de les zones ocupades pels abocadors, el terreny natural d'argila margosa o d'Argil·lita, així com els sòls quaternaris argilosos superficials, presenten unes condicions molt favorables des del punt de vista geotècnic.*

En aquestes zones es podran adoptar fonamentacions superficials mitjançant sabates encastades la profunditat mínima requerida estructuralment; les càrregues de fonamentació s'hauran d'estudiar per a cada cas, encara que en general s'estimen entre 2,00 i 3,00 kg / cm2 ". [Sic].

Tots els estudis coincideixen en la caracterització dels terrenys argilosos, i en tots els casos en què els fonaments de tipus superficial es recolzin en les argiles fermes, proposen valors de tensió admissible iguals o superiors a 2,00 kg / cm2. En aquest sentit, en funció dels condicionants de l'estructura i el lloc on es troben, s'ha determinat que la tensió admissible adoptada en els murs de terra armada és de 2,30 kg / cm^2 , a l'endegament del Torrent de Magrans és de 2,50 kg / cm2 i al túnel és de 3,00 kg /cm^2.

En el cas de fonamentacions profundes, contemplada per a tots els viaductes calculats per Most Enginyers, es fa una estimació de les resistències per fust i punta en funció en funció del paràmetres de Mohr Coulomb estimats a partir dels valors disposats en l'estudi geotècnic del Document [1] (En teoria, per proximitat de sondatges i sondejos, més apropiat per a aquestes estructures)

4. MATERIALS EMPRATS EN LES ESTRUCTURES:

En relació als materials emprats en les estructures, s'han emprat els criteris establerts per la normativa vigent, és a dir EHE-08 "Instrucció de formigó estructural" i EAE-11 "Instrucció d'acer estructural", basant-nos en les dades climàtiques i en les dades disponibles per mitjà dels estudis geotècnics existents, en relació a agressivitat del terreny, aigua del subsòl, etc

Els diferents tipus de formigons i acers es troben definits en els respectius quadres de materials dels plànols d'estructures que acompanyen el present document.

5. METODOLOGIA:

Les estructures calculades per Projects Facilities&Management han deguit els següents paràmetres pel càlcul:
D'acord amb les dades aportades pels estudis geotècnics considerats, per dissenyar les estructures que els competien han adoptat els següents paràmetres:

Cimentacions directes (Soleres, sabates de murs, piles i estreps) sobre argiles competents:

Tensió admissible:	σ_{adm} = 2,00 kg/cm^2
Tensió admissible en punta (1.20 x Tensió admissible):	$\sigma_{adm\text{-}punta}$ = 2,50 kg/cm^2
Coeficient de fregament sòl-cimentació:	μ = 0,57
Coeficient de seguretat al lliscament:	F_{sd} = 1,50
Coeficient de seguretat al volcada:	F_{sv} = 2,00
Densitat natural del sòl:	γ_s = 2,00 tn/m^3
Coeficient de balast:	k_s = 4,00 kg/cm²

Reblerts en tras-dós de murs y estreps:

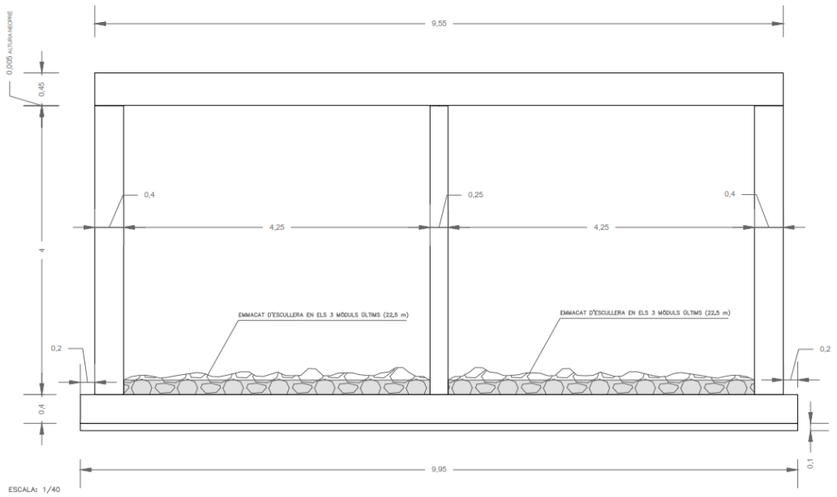
Angle de fregament intern del reblert:	Ø = 30,00 grados
Angle de fregament mur-reblert:	Ø = 0,00 grados.
Cohesió:	C = 0,00 kg/cm²
Densitat del reblert:	γ_R = 2,00 tn/m^3

Cimentacions profundes (Pilars y estreps pilotats) en argiles competents:

Resistència por punta:	q_p = 25,20 kg/cm² (252 tn/m²)
Resistència mitja por fust:	τ_f = 0,345 kg/cm² (3,45 tn/m²)
Densitat natural del sòl:	γ_s = 2,00 tn/m^3
Factor de seguretat de la resistència por punta:	F_{sp} = 2,60
Factor de seguretat de la resistència por punta:	F_{sf} = 2,60

Pel que fa a les estructures calculades per Most Enginyers s'han utilitzat les següents tipologies:

- Càlcul de calaix de l'endegament Torrent de Magrans. S'ha realitzat un anàlisi mitjançant fulls de càlcul d'elaboració pròpia. La modelització del tauler ha estat contemplada mitjançant un model biga atès al comportament de deformació plana. Els hastials i la llosa de fons han estat modelitzades addicionalment per elements finits mitjançant el software AUTODESK ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS PROFESSIONAL 2020 per tal de conèixer les distribucions de pressions sobre el terreny. Posteriorment es realitzen les verificacions en ELU i ELS conforme la EHE-08 i la IAP-11 mitjançant fulls de càlcul propis. Respecte les aletes del calaix s'ha emprat el software CIVILCAD 3000 mòdul de murs.
- Càlcul del tauler dels ponts. S'ha emprat el software CIVILCAD 3000 mòdul de taulers, realitzant un anàlisi integral dels taulers conforme la normativa legal vigent. Els efectes en el pont induïts pel pendent transversal, pendent longitudinal i traçat curvilini del tauler no s'han tingut en compte de forma implícita en el càlcul del ponts. Cal dir, que aquests efectes s'han tingut en compte en base a estimacions aproximades de les amplades de vorera i calçada. Un cop el Projecte d'urbanització sigui definit definitivament, en el Projecte executiu d'estructures s'hauran de tenir en compte aquests efectes.
- Càlcul dels estreps de ponts. S'ha emprat el software CIVILCAD 3000 mòdul d'estrep flotant, realitzant un anàlisi integral de l'estrep conforme la normativa legal vigent.
- Càlcul de la pila del pont. S'ha emprat fulls de càlcul propis així com s'ha confeccionat una modelització per elements finits amb el software AUTODESK ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS PROFESSIONAL 2020 per tal de determinar els esforços de disseny en cada component tant de la pila com del seu fonament. Posteriorment es realitzen les verificacions en ELU i ELS conforme la EHE-08 i la IAP-11 mitjançant fulls de càlcul propis.



- Càlcul dels murs de terra armada. S'ha realitzat un anàlisi integral mitjançant el software GEO5 mòdul de mur de terra armada conforme la normativa legal vigent.
- Càlcul de murs d'escullera. S'ha realitzat diversos càlculs mitjançant el mòdul de murs de gravetat i estabilitat de talussos del software GEO5 i mitjanánt fulls de càlcul propis.
- Càlcul de murs de formigó armat. S'ha emprat el software CIVILCAD 3000 mòdul de murs mènsula on s'analitzen els ELU i ELS tant estructurals com geotècnics del mur segons la normativa legal vigent.
- Càlcul del fals túnel. S'ha realitzat un predisseny del mur mitjançant un anàlisi de biga corba atès a l'estat de deformació plana. Aquest anàlisi s'ha confeccionat amb el software AUTODESK ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS PROFESSIONAL 2020. Un cop convergida una solució factible globalment, s'ha analitzat la interacció sol-estructura mitjançant PLAXIS, un software especialitzat en la modelització geotècnica avançada. Posteriorment es realitzen les verificacions en ELU i ELS conforme la EHE-08 i la IAP-11 mitjançant fulls de càlcul propis.
- Càlcul de la OD St. Marçal. S'ha realitzat un anàlisi global del calaix on llosa superior, llosa de fons i hastials han estat modelitzades per elements finits mitjançant el software CYPE 3D v2021d. Posteriorment es realitzen les verificacions en ELU i ELS conforme la EHE-08 i la IAP-11 mitjançant fulls de càlcul propis a partir dels esforços obtinguts de l'anàlisi global. Respecte les aletes del calaix s'ha emprat el mòdul de murs del software CIVILCAD 3000.

6. DEFINICIÓ D'ESTRUCTURES

6.1. V-A1.1: VIADUCTE SOBRE EL TORRENT DE CAN FATJÓ CORRESPONENT A EIX "A1":

Aquesta obra de fàbrica està destinada a permetre el pas de les calçades corresponents a l'eix "A1" del traçat viari de la urbanització sobre el torrent de Can Fatjó a l'altura del PK 0 + 500.

L'estructura consisteix en un pont de bigues prefabricades pretesades de 2 obertures isostàtics de 30.00 metres de llum respectivament.

Tauler:

El tauler és de formigó armat "in situ", té una longitud total màxima de 61,80 metres i 26,10 metres d'ample, amb un gruix de 0,25 metres inclòs l'encofrat perdut de llosetes prefabricades.

Cada obertura compta amb un total de 13 bigues prefabricades pretensades doble "T" tipus "JABALI de Pacadar", de 1,45 m. de cantell, amb un pes propi de 1.293 kg / mi una secció bruta l'àrea és de 5.172 cm ² i una inèrcia de 14.703.058 cm4. La separació entre eixos de bigues és d'aproximadament 2,08 metres. Infraestructura:

Estrep 1:

És un estrep de tipus obert, de manera que permet la bolcada de terres per davant i pels costats amb un talús H: 3, V: 2, per reduir els efectes de l'empenta de terres sobre el mateix. Està format per una biga carregador de 1,50 metres d'amplada i alçada variable entre 1,40 i 1,70 metres, suportada per 4 piles de 1,20 metres de diàmetre i separades una distància de 7,00 metres. A causa de que l'emplaçament de l'estrep es troba en una zona de reblerts (dada subministrat per la propietat), s'opta perquè cada pila transmeti les càrregues al terreny a través d'una fonamentació profunda, materialitzada mitjançant encepats de 5,00 x 5, 00 metres per 1,50 metres de cantell, sobre 4 pilotis de 1,00 metre de diàmetre i 21,00 metres de longitud, perquè quedin encastats aproximadament 8 diàmetres en les argiles margoses dures.

Pila central:

Està format per una estructura tipus pòrtic destinada a suportar les càrregues transmeses per les bigues de dos obertures, i consistent en una llinda de 1,80 metres d'amplada i alçada variable entre 1,75 i 2,05 metres, suportada per 4 columnes de 1,20

metres de diàmetre i separades una distància de 7,00 metres. A causa de que l'emplaçament de la pila es troba a la zona de la llera d'aigües baixes del torrent (Zona potencialment erosionable), es dissenya una fonamentació de tipus profunda. Per tant, cada columna s'encasta en un encep de 5,00 x 5,00 metres per 1,50 metres de cantell, sobre 4 pilotis de 1,00 metre de diàmetre i 22,00 metres de longitud perquè quedin encastats aproximadament 8 diàmetres en les argiles margoses dures.

Estrep 2:

És un estrep de tipus tancat, consistent en un mur de formigó armat "in situ" tipus mènsula amb un tancament lateral constituït pel mateix mur i unes aletes en vol a manera d'orelles, que permeten la bolcada de terres pels costats. El gruix del mur és 0,90 metres de la mateixa manera que el cantell de la sabata. L'alçada de l'estrep és variable a causa de la pendent transversal del tauler, oscil·lant entre un mínim de 6,00 metres i un màxim de 6,25 metres inclòs el muret de guarda de 1,86 metres d'altura. S'ha considerat que aquest mur s'emplaçarà sobre terreny natural i no sobre reblerts, fora de la zona d'avinguda del torrent, i que el plànol de fonamentació es troba dins de les argiles margoses dures, per la qual cosa s'ha optat per fonamentació directa.

Consideracions especials:

Com l'estructura s'emplaça en una zona de bosc de ribera, a efectes de minimitzar l'impacte ambiental, se suggereix que no es desbrossi i s'afecti només una franja no superior a l'ample del tauler més 7,50 metres per cada costat del mateix i que les grues que col·loquin les bigues prefabricades es situïn per darrere dels estreps i no pels costats del pont.

Es recomana que en l'execució sempre es treballi per fases, des de l'esplanada de la traça dels vials.

6.2.V-A1.2: VIADUCTE SOBRE UN RAMAL DEL TORRENT DE CAN FATJÓ CORRESPONENT A EIX "A1":

Aquesta obra de fàbrica està destinada a permetre el pas de les calçades corresponents a l'eix "A1" del traçat viari de la urbanització sobre un afluent del torrent de Can Fatjó a l'altura del PK 0 + 800.

L'estructura consisteix en un pont de bigues prefabricades pretesades d'1 un únic va isostàtic de llum variable entre 34,00 i 36,00 metres.

tauler:

El tauler és de formigó armat "in situ", té una longitud total màxima de 36,90 metres i 26,15 metres d'ample, amb un gruix de 0,25 metres inclòs l'encofrat perdut de llosetes prefabricades.

La obertura compta amb un total de 13 bigues prefabricades pretensades doble "T" tipus "BISÓ de Pacadar", de 1,85 m. de cantell, amb un pes propi de 1.473 kg / mi una secció bruta l'àrea és de 5.892 cm ² i una inèrcia de 27.019.888 cm4. La separació entre eixos de bigues és d'aproximadament 2,09 metres.

Estreps 1 i 2:

Són estreps de tipus tancat, consistents en un mur de formigó armat "in situ" tipus mènsula amb un tancament lateral constituït pel mateix mur i unes aletes en vol a manera d'orelles, que permeten la bolcada de terres pels costats. El gruix del mur és 0,90 metres de la mateixa manera que el cantellell de la sabata. L'altura de tots dos estreps és variable a causa de la pendent transversal del tauler, oscil·lant entre un mínim de 5,55 metres i un màxim de 6,90 metres inclosa l'alçada del muret de guarda de 2,24 metres. S'ha considerat que aquest mur s'emplaçarà sobre terreny natural i no sobre reblerts, fora de la zona d'avinguda del torrent, i que el plànol de fonamentació es troba dins de les argiles margoses dures, per la qual cosa s'ha optat per fonamentació directa.

Consideracions especials:

Com l'estructura s'emplaça en una zona de bosc de ribera, a efectes de minimitzar l'impacte ambiental, se suggereix que no desbrossament i s'afecti una franja superior a l'ample del tauler més 7,50 metres per cada costat del mateix i que les grues que col·loquin les bigues prefabricades es situïn per darrere dels estreps i no pels costats del pont.

Es recomana que en l'execució sempre es treballi per fases, des de l'esplanada de la traça dels vials.

6.3. OD-ADIF.1: CANALITZACIÓ DEL TORRENT DE CAN FATJÓ I PAS DE FAUNA SOTA LA LÍNIA FERROVIÀRIA D'ADIF:

Aquesta obra està destinada a ampliar el pas del torrent de Can Fatjó per sota de la línia de FFCC i alhora permetre el pas de la fauna i vianants. L'amplada mínima ve fixada per requeriments ambientals relacionats amb el pas de fauna i criteris hidràulics per circulació d'avingudes, estant fixat en un mínim de 15,00 metres. L'alçada mínima podria ser de 4,50 metres, però per requeriments del procés constructiu que exposarem a continuació s'estableix en 10,10 metres.

Estructura:

Consisteix en un marc de formigó armat amb dimensions interiors de 15,00 d'ample per 10,10 metres d'alt i amb una longitud total 43,50 metres si s'inclouen les fulles d'atac del front d'excavació.

El gruix de solera, parets laterals i llinda és de 1,20 metres i vénen definits per la necessitat de suportar càrregues ferroviàries per a una llum de 16,20 metres i empentes de terreny per a una alçada de 12,50 metres. La longitud de solera és de 33,00 metres i la de la llinda de 17,50 metres, mentre que les parets laterals presenten una geometria molt particular amb una longitud total de 43,50 metres.

Sistema constructiu:

El condicionant fonamental d'aquesta estructura, és que s'ha de construir sense interrompre el trànsit ferroviari, a excepció de talls puntuals durant la nit.

A la zona d'emplaçament de l'obra, la línia de FFCC discorre sobre un terraplè la coronació se situa aproximadament a la cota +127,50. El punt més baix, que ve definit per la riera que es troba a la cota +115,50, el que llança una diferència de 12,00 metres.

Donades les condicions de servei ferroviari i l'emplaçament, la solució estructural que considerem més idònia per resoldre el pas inferior consisteix en un calaix de formigó armat "in situ" clavat sota la plataforma de vies.

El sistema consisteix a construir un marc de formigó armat amb unes característiques geomètriques particulars situat adjacent al terraplè, sobre una solera de lliscament. Un cop assolida la resistència adequada del formigó del calaix, es procedeix a l'empenta del mateix contra el terraplè per sota de la plataforma de vies. L'empenta és de tipus oleodinàmic amb una bateria de gats hidràulics que es recolzen en un mur de reacció contra el terreny, construït prèviament. L'estructura es va clavant al terraplè mentre llisca sobre la solera i la maquinaria d'excavació va llevant el terreny des de dins del marc per facilitar el desplaçament. Per la seva banda les vies s'estintolen sobre uns perfils d'acer (bigues de maniobra) que es recolza en l'estructura lliscant per una banda i en un recrescut del terraplè a l'altre costat de la plataforma de vies. Aquest sistema permet no interrompre el trànsit ferroviari encara s'ha de reduir el límit de velocitat dels trens a no més de 30 km / h. Un cop aconseguida la posició final del calaix, durant un tall nocturn, es retiren les bigues de maniobra, es desmunten els paquets de vies i es restitueix el balast, les travesses i els rails.

Justificació de l'altura adoptada:

L'inconvenient en aquest cas particular és que donades les cotes que defineixen les rasants (12,00 metres de diferència), si donem a l'estructura el gàlib estricte de 4,50 metres, més un gruix de llindar de 1,20 metres, ens quedaria una coberta de terres sobre aquest de 6,30 metres fins a arribar a la plataforma de vies. Des del punt de vista constructiu ha dos problemes fonamentals a saber:

En primer lloc, atès que la relació entre l'ample total d'estructures i la cobertura de terres és molt alta, no es podria formar un arc de descàrrega dins del terreny i aquest s'enfonsaria sota les vies fent que l'estintolament fos inassumible. A més, l'enfonsament del front implicaria una zona de terreny d'una longitud molt superior a l'ample estricte de l'estructura invalidant el sistema.

En segon lloc, empènyer un marc de 17,40 metres d'ample (15,00 metres de gàlib lliure horitzontal mes el gruix de dues parets laterals de 1,20 metres.) Amb una cobertura de terres tan gran (6.30 metres) incrementaria notablement el cost de l'empenta. (Àrea de terraplè: 160,00 m², longitud: 17,40 m, densitat del sòl: 2,00 tn / m³, que impliquen un pes addicional de 5.568,00 tn.)

El sistema constructiu exigeix que s'ha de donar una alçada mínima al calaix de manera que la llinda no quedi més de 1,00 metre per sota de la cara superior dels rails, de manera que deixi l'espai just per conformar els paquets de vies i disposar les bigues de maniobra sota els mateixos.

Per tant, el calaix ha de tenir un mínim de 10,10 metres d'alçada interior lliure que permeti complir els requisits exposats.

Dades utilitzades per pre-dissenyar l'empenta de l'estructura:

Pes de l'estructura a empènyer: 5.075,00 Tn.

Considerant fregament sense adherència:

Angle de fregament sòl-formigó: 28,00 °
Coeficient de fricció: Tangent (28.00 °) = 0,531
Força estimada d'empenta: 2.695,00 Tn.

Considerant adherència sense fregament:

Adherència màxima: C = 2,00 Tn / m²

Superfície (solera i murs laterals): 1.310,00 m²
Força estimada d'empenta: 2.620,00 Tn.

Adoptem FH = 2.695,00 Tn> 2.620,00 Tn.

Tensió admissible en extradós mur: 20,00 Tn / m²
Àrea mínima del mur de reacció: 135,00 m²

Adoptem un mur de 19,40 x 7,00 metres amb un gruix de 1,20 metres.

A = 19,40 x 7,00 = 135,80 m².
σd = 2.695,00 Tn / 135,00 m² = 19,85 Tn / m² <20,00 Tn / m²

Longitud total d'empenta: 40,00 m.
Superfície d'empenta: 696,00 m²

6.4. PAS-ADIF.2: PAS DE FAUNA I VIANANTS SOBRE LA LÍNIA FERROVIÀRIA DE ADIF:

Aquesta obra de fàbrica consisteix en un pas de vianants i de fauna sobre la línia de FFCC als voltants de la carretera. L'ample del pas ve definit per requeriments mediambientals i queda establert en un mínim de 10,00 metres. A la zona d'emplaçament de l'estructura la línia de ferrocarril discorre en trinxera amb talussos que presenten un pendent important.

La filosofia per concebre la tipologia es basa en dissenyar una estructura que pugui executar-se sense interferir amb el trànsit ferroviari. Per complir l'objectiu cal allunyar els estreps el màxim possible de la plataforma de vies i situar-los en el la part més alta possible del talús, buscant un equilibri perquè la llum entre suports i la profunditat d'excavació no resultin excessius. També cal limitar el cantell del tauler per poder complir amb un gàlib mínim de 7,50 metres sobre els rails sense que la cara superior del primer s'elevi per sobre del terreny natural.

Tauler:

La solució adoptada considera una estructura de tauler mixt de 36.00 metres de llum, constituït per 5 bigues d'acer tipus "Doble T" de 1,20 metres de cantell per 0,60 metres d'ample, separades una distància de 2,50 metres entre eixos i una llosa de formigó armat de 0,20 metres de gruix i 10,60 metres d'ample, comptabilitzant un cantell total de 1,40 metres.

Sobre el tauler es disposarà una capa de terres amb un gruix màxim de 0,30 metres de manera que existeixi continuïtat amb el material del terreny natural, a efectes de facilitar el pas de la fauna.

L'adopció d'una estructura prefabricada obeeix al sistema constructiu, que consisteix a muntar les bigues del tauler sobre els estreps amb una grua emplaçada a la coronació del talús i des d'un costat de la plataforma de vies, de manera que no afecti al ferrocarril.

S'han dissenyat bigues d'acer (molt més lleugeres que les de formigó per a una mateixa llum), precisament per facilitar l'hissat i la col · locació, ja que la longitud de llançament serà com a mínim de 18,00 metres més la distància des del centre de gravetat de la grua posicionada a l'eix de l'estrep (Probablement no inferior a 8,00 metres).

Un cop emplaçades les bigues es disposaran llosetes d'encofrat perdut i es procedirà a armat i abocament del formigó. Depenent de les exigències de l'entitat explotadora del FFCC és molt probable que el muntatge de bigues, i altres tasques d'execució de tauler s'hagin de fer durant la nit, quan no hi ha circulació de trens o aquesta és molt reduïda.

Infraestructura:

Els eixos de recolzament, s'emplacen a aproximadament 10,00 metres dels límits de la plataforma de vies i se situen a mig talús de la trinxera. Els estreps consisteixen en sengles bigues carregador encastades en 4 puntals de 0,80 metres de diàmetre i 20,00 metres de longitud. S'adopta aquest sistema de fonamentació profunda a l'efecte de no transferir càrregues importants al terreny del talús que puguin produir el trencament i lliscament del sòl cap a les vies.

Per no transmetre forces horitzontals als pilots, el terreny de l'extradós es conté amb un sistema independent de sòl reforçat que evita l'empenta sobre l'estrep i no requereix fonamentacions importants, excepte una petita biga de suport de les plaques de contenció. Les aletes s'executaran de la mateixa manera.

L'excavació del talús serà d'aproximadament 4,50 metres per crear una plataforma on es puguin construir els pilons dels estreps. La zona entre la cara superior dels pilots una vegada escapçats i la base inferior del carregador s'executarà com pila "in situ" de secció circular de 0,80 metres de diàmetre.

6.5. VC.2: VIADUCTE SOBRE LA RIERA DE MAGRANS CORRESPONENT A EIX "C":

Aquesta obra de fàbrica està destinada a permetre el pas de les calçades corresponents a l'eix "C" del traçat viari de la urbanització sobre la riera de Can Magrans a l'altura del PK 0 + 900.

L'estructura consisteix en un pont de bigues prefabricades pretesades d'1 un únic va isostàtic de llum variable entre 27,00 i 30,50 metres.

Taulell:

El tauler és de formigó armat "in situ", té una longitud total variable entre 28,38 i 31,83 metres i una amplada perpendicular a l'eix del mateix que varia entre 20,50 i 22,00 metres, amb un gruix de 0 , 25 metres inclòs l'encofrat perdut de llosetes prefabricades. La superfície total és de 637,90 m².

El obertura compta amb un total d'11 bigues prefabricades pretensades doble "T" tipus "JABALI de Pacadar", de 1,45 m. de cantell, amb un pes propi de 1.293 kg / mi una secció bruta l'àrea és de 5.172 cm ² i una inèrcia de 14.703.058 cm4. La separació entre eixos de bigues és variable i oscil·la entre 1,85 i 2,15 metres.

Infraestructura:

Estreps 1 i 2:

Són estreps de tipus tancat, consistents en un mur de formigó armat "in situ" tipus mènsula amb un tancament lateral constituït pel mateix mur i unes aletes en vol a manera d'orelles, que permeten la bolcada de terres pels costats. El gruix del mur és 1,05 metres i el cantell del encep de 1,50 metres. L'altura de tots dos estreps és variable a causa de la pendent transversal del tauler, oscil·lant entre un mínim de 3,77 metres i un màxim de 4,54 metres inclosa l'alçada del muret de guarda de 1,80 metres.

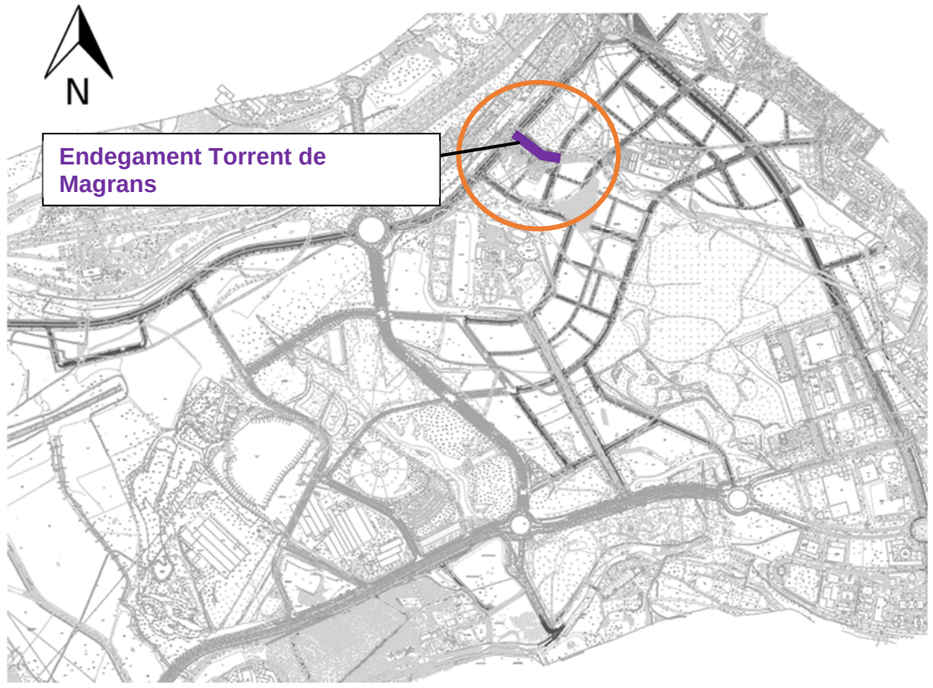
A causa de que l'emplaçament dels estreps es troba a la zona d'influència de la riera i els plànols de fonamentació se situen en una zona de terreny al·luvial (potencialment erosionable) s'opta per que tots dos estreps es encastin en l'estrat de margues dures per mitjà d'una fonamentació profunda, materialitzada mitjançant sengles enceps correguts de 5,00 metres d'ample per 1,50 metres de cantell, sobre 9 parells de pilons de 1,00 metre de diàmetre, separats una distància de 3,00 metres i amb 21 , 00 metres de longitud, considerant un encastament de 8 diàmetres en les arenes llimoses molt denses amb graves recomanat per l'estudi geotècnic Nº2. O en el seu defecte les argiles margoses dures.

Consideracions especials:

En aquest cas s'hauran de protegir els marges dels terraplens amb escullera, a efectes d'evitar l'erosió, atenent les recomanacions de l'estudi hidràulic realitzat per a la canalització de la riera.

6.6. ENDEGAMENT TORRENT DE MAGRANS

Aquesta obra de fàbrica resol el pas de la riera de Magrans en una longitud de 180 m.



Es planteja un calaix bi-cel·lular de dues cel·les de 4,25 metres d'ample útil per 4,00 metres d'alt segons requeriments hidràulics amb llosa de fonamentació de 0,40 m, llosa superior de 0,45 m, hastials de 0,40 m i un mur interior de 0,25 m. L'excavació es preveu a cel obert.

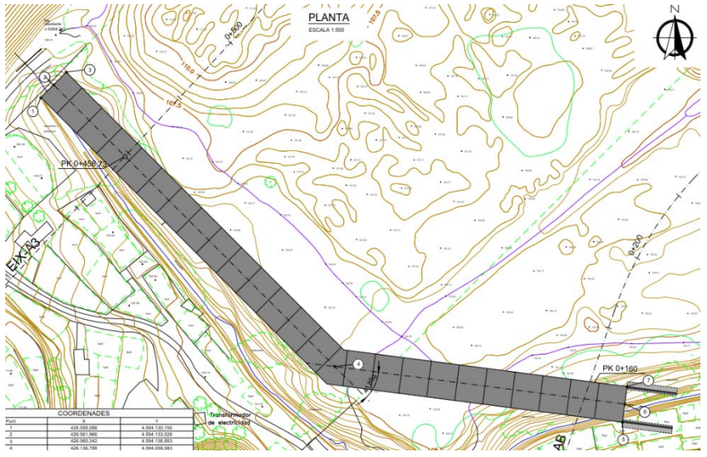
La fonamentació seria directa sobre les argiles dures, i si en algun cas fos necessari (per quedar la solera en zona de farciment o terreny inadequat), podria substituir-se el terreny amb la mateixa per sòl seleccionat compactat o formigó ciclopi.

El reblert de terres sobre l'endegament es preveu variable entre 3 m i 9 m.

Als últims 3 mòduls (últims 22,5 m) del calaix s'ha previst un emmacat d'escullera per tal de frenar l'aigua abans que de que recuperi la llera natural.

El disseny de la llosa de formigó armat permet la realització d'obertures en el tauler o hastial per al descens de maquinària en qualsevol lloc. El plantejament de llosa armada permet redistribuir els esforços de forma solvent sense necessitat de reforços complexos.

En l'extrem aigües avall de la riera es plantegen aletes de formigó armat amb la mateixa pendent del terreny estant alineades les aletes a l'eix de la riera. Aquest àmbit també es formigonarà amb un emmacat d'escullera.



Els treballs de construcció del calaix es duran a terme en zona de riera. Per tant serà necessari realitzar un rebaix del nivell d'aigua. A tals efectes, s'ha fet una estimació del cabal d'aigua a bombejar. En el Projecte executiu es determinarà amb més detall el cabal a bombar en funció de la permeabilitat que s'obtingui en l'informe geotècnic.

Estimació de bombeig per a l'endegament del torrent de Magrans

Gradient hidràulic: $i := \frac{1}{2}$ $\operatorname{atan}\left(\frac{1}{2}\right) = 26.565\ °$

$k := 10^{-5} \cdot \frac{m}{s}$

Longitud d'actuació: $L_{act} := \frac{200\ m}{3} = 66.667\ m$

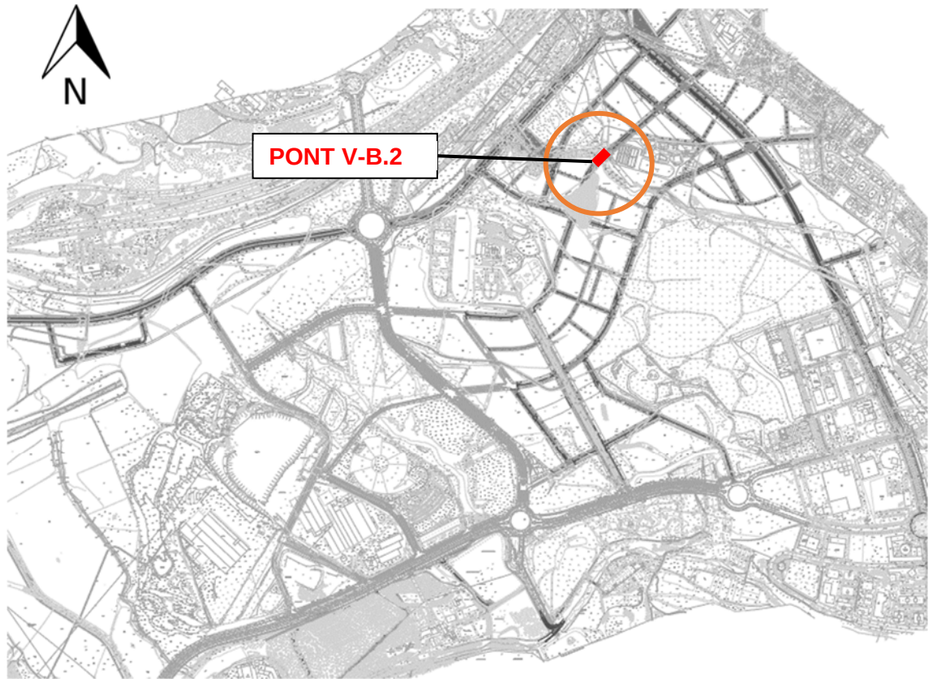
Ample de excavació $B_{exc} := 20\ m$

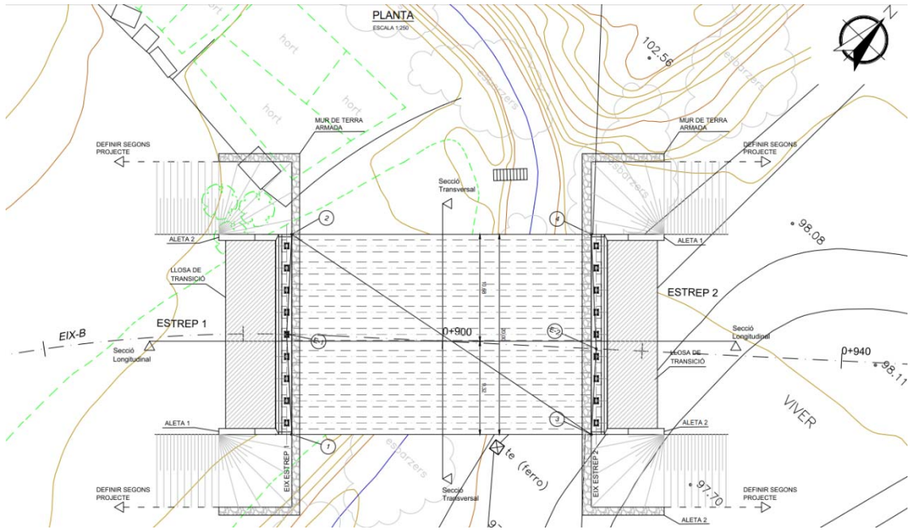
$S_{exc} := B_{exc} \cdot L_{act} = \left(1.333 \cdot 10^3\right)\ m^2$

$Q_{bombeo} := k \cdot i \cdot S_{exc} = 24\ \frac{m^3}{hr}$

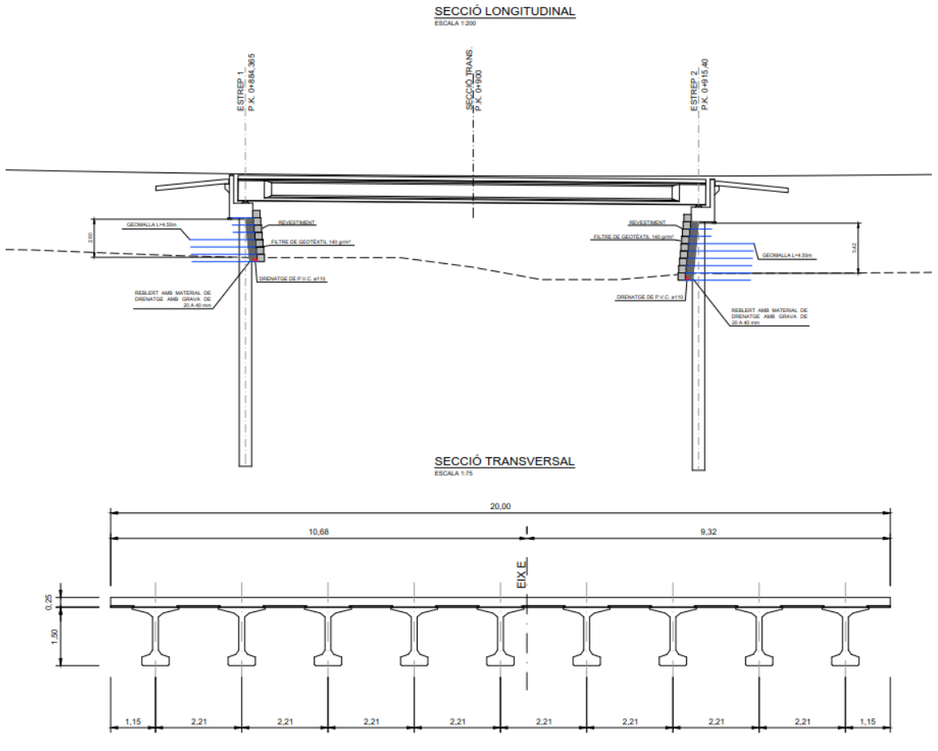
6.7. PONT V-B.2

Aquesta obra de fàbrica està destinada a permetre el pas de les calçades corresponents a l'eix "B" del traçat viari de la urbanització sobre el torrent de Magrans.





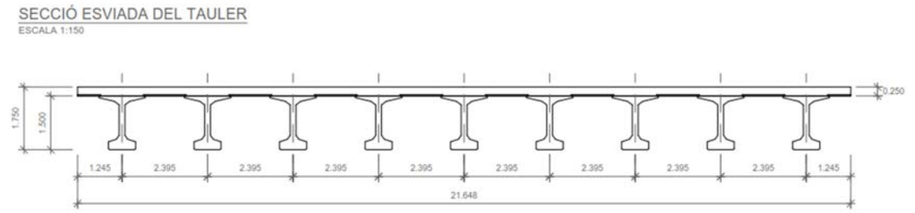
L'estructura consisteix en un pont de bigues prefabricades doble T isostàtiques d'un sol vànol. El pont presenta un esbiaix de 25g.



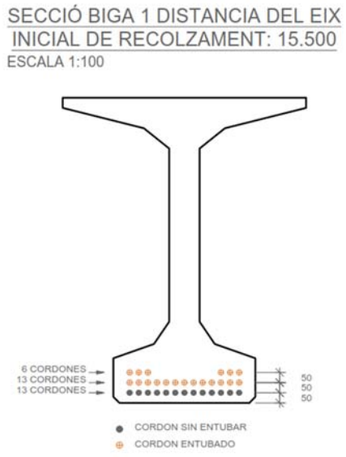
Tauler:

El tauler el conformen 9 bigues prefabricades doble T tipus DT-PRE-150-120-B de la casa PRECON de 32 metres de llargada. El cantell de les bigues és de 1,50 m.

Sobre les bigues es disposa d'una plataforma amb llosa de formigó armat "in situ" de 25 cm de cantell inclòs l'encofrat perdut de prelloses de 4 cm d'espessor.



El pretensat dissenyat per aquestes bigues és el que s'indica tot seguit:

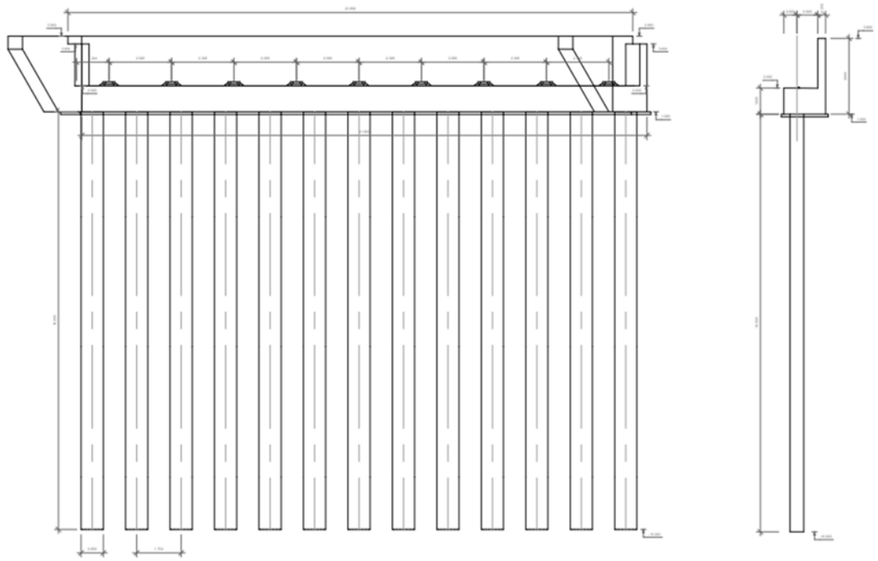


El pretensat és recte, conformat per tendons de 140 mm de secció amb un diàmetre de 15 mm segons la figura anterior, amb un capes superiors entubades segons plànols.

Estreps:

Els estreps són de la tipologia carregador flotant pilotat. L'estrep disposa d'espaldin i de dues aletes volades per tal de contenir les terres en el trasdós de l'alçat de l'estrep. La resta de desnivell de terres es soluciona mitjançant un mur de terra armada amb revestiment de gabions. S'ha optat per aquesta solució per tal d'oferir una proposta

integrada en l'entorn i emprant un revestiment ja utilitzat en alguns murs de l'entorn del Parc de l'Alba.



La presència del revestiment de terra armada no influeix en el funcionament estructural de l'estrep. L'estrep flotant pilotat s'ha dissenyat per tal de poder fer front a la totalitat de les càrregues que indueix el tauler.

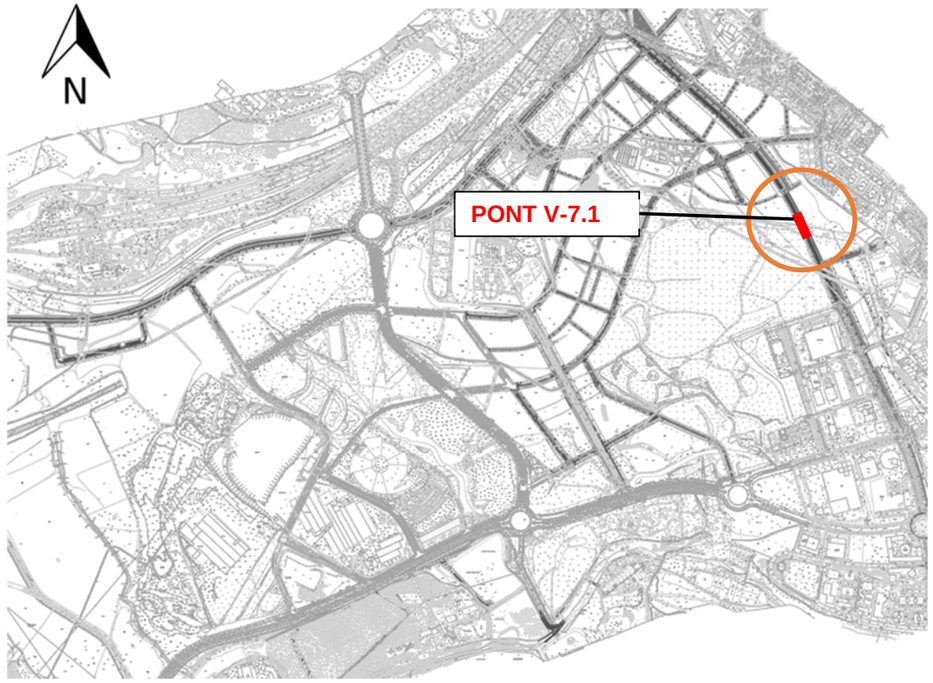
La fonamentació de l'estrep s'executa des del nivell de terreny actual, materialitzant 13 pilots de 12 m de longitud de diàmetre 85 cm. Els 4 metres per sobre del nivell de terreny es materialitzen com a columnes de formigó armat. Aquestes columnes són les que seran revestides per la terra armada i els gabions.

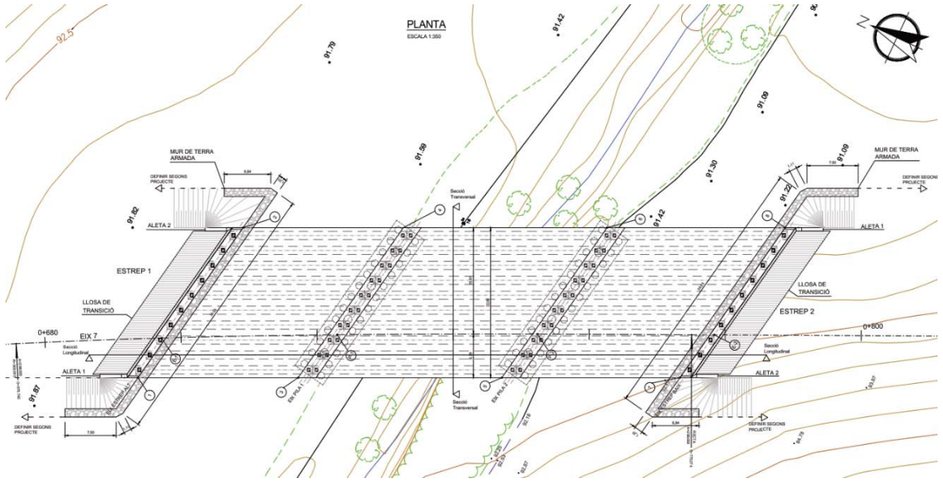
Aparells de recolzament:

Els aparells de recolzament són del tipus de neopré zunchado amb dimensions 250 mm x 400 mm x 74 mm sense ancorar i disposat sobre una meseta d'anivellament.

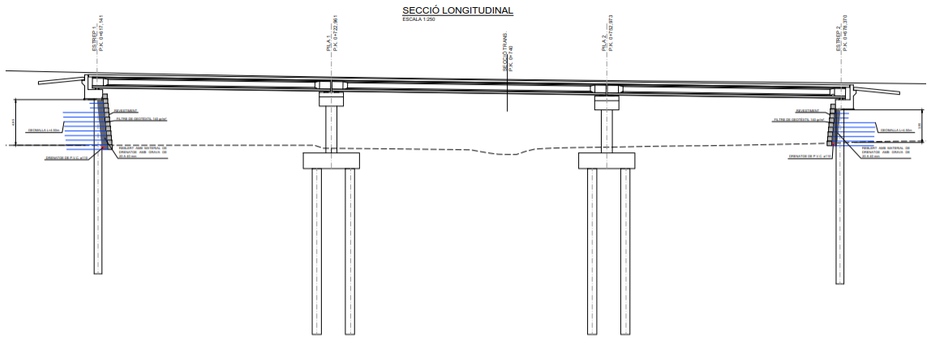
6.8. PONT V-7.1

Aquesta obra de fàbrica està destinada a permetre el pas de les calçades corresponents a l'eix "7" del traçat viari de la urbanització sobre el Torrent de Magrans.





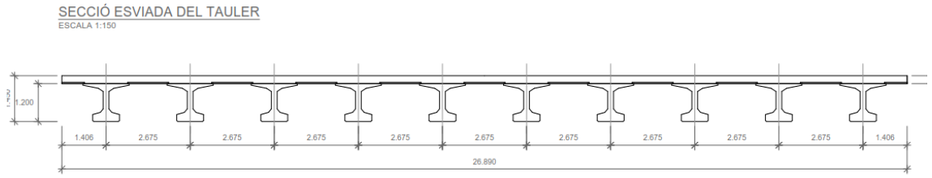
L'estructura consisteix en un pont de tauler semicontinu de tres vànols 25 m + 30 m + 25 m de bigues prefabricades doble T isostàtiques. El pont presenta un esbiaix de 39g.



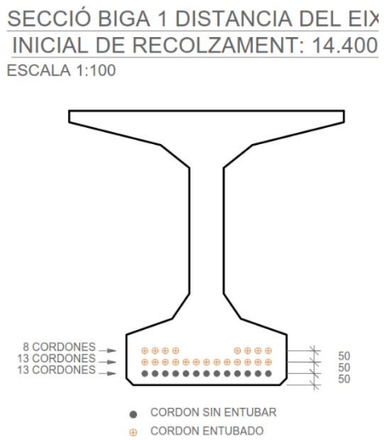
Tauler:

El tauler el conformen 10 bigues prefabricades doble T tipus DT-PRE-120-120-B de la casa PRECON de 25,90 i 29,80 metres de llargada per als vànols imparells i parells respectivament. El cantell de les bigues és de 1,20 m.

Sobre les bigues es disposa d'una plataforma amb llosa de formigó armat "in situ" de 25 cm de cantell inclòs l'encofrat perdut de prelloses de 4 cm d'espessor.



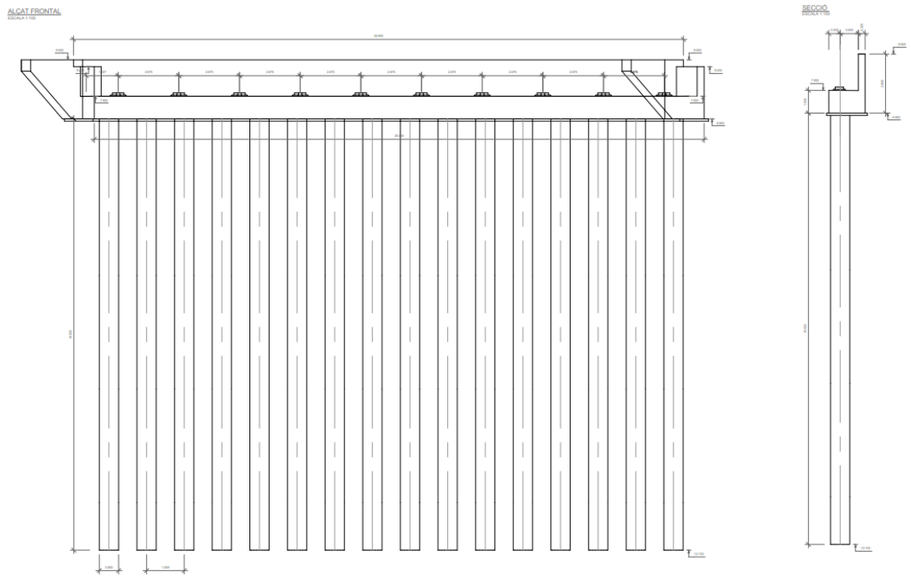
El pretensat dissenyat per aquestes bigues és el que s'indica tot seguit:



El pretensat és recte, conformat per tendons de 140 mm de secció amb un diàmetre de 15 mm segons la figura anterior, amb un capes superiors entubades segons plànols.

Estrep 1:

Els estreps són de la tipologia carregador flotant pilotat. L'estrep disposa d'espaldin i de dues aletes volades per tal de contenir les terres en el trasdós de l'alçat de l'estrep. La resta de desnivell de terres es soluciona mitjançant un mur de terra armada amb revestiment de gabions. S'ha optat per aquesta solució per tal d'oferir una proposta integrada en l'entorn i emprant un revestiment ja utilitzat en alguns murs de l'entorn del Parc de l'Alba.

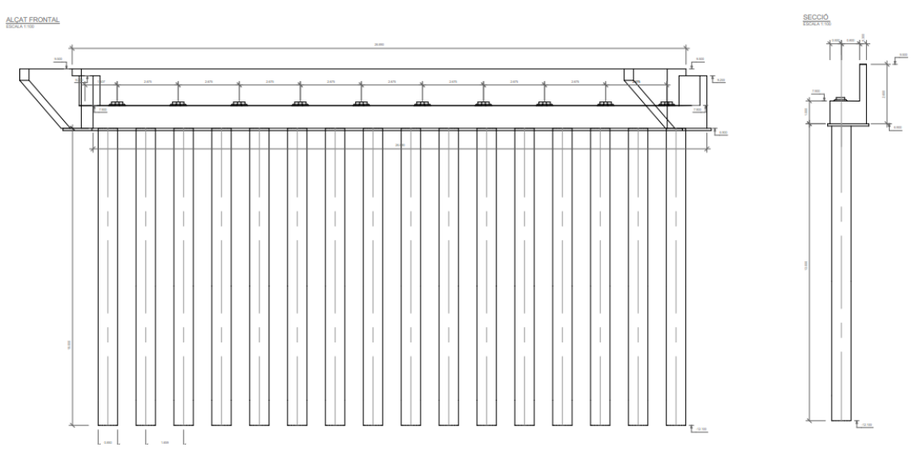


La presència del revestiment de terra armada no influeix en el funcionament estructural de l'estrep. L'estrep flotant pilotat s'ha dissenyat per tal de poder fer front a la totalitat de les càrregues que indueix el tauler.

La fonamentació de l'estrep s'executa des del nivell de terreny actual, materialitzant 13 pilots de 12 m de longitud de diàmetre 85 cm. Els 7 metres per sobre del nivell de terreny es materialitzen com a columnes de formigó armat. Aquestes columnes són les que seran revestides per la terra armada i els gabions.

Estrep 2:

Els estreps són de la tipologia carregador flotant pilotat. L'estrep disposa d'espaldin i de dues aletes volades per tal de contenir les terres en el trasdós de l'alçat de l'estrep. La resta de desnivell de terres es soluciona mitjançant un mur de terra armada amb revestiment de gabions. S'ha optat per aquesta solució per tal d'oferir una proposta integrada en l'entorn i emprant un revestiment ja utilitzat en alguns murs de l'entorn del Parc de l'Alba.



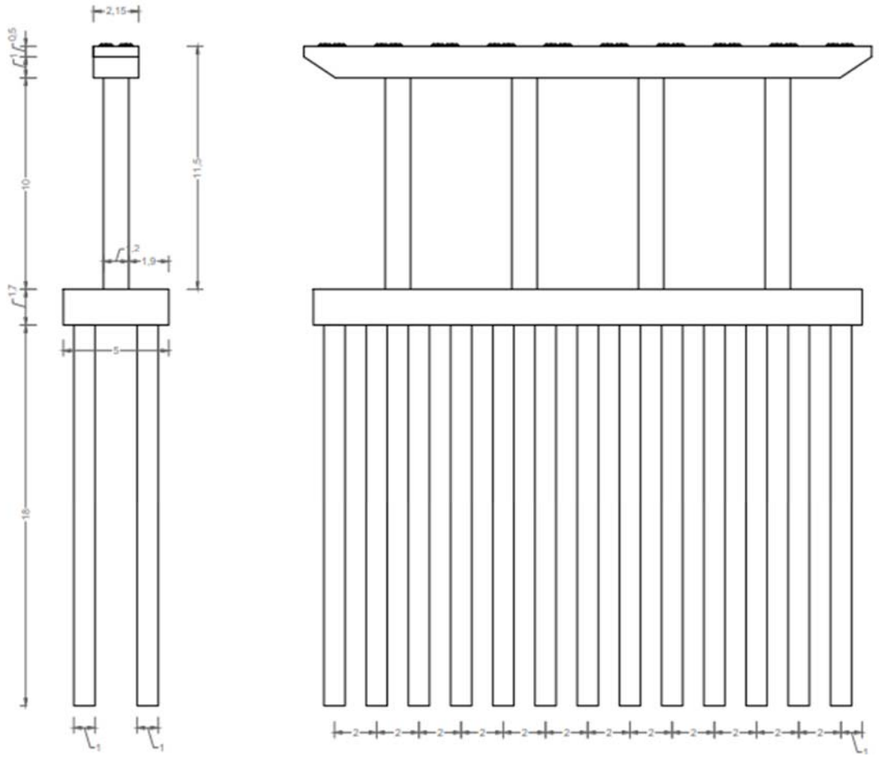
La presència del revestiment de terra armada no influeix en el funcionament estructural de l'estrep. L'estrep flotant pilotat s'ha dissenyat per tal de poder fer front a la totalitat de les càrregues que indueix el tauler.

La fonamentació de l'estrep s'executa des del nivell de terreny actual, materialitzant 13 pilots de 12 m de longitud de diàmetre 85 cm. El metre per sobre del nivell de terreny es materialitza com a columna de formigó armat. Aquestes columnes són les que seran revestides per la terra armada i els gabions.

Piles centrals:

Les piles estan formades per un dintell carregador tipus pòrtic amb 4 columnes de diàmetre 120 cm. Aquestes piles s'ubiquen en ambdós marges del torrent de Magrans, on la qualitat del terreny no apta per a fonamentació superficial amb un espessor de reblert considerable. Aquest condicionant obliga a dissenyar un fonament profund amb pilots. El dintell té una amplada de 215 cm i un cantell de 150 cm, on els últims extrems presenten una reducció de cantell de fins a 50 cm.

L'encepat té 26 m de longitud, 5 m d'amplada i 1,7 m de cantell. Es preveuen 26 pilots de 1 m de diàmetre amb 18 m de longitud.



Els treballs de construcció de les piles i encepats es duran a terme en zona de riera. Per tant serà necessari realitzar un rebaix del nivell d'aigua. A tals efectes, s'ha fet una estimació del cabal d'aigua a bombejar. En el Projecte executiu es determinarà amb més detall el cabal a bombar en funció de la permeabilitat que s'obtingui en l'informe geotècnic.

Estimació de bombeig per a piles del viaducte V 7.1

Gradient hidràulic: $i := \frac{1}{2}$

$k := 10^{-5} \cdot \frac{m}{s}$

Longitud d'actuació: $L_{act} := 30\ m = 30\ m$

Ample de excavació $B_{exc} := 10\ m$

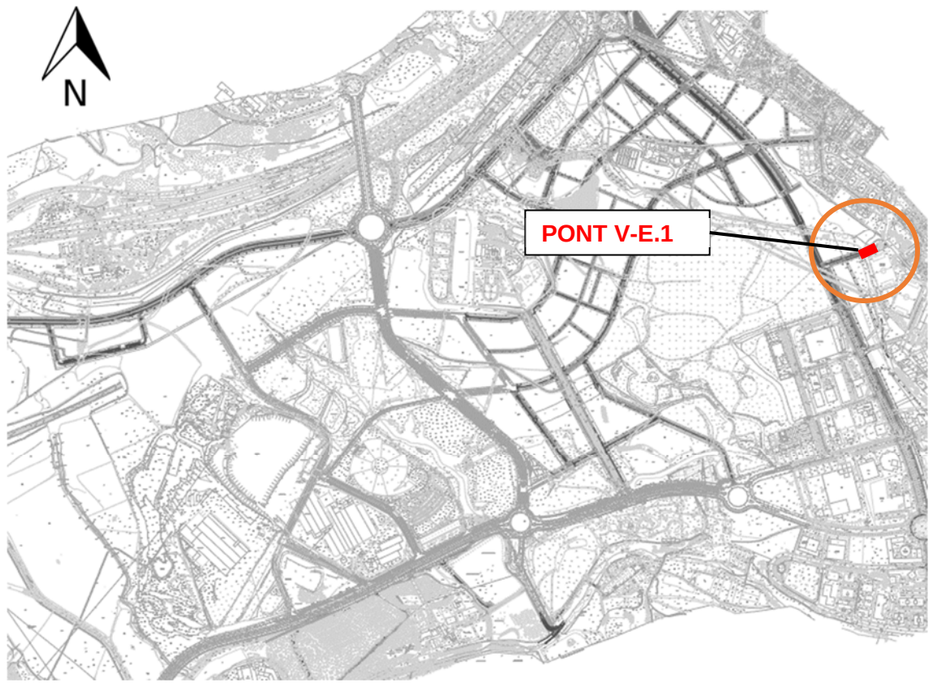
$S_{exc} := B_{exc} \cdot L_{act} = 300\ m^2$

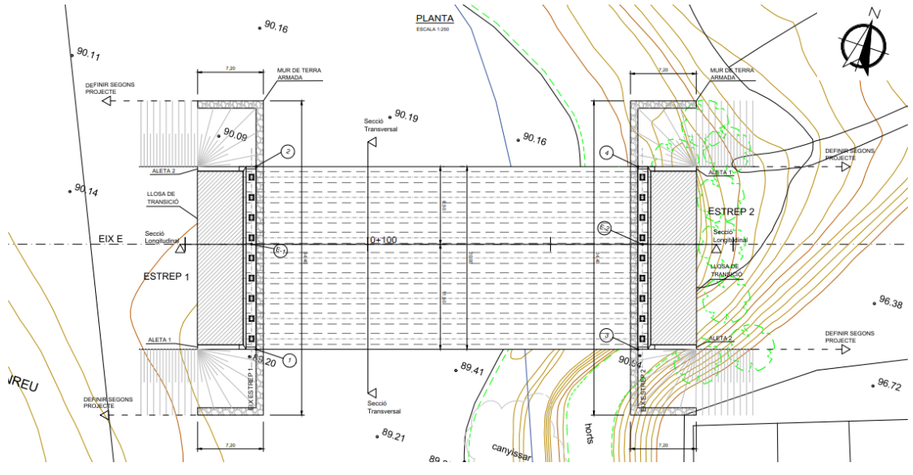
Aparells de recolzament:

Els aparells de recolzament són del tipus de neopré zunchado amb dimensions 300 mm x 400 mm x 96 mm sense ancorar i disposat sobre una meseta d'anivellament.

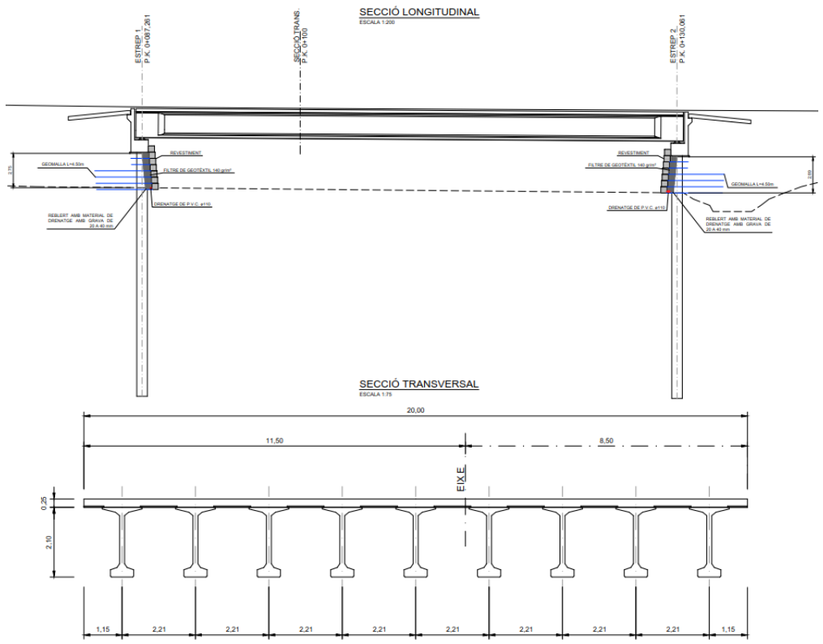
6.9. PONT V-E.1

Aquesta obra de fàbrica està destinada a permetre el pas de les calçades corresponents a l'eix "E" del traçat viari de la urbanització sobre el torrent de Magrans.





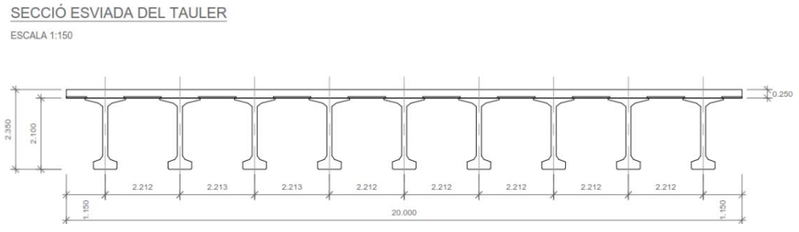
L'estructura consisteix en un pont de bigues prefabricades doble T isostàtiques d'un sol vànol. El pont no presenta esbiaix.



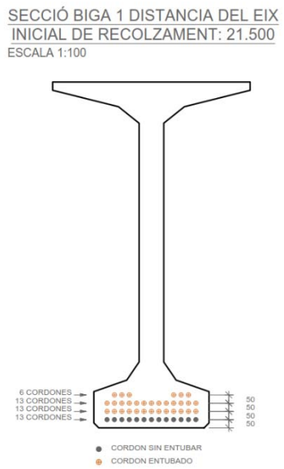
Tauler:

El tauler el conformen 9 bigues prefabricades doble T tipus DT-PRE-210-120-B de la casa PRECON de 44 metres de llargada. El cantell de les bigues és de 2,10 m.

Sobre les bigues es disposa d'una plataforma amb llosa de formigó armat "in situ" de 25 cm de cantell inclòs l'encofrat perdut de prelloses de 4 cm d'espessor.



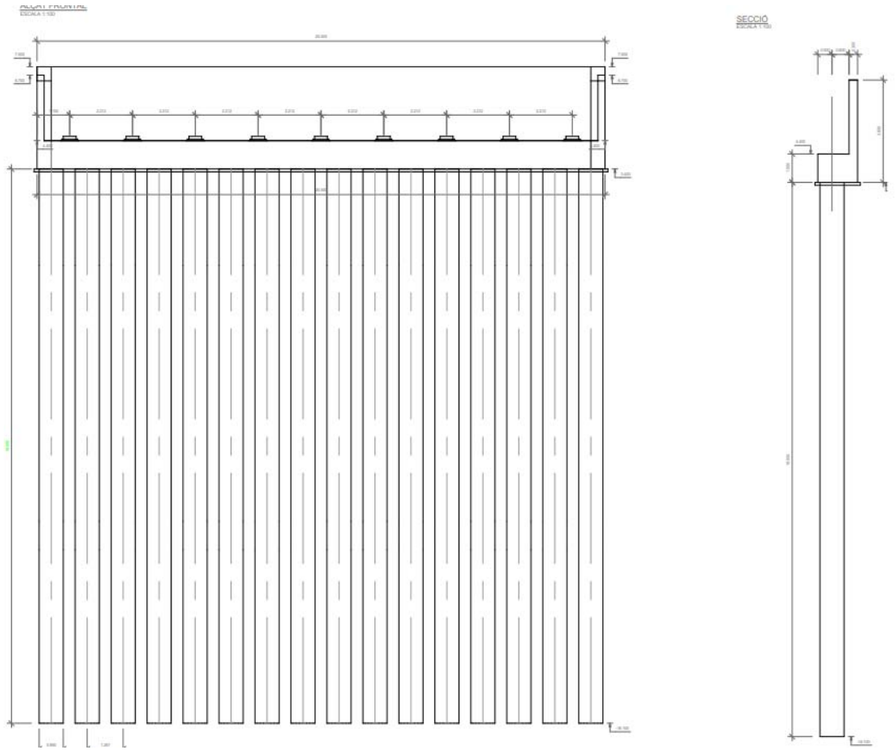
El pretensat dissenyat per aquestes bigues és el que s'indica tot seguit:

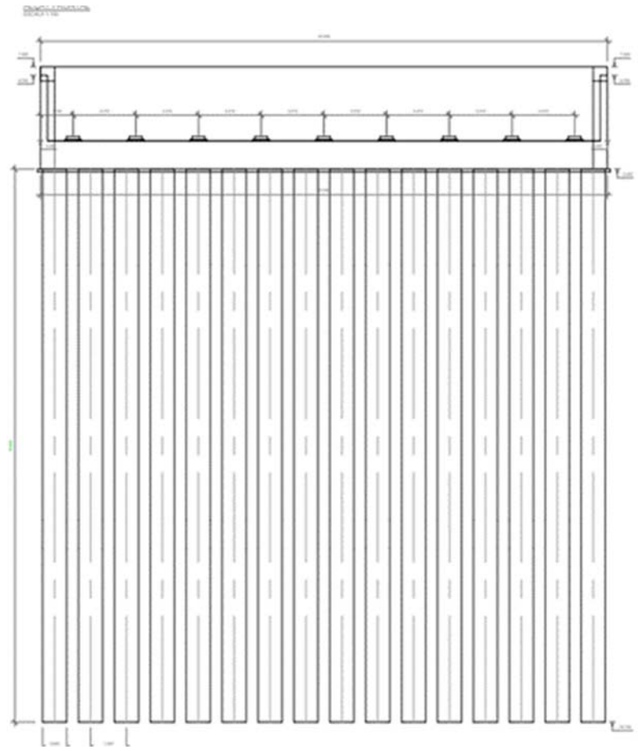


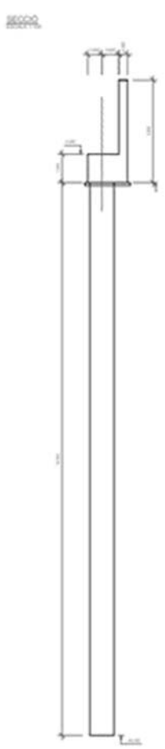
El pretensat és recte, conformat per tendons de 140 mm de secció amb un diàmetre de 15 mm segons la figura anterior, amb un capes superiors entubades segons plànols.

Estrep 1:

L'estrep 1 és de la tipologia carregador flotant pilotat. L'estrep disposa d'espaldin i de dues aletes volades per tal de contenir les terres en el trasdós de l'alçat de l'estrep. La resta de desnivell de terres es soluciona mitjançant un mur de terra armada amb revestiment de gabions. S'ha optat per aquesta solució per tal d'oferir una proposta integrada en l'entorn i emprant un revestiment ja utilitzat en alguns murs de l'entorn del Parc de l'Alba.







La presència del revestiment de terra armada no influeix en el funcionament estructural de l'estrep. L'estrep flotant pilotat s'ha dissenyat per tal de poder fer front a la totalitat de les càrregues que indueix el tauler.

La fonamentació de l'estrep s'executa des del nivell de terreny actual, materialitzant 16 pilots de 16 m de longitud de diàmetre 85 cm. Els 3,50 metres per sobre del nivell de terreny es materialitzen com a columnes de formigó armat. Aquestes columnes són les que seran revestides per la terra armada i els gabions.

Estrep 2:

Els estreps són de la tipologia carregador flotant pilotat. L'estrep disposa d'espaldin i de dues aletes volades per tal de contenir les terres en el trasdós de l'alçat de l'estrep. La resta de desnivell de terres es soluciona mitjançant un mur de terra armada amb revestiment de gabions. S'ha optat per aquesta solució per tal d'oferir una proposta integrada en l'entorn i emprant un revestiment ja utilitzat en alguns murs de l'entorn del Parc de l'Alba.

La presència del revestiment de terra armada no influeix en el funcionament estructural de l'estrep. L'estrep flotant pilotat s'ha dissenyat per tal de poder fer front a la totalitat de les càrregues que indueix el tauler.

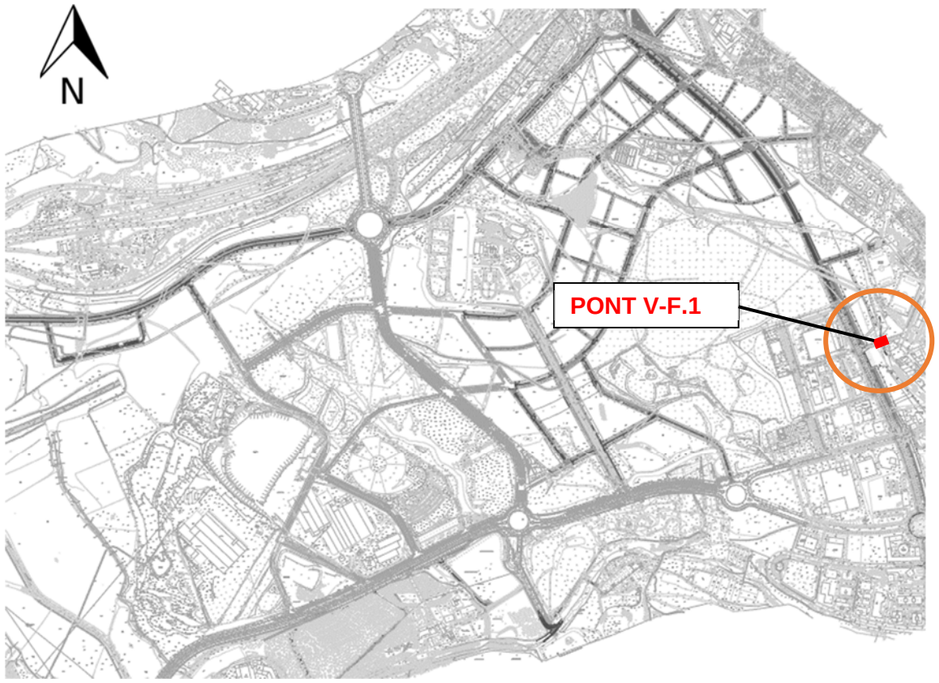
La fonamentació de l'estrep s'executa des del nivell de terreny actual, materialitzant 16 pilots de 16 m de longitud de diàmetre 85 cm. En aquest cas el carregador queda enrasat amb el terreny.

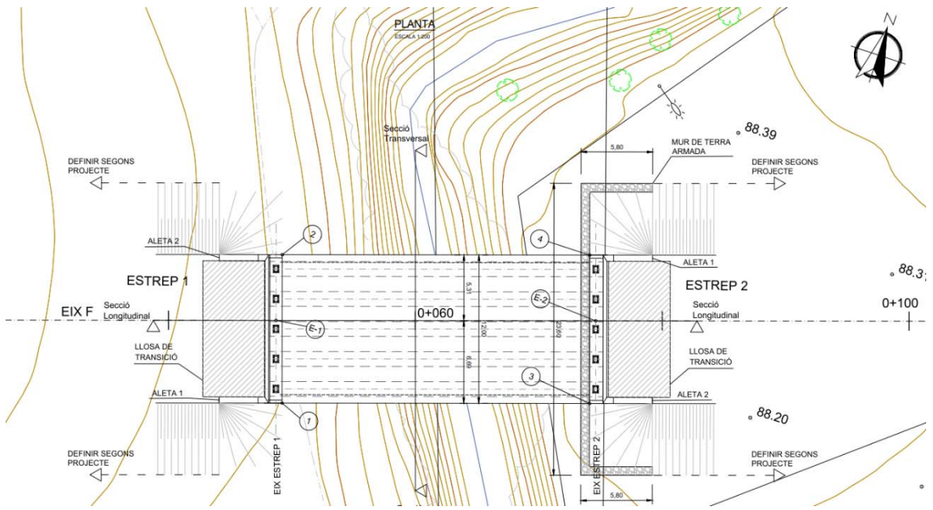
Aparells de recolzament:

Els aparells de recolzament són del tipus de neopré zunchado amb dimensions 350 mm x 450 mm x 99 mm sense ancorar i disposat sobre una meseta d'anivellament.

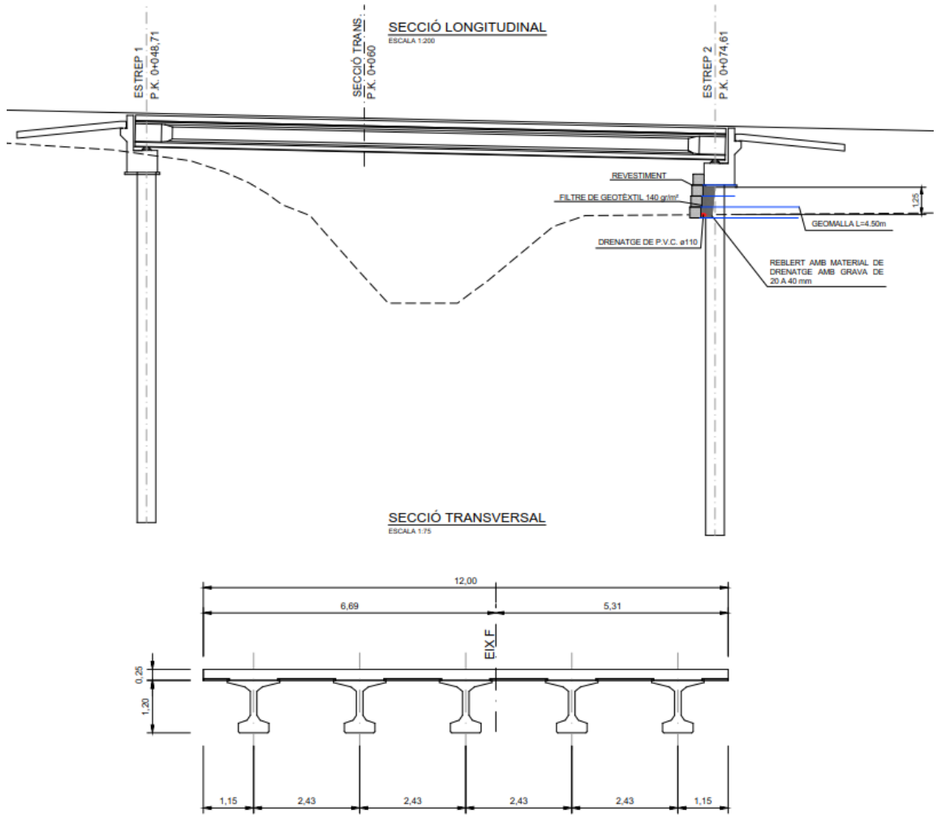
6.10. PONT V-F.1

Aquesta obra de fàbrica està destinada a permetre el pas de les calçades corresponents a l'eix "F" del traçat viari de la urbanització sobre el torrent de Magrans.





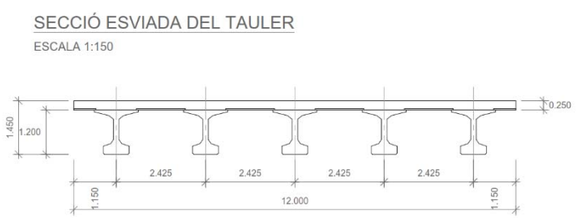
L'estructura consisteix en un pont de bigues prefabricades doble T isostàtiques d'un sol vànol. El pont no presenta esbiaix.



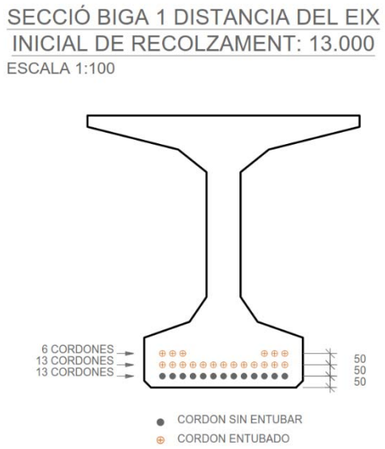
Tauler:

El tauler el conformen 9 bigues prefabricades doble T tipus DT-PRE-120-120-B de la casa PRECON de 27 metres de llargada. El cantell de les bigues és de 1,20 m.

Sobre les bigues es disposa d'una plataforma amb llosa de formigó armat "in situ" de 25 cm de cantell inclòs l'encofrat perdut de prelloses de 4 cm d'espessor.



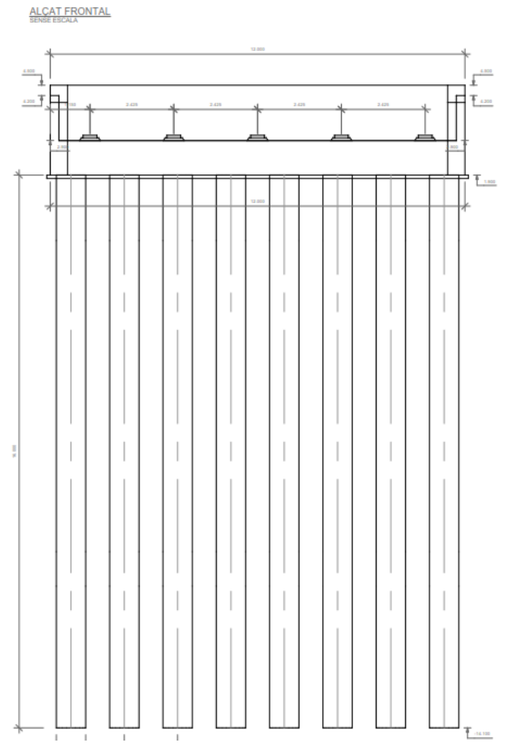
El pretensat dissenyat per aquestes bigues és el que s'indica tot seguit:

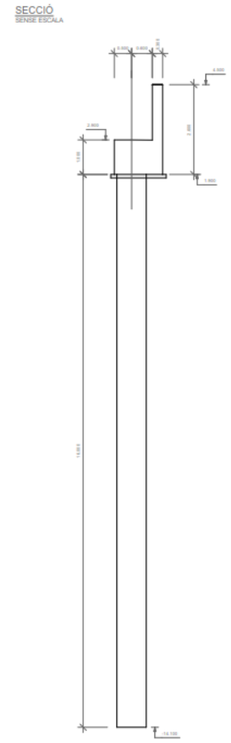


El pretensat és recte, conformat per tendons de 140 mm de secció amb un diàmetre de 15 mm segons la figura anterior, amb un capes superiors entubades segons plànols.

Estreps:

Els estreps són de la tipologia carregador flotant pilotat. L'estrep disposa d'espaldin i de dues aletes volades per tal de contenir les terres en el trasdós de l'alçat de l'estrep. La resta de desnivell de terres es soluciona mitjançant un mur de terra armada amb revestiment de gabions. S'ha optat per aquesta solució per tal d'oferir una proposta integrada en l'entorn i emprant un revestiment ja utilitzat en alguns murs de l'entorn del Parc de l'Alba.





La presència del revestiment de terra armada no influeix en el funcionament estructural de l'estrep. L'estrep flotant pilotat s'ha dissenyat per tal de poder fer front a la totalitat de les càrregues que indueix el tauler.

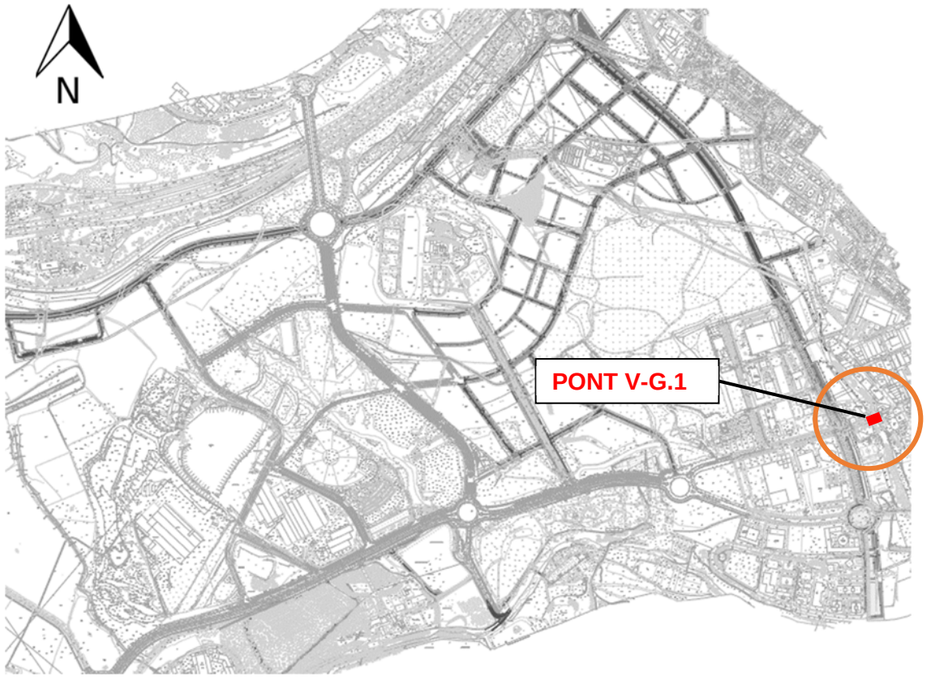
La fonamentació de l'estrep s'executa des del nivell de terreny actual, materialitzant 8 pilots de 14 m de longitud de diàmetre 85 cm. Els 2 metres per sobre del nivell de terreny es materialitzen com a columnes de formigó armat. Aquestes columnes són les que seran revestides per la terra armada i els gabions.

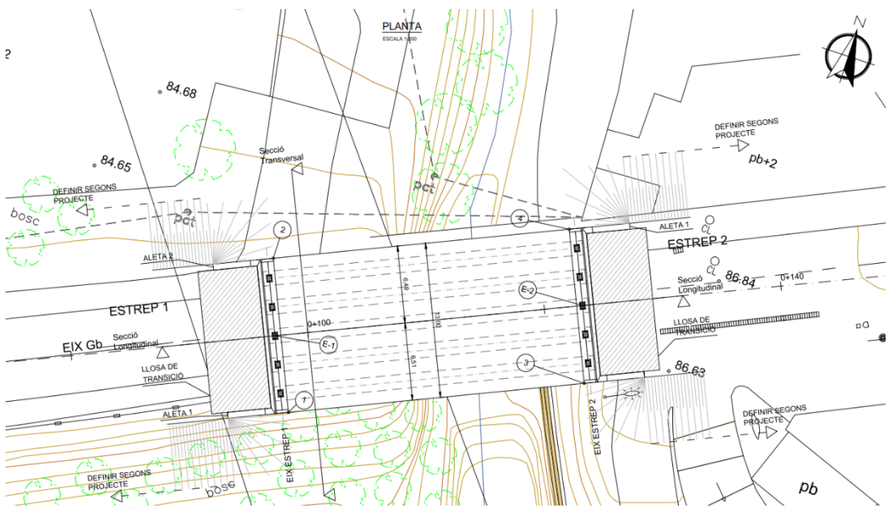
Aparells de recolzament:

Els aparells de recolzament són del tipus de neopré zunchado amb dimensions 250 mm x 400 mm x 74 mm sense ancorar i disposat sobre una meseta d'anivellament.

6.11. PONT V-G.1

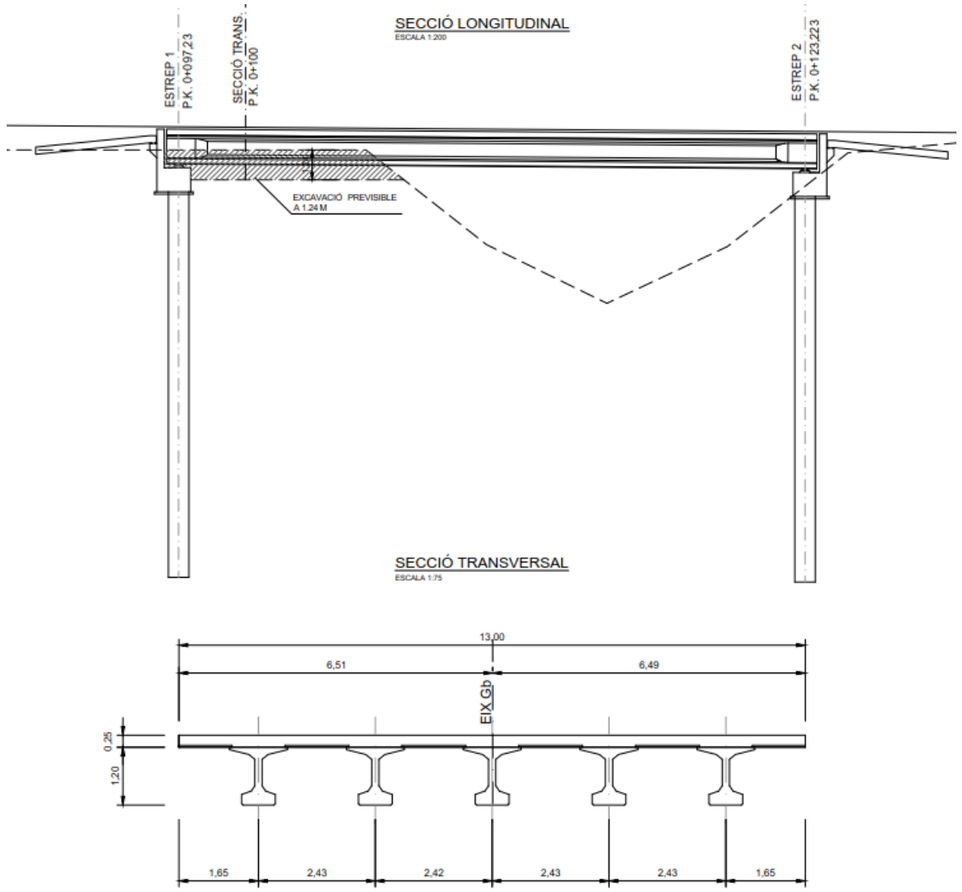
Aquesta obra de fàbrica està destinada a permetre el pas de les calçades corresponents a l'eix "G" del traçat viari de la urbanització sobre el torrent de Magrans.





CONSORCI URBANÍSTIC DEL CENTRE DIRECCIONAL DE CERDANYOLA DEL VALLÈS

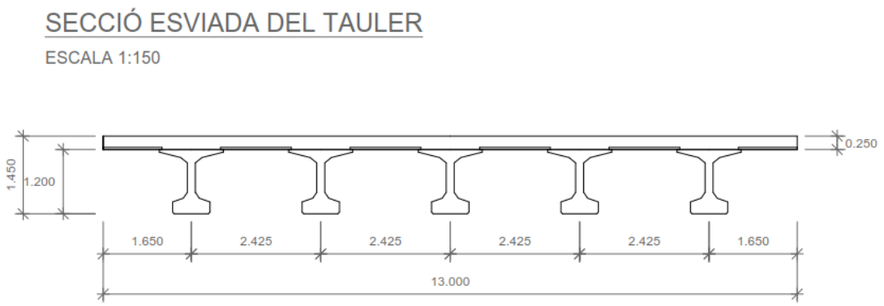
L'estructura consisteix en un pont de bigues prefabricades doble T isostàtiques d'un sol vànol. El pont no presenta esbiaix.



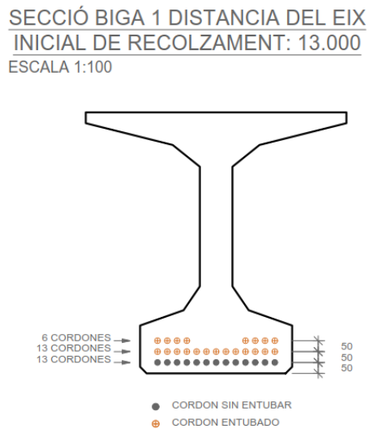
Tauler:

El tauler el conformen 9 bigues prefabricades doble T tipus DT-PRE-120-120-B de la casa PRECON de 27 metres de llargada. El cantell de les bigues és de 1,20 m.

Sobre les bigues es disposa d'una plataforma amb llosa de formigó armat "in situ" de 25 cm de cantell inclòs l'encofrat perdut de prelloses de 4 cm d'espessor.



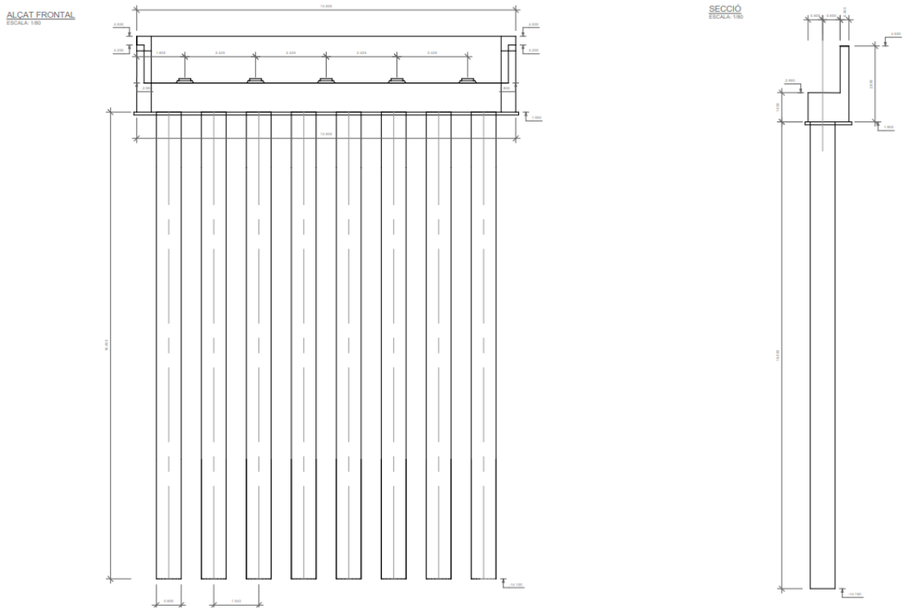
El pretensat dissenyat per aquestes bigues és el que s'indica tot seguit:



El pretensat és recte, conformat per tendons de 140 mm de secció amb un diàmetre de 15 mm segons la figura anterior, amb un capes superiors entubades segons plànols.

Estreps:

Els estreps són de la tipologia carregador flotant pilotat. L'estrep disposa d'espaldin i de dues aletes volades per tal de contenir les terres en el trasdós de l'alçat de l'estrep. La resta de desnivell de terres es soluciona mitjançant un mur de terra armada amb revestiment de gabions. S'ha optat per aquesta solució per tal d'oferir una proposta integrada en l'entorn i emprant un revestiment ja utilitzat en alguns murs de l'entorn del Parc de l'Alba.



La presència del revestiment de terra armada no influeix en el funcionament estructural de l'estrep. L'estrep flotant pilotat s'ha dissenyat per tal de poder fer front a la totalitat de les càrregues que indueix el tauler.

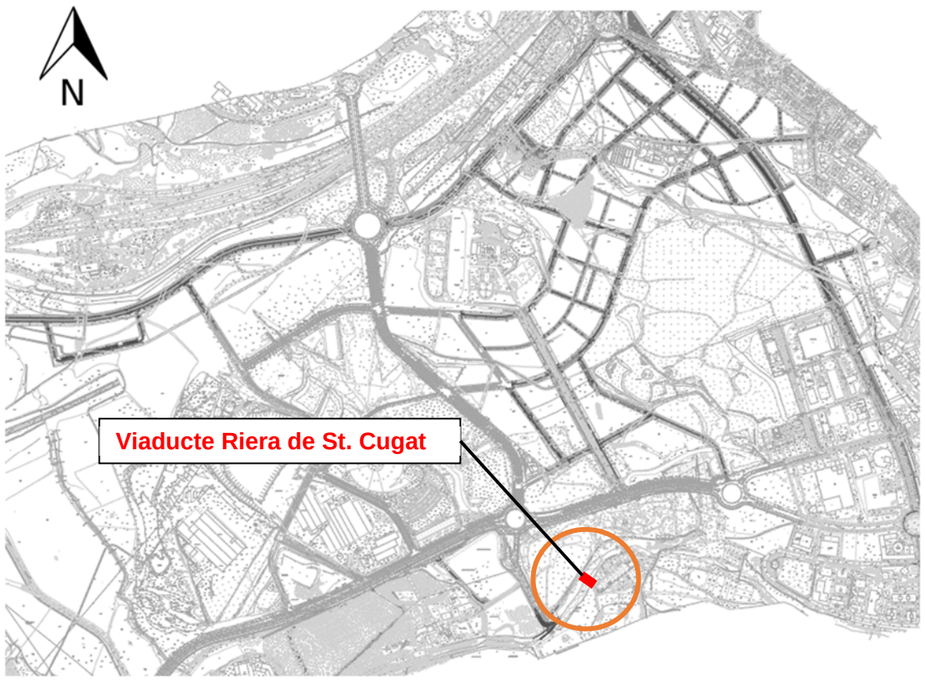
La fonamentació de l'estrep s'executa des del nivell de terreny actual, materialitzant 8 pilots de 14 m de longitud de diàmetre 85 cm. Els 2 metres per sobre del nivell de terreny es materialitzen com a columnes de formigó armat. Aquestes columnes són les que seran revestides per la terra armada i els gabions.

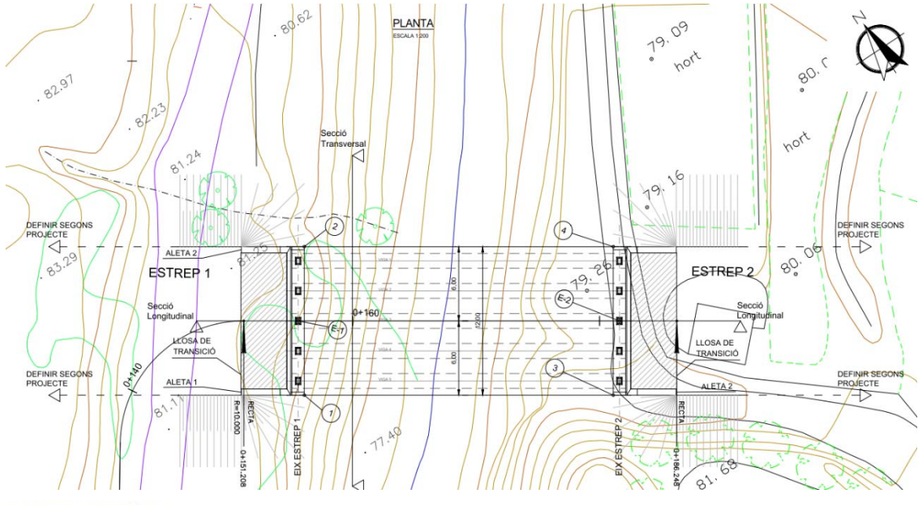
Aparells de recolzament:

Els aparells de recolzament són del tipus de neopré zunchado amb dimensions 250 mm x 400 mm x 74 mm sense ancorar i disposat sobre una meseta d'anivellament.

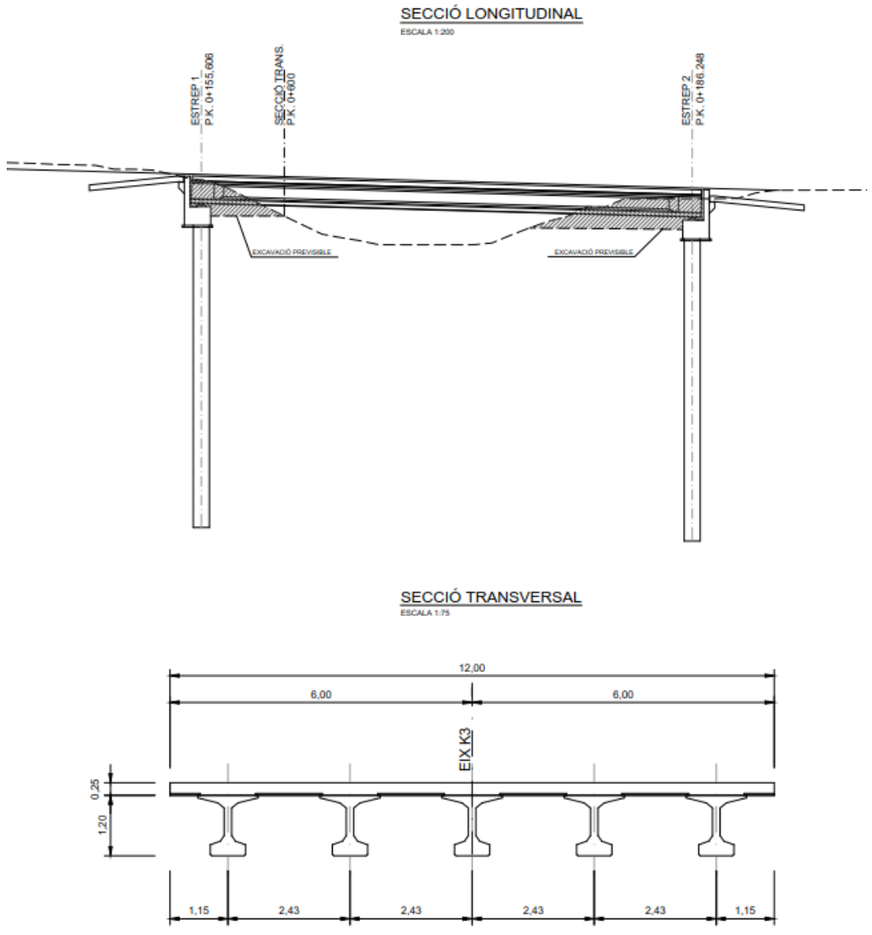
6.12. VIADUCTE RIERA DE ST. CUGAT

Aquesta obra de fàbrica està destinada a permetre el pas de les calçades sobre la Riera de St. Cugat.





L'estructura consisteix en un pont de bigues prefabricades doble T isostàtiques d'un sol vànol. El pont no presenta esbiaix.

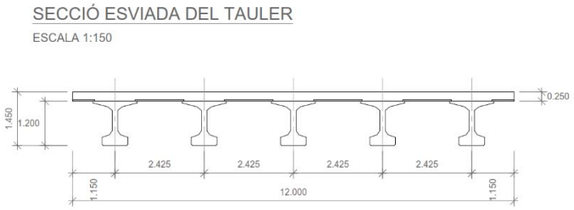


Tauler:

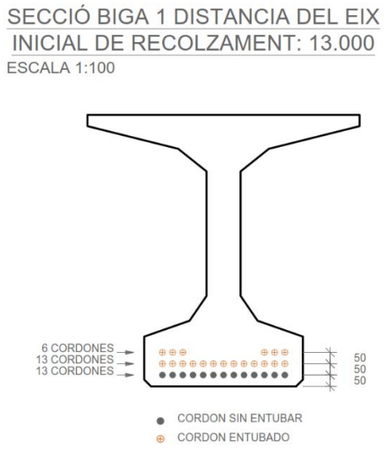
El tauler el conformen 9 bigues prefabricades doble T tipus DT-PRE-120-120-B de la casa PRECON de 27 metres de llargada. El cantell de les bigues és de 1,20 m.

Sobre les bigues es disposa d'una plataforma amb llosa de formigó armat "in situ" de 25 cm de cantell inclòs l'encofrat perdut de prelloses de 4 cm d'espessor.

CONSORCI URBANÍSTIC
DEL CENTRE DIRECCIONAL
DE CERDANYOLA DEL VALLÈS



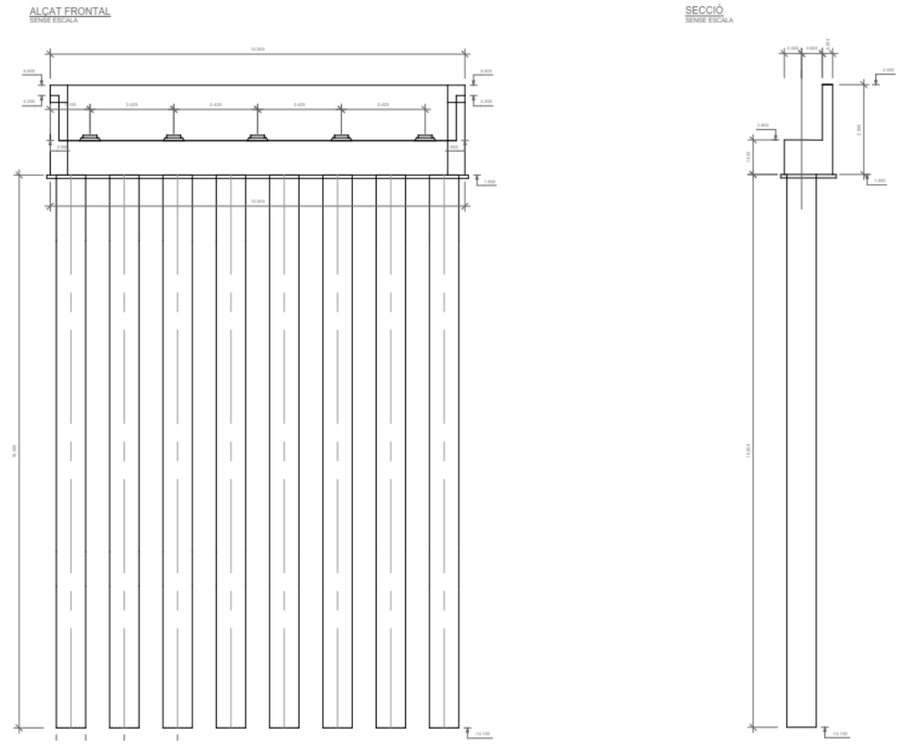
El pretensat dissenyat per aquestes bigues és el que s'indica tot seguit:



El pretensat és recte, conformat per tendons de 140 mm de secció amb un diàmetre de 15 mm segons la figura anterior, amb un capes superiors entubades segons plànols.

Estreps:

Els estreps són de la tipologia carregador flotant pilotat. L'estrep disposa d'espaldin i de dues aletes volades per tal de contenir les terres en el trasdós de l'alçat de l'estrep. La resta de desnivell de terres es soluciona mitjançant un mur de terra armada amb revestiment de gabions. S'ha optat per aquesta solució per tal d'oferir una proposta integrada en l'entorn i emprant un revestiment ja utilitzat en alguns murs de l'entorn del Parc de l'Alba.



La presència del revestiment de terra armada no influeix en el funcionament estructural de l'estrep. L'estrep flotant pilotat s'ha dissenyat per tal de poder fer front a la totalitat de les càrregues que indueix el tauler.

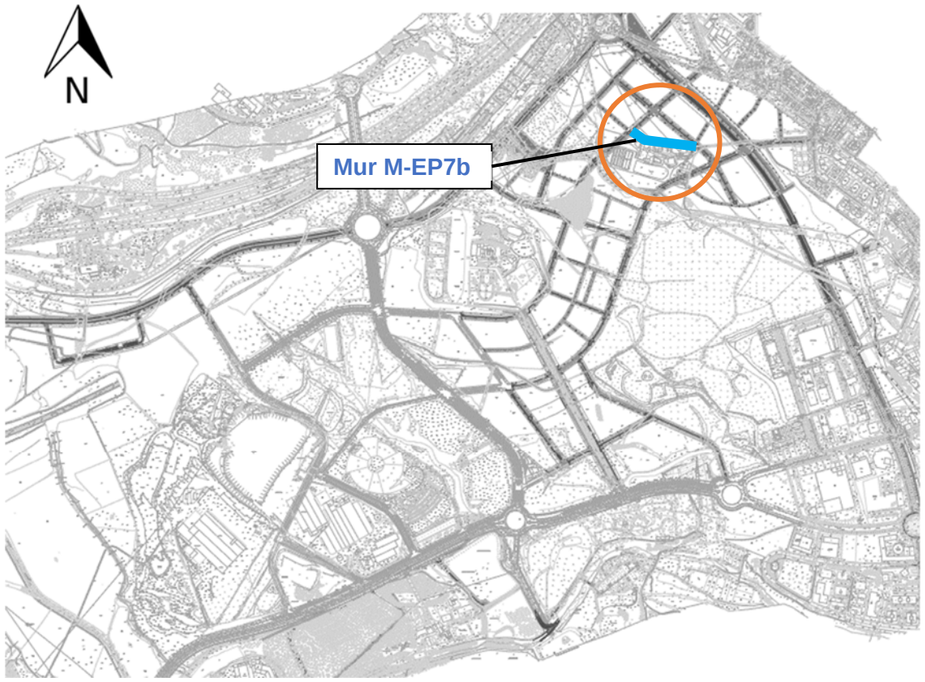
La fonamentació de l'estrep s'executa des del nivell de terreny actual, materialitzant 8 pilots de 14 m de longitud de diàmetre 85 cm. Els 2 metres per sobre del nivell de terreny es materialitzen com a columnes de formigó armat. Aquestes columnes són les que seran revestides per la terra armada i els gabions.

Aparells de recolzament:

Els aparells de recolzament són del tipus de neopré zunchado amb dimensions 250 mm x 400 mm x 74 mm sense ancorar i disposat sobre una meseta d'anivellament.

6.13. MUR M-EP7b

El mur M-EP7b l'estructura es dissenya amb l'objectiu de reduir l'afecció del talús sobre la finca de Can Planas i sense que es generi una paret massa gran darrera la masia. El mur va del PK 0+000 al PK 0+169,91 amb una longitud de 170 m de longitud aproximadament. El mur contindrà les terres sobre les quals està previst que discorri la via de l'eix EP7b.

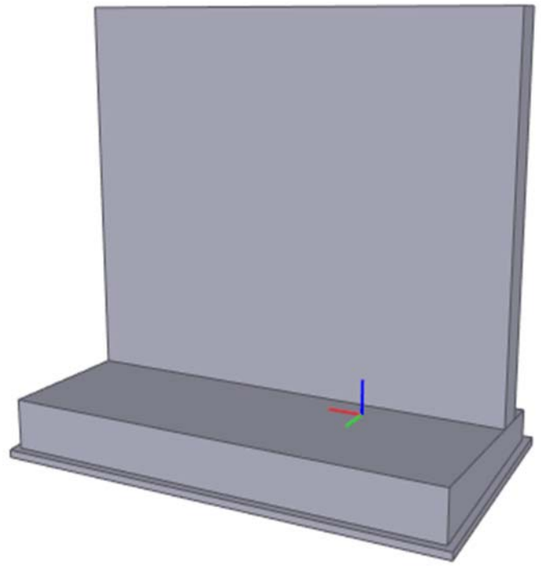


Es proposa realitzar el mur de formigó armat el qual té un alçat de 5 m d'alçada i un espessor de 40 cm. Es composa de 29 mòduls, tots de 6 m de longitud excepte un mòdul de l'extrem del mur que té una longitud de 2 m.

La fonamentació és superficial amb un taló de 1,95 m i una puntera de 0,4 m. El cantell de la sabata és variable entre 40 cm a l'intradós i 67,5 cm al trasdós. La sabata es preveu que recolzi sobre terreny natural considerant una tensió admissible de l'ordre de 2 kg/cm^2.

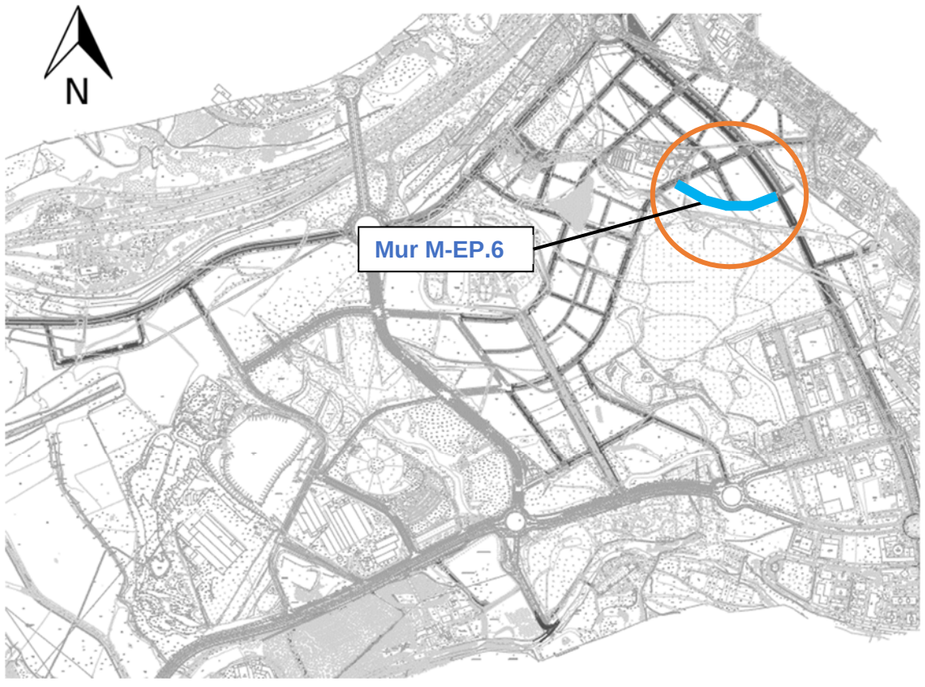
El formigó és HA-30 i barres B500 S.

A l'intradós del mur hi haurà un talús de terres 3H:1V. Aquest efecte favorable no s'ha tingut en compte en el càlcul del mur.

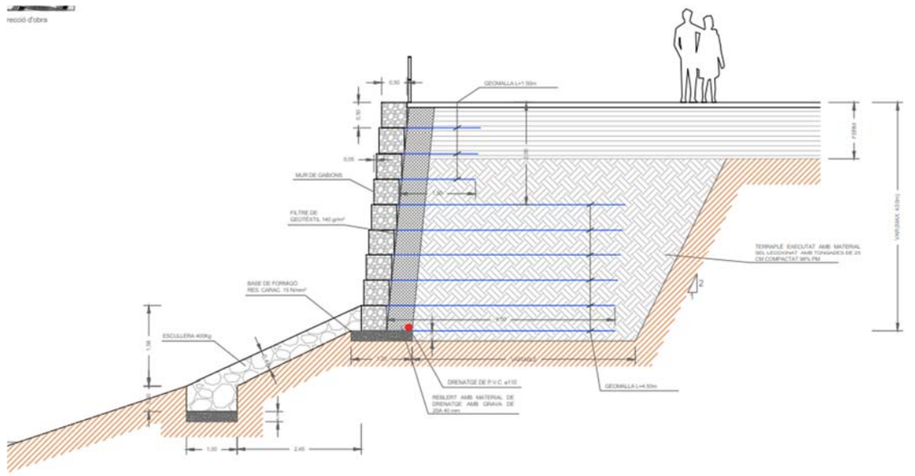


6.14. MUR M-EP.6

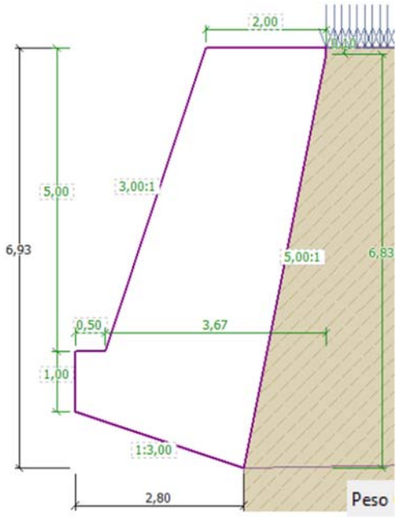
El mur M-EP.6 és un mur que es troba en el contacte amb la zona verda del Parc de Magrans. Aquest mur es preveu que es dissenyi d'acord amb els criteris del parc. Per aquest motiu es proposa un revestiment de gabions d'acord amb l'arquitecte especialista, encarregat de que el disseny compleixi amb els requisits funcionals i visuals del parc.

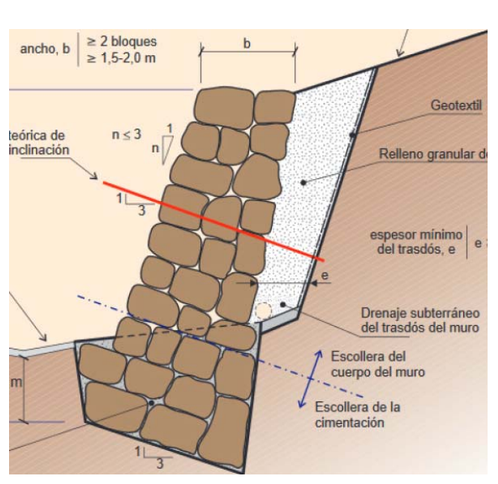


Es proposa realitzar els murs mitjançant terra armada amb revestiment de gabions amb el mateix criteri que pels murs dels ponts. Cal destacar que la longitud dels flejes estarà limitada per tal de no afectar el serveis previstos sota calçada. A tals efectes els flejes situats fins 2 m de profunditat només tindran una llargada de 2 m. Els flejes situats sota dels 2 m de profunditat tindran una llargada de 5 m. El pendent del mur és de 1H:10V. A l'intradós del mur es preveu la col·locació d'escullera per tal d'estabilitzar la base del mur. Cal destacar que per assegurar l'estabilitat global del mur cal que la pendent del talús inferior al mur no sigui major que 3H:1V.



En cas que no es pogués executar un mur de terra armada degut a l'existència de serveis es proposa executar un mur d'escullera. El pendent màxim admissible del mur és de 1H:3V.





Degut a les alçades previstes dels murs (aproximadament 5 m) es descarten murs de gabions sense utilitzar la terra armada.

En definitiva, l'opció de murs de terra armada és la opció més competitiva en termes tecnico-econòmics-ambientals.

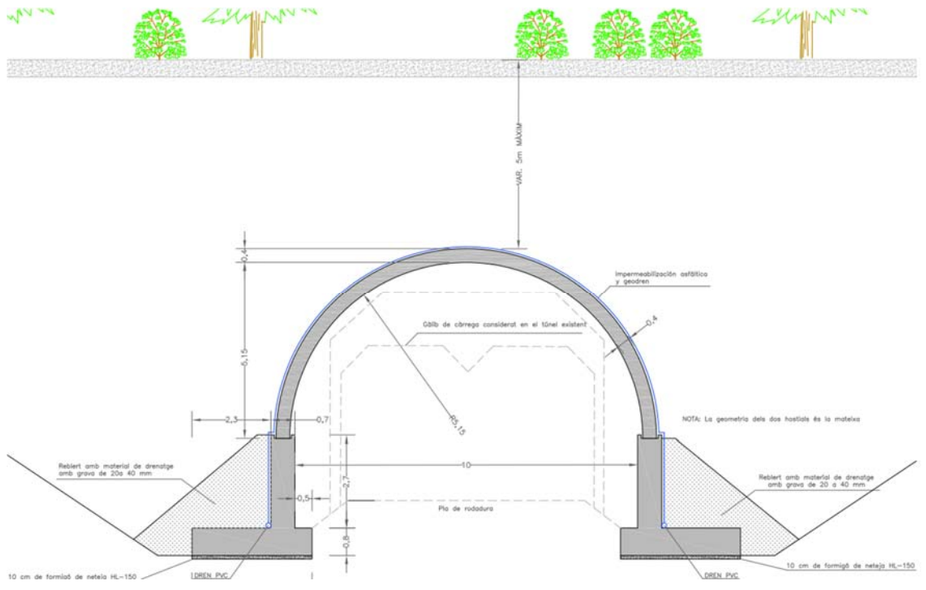
6.15. FALS TÚNEL ADIF -OEST:

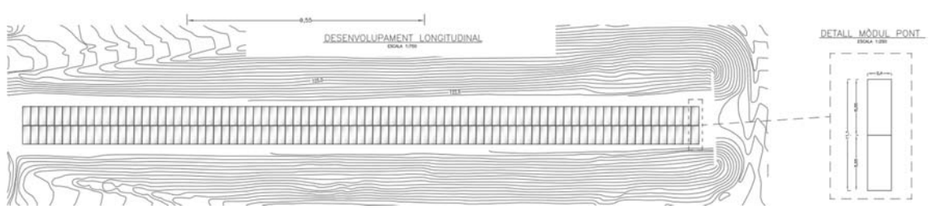
Es proposa realitzar el fals túnel mitjançant una volta conformada per dovelles de formigó prefabricat. La secció la conformarien dos peces de formigó prefabricades que s'ensamblarien a la clau de la volta, existint en aquest punt cert grau d'articulació. Les raons principals que motiven la projecció d'un fals túnel amb dovelles prefabricades és el poc rebliment de terres que es preveu sobre el túnel i la necessitat de minimitzar l'afectació en la circulació dels trens d'alta velocitat.

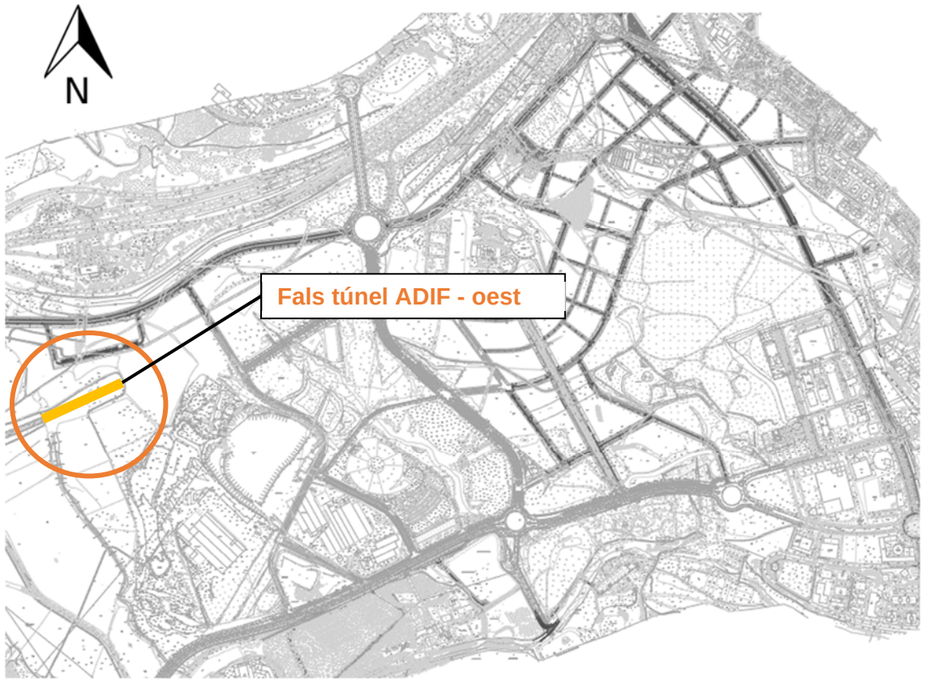
No es contempla la construcció d'una llosa inferior per no afectar la plataforma i superestructura de la via ferroviària.

La fonamentació seria directa sobre les argiles dures, i si en algun cas fos necessari (per quedar la solera en zona de farciment o terreny inadequat), podria substituir-se el terreny amb la mateixa per sòl seleccionat compactat o formigó ciclopi.

Les sabates són de 3,5 m d'ample per 0,80 m de cantell. Els alçats dels hastials es contemplen de 2,7 m d'alçada i 0,7 de cantell. Pel que fa les dovelles aquestes es preveuen prefabricades de 0,40 m d'espessor.



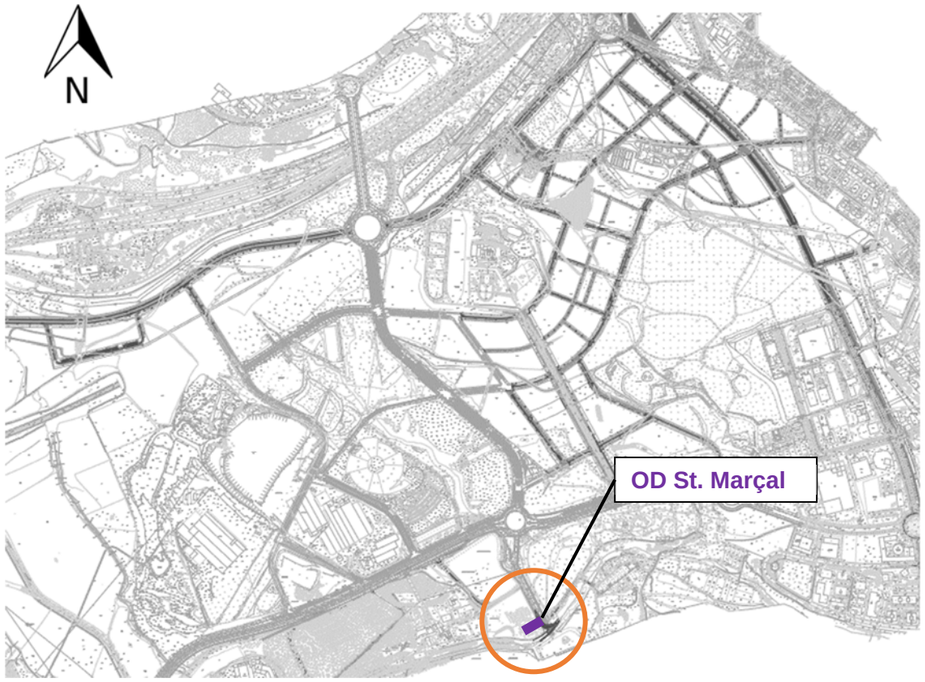




CONSORCI URBANÍSTIC
DEL CENTRE DIRECCIONAL
DE CERDANYOLA DEL VALLÈS

6.16. OD ST. MARÇAL:

Aquesta obra de fàbrica resol el pas de la riera de St Marçal amb un calaix de formigó armat de longitud 5 m i aletes a banda i banda d'aproximadament 18 m de longitud.



Es planteja un calaix bi-cel·lular de dues cel·les de 4,00 metres d'ample útil per 3,00 metres d'alt segons requeriments hidràulics amb llosa de fonamentació de 0,30 m, llosa superior de 0,35 m, hastials de 0,30 m i un mur interior de 0,25 m. L'excavació es preveu a cel obert.

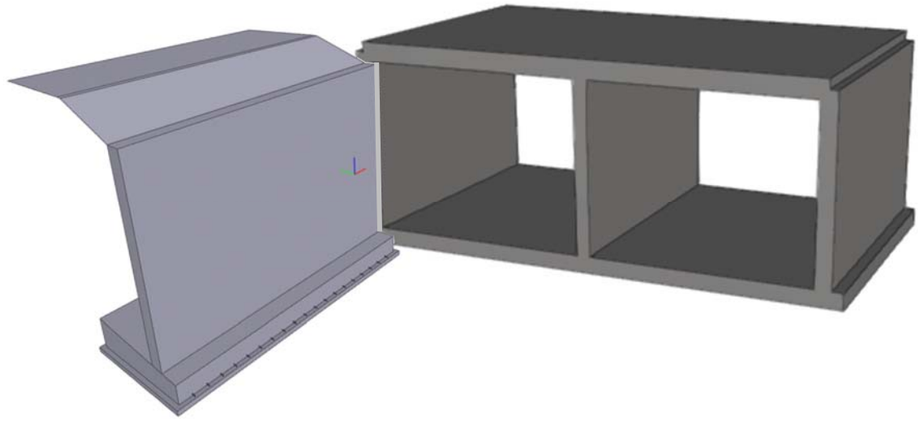
La fonamentació seria directa sobre les argiles dures, i si en algun cas fos necessari (per quedar la solera en zona de farciment o terreny inadequat), podria substituir-se el terreny amb la mateixa per sòl seleccionat compactat o formigó ciclopi.

El reblert de terres sobre la OD es preveu variable de 0,5 m.

Al llarg de tot el calaix s'ha previst un emmacat d'escullera per tal de frenar l'aigua abans que de que recuperi la llera natural.

En els dos extrems del calaix tant aigües amunt com aigües avall de la riera es plantegen aletes de formigó armat amb la mateixa pendent del terreny estant alineades les aletes a l'eix de la riera. Les aletes consistiran en murs de formigó armat en mènsula de 4 metres d'alçada com a màxim i 0,3 m de gruix. La fonamentació és superficial amb un taló de 1,90 m i una puntera de 0,4 m. El cantell de la sabata és variable entre 40 cm a l'intradós i 66 cm al trasdós. La sabata es preveu que recolzi sobre terreny natural considerant una tensió admissible de l'ordre de 2 kg/cm^2.

En l'àmbit de les aletes també es formigonarà amb un emmacat d'escullera.



Els treballs de construcció del calaix es duran a terme en zona de riera. Per tant serà necessari realitzar un rebaix del nivell d'aigua. A tals efectes, s'ha fet una estimació del cabal d'aigua a bombejar. En el Projecte executiu es determinarà amb més detall el cabal a bombar en funció de la permeabilitat que s'obtingui en l'informe geotècnic.

Estimació de bombeig per a la OD Sant Marçal

Gradient hidràulic: $i := \frac{1}{2}$

$k := 10^{-5} \cdot \frac{m}{s}$

Longitud d'actuació: $L_{act} := 40\ m = 40\ m$

Ample de excavació $B_{exc} := 15\ m$

$S_{exc} := B_{exc} \cdot L_{act} = 600\ m^2$

$Q_{bombeo} := k \cdot i \cdot S_{exc} = 10.8\ \frac{m^3}{hr}$

6.17. MUR MC-3 (Mur al carrer Còrdova:

L'encaix de l'eix C amb la vialitat existent al carrer Còrdova no es realitza respectant la rasant actual del tram construït. En aquest tram es troben dues edificacions existents, una a la banda nord del carrer, edificada segons la rasant futura, i una al sud, edificada seguint la rasant actual del tram de carrer. La nova rasant futura del vial C es troba lleugerament més alta, i es va enfilant a mida que ens apartem de la trama urbana actual. És per això que el projecte projecta la construcció d'un mur de 2 m d'altura que faci de contenció de les terres que la rasant de l'eix C cap a les finques actuals. Cal dir que no hi ha cap accés actual a l'edificació que es vegi perjudicat per la nova rasant, donat que la façana que dóna al carrer de la finca és el mur de separació de la rampa de l'aparcament, i una tanta metàl·lica cap al pati del darrera de l'edifici.

7. CONCLUSIONS:

En la present memòria queden definides les estructures necessàries del projecte d'urbanització del sector Parc de l'Alba al Pla Director del Centre Direccional de Cerdanyola del Vallès. S'ha realitzat una definició formal i tipològica de totes les estructures i també s'ha definit l'armat del formigó i gran part dels detalls constructius que es requeririen en un projecte constructiu.

No obstant, serà necessàri comprovar els càlculs en els diferents projectes constructius definitius i doncs poder afirmar que els dissenys són aptes per a la construcció. Aquesta informació necessària és la següent:

- Informes geotècnics específics per a cada estructura. En el moment que es redacti el Projecte executiu s'haurà d'efectuar un informe geotècnic amb assajos in situ en les zones específiques on es troben dites estructures. En el treball que aquí s'ha presentat, per tal de poder analitzar les fonamentacions s'ha procedit mitjançant l'estimació dels paràmetres resistents del terreny en base a sondejos realitzats en zones relativament pròximes i mitjançant les metodologies indicades a la "Guía de Cimentaciones para obras de carreteras" (mètode Mohr Coulomb entre d'altres).
- No s'han tingut en compte els efectes precisos en els ponts induïts pels pendents longitudinals, pendents transversals i el traçat curvilini atès que encara no es desposa del Projecte d'urbanització definitiu. En el treball que aquí s'ha presentat aquests efectes s'han estimat en base a valors aproximats de les amplades de vorera i calçada.
- En el Projecte executiu caldrà definir els entroncaments de les estructures definides amb els terraplenats de la urbanització, així com les adaptacions a les lleres fluvials pel cas dels endegaments.
- El Projecte executiu haurà de proposar les mesures necessàries per tal de garantir l'estabilitat provisional de talussos durant la construcció. Els amidaments de terres considerats en el present document resten condicionats a aquest anàlisi, el qual dependrà dels informes geotècnics que es realitzin.
- S'han plantejat els ponts amb tipologia de bigues prefabricades pretensades doble T atès que és una tipologia molt versàtil que permet futures ampliacions de tauler minimitzant costos i afectacions.
- Els sistemes de contenció de terres considerats en la present memòria són anàlegs als ja existents i emprats pel Consorci del Parc de l'Alba en fases anteriors. Aquests sistemes consisteixen en murs de terra armada amb revestiments de gabions. En el cas dels estreps per sobre de la cota de terreny, s'ha considerat igualment que la contenció de terres es realitzi també amb el sistema de terra armada per tal d'evitar un estrep tancat de formigó armat que seria més difícil d'integrar en l'entorn del parc.

8. APÈNDIXS:

S'adjunten en els apèndixs d'aquesta memòria els llistats de càlculs detallats de cadascuna de les estructures.

Barcelona, febrer de 2021.

APÈNDIX 0. CÀLCUL DE LES ESTRUCTURES VA1.1, VA1.2, OD ADIF 1, PAS ADIF 2 I VC-2

ANEJO DE CALCULOS PARA EL DIMENSIONADO DE ESTRUCTURAS Y LA DETERMINACIÓN APROXIMADA DE CUANTIAS DE ACERO.

DATOS GENERALES DE LAS ESTRUCTURAS

Estructura	Descripción general	Tipología estructural	Dimensiones principales	Infraestructura	Cimentación
V-A1.1	Viaducto sobre el torrente de Can Fatjó correspondiente al eje "A1"	Puente de vigas prefabricadas pretensadas de 2 vanos de 30 metros de luz respectivamente.	Tablero de 61.8 m. de longitud, 26.10 m. de ancho y 25 cm. de espesor, con 13 vigas de 1,45 m. de canto.	Estribo 1: de tipo abierto con 4 pilas y cargadero. Pila central: pórtico con 4 pilas y viga dintel. Estribo 2: muro ménsula de hormigón armado.	Estribo 1 y Pila central: profunda con pilotes de Ø 1 m. y longitudes de 25 y 26 m. respectivamente. Estribo 2: directa mediante zapata.
V-A1.2	Viaducto sobre un ramal del torrente de Can Fatjó correspondiente al eje "A1"	Puente de vigas prefabricadas pretensadas de un solo vano de 36 metros de luz máxima.	Tablero de 36.9 m. de longitud máxima, 26.15 m. de ancho y 25 cm. de espesor, con 13 vigas de 1,85 m. de canto	Estribos 1 y 2: muro ménsula de hormigón armado.	Estribos 1 y 2: directa mediante zapatas.
OD-ADIF.1	Canalización del torrente de Can Fatjó y paso de fauna bajo la línea ferroviaria de ADIF	Cajón unicelular de hormigón armado hincado en terraplén bajo línea de F.F.C.C.	Estructura en marco con dimensiones interiores de 15 x 10.1 m. Solera, hastiales y dintel de 1.2 m. de espesor.	El propio marco actúa conjuntamente como infraestructura y superestructura.	Directa mediante solera.
PAS-ADIF.2	Paso de fauna y peatones sobre la línea ferroviaria de ADIF	Pasarela de vigas de acero solidarias con tablero de hormigón armado (Tablero mixto) de 36 metros de luz.	Tablero de 36.8 m. de longitud, 10.60 m. de ancho y 20 cm. de espesor, con 4 vigas de acero de 1,05 m. de canto	Estribos 1 y 2: de tipo abierto con 4 pilas-pilote y cargadero. Soporte de terraplén de trasdós con muros de suelo reforzado.	Estribos 1 y 2: profunda con pilotes de Ø 0.8 m. y longitudes de 26 m.
V-C.2	Viaducto sobre la riera de Magrans correspondiente al eje "C"	Puente de vigas prefabricadas pretensadas de un solo vano de 30, 5 metros de luz máxima.	Tablero de de longitud y ancho variables, con máximos de 31.8 y 22m. Respectivamente, espesor de 25 cm. y 11 vigas de 1.45 m. de canto	Estribos 1 y 2: muro ménsula de hormigón armado.	Estribos 1 y 2: profunda con pilotes de Ø 1 m. y longitudes de 21 m.

DATOS GEOTECNICOS

PARAMETROS GEOTECNICOS ADOPTADOS EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS:

PARÁMETROS DE RESISTENCIA PARA CIMENTACIONES DIRECTAS:

Para el caso general:

Tensión admisible	σ_{adm} = 20,00 tn/m^2
Tensión admisible en punta (1,25 σ_{adm})	σ_{punta} = 25,00 tn/m^2

Para la OD-7-8.1 en la zona de la riera de Magrans:

Tensión admisible	σ_{adm} = 10,00 tn/m^2
Tensión admisible en punta (1,25 σ_{adm})	σ_{punta} = 12,50 tn/m^2

PARÁMETROS DE RESISTENCIA PARA CIMENTACIONES PROFUNDAS:

Coeficiente de seguridad de la resistencia por punta	F_{SP} = 2,60
Coeficiente de seguridad de la resistencia por fuste	F_{SF} = 2,60

Para el caso general:

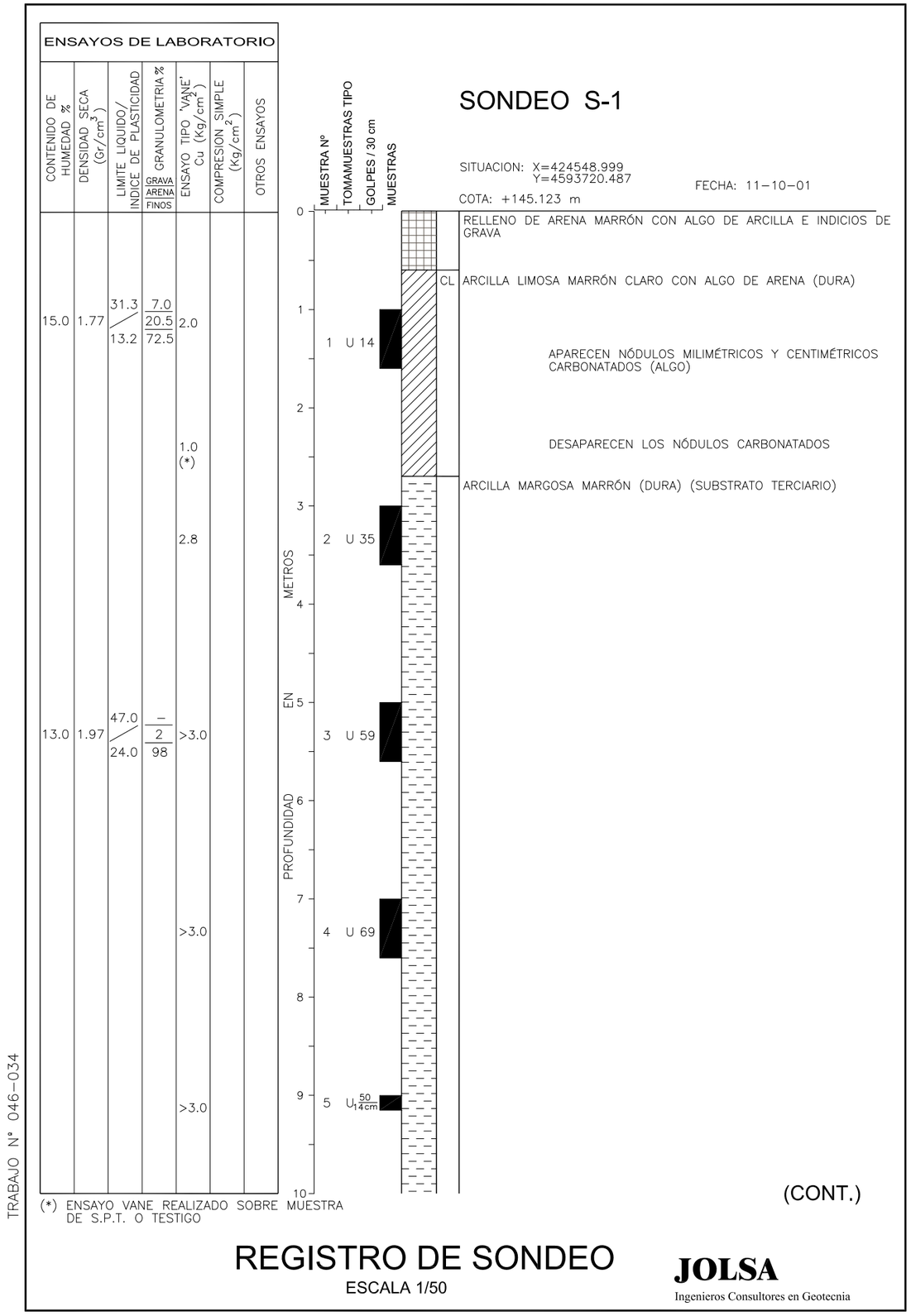
Resistencia por punta en pilotes	R_P = 252,00 tn/m^2
Resistencia por fuste en pilotes	R_F = 3,45 tn/m^2

Para la V-C.2 y ODPC4 en la zona de la riera de Magrans:

Resistencia por punta en pilotes	R_P = 821,50 tn/m^2
Resistencia por fuste en pilotes (Ver cuadro)	R_F = 0,00 a 6,60 tn/m^2
Resistencia por punta en pantallas (40% R_P)	R_{Pant} = 328,60 tn/m^2

OTROS PARÁMETROS GEOTÉCNICOS:

Cohesión (En rellenos C = 0,00 tn/m^2)	C = 0,00 a 2,50 tn/m^2
Angulo de rozamiento interno (Ø' = 26,00° a 36°)	Ø' = 30,00°
Angulo de rozamiento suelo-muro (Ø'/3)	$Ø_{S-M}$ = 10,00°
Angulo de rozamiento interno suelo-zapata	$Ø_{S-Z}$ = 28,00° a 30,00°
Coeficiente de rozamiento suelo-zapata	μ = 0,531 a 0,577
Peso específico del terreno	γ = 2,00 tn/m^3
Coeficiente de balasto horizontal (Marcos y soleras)	k_{SV} = 4,00 kg/cm^3
Coeficiente de balasto vertical (Pantallas)	k_{SH} = 2,00 kg/cm^3
Coeficiente de seguridad al vuelco	F_{SV} = 2,00
Coeficiente de seguridad al deslizamiento	F_{SD} = 1,50



SONDEO S-1 (CONT.)

SITUACION: X=424548.999
Y=4593720.487

COTA: +145.123 m

FECHA: 11-10-01

ENSAYOS DE LABORATORIO

CONTENIDO DE HUMEDAD %	DENSIDAD SECA (Gr/cm³)	LIMITE LIQUIDO / INDICE DE PLASTICIDAD	GRANULOMETRIA % GRAVA / ARENA / FINOS	ENSAYO TIPO 'VANE' Cu (Kg/cm²)	COMPRESION SIMPLE (Kg/cm²)	OTROS ENSAYOS
				>3.0 (*)		
				>3.0 (*)		

MUESTRA Nº | TOMAMUESTRAS TIPO | GOLPES/30 cm | MUESTRAS

1S ST 50/14cm

2S ST 88/25cm

METROS EN PROFUNDIDAD: 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20

(*) ENSAYO VANE REALIZADO SOBRE MUESTRA DE S.P.T. O TESTIGO

TRABAJO Nº 046-034

REGISTRO DE SONDEO

ESCALA 1/50

JOLSA
Ingenieros Consultores en Geotecnia

SONDEO S-19

SITUACION: X=426063.0
Y=4594107.0

COTA: +130.0 m

FECHA: 4-10-01

ENSAYOS DE LABORATORIO

CONTENIDO DE HUMEDAD %	DENSIDAD SECA (Gr/cm³)	LIMITE LIQUIDO / INDICE DE PLASTICIDAD	GRANULOMETRIA % GRAVA / ARENA / FINOS	ENSAYO TIPO 'VANE' Cu (Kg/cm²)	COMPRESION SIMPLE (Kg/cm²)	OTROS ENSAYOS
18.5	1.80	47.0 / 24.0	— / <1.0 / >99.0	>3.0	>3.0	H.L. P.H.

MUESTRA Nº | TOMAMUESTRAS TIPO | GOLPES / 30 cm | MUESTRAS

1S ST 10

1 TS *27

1 U 62

2 U 55

3 U 50/11cm

RELLENO DE ARCILLA MARRÓN CLARO CON INDICIOS DE ARENA

RELLENO DE ARCILLA MARRÓN CON INDICIOS DE ARENA

ARENA FINA MARRÓN VERDOSO ALGO CEMENTADA (SUBSTRATO TERCIARIO)

ARCILLA MARGOSA MARRÓN VERDOSO (DURA)

VETA DE ARENA FINA MARRÓN (5cm)

VETA DE ARENA FINA MARRÓN (10cm)

EL COLOR CAMBIA A MARRÓN

METROS EN PROFUNDIDAD: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10

* GOLPEO EN LA PARTE SUPERIOR E INFERIOR

TRABAJO Nº 046-034

REGISTRO DE SONDEO

ESCALA 1/50

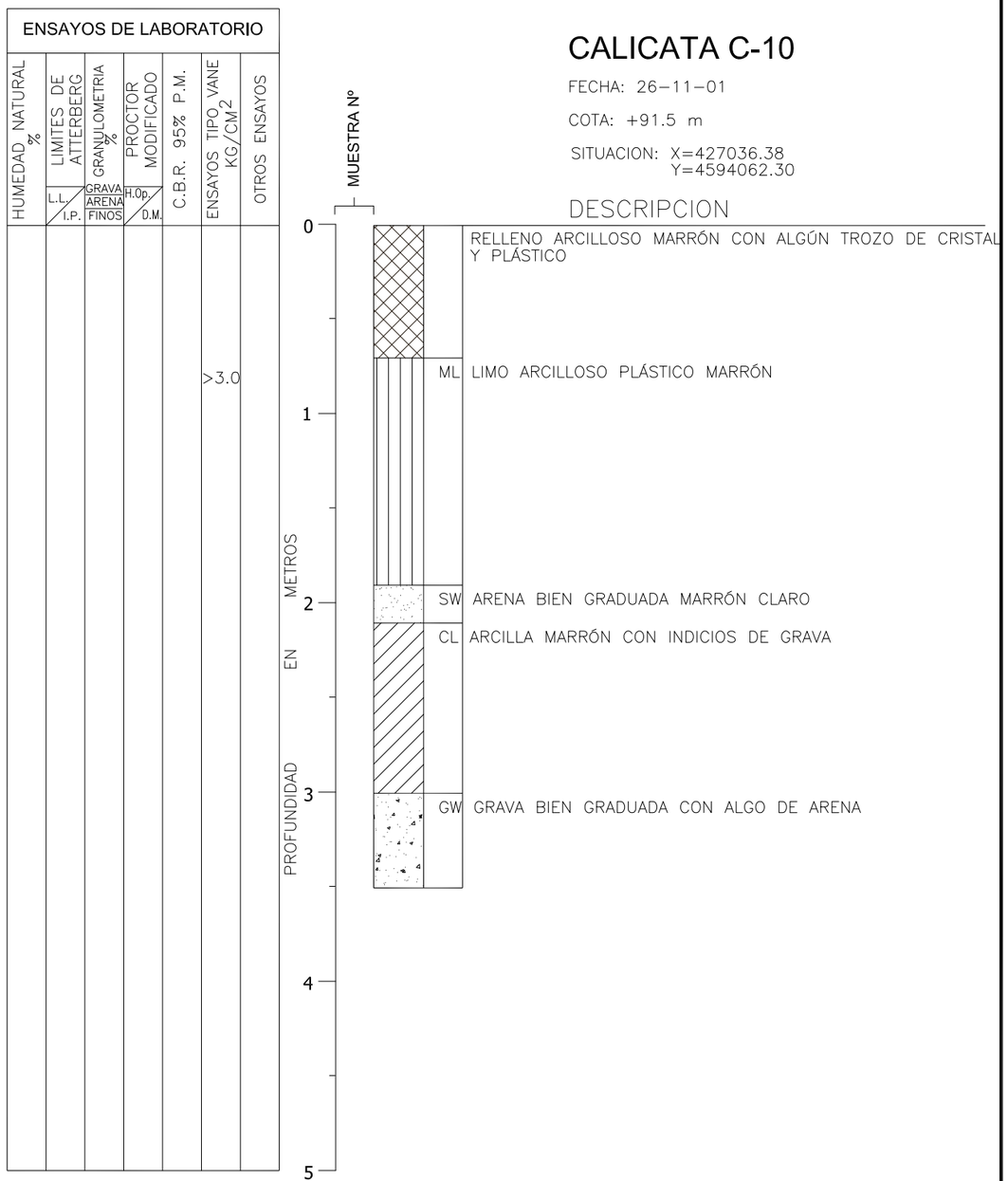
JOLSA
Ingenieros Consultores en Geotecnia

CALICATA C-10

FECHA: 26-11-01

COTA: +91.5 m

SITUACION: X=427036.38
Y=4594062.30



TRABAJO Nº 046-034

REGISTRO DE CALICATA

(ESCALA 1:30)

JOLSA

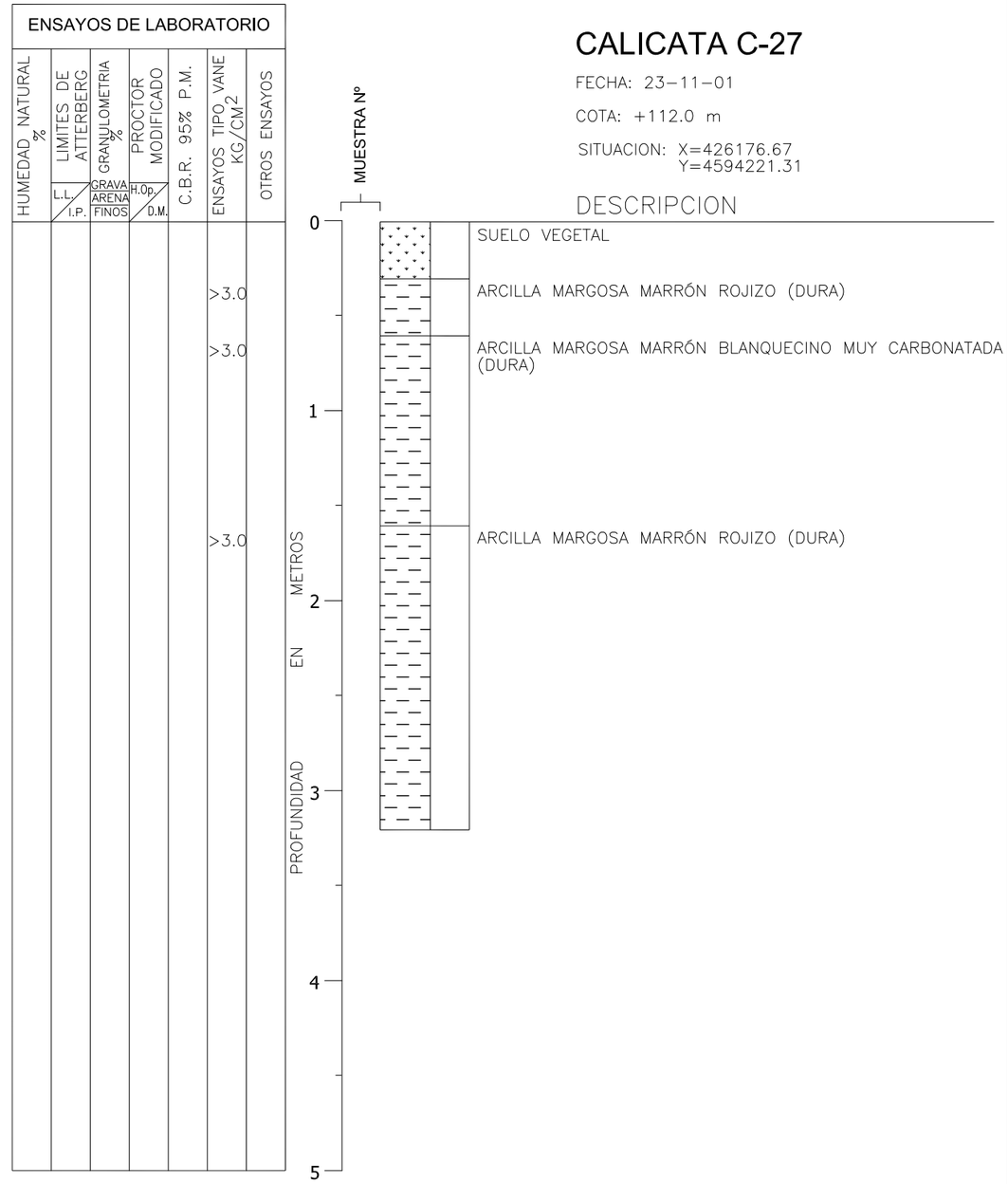
Ingenieros Consultores en Geotecnia

CALICATA C-27

FECHA: 23-11-01

COTA: +112.0 m

SITUACION: X=426176.67
Y=4594221.31



TRABAJO Nº 046-034

REGISTRO DE CALICATA

(ESCALA 1:30)

JOLSA

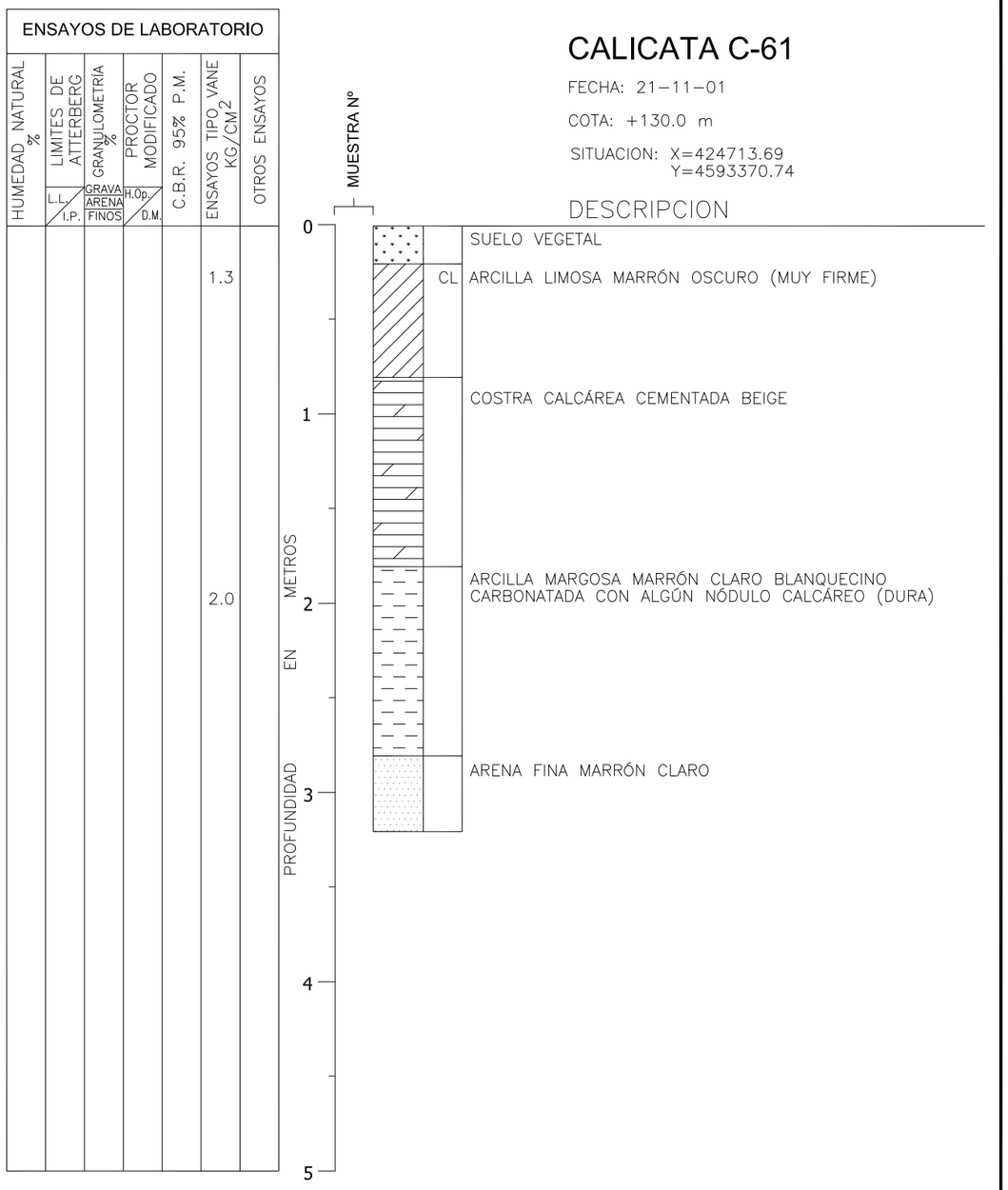
Ingenieros Consultores en Geotecnia

CALICATA C-61

FECHA: 21-11-01

COTA: +130.0 m

SITUACION: X=424713.69
Y=4593370.74



TRABAJO Nº 046-034

REGISTRO DE CALICATA

(ESCALA 1:30)

JOLSA

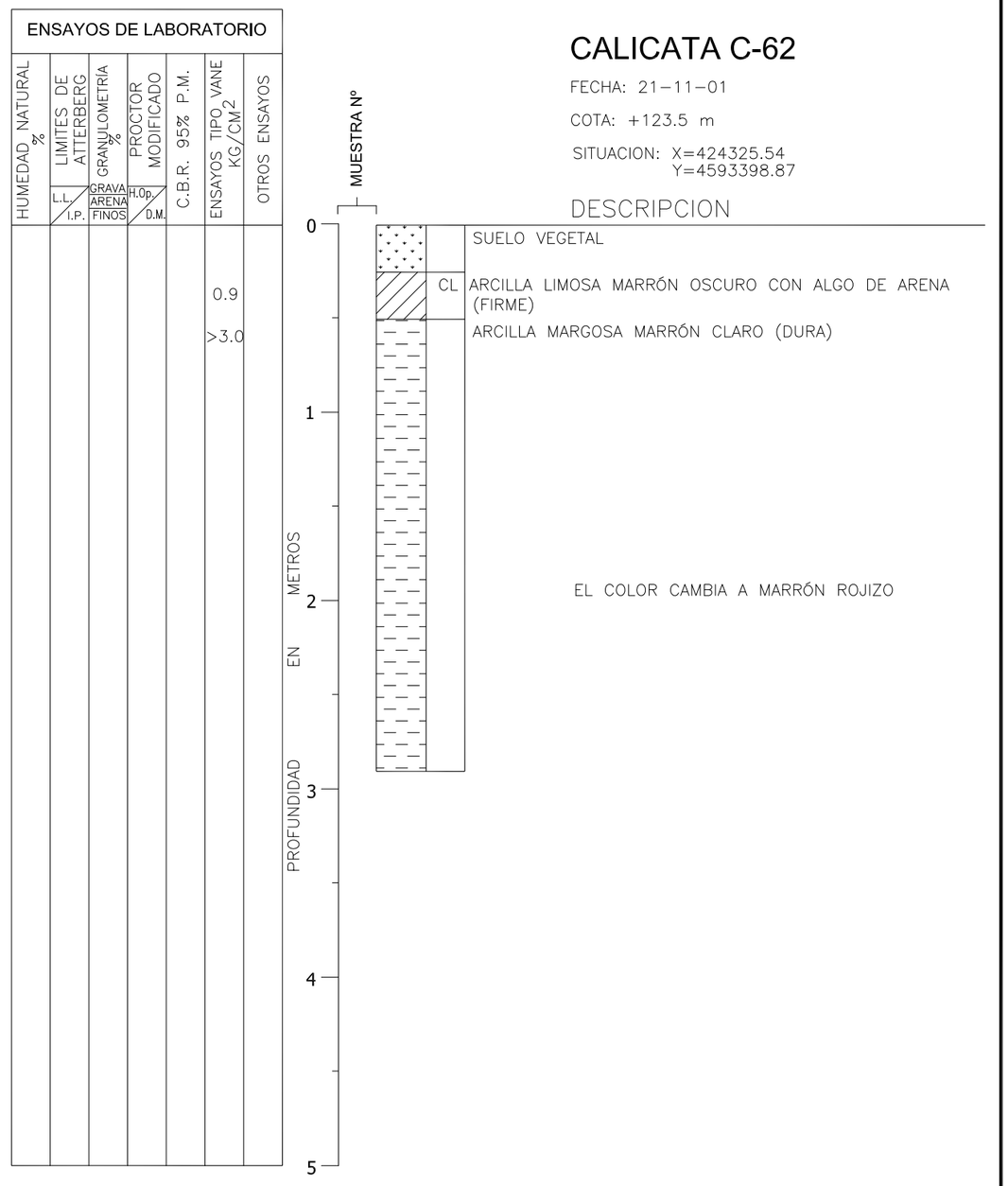
Ingenieros Consultores en Geotecnia

CALICATA C-62

FECHA: 21-11-01

COTA: +123.5 m

SITUACION: X=424325.54
Y=4593398.87



TRABAJO Nº 046-034

REGISTRO DE CALICATA

(ESCALA 1:30)

JOLSA

Ingenieros Consultores en Geotecnia

CALICATA C-63

FECHA: 21-11-01

COTA: +129.5 m

SITUACION: X=424209.08
Y=4593575.79

ENSAYOS DE LABORATORIO							
HUMEDAD NATURAL %	LIMITES DE ATTERBERG L.L. / I.P.	GRANULOMETRIA % GRAVA / ARENA / FINOS	PROCTOR MODIFICADO H.Op. / D.M.	C.B.R. 95% P.M.	ENSAYOS TIPO VANE KG/CM2	OTROS ENSAYOS
					>3.0	
					2.5	

MUESTRA Nº

EN METROS	DESCRIPCION
0	SUELO VEGETAL
1	ARCILLA MARGOSA MARRÓN CLARO CON ALGUNOS NÓDULOS MILIMÉTRICOS Y CENTIMÉTRICOS CALCÁREOS (DURA)
	COSTRA CALCÁREA BEIGE BLANQUECINA CEMENTADA
2	ARCILLA MARGOSA MARRÓN CLARO BLANQUECINO CARBONATADA CON ALGÚN NÓDULO CARBONATADO (DURA)
3	ARCILLA MARGOSA MARRÓN CLARO (DURA)
4	
5	

PROFUNDIDAD

TRABAJO Nº 046-034

REGISTRO DE CALICATA
(ESCALA 1:30)

JOLSA
Ingenieros Consultores en Geotecnia

CALICATA C-64

FECHA: 21-11-01

COTA: +135.5 m

SITUACION: X=424210.46
Y=4593688.56

ENSAYOS DE LABORATORIO							
HUMEDAD NATURAL %	LIMITES DE ATTERBERG L.L. / I.P.	GRANULOMETRIA % GRAVA / ARENA / FINOS	PROCTOR MODIFICADO H.Op. / D.M.	C.B.R. 95% P.M.	ENSAYOS TIPO VANE KG/CM2	OTROS ENSAYOS
					>3.0	
					>3.0	

MUESTRA Nº

EN METROS	DESCRIPCION
0	SUELO VEGETAL
	CL ARCILLA LIMOSA MARRÓN OSCURO CON ALGO DE ARENA
1	ARCILLA MARGOSA MARRÓN CLARO BLANQUECINO ALGO CARBONATADA CON ALGÚN NÓDULO CALCÁREO (DURA)
	ARENA FINA Y MEDIA MARRÓN CLARO
	ARENA FINA LIMOSA MARRÓN CLARO
2	ARCILLA MARGOSA MARRÓN (DURA)
	ALTERNANCIA CENTIMÉTRICA DE ARCILLA MARGOSA MARRÓN CON ARENA FINA MARRÓN
3	ARENA FINA MARRÓN
4	
5	

PROFUNDIDAD

TRABAJO Nº 046-034

REGISTRO DE CALICATA
(ESCALA 1:30)

JOLSA
Ingenieros Consultores en Geotecnia

CALCULOS Y TABLAS DE CÁCULO

Estimación através de datos obtenidos en las catas "C1, C2, C3 Y C64" y el sondeo "S1" del estudio geotécnico realizado por "JOLSA con Nº 046-034"

"q_p"y "τ_f" se estiman a partir de los valores de "c_u" que se obtienen del sondeo "S1" y que se observan en las catas "C61" a "C64". Para estratos superiores se adopta el valor c_u = 1 Kg/cm² y para el estratos inferiores supuestos a una profundidad mínima de 10 metros el valor c_u=2,8 kg/cm².

Estructura	Elemento estructural pilotado	Datos geométricos del pilote		Tensión máxima por punta	Tensión máxima por fuste	Resistencia por punta	Resistencia por fuste	Factor de seguridad	Resistencia admisible por punta	Resistencia admisible por fuste	Carga admisible del pilote
		ϕ_{Pilote}	L_{Pilote}	q_p	τ_f	Q_p	Q_f	F_s	$Q_{p\text{-}adm}$	$Q_{f\text{-}adm}$	$Q_{adm\text{-}Pilote}$
		m	m	tn/m²	tn/m²	tn/m²	tn/m²		tn/m²	tn/m²	tn/m²
PAS-ADIF.2	Estribos 1 y 2	0.80	23.00	252	3.45	126.67	199.43	2.60	48.72	76.70	125.42
V-A1.1	Estribo 1	1.00	21.00	252	3.45	197.92	227.61	2.60	76.12	87.54	163.66
	Pila Central	1.00	22.00	252	3.45	197.92	238.45	2.60	76.12	91.71	167.83
V-C.2	Estribos 1 y 2	1.00	21.00	252	3.45	197.92	227.61	2.60	76.12	87.54	163.66

Datos obtenidos según estudio geotécnico de "GEOPAYMA. Ref:Nº B07-MCL-29 de mayo de 2007" en las inmediaciones de la riera Magrans en su intersección con el eje "B"

UNIDAD	Descripción	Cotas		Espesor del estrato		Densidad	Cohesión drenada (c')	Angulo de rozamiento interno (Ø')	Resistencia por punta (Qr)		Empotramiento mínimo	Resistencia por fuste (Qf)
		SR-1	SR-2	SR-1	SR-2	(γ)			L= 8 a 15 m.	L > 15m.		
		98.00	100.00	m	m	tn/m³	tn/m²	grados	kg/cm²	kg/cm²	m	kg/cm²
U-R	Relleno antrópico y tierra vegetal	96.20	97.00	1.80	3.00	1.80	0.00	26.00	-	-	-	0.00
U-A	Limo con algo de arena	93.00	93.00	3.20	4.00	1.90	0.50	28.00	-	-	-	0.20
U-B	Arena limosa marrón rojizo	91.00	91.80	2.00	1.20	1.90	0.00	30.00	-	-	-	0.12
U-C	Arcilla limosa dura marrón claro	86.70	90.70	4.30	1.10	2.00	4.00	28.00	12.9	-	6Ø	0.66
U-D	Arena limosa muy densa con gravas	79.80	85.30	6.90	5.40	2.00	2.00	36.00	12.9	82.15	8Ø	0.50

SR-1				SR-2			
$L_{i\text{-}Medio}$	$L_{acumulado}$	$Q_{f\text{-}acumulado}$	$Q_{f\text{-}adm}$	$L_{i\text{-}Medio}$	$L_{acumulado}$	$Q_{f\text{-}acumulado}$	$Q_{f\text{-}adm}$
m	m	tn/m²	tn/m²	m	m	tn/m²	tn/m²
1.80	1.80	0.00	0.00	3.00	3.00	0.00	0.00
3.20	5.00	20.11	7.73	4.00	7.00	25.13	9.67
2.00	7.00	27.65	10.63	1.20	8.20	29.66	11.41
4.30	11.30	116.80	44.92	1.10	9.30	52.46	20.18
6.90	18.20	225.19	86.61	5.40	14.70	137.29	52.80

Ø =	1.00 m	
Q_p	101.32	645.20
$Q_{p\text{-}adm}$	38.97	248.16
Empotramiento	6 m. en"C"	8 m. en "D"
Q_{adm} en SR1	A 11.30 m.	83.89
	A 20.00 m.	334.77
Q_{adm} en SR2	A 9.30 m.	59.15
	A 17.30 m.	300.96

Estimación de la resistencia del pilote en arcillas

$$Q_p = A_p \, q_p$$

$$Q_f = \int_0^L \pi \phi \, \tau_f(z) \, dz$$

Según la guía de cimentaciones en obras de carretera se limita el valor máximo de τ_f a:

Suelos cohesivos $\tau_{f\,max} \leq 70\ KPa\ (7\ tn/m^2)$

Suelos granulares $\tau_{f\,max} \leq 90\ KPa\ (9\ tn/m^2)$

Estimación de resistencia a partir de "Cu"

1) PUNTA: $q_p \simeq 9\, c_u \qquad c_u \simeq 0{,}50\, q_u$

Se supone el pilote empotrado $8\,\phi$ en el terreno mas resistente (inferior)

$\Rightarrow c_u = 2{,}8\ kg/cm^2$

$q_p = 9 \times 2{,}8\ kg/cm^2 = 25{,}2\ kg/cm^2 = 252\ \frac{tn}{m^2}$

2) FUSTE: Resistencia por adherencia en función de la resistencia al corte sin drenaje (c_u)

$$\tau_f = \beta\, c_u \qquad \beta = \frac{1 + c_u^2}{1 + 7 c_u^2} \qquad c_u = 1\ kg/cm^2 \quad c_u = 2{,}8\ k/cm^2$$

Estratos superiores $\beta = \dfrac{1 + 1{,}0^2}{1 + 7 \times 1{,}0^2} = 0{,}25$

Estratos inferiores $\beta = \dfrac{1 + 2{,}8^2}{1 + 7 \times 2{,}8^2} = 0{,}158$

$\tau_{MAX} = 2{,}80 \times 0{,}158 = 0{,}44\ kg/cm^2 \qquad \tau_{min} = 1 \times 0{,}25 = 0{,}25\ \frac{kg}{cm^2}$

1) Para el fuste adoptamos el valor medio

2) Para la punta adoptamos el valor máximo pues se supone que los pilotes estarán empotrados en el estrato inferior (mas resistente)

1) Fuste: $\tau_{MAX} = 0{,}44\ kg/cm^2 \qquad \tau_{min} = 0{,}25\ kg/cm^2$

$1\ kg/cm^2 = 10\ tn/m^2$

$$\overline{\tau_f} = \frac{2{,}50\ tn/m^2 + 4{,}40\ tn/m^2}{2} = \boxed{3{,}45\ tn/m^2}$$

2) Punta $\quad (q_p = 25{,}2\ kg/cm^2)$

$$\overline{q_p} = q_{p(MAX)} = \boxed{252\ tn/m^2}$$

$$R_{adm} = \frac{Q}{F_S} = \frac{\left(\overline{q_p}\,\frac{\pi}{4}\,\phi^2 + \pi\,\phi\,L\,\overline{\tau_f}\right)}{F_S}$$

$$R_{adm} = \frac{\pi \phi}{F_S}\left(\overline{q_p}\,\frac{\phi}{4} + L\,\overline{\tau_f}\right)$$

$F_S = 2{,}60$		$\overline{q_p} = 252\ tn/m^2$			$\overline{\tau_f} = 3{,}45\ tn/m^2$	
EST.	ELEM. ESTR.	ϕ	L	Q_{pAdm}	Q_{fAdm}	CARGA ADMISIBLE DEL PILOTE
VA1.1	E_1	1 m	21	76,12	87,54	163,66 tn
VA1.1	Pilo	1 m	22	76,12	91,71	167,83 tn
VC.2	E_1-E_2	1 m	21	76,12	87,54	163,66 tn
PAS-ADIF	E_1-E_2	0,8 m	23	48,72	76,70	125,42 tn.

Frenado

$$Q_k = 0{,}6 \times 2\, Q_w + 0{,}10\, q_{1k}\, W_1\, L$$

$$Q_k = 0{,}6 \times 2 \times 300 + 0{,}10\ 9 \times 3\ L$$

$$\boxed{Q_k = 360 + 2{,}7\ L}$$

Plc 1 $L = (0{,}50 + 30 + 0{,}55) \times 2 = 62{,}10$ $Q_k = 527{,}67$

Plc 2 $L = (0{,}50 + 36 + 0{,}50) = 37{,}00$ $Q_k = 459{,}90$

Plc 3 $L = (0{,}50 + 30{,}5 + 0{,}5) = 31{,}50$ $Q_k = 445{,}05$

Plc 4 Sin frenado

Frenado (Resumen)

V-A1.1 ⇒ $Q_k = 52{,}8$ tn

V-A1.2 ⇒ $Q_k = 46.0$ tn

V-C.2 ⇒ $Q_k = 44{,}5$ tn.

Reológicas y térmicas

Adoptamos $\delta/L = \varepsilon = 0.6\,‰ = 0{,}0006$

V-A1.1 $L_E = 30{,}55$ m $\delta = 0{,}01833$ m

V-A1.2 $L_E = 18$ m $\delta = 0{,}0108$ m

V-C.2 $L_E = 15{,}25$ $\delta = 0{,}00915$ m.

PAS-ADIF.2 $L_E = 18$ m $\delta = 0{,}0108$ m

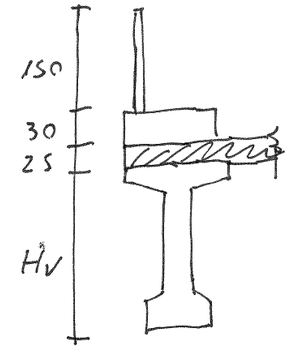
Viento

ENTORNO

Tipo II

Zona C

$V_b = 29$ m/s



V-A1.1 ⇒ H = 350 cm

V-A1.2 ⇒ H = 390 cm

V-C.1 ⇒ H = 350 cm

PAS-ADIF.2 ⇒ H = 270 cm.

V-A1.1 y V-C.2 $H_v = 1{,}95$ m

V-A1.2 $H_v = 1{,}85$ m

PAS-ADIF.2 $H_v = 1{,}05$ m

	z_{max}	P_w	H_w
V-A1.1	8,87	0,24 tn/m²	0.84 tn/m
V-A1.2	9,33	0,24 tn/m²	0,94 tn/m
V-C.1	8,66	0,24 tn/m²	0,89 tn/m
PAS ADIF 2	10,47	0,29 tn/m²	0,99 tn/m.

H_{wt} (Empuje total del viento transversal)

VA-1.1 $L = 62{,}10$ ⇒ $H_{wt} = 52.2$ tn

V-A1.2 $L = 37{,}00$ ⇒ $H_{wt} = 34{,}8$ tn

V-C.2 $L = 31{,}50$ ⇒ $H_{wt} = 26{,}5$ tn.

PAS-ADIF.2 $L = 37{,}00$ ⇒ $H_{wt} = 29{,}30$ tn.

Resumen de Fuerzas

	FRENADO Hf	Real y Ter dRT	Viento Hw
V-A1.1	52,80	18,33 mm	52.20
V-A1.2	46,00	10,80 mm	34,80
V-C.2	44,50	9,15 mm	26,5
PAS-ANF.2	0.00	10,8 mm.	29.30

POR APARATOS DE APOYO (Por Viga)

	G	Q	Hf	Hv	dRT
V-A1.1	54,50	61,02	1,015	1,00	18.33
V-A1.2	66,46	66,68	1,77	1,34	10,80
V-C.2	51,96	60,70	2.03	1,20	9.15
PAS-ADIF.2	62,50	55,50	0,00	3,66	10,80

APARATOS DE APOYO

		Vol
V-A1.1	400 × 250 × 62 (45 : 5×9)	6,20 dm³
V-A1.2	450 × 250 × 52 (37 : 4×9,25)	5,85 dm³
V-C.2	400 × 250 × 52 (37 : 4×9,25)	5,20 dm³
PAS-ADIF.2	400 × 250 × 62 (45 : 5×9,00)	6,20 dm³

K

V-A1.1 $80 \times 0,40 \times 0,25 \times (30,55) / 0,045 \times 0,0006 = 3,26$

V-A1.2 $80 \times 0,45 \times 0,25 \times (18,00) / 0,037 \times 0,0006 = 2,33$

V-C.2 $80 \times 0,40 \times 0,25 \times (30,5/2) / 0,037 \times 0,0006 = 1,98$

PAS-ADF.2 $80 \times 0,40 \times 0,25 \times (18,00) / 0,045 \times 0,0006 = 1,92$

Fuerzas en estribos (Por Aparato de apoyo)

	N	Real + Ter	Fren	LONG	TOTAL
V-A1.1	13	3.26	1,02	4,28	55,64 tn
V-A1.2	13	2.33	1,77	4,10	53.30 tn
V-C.2	11	1,98	2.03	4,01	44,11 tn
PAS-ADIF.2	5	1,92	0.00	1,92	9,60 tn

Distribuidas

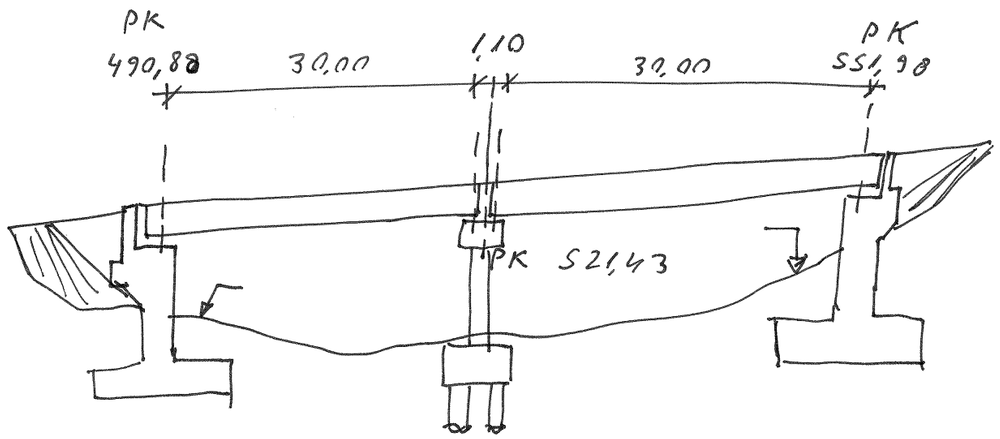
55,64 / 26 = 2.14 tn/m

53,30 / 26 = 2.05 tn/m

44,11 / 20,5 = 2.15 tn/m

9,60 / 10,60 = 0,91 tn/m.

PUENTE 1 (Viaducto de 2 vanos)



Viga tipo "PACADAR" H = 1,45 m

MODELO "JABALÍ"

B = 14 m b = 1,10m (Según Abacos)

$L = 30\ m \Rightarrow 7\ Vigas \Rightarrow \frac{(14 - 1.10)}{(7-1)} = 2,15 m$

Separación de vigas

máxima 2,15m para L = 30 m.

Longitud máxima 30,60 m

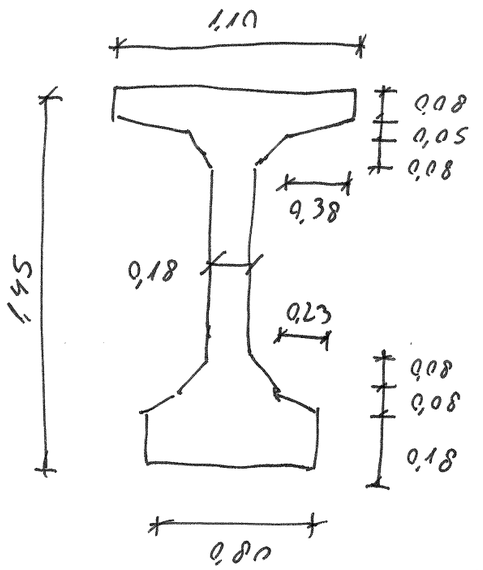
Luz máxima 30 m.

Cantidad de vigas

B total = 26,10 m $\frac{(26,10 - 1,10)}{(13-1)} = 2.083$

S/P = 2,083 < 2,15 ok

Cantidad de vigas 13 x 2 vanos = 26.



SECCIÓN BRUTA

Y_g = 68,88 cm

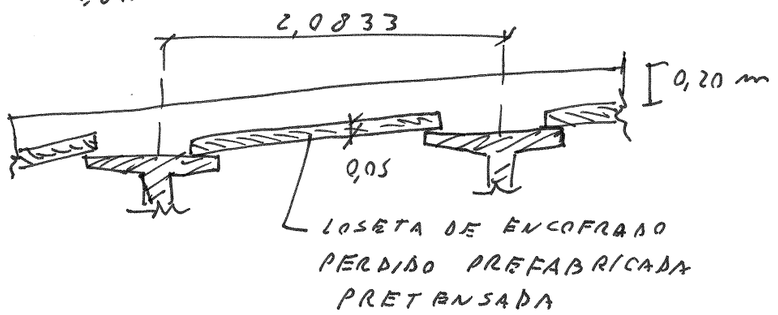
A = 5172 cm^2

I = 14703058 cm^4

G = 1,293 tn/m.

Tablero 0,20 m

espesor medio 0,25m.



Ancho de tablero

2.0833 m (13 Vig −1) + 1,10m = 26,10m.

Longitud del tablero

(30 + 0,50 x 2) x 2 + 0,10 = 62,10m

Superf = 26,10 x 62,10 = **1620,81 m^2** ≃ 1621 m^2

Tablero

Peso propio:

Losa: $26,10 \times 0,25 \times 2,50 = 16,31$ tn/m

Pavimento: Maximo (12 cm) $= 0,12 \times 2,50 = 0,30$ tn/m²

Minimo (8 cm) $= 0,08 \times 2,50 = 0,20$ tn/m²

$g_{p12} = 0,30 \times (8 + 8 + 2) = 5,40$ tn/m

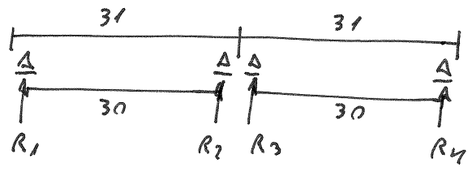
$g_{p8} = 0,20 \times (8 + 8 + 2) = 3,60$ tn/m.

Vigas: $13 \times 1,293 = 16,81$ tn/m.

Aceras: $0,30 \times 2,40 \times (5 + 2,50 + 0,60) = 5,83$ tn/m.

Impostas $2 \times 0,575 = 1,15$ tn/m

Barreras $2 \times 0,100 = 0,20$ tn/m.



$R_1 = R_2 = R_3 = R_4$

$G = 16,31 + 5,40 + 16,81 + 5,83 + 1,15 + 0,20 = 45,70 \frac{tn}{m}$

$R = 45,70 \times 31/2 = 708,35$ tn } ESTRIBO

$R_i = \frac{708,35}{13} = 54,5$ tn (viga) }

$R = 708,35 \times 2 = 1416,7$ tn } Pila central

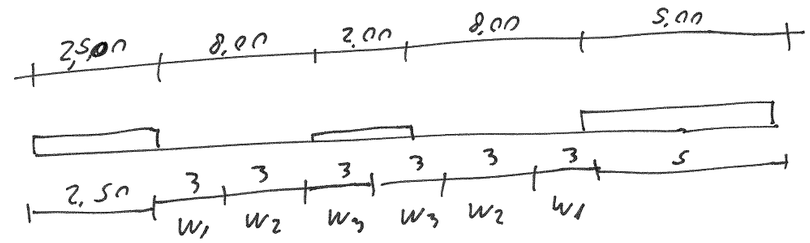
$R_i = 54,5 \times 2 = 109$ tn (viga) }

Como carga distribuida

Estribo: $\frac{708,35}{26,10} = 27,14$ tn/m.

Pila: $\frac{1416,7}{26,10} = 54,28$ tn/m.

Sobrecargas

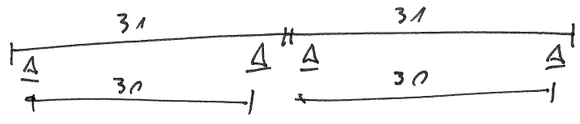


P 60 40 20 20 40 60

q 0,50 9,00 2,50 2,50 2,50 2,50 9,00 2,50

$Q = (26,10 - 2 \times 3) \times 0,25$ tn/m² $= 5,03$ tn/m
$+ 0,90 \times 6 = 10,43$ tn/m

$P = (60,00 + 40,00 + 20,00) \times 2 = 240$ tn



$R_{ESTRIBO} = \frac{31}{2} \times 10,43 = 161,67$ tn

$R_{pila} = 161,67 \times 2 = 323,33$ tn

Resumen de cargas puente 1

Estribos

PP+CM
- Total: 908,35 tn
- Viga: 54,5 tn.
- Dist: 27,14 tn/m.

Q
- Total: 401,67 tn
- Viga: 47,43 tn
- Dist: 15,39 tn/m.

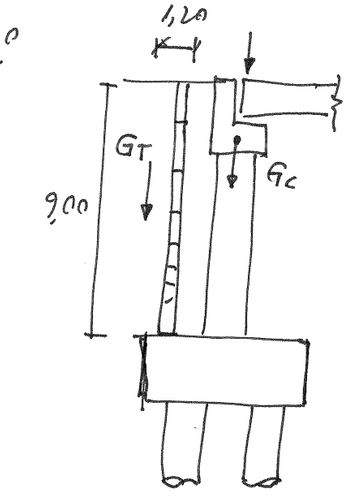
ΔN = 11,80 tn/m (Losa trans + Cargadero + tierras)

Pilas:

PP+CM
- total: 1416,7 tn
- Par de Vigas: 109 tn.
- Dist: 54,28 tn/m.

Q
- total: 563,33 tn
- Par de Vigas: 59,87 tn.
- Dist: 21,58 tn/m

ESTRIBO



TABLERO:

G = 708 tn

Q = 402 tn

Cargadero

Gc = 11,80 × 26,10 =

Gc = 308 tn

Tierras:

GT = 9 × 1,20 × 2 × 26,10

GT = 564 tn.

Pilas (4)

2,50 × 5,50 × 4 × $\frac{\pi}{4}$ × 1,20² = 62 tn.

Encepados (4)

5 × 5 × 4 × 1,50 × 2,50 = 375 tn

ΣG + Q = 708 + 402 + 308 + 564 + 375 + 62 = 2419 tn

$\frac{2419 \text{ tn}}{4 \times 4}$ = 152 tn/pilote

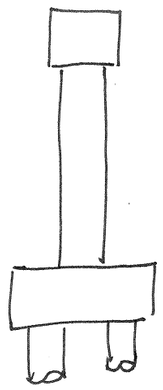
Si para Ø = 1,00 L = 21 m

Rad/m = 163 tn > 152 OK

Se adopta 4 encepados de 4 pilotes de Ø = 1m y longitud L = 21 m.

(Con las hipotesis geotécnicas consideradas y a falta de sondeos en la zona.)

PILAS



Tablero:

G = 1417 tn

Q = 564 tn

Cargadero:

A = 48,9 m² b = 1,80

G = 48,9 × 1,80 × 2,50 = 220 tn

Pilas (4)

$4 \times \frac{\pi}{4} \times 1{,}20^2 \times 5{,}30 \times 2{,}50 = 59{,}95$ tn

Encepados (4)

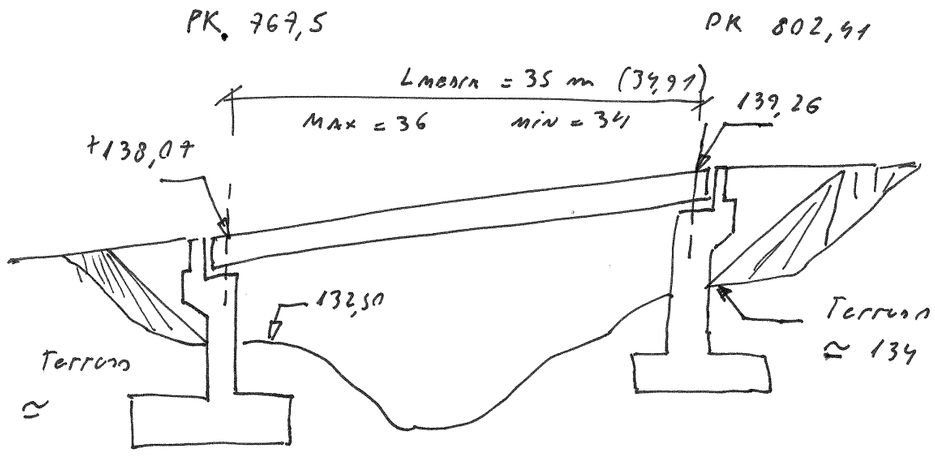
5 × 5 × 1,50 × 4 × 2,50 = 375 tn.

$\Sigma G + Q = 1417 + 564 + 220 + 60 + 375 = 2636$ tn

$\frac{2636}{4 \times 4} = 164{,}75$ tn. < 167,8 tn

Pared Ø = 1,00 m L = 22 m. OK

PUENTE 2 (Viaducto de 1 vano)



Viga tipo PACADAR "BISONTE" H = 1,85 m

B = 14 m b = 1,10 m (Por Abacos)

L = 34 m ⇒ 6 VIGAS ⇒ $\frac{(14 - 1{,}10)}{(6-1)} = 2{,}58$

L = 36 m ⇒ 7 VIGAS ⇒ $\frac{(14 - 1{,}10)}{(7-1)} = 2{,}15$ m.

Separación de vigas

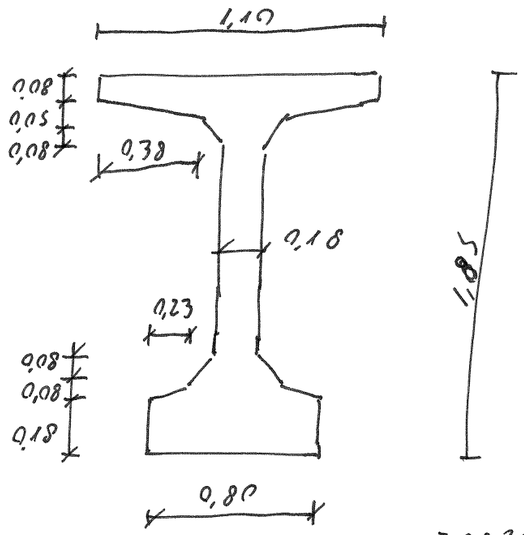
Máxima 2,58 m para L = 34 m

mínima 2,15 m para L = 36 m.

Longitud máxima L_{MAX} = 36,60 m

Longitud mínima L_{min} = 34,60 m.

Cantidad de vigas 13.



Sección Bruta

$Y_G = 87,89\ cm$

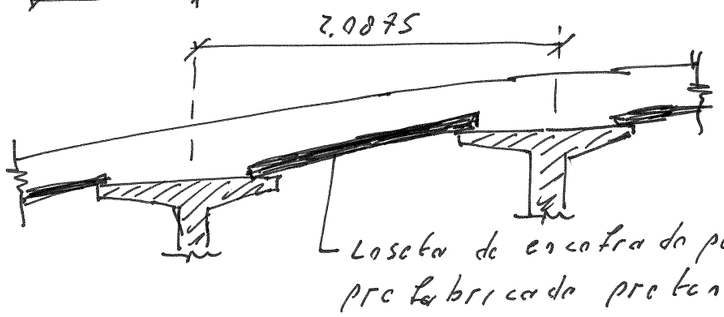
$A = 5892\ cm^2$

$I = 27019888\ cm^4$

$G = 1,473\ tn/m.$

Tablero (0,20 m)

espesor medio = 0,25m.



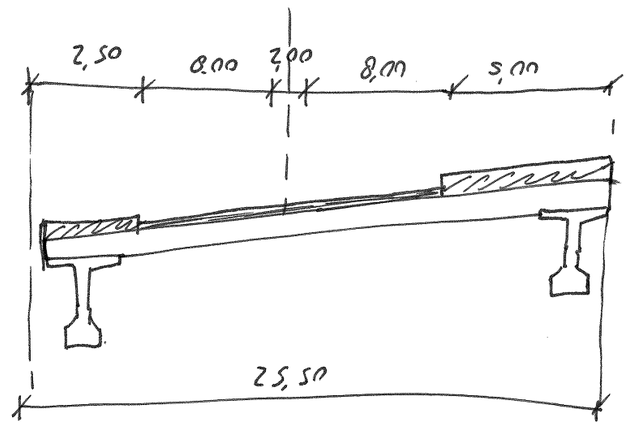
Ancho total de tablero

$2,0875\ m\ (13V - 1) + 1,10\ m = 26,15\ m.$

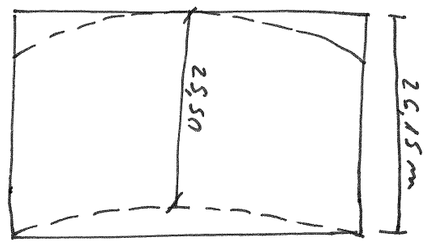
Longitud media de tablero

$$\frac{34,91\ m + 36,91}{2} = 35,91\ m.$$

Super f = $35,91 \times 26,15 = \boxed{939,04\ m^2} \simeq 940\ m^2$



Debido a la curvatura en planta y a que las vigas extremas (rectas) son tangente y secante respectivamente al trazado de las aceras el tablero presenta un ancho de 26,15m.



Peso propio del tablero

Losa: $26,15\ m \times 0,25m \times 2,50\ tn/m^3 = 16,35\ tn/m$

Pavimento: (maximo) $= 0,12 \times 2,50\ tn/m^3 \times 18 = 5,40\ tn/m$

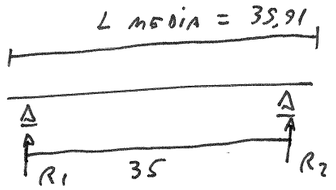
Pavimento: (minimo) $= 0,08 \cdot 2,50\ tn/m^3 \times 15 = 3,60\ tn/m.$

Vigas: $13 \times 1,473\ tn/m = 19,15\ tn/m.$

Aceras: $0,30 \times 2,40 \times (5 + 2,50 + 0,65) = 5,87\ tn/m$

Impostas $2 \times 0{,}575 = 1{,}15$ tn/m

Barreras $2 \times 0{,}10 = 0{,}20$ tn/m.



$R_1 = R_2$

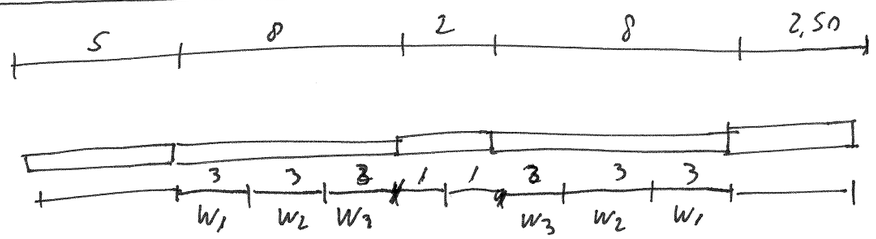
$G = 16{,}35 + 5{,}40 + 19{,}15 + 5{,}87 + 1{,}15 + 0{,}20 = 48{,}12$ tn/m

$R = 48{,}12 \times \frac{35{,}91}{2} = 864$ tn. } Estribo

$R_i = \frac{864}{13} = 66{,}46$ tn.

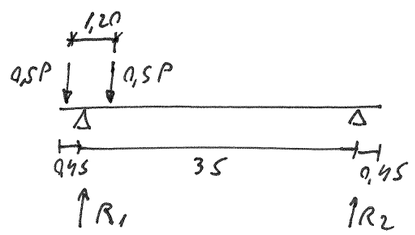
$q_i = \frac{864}{26{,}15} = 33{,}04$ tn/m.

Sobrecargas Según FAP 11



CARROS	60n	40n	20n	20n	40n	60n	
Q REPARTIDA	9	2,5	2,5	2,5	2,5	9	2,5

$Q = (26{,}15 - 6) \times 0{,}25 + 6 \times 0{,}90 = 10{,}44$ tn/m.



$R_1 = \frac{0{,}5P \times 35{,}45 + 0{,}5P \times 34{,}55}{35}$

$R_1 = 0{,}995\,P$

$R_2 = 0{,}005\,P.$

$R_q = 10{,}44$ t/m $\times \frac{35{,}91}{2} = 187{,}45$ tn

$R_p = (60 + 40 + 20) \times 2 = 240$ tn.

$Q = (187{,}45 + 240) / 26{,}15 = 16{,}35$ tn/m } Estribo

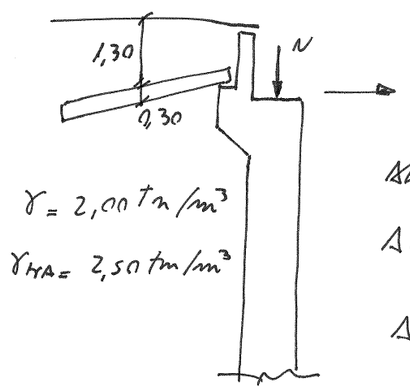
Resumen Puente 2

PP+CM

total	864 tn.
Viga	66,46 tn.
Dist	33,04 tn

Q

total	429,45 tn
Viga	49,41 tn
Dist	16,35 tn/m.



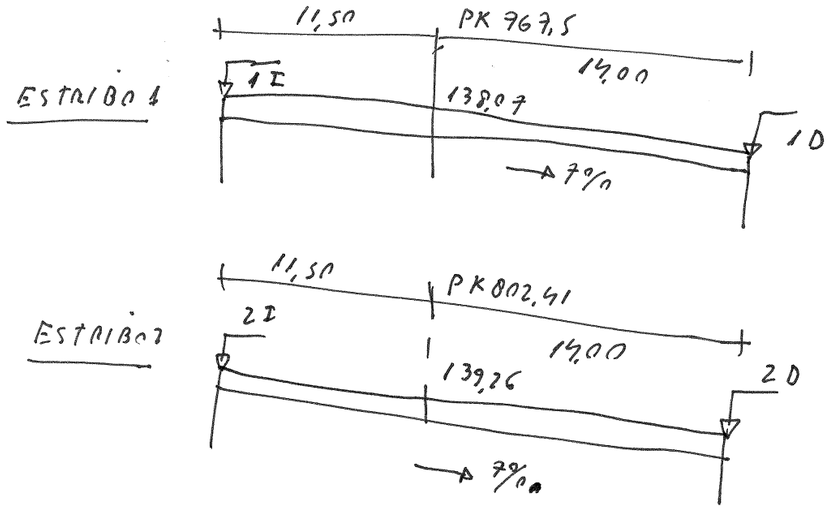
$\Delta N_1 = (1{,}30 \times 2{,}00 + 0{,}30 \times 2{,}50) \times 5/2 = 8{,}38$

$\Delta N_2 = 1{,}37 \times 2{,}50 = 3{,}42$

$\Delta N = 8{,}38 + 3{,}42 = 11{,}8$ tn/m.

Impostas $2 \times 0,575 = 1,15$

Pte = 7 %



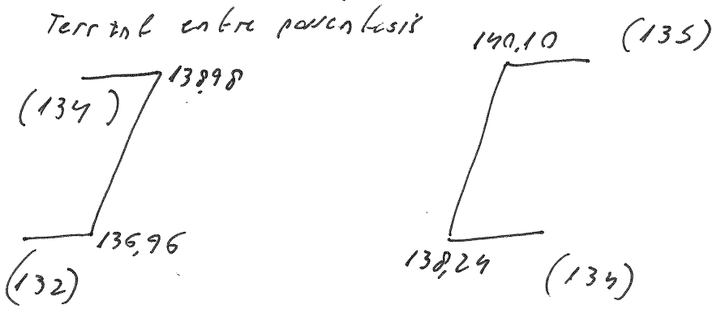
(1I) $138,07 + 2,96 \times 0,034 + 11,50 \times 0,07 = 138,98$

(1D) $138,07 - 3,77 \times 0,034 - 14 \times 0,07 = 136,96$

(2I) $139,26 + 1,08 \times 0,034 + 11,50 \times 0,07 = 140,10$

(2D) $139,26 - 1,13 \times 0,034 - 14 \times 0,07 = 138,24$

Terreno entre paréntesis

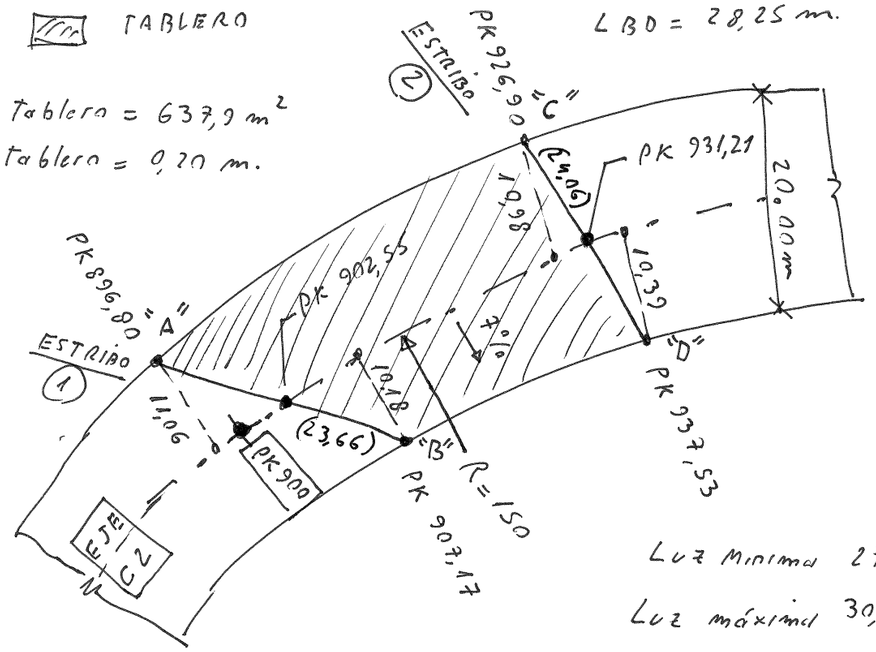


Puente 4 V.C. 2.

$L_{AB} = 23,66 m$
$L_{BD} = 24,06 m$
$L_{AC} = 31,95 m$
$L_{BD} = 28,25 m.$

Referencias
TABLERO

Sup Tablero = 637,9 m^2
Esp tablero = 0,20 m.

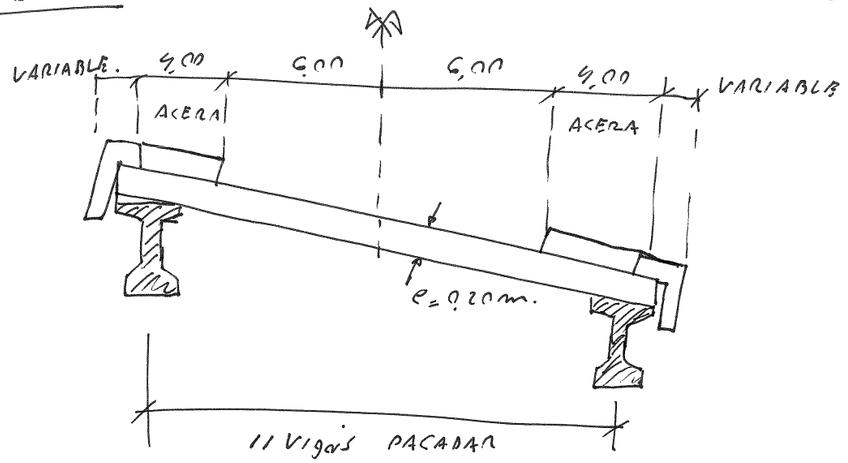


Luz Mínima 27m
Luz máxima 30,50m

VIGA "PACANA" TIPO "JABALI" H = 1,45m

PUNTO	P K	COTA EN EJE	Peralte	Distancia al eje	Δz (m)	COTA PUNTO
(1)	902,55	103,52	—	0,00	0,00	103,52
(2)	931,21	102,75	—	0,00	0,00	102,75
"A"	896,80	103,72	+ 2% + 7%	11,06	+0,22 +0,77	*103,94 104,49
"B"	907,17	103,37	− 2% − 7%	10,18	+0,20 −0,71	*103,17 102,66
"C"	926,90	102,84	+ 2% + 7%	10,98	+0,22 +0,77	*103,06 103,61
"D"	937,53	102,64	− 2% − 7%	10,39	−0,21 −0,73	*102,43 101,91

TABLERO



ANCHO TOTAL VARIABLE ENTRE 20,50 y 22,00m

ANALISIS DE CARGAS

1) Vigas 1,293 tn/m (Total 11)

$L_{max} = 31,10$
$L_{min} = 27,60$
$L_{MEDIA} = \frac{31,10 + 27,60}{2} = 29,35m$

$G_V = 11 \times 29,35 \times 1,293 = 417,45\ tn$

3) Aglomerado asfaltico (e = 10 cm)

$A_p = 360,15\ m^2$

$G_p = 360,15 \times 0,10 \times 2,40\ tn/m^3 = 86,44\ tn$

2) Tablero (e = 20cm) con losetas (e = 25 cm)

L_{MEDIA}

$A_T = 637,90\ m^2$

$G_T = 637,90 \times 0,25 \times 2,50 = 398,70\ tn$

4) Aceras (e = 0,30 m)

$A_A = 637,90 - 360,15 = 277,75\ m^2$

$G_A = 277,75 \times 0,30 \times 2,40 = 199,98 \simeq 200\ tn.$

5) Imposta

$L_I = 31,95m$
$L_D = 28,25m$
$L_I + L_D = 60,20m.$

$G_I = 60,20 \times 0,575 = 34,615\ tn$

6) Barreras Flexibles

$60,20 \times 0,10\ tn/m = 6,02\ tn$

Total peso propio + Cargas muertas

$G_n = 417,45 + 398,70 = 816,15\ tn$

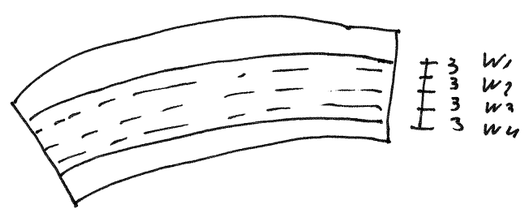
$G_1 = 86,44 + 200 + 34,62 + 6,02 = 327,10\ tn$

$G_n + G_1 = 1143,25\ tn.$

Reparto en estribos

$$\frac{1143,25}{(23,66 + 24,06} = \boxed{23,96\ tn/m.}$$

Sobrecargas



CALZADA 4 carriles virtuales de 3m

$A_{CALZADA} = 360{,}15\ m^2$

$L_{MEDIA} = \frac{360{,}15}{12\ m} = 30\ m.$

$S_{W1} = 3 \times 30 = 90\ m^2 \times 9{,}90\ tn/m^2 = 81\ tn$

$S_{W2} = 3 \times 30 = 90\ m^2 \times 0{,}75\ tn/m^2 = 22{,}5\ tn$

$S_{W3} = 3 \times 30 = 90\ m^2 \times 0{,}25\ tn/m^2 = 22{,}5\ tn$

$S_{W4} = 3 \times 30 = 90\ m^2 \times 0{,}75\ tn/m^2 = 22{,}5\ tn$

$Q = 148{,}50\ tn$

Carros

60 tn en W1
40 tn en W2
20 tn en W3
} 120 tn

Aceras

$299{,}50\ m^2 \times 0{,}25\ tn = 69{,}40\ tn$

Aglomeraciones

$637{,}90\ m^2 \times 0{,}50\ tn/m^2 = \boxed{319\ tn}$

Trafico + Aceras (Grupo 1)

$Q = 148{,}50 + 120 + 69{,}40 = \boxed{337{,}90\ tn} > 319\ tn$

Reparto en estribos

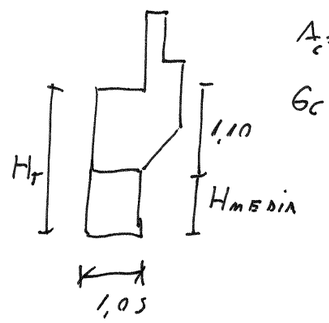
$\frac{337{,}90}{(23{,}66 + 24{,}06)} = \boxed{7{,}10\ tn/m}$

Estribos

Esb 1 $L = 23{,}66\ m$

Esb 2: $L = 24{,}06\ m.$

Cargadero



$A_c = 2{,}37\ m^2/m$

$G_c = 2{,}37 \times 2{,}50 = 5{,}93\ tn/m$

Muro

Estribo 1 H_{MEDIA}

$H_m = \left(\frac{1{,}46 + 3{,}29}{2}\right) - 1{,}10 = 1{,}275$

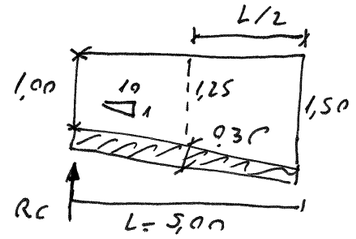
Estribo 2

$H_m = \left(\frac{1{,}51 + 3{,}21}{2}\right) - 1{,}10 = 1{,}26$

} Adoptamos 1,30 m.

$G_m = 1{,}05 \times 1{,}30 \times 2{,}50 = 3{,}41\ tn/m$

Losa de transición



$R_C = \left(\frac{1{,}00 + 1{,}25}{2}\right) \times \frac{5{,}00}{2} \times 2{,}00 = 5{,}6$

$R_q = \frac{5{,}00}{2} \times 1{,}00 = 2{,}50$

$R_{LT} = 0{,}30\ \frac{5{,}00}{2} \times 2{,}50 = 1{,}90$

Total Muro + Carga d + L trans + R TRASDÓS

5,93 tn/m + 3,41 + 5,6 + 2,50 + 1,90 = 19,34 tn/m

G = 16,84 tn/m
Q = 2,50 tn/m. } ESTRIBO

G = 23,96 tn/m. } tablero.
Q = 7,10 tn/m

Encepado

E1 L = 26,09 Lc = 23,66

G = 5 x 26,09 x 1,50 x 2,50 / 23,66 = 20,68 tn/m

E2 L = 26,16 Lc = 24,06

G = 5 x 26,16 x 1,50 x 2,50 / 24,06 = 20,39 tn/m

Tierras

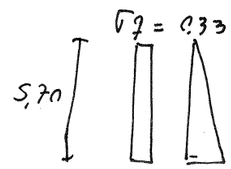
Delanteras A = 1,70 m²/m ⇒ Gd = 3,40 tn/m

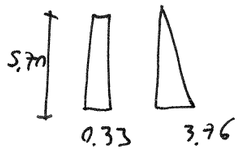
Trasdós A = 4,65 m²/m ⇒ Gt = 9,30 tn/m

Empujes

H MENSIA = 4,20 + 1,50 = 5,70 φ = 30°

$K_d = tg^2(45 - \varphi/2) = 0,33$

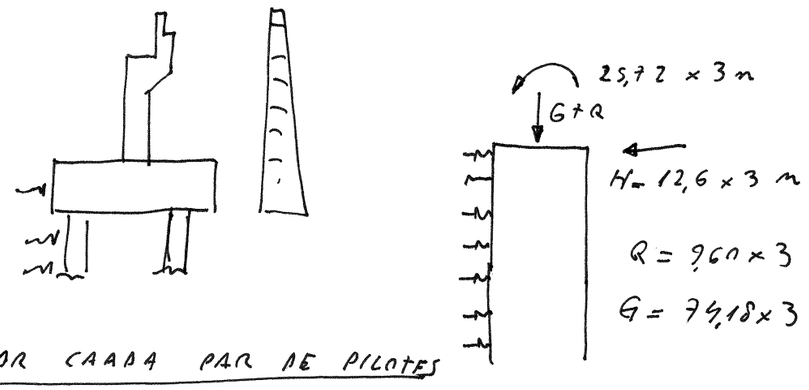




$H = \left(0,33 + \frac{3,76}{2}\right) * 5,70 = 12,6$ tn/m

$M = \frac{0,33 \times 5,70^2}{2} + \frac{3,76}{2 \times 3} 5,70^2 = 25,72$

M = 25,72 tn/m.



POR CADA PAR DE PILOTES

M = 77,16 tm
H = 37,80 tm
R = 28,80 tm.
G = 222,54 tm

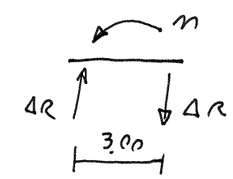
$-M = 5,93 \times 0,30 + 1,58 \times 9,30 + 7,50 \times 1,10 - 3,40 \times 1,45$

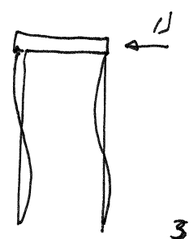
$-M = 19,80$ tn/m x 3 m

$-M = -59,40$ tn/m.

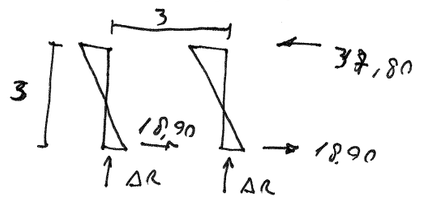
M = 77,16 - 59,40 = 17,76 tm

$\Delta R_{pil} = 17,76 / 3m = 5,92$ tn.





Suponemos encepado infinitamente rígido. y que la flexión se estabiliza a 3m.



$\Delta R = 37{,}80 \times \frac{3}{3} = 37{,}8$ tm.

$\Delta R P_2 = 37{,}80$

$R_p = \left(\frac{222{,}54 + 28{,}80}{2}\right) \pm 5{,}92 \pm 37{,}80$

$R_p = \begin{cases} 169{,}4 \\ 81{,}95 \end{cases}$

Se puede descentrar el estribo para compensar reacciones en los pilotes

$R = \frac{222{,}54 + 28{,}80}{2} = 125{,}67$ tm

Para tener en cuenta acciones horizontales del tablero consideramos 15% de incremento en la carga del pilote

$125{,}67 \times 1{,}15 = 144$ tm.

$q_p = 190$ tm/m^2 $\quad F_s = 2{,}60$

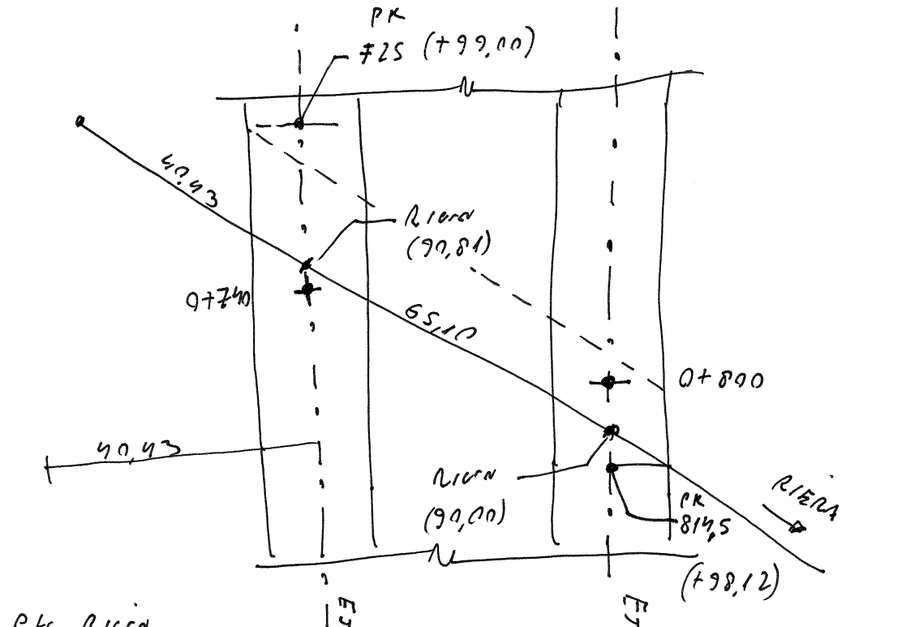
$q_L = 3{,}45$ tn/m.

$F_s \times R_{MAX} = \frac{\pi}{4}\phi^2 190 + 3{,}45 \times \pi\phi L$

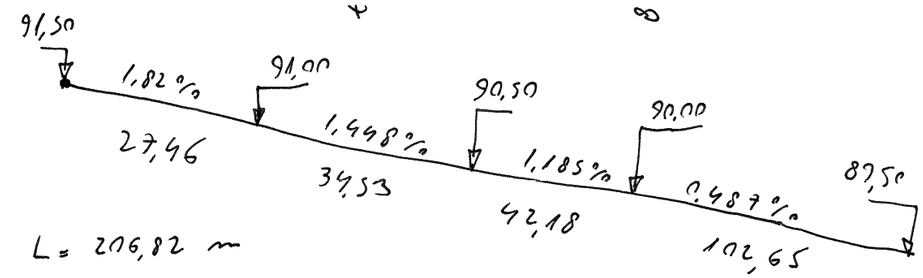
$\Rightarrow L_{min} = \frac{2{,}60 \times 144 - 190 \times \frac{\pi}{4} \times 1{,}00^2}{3{,}45\ \pi\ 1{,}00} = 20{,}77$m

$L_{min} = 21$ m

CAJON BAJO EJES 7 Y 8



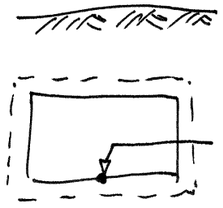
Pte Rioja



L = 206,82 m

(Eix 7) PK 0+740 Cota = 98,663 (Ter = 91)

(Eix 8) PK 0+800 Cota = 98,20 (Ter = 90)



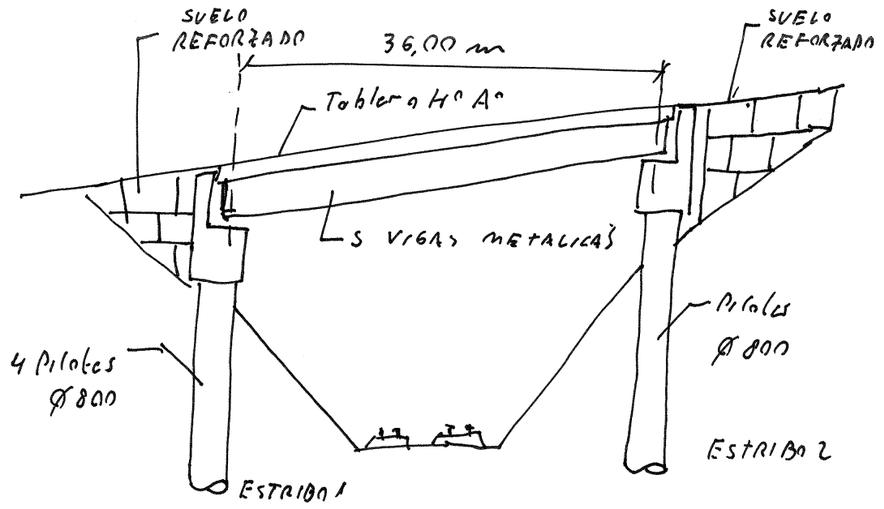
98,663 − 90,81 = 7,85 m

98,20 − 90 = 8,20 m.

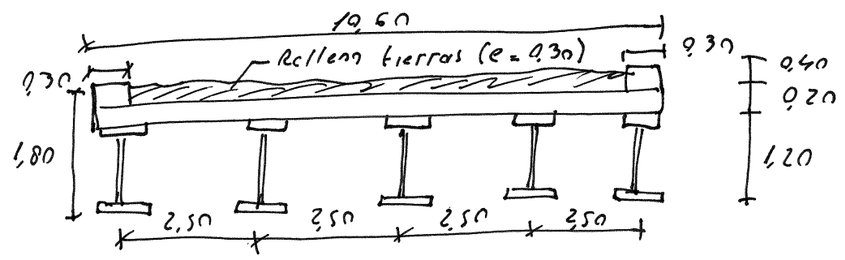
H = 8,20 − 5,00 = 3,20

L = 206,81 $\quad C_1 = 91{,}50$ $\quad C_2 = 89{,}50$ $\Rightarrow$ **Pte = 0,9671 %** $\Rightarrow$ 1%

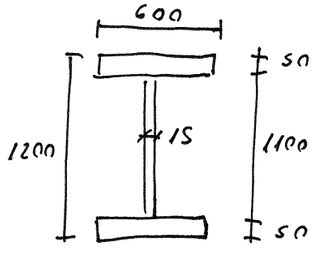
PASAREL A ADIF. 2 (sobre F.F.C.C.)



Viga de Acero Armada en Golles



B = 10 + 0,30 × 2 = 10,60 m. L = 36 m. L_T = 36,80



$A = (60 \times 120) - (58,50 \times 110) = 765\ cm^2$

$G = 765 \times 0,785 = 600,5\ kg/m.$

$I = [60 \times 120^3 - 58,50 \times 110^3]/12 = 2151375\ cm^4$

$W = \frac{2I}{h} = \frac{2 \times 2151375}{120} = 35856\ cm^3$

Resumen:

$A = 765\ cm^2$	$I = 2151375\ cm^4$
$G = 600,5\ kg/m$	$W = 35856\ cm^3$

Cargas

Tablero : 0,20 × 2,50 × 10,00 = 5,30 tn/m

Impostas : 0,30 × 0,40 × 2,50 × 2 = 0,60 tn/m

Tierras : 10 × 0,30 × 2,00 = 6,00 tn/m.

Barrera : 0,10 × 2 = 0,200 tn/m.

Sobrecarga de uso 0,50 tn/m² (Segun IAP-11 para pasarelas

0,50 × 10,00 = 5,00 tn/m.

G = 5,30 + 0,60 + 0,20 = 6,10 tn/m.

Q = 6 + 5 = 11 tn/m.

G_0 = 5 × 0,60 = 3,00 tn/m.

$G = G_0 + G_1$ = 6,10 + 3,00 = 9,10 tn/m.

Q = 11,00 tn/m.

Análisis Vigas centrales ($E = 21.000.000\ tn/m^2$)

G = 2,50 × 0,20 × 2,50 + 0,60 = 1,85 tn/m

$Q_{PERMANENTE}$ = 0,3 × 2 × 2,50 = 1,50 tn/m

$Q_{VARIABLE}$ = 0,50 × 2,50 = 1,25 tn/m.

$$f = \frac{5}{384} \cdot \frac{q}{E} \cdot \frac{l^4}{t} = \frac{5 \times 36^4 \times 100^4\ q}{384 \times 21.000.000 \times 2.151.375} =$$

$$= 0,0484\ q\ (Tm/m)$$

f_G = 0,0895q = L/492 (*)

f_{Qp} = 0,0726q = L/496 (*)

f_{Qv} = 0,0605 = L/595 < L/500

(*) Las Cargas permanentes se contraflechan

Aunque las tierras son sobrecarga se consideran permanentes.

Contra flecha:

$f(-) = f_G + f_{Q_p} = 0{,}08954 + 0{,}07260 = 0{,}162$

$f(-) = 162\ mm \Rightarrow L/222$

Flecha máxima Para carga variable

$f_{(MAX)\,Q_V} = 60{,}50\ mm \simeq \frac{L}{600} < \frac{L}{500}$ ok

$\boxed{\text{Tensiones}}$

$G = 1{,}85\ tn/m \quad \gamma_G = 1{,}35 \quad G_d = 2{,}50\ tn/m$

$Q = 2{,}75\ tn/m \quad \gamma_Q = 1{,}50 \quad Q_d = 4{,}13\ tn/m.$

$V_d = (2{,}50 + 4{,}13) \times 36/2 = 119{,}34\ Tn$

$M_d = (2{,}50 + 4{,}13) \times \frac{36^2}{8} = 1074{,}06\ tm$

$\tau^* = \frac{V_d}{t_w h_w} = \frac{119\,340}{110 \times 1{,}5} = 723\ kg/cm^2$

$\sigma^* = \frac{M_d}{W} = \frac{107406\,000\ kg/cm}{35856\ cm^3}\ 2995\ kg/cm^2$

Acero tipo S-355-JR $f_e = 3600\ kg/cm^2$ ok

Total Acero S-355-JR.:

5 vigas Armadas de 36,80 m

2 diafragmas rigidizadores de Apoyo IPE600

3 diafragma rigidizadores de tablero IPE 400

$5 \times 600{,}5 \times 36{,}80 + 2 \times 10 \times 122{,}5 + 3 \times 10 \times 66{,}3 = \boxed{114931}$

$G_{TS} = \boxed{115\,000\ kg}$

Carga en estribos

Acero $= 115000\ kg/2 = 57500\ kg = 57{,}5\ tm$

Tablero $= 10{,}60 \times \frac{36{,}80}{2} \times 0{,}20 \times 2{,}50 = 97{,}52$

Imposta $= 2 \times \frac{36{,}80}{2} \times 0{,}40 \times 0{,}30 \times 2{,}50 = 11{,}04\ tm$

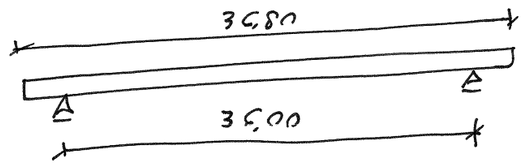
Barrera $= 0{,}100 \times 2 \times \frac{36{,}80}{2} = 3{,}68\ tm.$

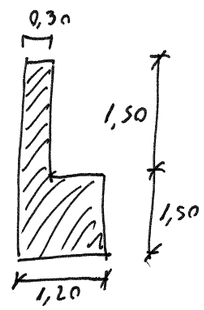
Tierras $= 10 \times \frac{36{,}80}{2} \times 0{,}30 \times 2 = 110{,}40\ tm.$

Sobrecarga $= 0{,}50 \times 10{,}00 \times \frac{36{,}80}{2} = 92{,}00\ tm$

$R_G = 57{,}5 + 97{,}52 + 11{,}04 + 3{,}68 = 169{,}74\ tm.$

$R_Q = 110{,}40 + 92{,}00 = 202{,}40\ tm.$





$\boxed{R_G = 170\ tm}$ $\boxed{R_Q = 203\ tm}$

Cargadero

$G = (0{,}30 \times 1{,}50 + 1{,}50 \times 1{,}20) \times 2{,}50 \times 11 = 61{,}90\ tm.$

$R_G = 170 + 61{,}90 = 231{,}90 \simeq \boxed{232\ tm}$

$\Rightarrow R_{PILOTE} = 232/4 + 203/4 = \boxed{108{,}75\ tm}$

DENSIDAD DE LOS MATERIALES	
Hormigón armado estructural (tn/m³)	2.50
Hormigón en masa de aceras, etc. (tn/m³)	2.40
Pavimento de mezcla bituminosa (tn/m³)	2.35

Análisisde cargas permanentes	PESO PROPIO DEL TABLERO							CARGAS MUERTAS									
	VIGAS			LOSA			Peso propio del tablero	ACERAS			PAVIMENTO			IMPOSTA	BARRERAS	SERVICIOS	Peso total de cargas muertas
	Cantidad	Peso unitario	Peso total	Espesor	Ancho medio	Peso		Espesor	Ancho medio	Peso	Espesor	Ancho medio	Peso	Peso	Peso	Peso	
Estructura	N_V	G_{vi} tn/m	G_V tn/m	H_L m	B_L m	G_L tn/m	**G** tn/m	H_A m	B_A m	G_A tn/m	H_P	B_P	G_P tn/m	G_I tn/m	G_B tn/m	G_B tn/m	**G*** tn/m
V-A1.1	13	1.293	16.81	0.25	26.10	16.31	**33.12**	0.30	8.10	5.83	0.12	18.00	5.08	1.15	0.20	0.32	**12.58**
V-A1.2	13	1.473	19.15	0.25	26.15	16.34	**35.49**	0.30	8.15	5.87	0.12	18.00	5.08	1.15	0.20	0.32	**12.61**
V-C.1	11	1.293	14.22	0.25	21.26	13.29	**27.51**	0.30	9.26	6.66	0.12	12.00	3.38	1.15	0.20	0.32	**11.72**

Análisis de sobrecarga de uso	SOBRECARGA UNIFORME											VEHÍCULOS PESADOS					
	CARRILES VIRTUALES						RESTO DE CALZADA		ACERAS		Sobrecarga uniforme	600 KN		400 KN		200 KN	
	q_{w1} = 9 KN/m²		q_{w2} = 2.5 KN/m²		q_{w3} = 2.5 KN/m²		$q_{w\ Rem}$ = 2.5 KN/m²		$q_{w\ Acera}$ = 2.5 KN/m²			Cantidad	Peso	Cantidad	Peso	Cantidad	Peso
Estructura	w_1 m	Q_{w1} tn/m	w_2 m	Q_{w2} tn/m	w_3 m	Q_{w3} tn/m	Calzada m	$Q_{w\ Resto}$ tn/m	Aceras m	$Q_{w\ Acera}$ tn/m	**Q** tn/m	N_{600}	P_{600} tn	N_{400}	P_{400} tn	N_{200}	P_{200} tn
V-A1.1	6.00	5.40	6.00	1.50	6.00	1.50	0.00	0.00	8.10	2.03	10.43	2	120	2	80	2	40
V-A1.2	6.00	5.40	6.00	1.50	6.00	1.50	0.00	0.00	8.15	2.04	10.44	2	120	2	80	2	40
V-C.1	3.00	2.70	3.00	0.75	3.00	0.75	3.00	0.75	9.26	2.31	7.26	1	60	1	40	1	20

PACADAR

PUENTES

ABACOS PARA PROYECTO DE TABLEROS DE CARRETERAS Y TABLEROS DE FERROCARRIL CON VIGAS I SERIE BASICA Y VIGAS ⊥ PARA TABLERO LOSA

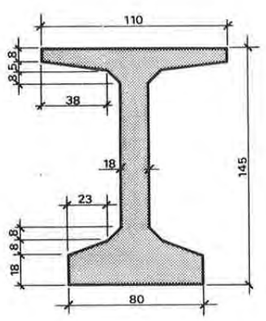
PACADAR

VIGAS SERIE BASICA

Características de las secciones

A Area de la Sección en cm^2.
I Momento de Inercia en cm^4.
Y_G Distancia del C. de G. al borde inferior en cm.

JABALI
CANTO: 145 cm.
PESO: 1.293 Kg/ml.

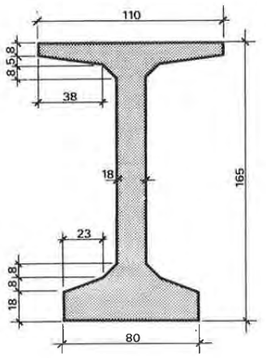


	Sección Bruta
Y_G	68,88
A	5172,00
I	14703058,25

	Sección Homogeneizada n=5
Y_G	67,31
A	5361,50
I	15425989,80

	Sección Homogeneizada n=10
Y_G	65,50
A	5598,38
I	16295472,44

TIGRE
CANTO: 165 cm.
PESO: 1.383 Kg/ml.

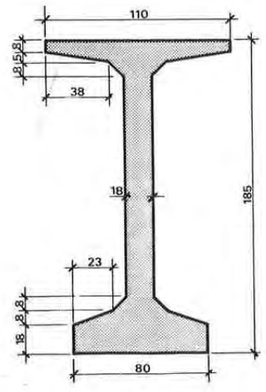


	Sección Bruta
Y_G	78,[illegible]
A	5532,00
I	20309623,52

	Sección Homogeneizada n=5
Y_G	76,57
A	5729,40
I	21301124,55

	Sección Homogeneizada n=10
Y_G	74,51
A	5976,15
I	22493185,51

BISONTE
CANTO: 185 cm.
PESO: 1.473 Kg/ml.

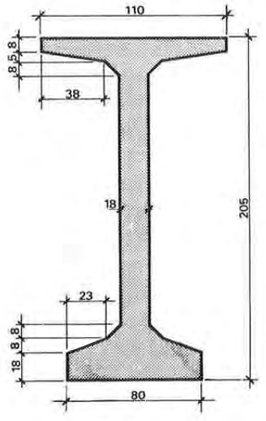


	Sección Bruta
Y_G	87,89
A	5892,00
I	27019888,62

	Sección Homogeneizada n=5
Y_G	85,89
A	6037,30
I	28335242,22

	Sección Homogeneizada n=10
Y_G	83,58
A	6353,92
I	29916053,87

RINOCERONTE
CANTO: 205 cm.
PESO: 1.563 Kg/ml.



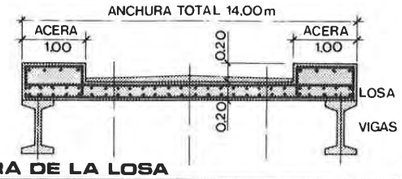
	Sección Bruta
Y_G	97,48
A	6252,00
I	34906319,99

	Sección Homogeneizada n=5
Y_G	95,17
A	6473,09
I	36653320,47

	Sección Homogeneizada n=10
Y_G	92,50
A	6749,
I	38747252,

TABLEROS DE CARRETERAS

Orden Ministerial 28/2/72



NUMERO DE VIGAS Y ARMADURA DE LA LOSA

LUZ DE CALCULO EN METROS \ VIGA	ALCE	PEQUEÑO DELFIN	CORZO	GAMO	RENO	LINCE	PUMA	JAGUAR	REBECO	LEOPARDO	PANTERA	BUFALO	JABALI	TIGRE	BISONTE	RINOCE-RONTE
5	51 AE	33 AE	12 AL													
6	54 AI	35 AG	16 AL	10 CN	5 Ta	6 LW										
7	58 AJ	44 AI	21 AL	13 AN	6 LX	6 LX										
8	77 AL	57 AJ	27 AL	16 AL	7 IU	6 LY										
9			35 AL	19 AL	8 ET	7 IX	6 LY									
10			43 AL	23 AL	10 CS	9 CU	6 LZ									
11			53 AL	27 AL	11 BQ	10 CT	7 IX									
12				32 AL	13 AP	12 AS	8 EV	5 Sc	7 IV							
13				38 AL	15 AN	15 AQ	9 CU	6 LZ	7 IV							
14					18 AN	18 AP	11 BS	6 LZ	8 ET							
15					21 AL	21 AN	12 AS	7 IX	9 ES	5 Sc						
16					24 AL		14 AQ	8 EV	10 CS	6 LY						
17					28 AL		16 AP	9 CT	11 BQ	6 LZ	5 Sc					
18							19 AN	10 CT	13 AN	7 IV	6 LX					
19								11 BS	14 AN	8 EU	6 LY					
20								13 AP	16 AN	9 CT	7 IV					
21								15 AN	18 AL	10 CS	7 IV					
22								17 AN	20 AL	11 BG	8 ET	5 Sb				
23								19 AN	22 AL	12 AP	9 CS	5 Sb				
24									25 AJ	13 AP	10 CQ	5 Sb	4 ah			
25									28 AJ	15 AN	10 CR	6 LX	5 Ra			
26										17 AN	12 AN	6 LX	5 Ra			
27										19 AL	13 AN	7 IU	5 Ra	5 Ra		
28											14 AN	7 IU	6 LX	5 Ra		
29											16 AL	8 ES	6 LX	5 Ra		
30											17 AL	9 CS	7 GU	6 LX	5 Ra	
31											20 AL	9 CS	7 GU	6 LX	5 Ra	
32												10 CQ	8 ES	6 LX	5 Ra	4 aq
33												11 BP	9 CQ	7 GT	6 LV	5 Ra
34												12 AN	10 CP	8 ES	6 LX	5 Ra
35												13 AN	11 AN	8 ES	7 GT	5 Ra
36												15 AL	12 AN	9 CQ	7 GT	6 LW
37												16 AL		10 CN	8 ES	6 LW
38												18 AJ		11 AN	8 ES	6 LX
39												20 AJ		12 AL	9 CP	7 GT
40															10 CN	7 GT
41															11 AN	8 EQ
42															12 AL	9 CP
43																9 CP
44																10 CN
45																11 AL
46																12 AL

NUMERO DE VIGAS

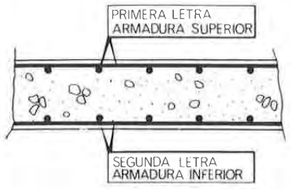
ARMADURA SUPERIOR DE LOSA

5 Sc

ARMADURA INFERIOR DE LOSA

SECCION TRANSVERSAL LOSA

VER CUADRO EN PAGINA Nº 15

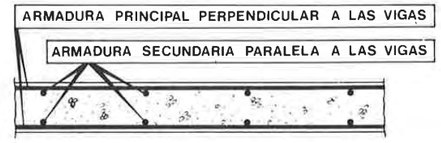


ARMADURA DE LA LOSA

por m.l. de tablero

NUMERO Y DIAMETRO DE ARMADURAS

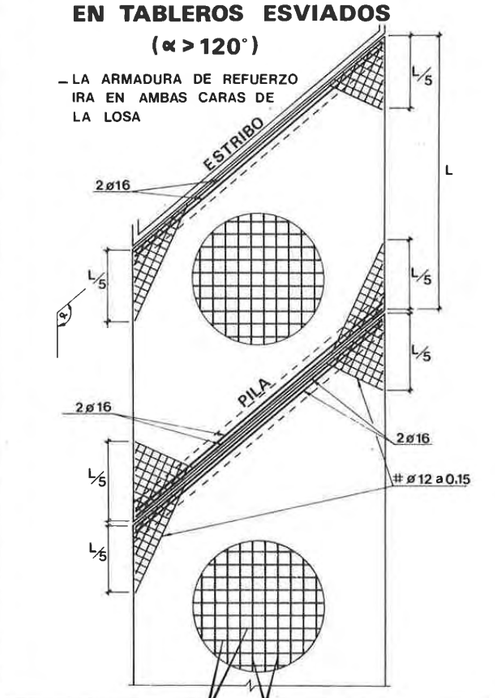
	PRINCIPAL	SECUNDARIA
A	10 ø 6	8 ø 6
B	6 ø 8	8 ø 6
C	7 ø 8	8 ø 6
D	7 ø 8	9 ø 6
E	8 ø 8	8 ø 6
F	8 ø 8	9 ø 6
G	9 ø 8	8 ø 6
H	9 ø 8	9 ø 6
I	10 ø 8	8 ø 6
J	7 ø 10	8 ø 6
K	7 ø 10	9 ø 6
L	8 ø 10	8 ø 6
M	8 ø 10	9 ø 6
N	9 ø 10	8 ø 6
O	9 ø 10	9 ø 6
P	10 ø 10	8 ø 6
Q	10 ø 10	9 ø 6
R	7 ø 12	9 ø 6
S	8 ø 12	9 ø 6
T	8 ø 12	10 ø 6
U	9 ø 12	10 ø 6
V	9 ø 12	6 ø 8
W	9 ø 12	7 ø 8
X	10 ø 12	7 ø 8
Y	8 ø 14	7 ø 8
Z	8 ø 14	8 ø 8
a	9 ø 14	8 ø 8
b	9 ø 14	9 ø 8
c	10 ø 14	9 ø 8
d	10 ø 14	10 ø 8
e	8 ø 16	10 ø 8
f	9 ø 16	10 ø 8
g	9 ø 16	7 ø 10
h	10 ø 16	8 ø 10

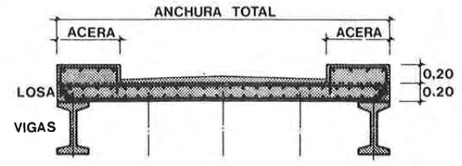


REFUERZOS RECOMENDADOS EN TABLEROS ESVIADOS

(α > 120°)

- LA ARMADURA DE REFUERZO IRA EN AMBAS CARAS DE LA LOSA





APÈNDIX 1. CÀLCUL DE L'ENDEGAMENT TORRENT DE MAGRANS

ANÀLISI DE LLOSA SUPERIOR. 2 VANOS
HIPÒTESIS DE 9M DE TERRES. SENSE DESCENS EN HASTIAL CENTRAL

1. HIPÓTESIS DE PARTIDA

Datos iniciales

Posición cara inferior del tablero respecto superficie: $h_{tauler} := 9\ m + 45\ cm = 9.45\ m$

Datos de la losa del tablero

Luz total de cálculo de la losa: $L := 8.5\ m + 0.6\ m = 9.1\ m$

Canto propuesto: $h := 45\ cm$

Ancho de cálculo de la losa: $b := 1\ m$

Hormigón: $f_{ck} := 30\ MPa$ $\gamma_c := 1.5$ $\alpha_{cc} := 0.85$

Acero pasivo: $f_{yk} := 500\ MPa$ $\gamma_s := 1.15$ $f_{yd.c} := 400\ MPa$

Edad del hormigón: $j := 28\ day$

Control indirecto del hormigón? $contr := \text{“NO”}$ (poner "NO si control Estadístico (usual)" sino poner "SI" ., ver Art.86.5.6 EHE-08)

Datos del armado propuesto

Diámetro propuesto para el armado longitudinal superior: $\phi_l := 25\ mm$ cada $s_l := 10\ cm$

Diámetro propuesto para el armado longitudinal inferior: $\phi'_l := 25\ mm$ cada $s'_l := 10\ cm$

Diámetro propuesto para el armado de reparto transversal: $\phi_r := 16\ mm$ cada $s_r := 20\ cm$

Diámetro propuesto para el armado de cortante: $\phi_V := 12\ mm$

Recubrimiento nominal superior: $r_s := 35\ mm$

Recubrimiento nominal inferior: $r_i := 35\ mm$

Ancho característico máximo de fisura $w_{max} := 0.3\ mm$ (ambient IIa)

Datos del tipo de cemento utilizado:

Coeficiente del tipo de cemento $s := 0.25$ (si cemento normal s=0.25; si cemento rápido s=0.2, si cemento lento s=0.38)

Coeficiente de retracción $\alpha_{ds1} := 4$ (si cemento normal α_{ds1} =4; si cemento rápido α_{ds1} =6, si cemento lento α_{ds1} =3)

Coeficiente de retracción $\alpha_{ds2} := 0.12$ (si cemento normal α_{ds2} =0.12; si cemento rápido α_{ds2} =0.11; si cemento lento α_{ds2} =0.13)

2. PARÁMETROS ADICIONALES DE LA ESTRUCTURA Y ACCIONES

Posición del muro interior respecto hastial izquierdo: $L_p := 0.5 \cdot L = 4.55\ m$

Cargas de peso propio: $g_{pp} := h \cdot b \cdot 25\ kN \cdot m^{-3} = 11.25\ m \cdot kPa$

Grueso firme asfáltico: $h_{asf} := 20\ cm$

Carga muerta de firme asfáltico: $g_{asf} := h_{asf} \cdot b \cdot 24\ kN \cdot m^{-3} = 4.8\ m \cdot kPa$

Altura de rellenos sobre tablero: $h_{rellenos} := h_{tauler} - h - h_{asf} = 8.8\ m$

Càrrega de reblerts sobre tauler: $g_{reb} := h_{rellenos} \cdot b \cdot 18\ \left(kN \cdot m^{-3}\right) = 158.4\ m \cdot kPa$

Sobrecarga de tráfico uniformemente distribuda sobre el tablero según IAP-11 $q := 9 \cdot m \cdot kPa$

Sobrecarga relativa a 1 carro de combate según IAP-11 [Art 4.2.1.2 IAP-11] $Q := 600\ kN$

Descenso de apoyo en linea de pilares para combinación característica E.L.S.: $\Delta := 0\ mm$

Límite de flechas verticales según IAP-11, para combinación frecuente de la sobrecarga: $f_{sc} := 1000^{-1}$

Límite de flechas verticales totales según EHE-08, para combinación quasi permanente: $f_{tot} := 250^{-1}$

La carga de valor $Q = 600\ kN$ relativa al carro de combate genera una pirámide de repartición de cargas sobre el tablero. La distancia entre superficie de rodadura y cara superior del tablero es: $d_c := h_{rellenos} + h_{asf} = 9\ m$. La separación mínima transversal entre ejes del carro de combate es $d_e := 1.2\ m$

Si se considera que el ángulo de propagación de cargas respecto la vertical es $\alpha_{prop} := 35\ °$, la superficie resultante de la proyección del carro de combate sobre la losa tiene a lo sumo las siguientes dimensiones: $B_{prop} := 2 \cdot d_c \cdot \tan(\alpha_{prop}) + d_e = 13.804\ m$, con lo que la superficie de afección de un carro de combate sobre la losa, a cota del tablero, es $S_{prop} := B_{prop}^{\ 2} = 190.543\ m^2$. A tales efectos, la carga que percibe un metro lineal de ancho de tablero será:

$$q_Q := \frac{Q \cdot 1\ m}{S_{prop}} = 3.149\ m \cdot kPa$$

Coeficientes parciales para la mayoración de acciones

Coeficiente parcial de mayoración de acciones permanentes: $\gamma_g := 1.35$

Coeficiente parcial de mayoración de acciones variables: $\gamma_q := 1.5$

Coeficientes de combinación para combinación frequente de E.L.S. (según IAP-11)

Factor de combinación para combinación frequente E.L.S. carro de combate: $\Psi_{1.Q} := 0.75$

Factor de combinación para combinación frequente E.L.S. sobrecarga: $\Psi_{1.q} := 0.4$

Factor de combinación para combinación quasi permanente E.L.S. sobrecarga: $\Psi_{2.q} := 0.0$

Carga de los distintos vanos considerada:

Carga permanente para vano izquierdo en E.L.U. : $\Gamma_{ed\_izq} := \gamma_g \cdot (g_{asf} + g_{reb} + g_{pp}) = 235.508\ kPa \cdot m$

Carga permanente para vano derecho en E.L.U. : $\Gamma_{ed\_der} := \gamma_g \cdot (g_{asf} + g_{reb} + g_{pp}) = 235.508\ kPa \cdot m$

Carga variable para vano izquierdo en E.L.U. : $\Phi_{ed\_izq} := \gamma_q \cdot (q + q_Q) \cdot 1 = 18.223\ kPa \cdot m$

Carga variable para vano derecho en E.L.U. : $\Phi_{ed\_der} := \gamma_q \cdot (q + q_Q) \cdot 1 = 18.223\ kPa \cdot m$

Carga permanente para vano izquierdo en E.L.S. combinación característica :
$\Gamma_{k\_izq} := (g_{asf} + g_{reb} + g_{pp}) = 174.45\ kPa \cdot m$

Carga permanente para vano derecho en E.L.S. combinación característica :
$\Gamma_{k\_der} := (g_{asf} + g_{reb} + g_{pp}) = 174.45\ kPa \cdot m$

Carga variable para vano izquierdo en E.L.S. combinación característic. :
$\Phi_{k\_izq} := (q + q_Q) \cdot 1 = 12.149\ kPa \cdot m$

Carga variable para vano derecho en E.L.S. combinación característica :
$\Phi_{k\_der} := (q + q_Q) \cdot 1 = 12.149\ kPa \cdot m$

Carga permanente para vano izquierdo en E.L.S. combinación frequente. :
$\Gamma_{kf\_izq} := (g_{asf} + g_{reb} + g_{pp}) = 174.45\ kPa \cdot m$

Carga permanente para vano derecho en E.L.S. combinación frequente. :
$\Gamma_{kf\_der} := (g_{asf} + g_{reb} + g_{pp}) = 174.45\ kPa \cdot m$

Carga variable para vano izquierdo en E.L.S. combinación frequente. :
$\Phi_{kf\_izq} := (\Psi_{1.q} \cdot q + \Psi_{1.Q} \cdot q_Q) \cdot 1 = 5.962\ kPa \cdot m$

Carga variable para vano derecho en E.L.S. combinación frequente. :
$\Phi_{kf\_der} := (\Psi_{1.q} \cdot q + \Psi_{1.Q} \cdot q_Q) \cdot 1 = 5.962\ kPa \cdot m$

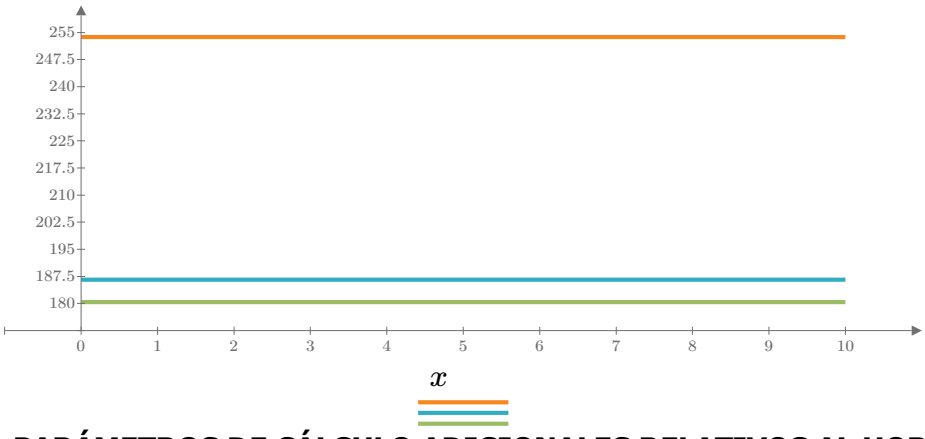
Carga permanente para vano izquierdo en E.L.S. combinación quasi permanente. :
$\Gamma_{kqp\_izq} := \left(g_{asf} + g_{reb} + g_{pp}\right) = 174.45\ \boldsymbol{kPa \cdot m}$
Carga permanente para vano derecho en E.L.S. combinación quasi permanente. :
$\Gamma_{kqp\_der} := \left(g_{asf} + g_{reb} + g_{pp}\right) = 174.45\ \boldsymbol{kPa \cdot m}$
Carga variable para vano izquierdo en E.L.S. combinación quasi permanente. :
$\Phi_{kqp\_izq} := \left(\Psi_{2.q} \cdot q + \Psi_{2.q} \cdot q_Q\right) \cdot 1 = 0\ \boldsymbol{kPa \cdot m}$
Carga variable para vano derecho en E.L.S. combinación quasi permanente. :
$\Phi_{kqp\_der} := \left(\Psi_{2.q} \cdot q + \Psi_{2.q} \cdot q_Q\right) \cdot 1 = 0\ \boldsymbol{kPa \cdot m}$

Gráfico de cargas sobre la estructura

$$X_{ed}(x) := \begin{cases} \Gamma_{ed\_izq} + \Phi_{ed\_izq} & \text{if } x \le L_p \\ \Gamma_{ed\_der} + \Phi_{ed\_der} & \text{else} \end{cases}$$

$$X_k(x) := \begin{cases} \Gamma_{k\_izq} + \Phi_{k\_izq} & \text{if } x \le L_p \\ \Gamma_{k\_der} + \Phi_{k\_der} & \text{else} \end{cases}$$

$$X_{kf}(x) := \begin{cases} \Gamma_{kf\_izq} + \Phi_{kf\_izq} & \text{if } x \le L_p \\ \Gamma_{kf\_der} + \Phi_{kf\_der} & \text{else} \end{cases}$$



3. PARÁMETROS DE CÁLCULO ADICIONALES RELATIVOS AL HORMIGÓN

Cálculo de resistencias del hormigón

$$f_{ck.j} := f_{ck} \cdot e^{s \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28\ day}{j}}\right)} = 30\ \boldsymbol{MPa}$$

$$f_{cd} := \alpha_{cc} \cdot f_{ck.j} \cdot \gamma_c^{-1} = 17\ \boldsymbol{MPa} \qquad f_{ctm} := 0.3 \cdot \left(f_{ck} \cdot \boldsymbol{MPa}^{-1}\right)^{\frac{2}{3}}\ \boldsymbol{MPa} = 2.896\ \boldsymbol{MPa}$$

$$f_{ct.m.j} := f_{ctm} \cdot e^{s \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28\ day}{j}}\right)} = 2.896\ \boldsymbol{MPa}$$

$$f_{ctm.fl} := \max\left(\left(1.6 - \frac{h}{100\ cm}\right) \cdot f_{ct.m.j}, f_{ct.m.j}\right) = 3.331\ \boldsymbol{MPa}$$

Cálculo de módulos de deformación del hormigón:

$$E_{cm} := 8500 \cdot \sqrt[3]{f_{ck} \cdot MPa^{-1} + 8} \cdot MPa = 28.577\ GPa$$

$$E_{cm.j} := \left(e^{s \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28\ day}{j}}\right)} \right)^{0.3} \cdot E_{cm} = 28.577\ GPa$$

Cálculo de la inercia bruta de la sección:

$$I := \frac{b \cdot h^3}{12} = \left(7.594 \cdot 10^5\right)\ cm^4$$

4. ESFUERZOS EN E.L.U.

Coeficiente de redistribución plástica de esfuerzos: $\phi_{red.plas} := \text{if } \Delta = 0 \ \| \ 15\% \ \text{else} \ \| \ 0 = 0.15$

Momento flector de diseño en vano isostático:

$$M_{sub\_iso} := \frac{\left(\Gamma_{ed\_izq} + \Phi_{ed\_izq}\right) \cdot L^2}{8} = \left(2.626 \cdot 10^3\right)\ m \cdot kN$$

Análisis de esfuerzos en E.L.U. considerando linea de pilares intermedia

Se determina de forma analítica los esfuerzos para una viga continua de dos vanos de luces: lado izquierdo: $L_p = 4.55\ m$ y luz de vano derecho: $L - L_p = 4.55\ m$

$$\varphi_{5.izquierda}(M) := \frac{\left(\Gamma_{ed\_izq} + \Phi_{ed\_izq}\right) \cdot {L_p}^3}{24} + \frac{M \cdot L_p}{3} - \frac{\Delta \cdot E_{cm} \cdot I}{L_p}$$

$$\varphi_{5.derecha}(M) := -\frac{\left(\Gamma_{ed\_der} + \Phi_{ed\_der}\right) \cdot \left(L - L_p\right)^3}{24} - \frac{M \cdot \left(L - L_p\right)}{3} + \frac{\Delta \cdot E_{cm} \cdot I}{L - L_p}$$

Igualando ambas expresiones se obtiene el momento hiperestático de cálculo.

$$M := 1\ kN \cdot m$$
$$\varphi_{5.izquierda}(M) = \varphi_{5.derecha}(M)$$
$$M_{neg.sin\_redistribuir} := \text{find}(M) = -656.608\ m \cdot kN$$

Cálculo de las reacciones.

$$R_{izquierda} := \frac{\left(\Gamma_{ed\_izq} + \Phi_{ed\_izq}\right) \cdot L_p}{2} + \frac{M_{neg.sin\_redistribuir}}{L_p} = 432.928\ \boldsymbol{kN}$$

$$R_{derecha} := \frac{\left(\Gamma_{ed\_der} + \Phi_{ed\_der}\right) \cdot \left(L - L_p\right)}{2} + \frac{M_{neg.sin\_redistribuir}}{L - L_p} = 432.928\ \boldsymbol{kN}$$

$$R_{pilar} := \left(\Gamma_{ed\_izq} + \Phi_{ed\_izq}\right) \cdot L_p + \left(\Gamma_{ed\_der} + \Phi_{ed\_der}\right) \cdot \left(L - L_p\right) - R_{izquierda} - R_{derecha} = \left(1.443 \cdot 10^3\right)\ \boldsymbol{kN}$$

Ley de momentos flectores analítica sin considerar redistribución plástica:

$$M_{ED}(x) := \begin{cases} \text{if } x \le L_p \\ \quad R_{izquierda} \cdot x - \left(\Gamma_{ed\_izq} + \Phi_{ed\_izq}\right) \cdot \dfrac{x^2}{2} \\ \text{else if } x \le L \\ \quad R_{derecha} \cdot \left(L - x\right) - \left(\Gamma_{ed\_der} + \Phi_{ed\_der}\right) \cdot \dfrac{\left(L - x\right)^2}{2} \end{cases}$$

Solve Constraints

$$x := L_p - 2\ \boldsymbol{m}$$

$$\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}x} M_{ED}(x) = 0$$

$$x_{esq} := \text{find}(x) = 1.706\ \boldsymbol{m}$$

Solve Constraints

$$x := L_p + 2\ \boldsymbol{m}$$

$$\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}x} M_{ED}(x) = 0$$

$$x_{dret} := \text{find}(x) = 7.394\ \boldsymbol{m}$$

Flectores máximos sin redistribuir esfuerzos

Flector máximo bajo pilar: $M_{pilar\_ED} := M_{ED}\left(L_p\right) = -656.608\ \boldsymbol{m \cdot kN}$

Flector máximo vano izquierdo: $M_{int.izq\_ED} := M_{ED}\left(x_{esq}\right) = 369.342\ \boldsymbol{m \cdot kN}$

Flector máximo vano derecho: $M_{int.der\_ED} := M_{ED}\left(x_{dret}\right) = 369.342\ \boldsymbol{m \cdot kN}$

Flectores máximos redistribuyendo esfuerzos un valor: $\phi_{red.plas} = 15\%$

Flector máximo bajo pilar: $M_{pilar\_ED\_red} := M_{ED}\left(L_p\right) \cdot \left(1 - \phi_{red.plas}\right) = -558.117\ \boldsymbol{m \cdot kN}$

Flector máximo vano izquierdo: $M_{int.izq\_ED\_red} := M_{ED}\left(x_{esq}\right) \cdot \left(1 + \phi_{red.plas}\right) = 424.743\ \boldsymbol{kN \cdot m}$

Flector máximo vano derecho: $M_{int.der\_ED\_red} := M_{ED}\left(x_{dret}\right) \cdot \left(1 + \phi_{red.plas}\right) = 424.743\ \boldsymbol{m \cdot kN}$

Ley estrapolada en el vano izquierdo

$x_1 := 0 \cdot \boldsymbol{m}$ $\quad M_1 := 0 \cdot \boldsymbol{kN \cdot m}$ $\quad F_1(a,b,c) := a \cdot x_1^{\,2} \cdot \boldsymbol{kN \cdot m^{-1}} + b \cdot x_1 \cdot \boldsymbol{kN} + c \cdot \boldsymbol{kN \cdot m}$

$x_2 := x_{esq}$ $\quad M_2 := M_{int.izq\_ED\_red}$ $\quad F_2(a,b,c) := a \cdot x_2^{\,2} \cdot \boldsymbol{kN \cdot m^{-1}} + b \cdot x_2 \cdot \boldsymbol{kN} + c \cdot \boldsymbol{kN \cdot m}$

$x_3 := L_p$ $\quad M_3 := M_{pilar\_ED\_red}$ $\quad F_3(a,b,c) := a \cdot x_3^{\,2} \cdot \boldsymbol{kN \cdot m^{-1}} + b \cdot x_3 \cdot \boldsymbol{kN} + c \cdot \boldsymbol{kN \cdot m}$

$a := 1 \qquad b := 2 \qquad c := 3$

$F_1(a,b,c) = M_1$
$F_2(a,b,c) = M_2$
$F_3(a,b,c) = M_3$

$$\begin{bmatrix} a_{esq} \\ b_{esq} \\ c_{esq} \end{bmatrix} := \mathbf{find}(a,b,\mathbf{c}) = \begin{bmatrix} -130.671 \\ 471.892 \\ 2.091 \cdot 10^{-23} \end{bmatrix}$$

Ley extrapolada en el vano derecho

$x_1 := L_p \qquad M_1 := M_{pilar\_ED\_red} \qquad F_1(a,b,c) := a \cdot x_1^{\,2} \cdot \mathbf{kN} \cdot \mathbf{m}^{-1} + b \cdot x_1 \cdot \mathbf{kN} + c \cdot \mathbf{kN} \cdot \mathbf{m}$
$x_2 := x_{dret} \qquad M_2 := M_{int.der\_ED\_red} \qquad F_2(a,b,c) := a \cdot x_2^{\,2} \cdot \mathbf{kN} \cdot \mathbf{m}^{-1} + b \cdot x_2 \cdot \mathbf{kN} + c \cdot \mathbf{kN} \cdot \mathbf{m}$
$x_3 := L \qquad M_3 := 0 \cdot \mathbf{kN} \cdot \mathbf{m} \qquad F_3(a,b,c) := a \cdot x_3^{\,2} \cdot \mathbf{kN} \cdot \mathbf{m}^{-1} + b \cdot x_3 \cdot \mathbf{kN} + c \cdot \mathbf{kN} \cdot \mathbf{m}$

$a := 1 \qquad b := 2 \qquad c := 3$

$F_1(a,b,c) = M_1$
$F_2(a,b,c) = M_2$
$F_3(a,b,c) = M_3$

$$\begin{bmatrix} a_{dret} \\ b_{dret} \\ c_{dret} \end{bmatrix} := \mathbf{find}(a,b,\mathbf{c}) = \begin{bmatrix} -130.671 \\ 1.906 \cdot 10^{3} \\ -6.527 \cdot 10^{3} \end{bmatrix}$$

Ley de momentos flectores analítica con redistribución plástica:

$$M_{ED\_red}(x) := \begin{cases} \text{if } x \le L_p \\ \quad \left(a_{esq} \cdot x^2 \cdot \mathbf{kN} \cdot \mathbf{m}^{-1} + b_{esq} \cdot x \cdot \mathbf{kN} + c_{esq} \cdot \mathbf{kN} \cdot \mathbf{m}\right) \\ \text{else if } x \le L \\ \quad \left(a_{dret} \cdot x^2 \cdot \mathbf{kN} \cdot \mathbf{m}^{-1} + b_{dret} \cdot x \cdot \mathbf{kN} + c_{dret} \cdot \mathbf{kN} \cdot \mathbf{m}\right) \end{cases}$$

Diagrama de cortantes.

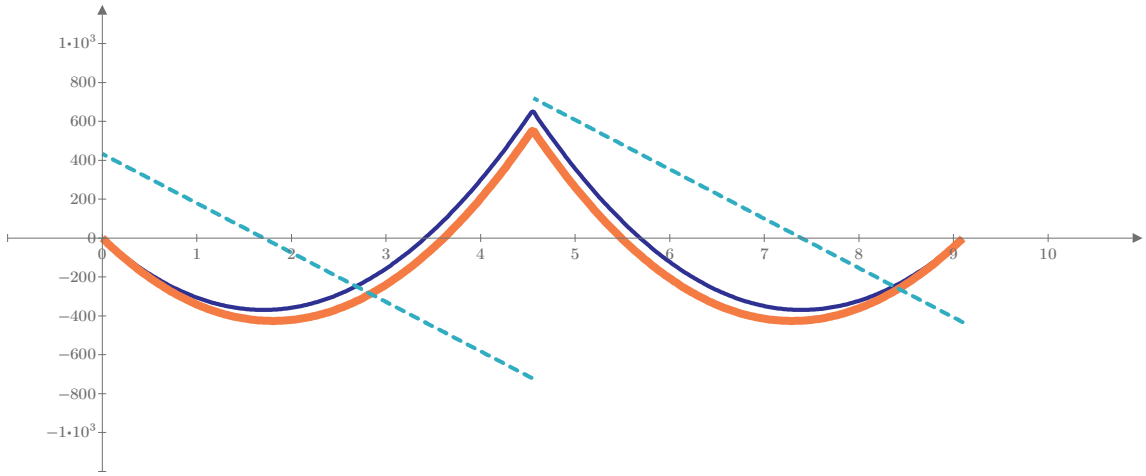
$$V_{ED}(x) := \frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}x} M_{ED}(x)$$

Diagrama de esfuerzos en E.L.U.

$-M_{ED}(x \cdot \boldsymbol{m})\ \ (\boldsymbol{kN} \cdot \boldsymbol{m})$

$-M_{ED\_red}(x \cdot \boldsymbol{m})\ \ (\boldsymbol{kN} \cdot \boldsymbol{m})$

$V_{ED}(x \cdot \boldsymbol{m})\ \ (\boldsymbol{kN})$



x

$R_{izquierda} = 432.928\ \boldsymbol{kN}$ $R_{pilar} = (1.443 \cdot 10^3)\ \boldsymbol{kN}$ $R_{derecha} = 432.928\ \boldsymbol{kN}$

5. ESFUERZOS EN E.L.S.

Momento de fissuración de la sección: $M_{fis} := f_{ctm.fl} \cdot \frac{1\ \boldsymbol{m} \cdot h^2}{6} = 112.419\ \boldsymbol{m} \cdot \boldsymbol{kN}$

Momento flector en servicio en vano isostático:

$$M_{sub\_iso} := \frac{(\Gamma_{k\_izq} + \Phi_{k\_izq}) \cdot L^2}{8} = (1.932 \cdot 10^3)\ \boldsymbol{m} \cdot \boldsymbol{kN}$$

Análisis de esfuerzos en E.L.S. combinación característica

Se determina de forma analítica los esfuerzos para una viga continua de dos vanos de luces: lado izquierdo: $L_p = 4.55\ \boldsymbol{m}$ y luz de vano derecho: $L - L_p = 4.55\ \boldsymbol{m}$

$$\varphi_{5.izquierda}(M) := \frac{(\Gamma_{k\_izq} + \Phi_{k\_izq}) \cdot L_p^{\,3}}{24} + \frac{M \cdot L_p}{3} - \frac{\Delta \cdot E_{cm} \cdot I}{L_p}$$

$$\varphi_{5.derecha}(M) := -\frac{(\Gamma_{k\_der} + \Phi_{k\_der}) \cdot (L - L_p)^3}{24} - \frac{M \cdot (L - L_p)}{3} + \frac{\Delta \cdot E_{cm} \cdot I}{L - L_p}$$

Igualando ambas expresiones se obtiene el momento hiperestático de cálculo.

$M := 1\ \boldsymbol{kN \cdot m}$
$\varphi_{5.izquierda}(M) = \varphi_{5.derecha}(M)$
$M_{neg.K} := \text{find}(M) = -482.883\ \boldsymbol{m \cdot kN}$

Cálculo de reacciones.

$$R_{izquierda.K} := \frac{(\Gamma_{k\_izq} + \Phi_{k\_izq}) \cdot L_p}{2} + \frac{M_{neg.K}}{L_p} = 318.384\ \boldsymbol{kN}$$

$$R_{derecha.K} := \frac{(\Gamma_{k\_der} + \Phi_{k\_der}) \cdot (L - L_p)}{2} + \frac{M_{neg.K}}{L - L_p} = 318.384\ \boldsymbol{kN}$$

$$R_{pilar.K} := \left((\Gamma_{k\_izq} + \Phi_{k\_izq}) \cdot L_p + (\Gamma_{k\_der} + \Phi_{k\_der}) \cdot (L - L_p)\right) - R_{izquierda.K} - R_{derecha.K} = \left(1.061 \cdot 10^3\right)\ \boldsymbol{kN}$$

Ley de momentos flectores analítica en E.L.S. característico

$$M_K(x) := \begin{cases} \text{if } x \le L_p \\ \quad R_{izquierda.K} \cdot x - (\Gamma_{k\_izq} + \Phi_{k\_izq}) \cdot \dfrac{x^2}{2} \\ \text{else if } x \le L \\ \quad R_{derecha.K} \cdot (L - x) - (\Gamma_{k\_der} + \Phi_{k\_der}) \cdot \dfrac{(L - x)^2}{2} \end{cases}$$

Ley de cortantes

$$V_K(x) := \frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}x} M_K(x)$$

Solve Constraints Values

$x := L_p - 2\ \boldsymbol{m}$
$\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}x} M_K(x) = 0$
$x_{esq\_K} := \text{find}(x) = 1.706\ \boldsymbol{m}$

Solve Constraints Values

$x := L_p + 2\ \boldsymbol{m}$
$\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}x} M_K(x) = 0$
$x_{dret\_K} := \text{find}(x) = 7.394\ \boldsymbol{m}$

Análisis de esfuerzos en E.L.S. combinación frequente y considerando sólo la sobrecarga

Se determina de forma analítica los esfuerzos para una viga continua de dos vanos de luces: lado izquierdo: $L_p = 4.55\ \boldsymbol{m}$ y luz de vano derecho: $L - L_p = 4.55\ \boldsymbol{m}$

$$\varphi_{5.izquierda}(M) := \frac{(\Phi_{kf\_izq}) \cdot L_p^{\,3}}{24} + \frac{M \cdot L_p}{3} - \frac{\Delta \cdot E_{cm} \cdot I}{L_p}$$

$$\varphi_{5.derecha}(M) := -\frac{(\Phi_{kf\_der}) \cdot (L - L_p)^3}{24} - \frac{M \cdot (L - L_p)}{3} + \frac{\Delta \cdot E_{cm} \cdot I}{L - L_p}$$

Igualando ambas expresiones se obtiene el momento hiperestático de cálculo.

$M := 1\ \boldsymbol{kN \cdot m}$
$\varphi_{5.izquierda}(M) = \varphi_{5.derecha}(M)$
$M_{neg.Kf} := \text{find}(M) = -15.428\ \boldsymbol{m \cdot kN}$

Cálculo de reacciones.

$$R_{izquierda.Kf\_sc} := \frac{\left(\Phi_{kf\_izq}\right)\cdot L_p}{2} + \frac{M_{neg.Kf}}{L_p} = 10.172\ \boldsymbol{kN}$$

$$R_{derecha.Kf\_sc} := \frac{\left(\Phi_{kf\_der}\right)\cdot \left(L - L_p\right)}{2} + \frac{M_{neg.Kf}}{L - L_p} = 10.172\ \boldsymbol{kN}$$

$$R_{pilar.Kf\_sc} := \left(\left(\Phi_{kf\_izq}\right)\cdot L_p + \left(\Phi_{kf\_der}\right)\cdot \left(L - L_p\right)\right) - R_{izquierda.Kf\_sc} - R_{derecha.Kf\_sc} = 33.907\ \boldsymbol{kN}$$

Ley de momentos flectores analítica en E.L.S. frequente considerando solo la sobrecarga

$$M_{Kf\_sc}(x) := \begin{cases} \text{if } x \le L_p \\ \quad R_{izquierda.Kf\_sc}\cdot x - \left(\Phi_{kf\_izq}\right)\cdot \dfrac{x^2}{2} \\ \text{else if } x \le L \\ \quad R_{derecha.Kf\_sc}\cdot \left(L - x\right) - \left(\Phi_{kf\_der}\right)\cdot \dfrac{\left(L - x\right)^2}{2} \end{cases}$$

Ley de cortantes

$$V_{Kf\_sc}(x) := \frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}x} M_{Kf\_sc}(x)$$

Análisis de esfuerzos en E.L.S. combinación quasi pemanente

Se determina de forma analítica los esfuerzos para una viga continua de dos vanos de luces: lado izquierdo: $L_p = 4.55\ \boldsymbol{m}$ y luz de vano derecho: $L - L_p = 4.55\ \boldsymbol{m}$

$$\varphi_{5.izquierda}(M) := \frac{\left(\Gamma_{kqp\_izq} + \Phi_{kqp\_izq}\right)\cdot {L_p}^3}{24} + \frac{M\cdot L_p}{3} - \frac{\Delta\cdot E_{cm}\cdot I}{L_p}$$

$$\varphi_{5.derecha}(M) := -\frac{\left(\Gamma_{kqp\_der} + \Phi_{kqp\_der}\right)\cdot \left(L - L_p\right)^3}{24} - \frac{M\cdot \left(L - L_p\right)}{3} + \frac{\Delta\cdot E_{cm}\cdot I}{L - L_p}$$

Igualando ambas expresiones se obtiene el momento hiperestático de cálculo.

$$M := 1\ \boldsymbol{kN\cdot m}$$
$$\varphi_{5.izquierda}(M) = \varphi_{5.derecha}(M)$$
$$M_{neg.Kqp} := \mathbf{find}(M) = -451.444\ \boldsymbol{m\cdot kN}$$

Cálculo de reacciones.

$$R_{izquierda.Kqp} := \frac{\left(\Gamma_{kqp\_izq} + \Phi_{kqp\_izq}\right)\cdot L_p}{2} + \frac{M_{neg.Kqp}}{L_p} = 297.655\ \boldsymbol{kN}$$

$$R_{derecha.Kqp} := \frac{\left(\Gamma_{kqp\_der} + \Phi_{kqp\_der}\right)\cdot \left(L - L_p\right)}{2} + \frac{M_{neg.Kqp}}{L - L_p} = 297.655\ \boldsymbol{kN}$$

$$R_{pilar.Kqp} := \left(\left(\Gamma_{kqp\_izq} + \Phi_{kqp\_izq}\right) \cdot L_p + \left(\Gamma_{kqp\_der} + \Phi_{kqp\_der}\right) \cdot \left(L - L_p\right)\right) - R_{izquierda.Kqp} - R_{derecha.Kqp} = 992.184\ \mathbf{kN}$$

Ley de momentos flectores analítica en E.L.S. quasi permanente

$$M_{Kqp}(x) := \begin{cases} \text{if } x \le L_p \\ \quad R_{izquierda.Kqp} \cdot x - \left(\Gamma_{kqp\_izq} + \Phi_{kqp\_izq}\right) \cdot \dfrac{x^2}{2} \\ \text{else if } x \le L \\ \quad R_{derecha.Kqp} \cdot (L - x) - \left(\Gamma_{kqp\_der} + \Phi_{kqp\_der}\right) \cdot \dfrac{(L-x)^2}{2} \end{cases}$$

Ley de cortantes

$$V_{Kqp}(x) := \frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}x} M_{Kqp}(x)$$

Solve Constraints Values

$$x := L_p - 2\ \mathbf{m}$$

$$\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}x} M_{Kqp}(x) = 0$$

$$x_{esq\_Kqp} := \mathbf{find}(x) = 1.706\ \mathbf{m}$$

Solve Constraints Values

$$x := L_p + 2\ \mathbf{m}$$

$$\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}x} M_{Kqp}(x) = 0$$

$$x_{dret\_Kqp} := \mathbf{find}(x) = 7.394\ \mathbf{m}$$

Flectores máximos en E.L.S. combinación característica

Flector máximo bajo pilar: $M_{pilar\_K} := M_K\left(L_p\right) = -482.883\ \mathbf{m \cdot kN}$

Flector máximo vano izquierdo: $M_{int.izq\_K} := M_K\left(x_{esq\_K}\right) = 271.622\ \mathbf{m \cdot kN}$

Flector máximo vano derecho: $M_{int.der\_K} := M_K\left(x_{dret\_K}\right) = 271.622\ \mathbf{m \cdot kN}$

Flectores máximos en E.L.S. combinación quasi permanente

Flector máximo bajo pilar: $M_{pilar\_Kqp} := M_{Kqp}\left(L_p\right) = -451.444\ \mathbf{m \cdot kN}$

Flector máximo vano izquierdo: $M_{int.izq\_Kqp} := M_{Kqp}\left(x_{esq\_Kqp}\right) = 253.937\ \mathbf{m \cdot kN}$

Flector máximo vano derecho: $M_{int.der\_Kqp} := M_{Kqp}\left(x_{dret\_Kqp}\right) = 253.937\ \mathbf{m \cdot kN}$

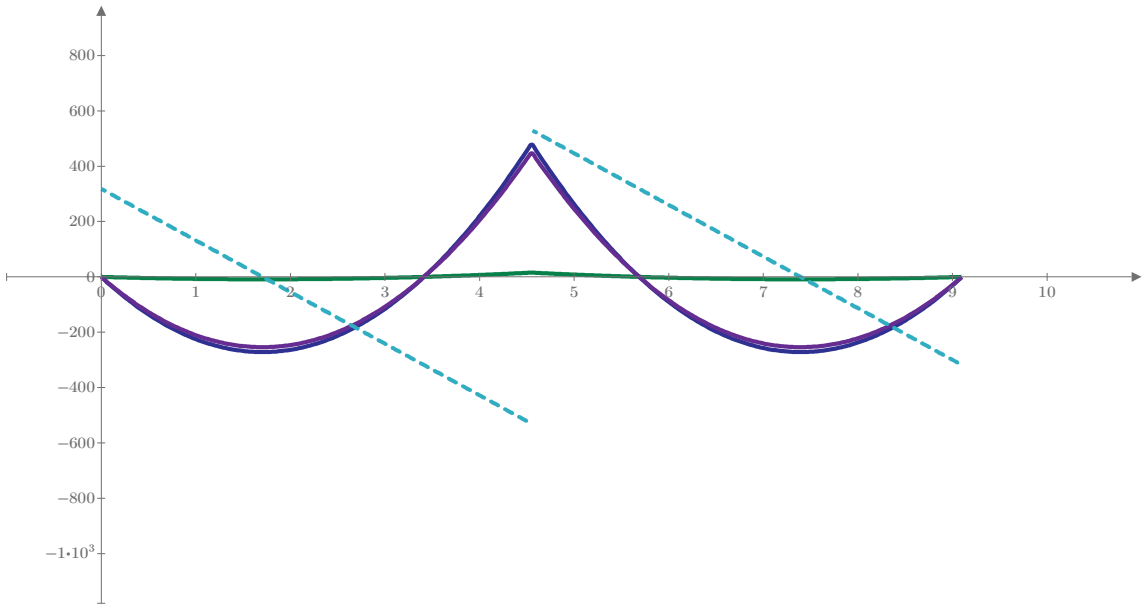
Diagrama de esfuerzos en E.L.S

$-M_K(x \cdot m)$ $(kN \cdot m)$

$-M_{Kf\_sc}(x \cdot m)$ $(kN \cdot m)$

$-M_{Kqp}(x \cdot m)$ $(kN \cdot m)$

$V_K(x \cdot m)$ (kN)



x

$R_{izquierda.K} = 318.384\ kN$ $R_{pilar.K} = (1.061 \cdot 10^3)\ kN$ $R_{derecha.K} = 318.384\ kN$

$R_{izquierda.Kqp} = 297.655\ kN$ $R_{pilar.Kqp} = 992.184\ kN$ $R_{derecha.Kqp} = 297.655\ kN$

6. ANÁLISIS E.L.U. FLEXIÓN. SECCIÓN BAJO PILAR

Cantos útiles:

Recubrimiento mecánico armadura superior: $r := r_s + \phi_r + 0.5\ \phi_l = 63.5\ mm$
Recubrimiento mecánico armadura inferior: $r' := r_i + \phi_r + 0.5\ \phi'_l = 63.5\ mm$

Canto útil para armado traccionado: $d := h - r' = 38.65\ cm$
Canto útil para armado comprimido: $d' := r = 6.35\ cm$

Esfuerzos de cálculo:

$M_{ed} := \max\left(\left|M_{pilar\_ED\_red}\right|\right) = 558.117\ m \cdot kN$

Definición de la función de armado acorde al Anejo 7 de la EHE-08

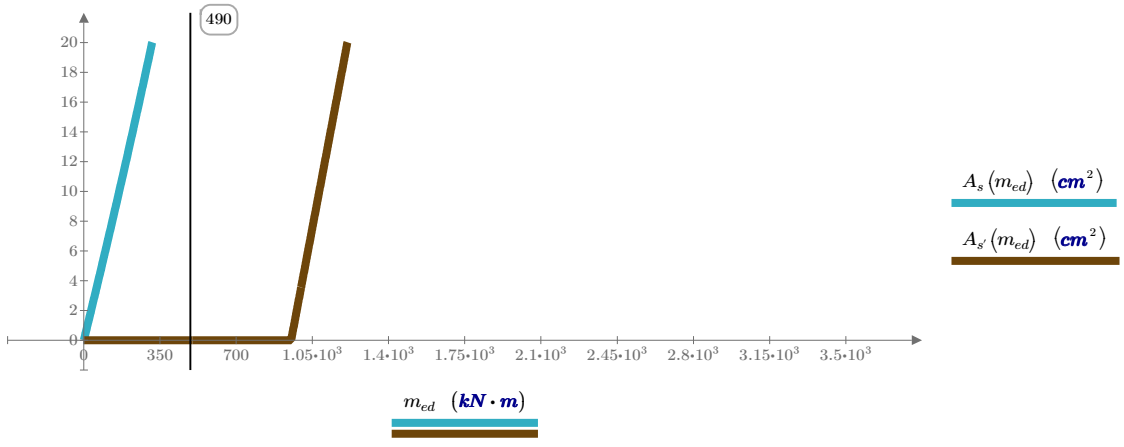
Se procede seguidamente a definir la función de armado según el método del momento límite (ver punto 3.1.2 del Anejo 7 de la EHE-08)

El momento límite se define como sigue: $M_{lim} := 0.375 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d^2 = 952.31\ m \cdot kN$

La función que define el armado para un dimensionamiento en flexión simple, acotando la fibra neutra a profundidad límite $x_{lim} := 0.625 \cdot d = 24.1563\ cm$, sigue la siguiente formulación:

$$A_s(M_{ed}) := \text{if } M_{ed} \le M_{lim} \left\| A_s \leftarrow \frac{f_{cd} \cdot b \cdot d}{f_{yk} \cdot \gamma_s^{-1}} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{ed}}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2}}\right) \right. \text{else} \left\| A_s \leftarrow \frac{0.5 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d + \frac{(M_{ed} - M_{lim})}{d - d'}}{f_{yk} \cdot \gamma_s^{-1}} \right.$$

$$A_{s'}(M_{ed}) := \text{if } M_{ed} \le M_{lim} \left\| A_{s'} \leftarrow 0\ cm^2 \right. \text{else} \left\| A_{s'} \leftarrow \frac{(M_{ed} - M_{lim})}{d - d'} \cdot \frac{1}{f_{yd.c}} \right.$$



$A_s(M_{ed}) = 37.987\ cm^2$ $A_{s'}(M_{ed}) = 0\ cm^2$ $Armadura_{compresión} =$ "NO NECESARIA"

Armadura mínima mecánica según EHE-08

[Art 42.3.2 EHE-08]

Factor de reducción en secciones rectangulares: $\alpha(M_{ed}) := 1.5 - 12.5 \cdot \frac{A_s(M_{ed}) \cdot f_{yk} \cdot \gamma_s^{-1}}{b \cdot h \cdot f_{cd}}$ $\alpha(M_{ed}) = -1.199$

$A_{s.min.cara\_tracc.mecanica} := A_s(M_{ed}) \cdot \alpha(M_{ed}) = -45.535\ cm^2$

Armadura mínima geométrica según EHE-08

[Art 42.3.5 EHE-08]

Factor de cuantía geométrica mínima en losas: $\rho := \frac{1.8}{1000}$

Factor de reducción de cuantía en cara comprimida: $f := 0.5$

$A_{s.min.cara\_tracc} := \rho \cdot b \cdot h \cdot f = 4.05\ cm^2$ $A_{s.min.cara\_compr} := \rho \cdot b \cdot h \cdot f = 4.05\ cm^2$

Armadura finalmente dispuesta

$Armado_{minimm}$ = "El armado calculado es superior a la cuantia mínima"

Cara comprimida: barras $\phi_l = 25\ mm$ cada $s_{trac} := s_l = 10\ cm$ total $n_{trac} := \frac{b}{s_{trac}} = 10$ barras

Cara traccionada : barras $\phi'_l = 25\ mm$ cada $s_{comp} := s'_l = 10\ cm$ total $n_{comp} := \frac{b}{s_{comp}} = 10$ barras

Ratios de trabajo en E.L.U. del armado dispuesto

$$Rat_{E.L.U\_trac\_pilar} := \frac{4 \cdot \max\left(A_s(M_{ed}), A_{s.min.cara\_tracc}, A_{s.min.cara\_tracc.mecanica}\right)}{n_{comp} \cdot \pi \cdot \phi'^2_l} = 77.4\%$$

$$Rat_{E.L.U\_comp\_pilar} := \frac{4 \cdot \max\left(A_{s'}(M_{ed}), A_{s.min.cara\_compr}\right)}{n_{trac} \cdot \pi \cdot \phi_l^2} = 8.3\%$$

Longitudes de anclaje armado superior (posició II)

[Art 69.5.1.2 EHE-08]

$m_{fck} = 1.3$

Longitud anclaje neta $\phi_{lp} := \phi'_l = 25\ mm$

$$l_{b\_netap} := \text{if } 1.4 \cdot m_{fck} \cdot \left(\phi_{lp} \cdot mm^{-1}\right)^2 \cdot mm > \frac{f_{yk}}{14 \cdot MPa} \cdot \phi_{lp} \ \|\ 1.4 \cdot m_{fck} \cdot \left(\phi_{lp} \cdot mm^{-1}\right)^2 \cdot mm \ \text{else} \ \|\ \frac{f_{yk}}{14 \cdot MPa} \cdot \phi_{lp}$$

$l_{b\_netap\_II} := \text{Ceil}\left(l_{b\_netap}, 5\ cm\right) = 115\ cm$

Longitud de anclaje para el armado $\phi_{lp} = 25\ mm$ son $l_{b\_netap\_II} = 115\ cm$ para el anclaje y $2 \cdot l_{b\_netap\_II} = 230\ cm$ para el solape

Análisi del punto donde dejar de disponer armadura de refuerzo de flexión

Se determina seguidamente el punto a partir del cual se puede disponer una separación de armado $2 \cdot s_{comp} = 20\ cm$

$x_{inf\_esq} := L_p \cdot 0.5$

$0.5 \cdot M_{ed} = \left| M_{ED\_red}\left(x_{inf\_esq}\right) \right|$

$x_{inf\_esq} := \text{find}\left(x_{inf\_esq}\right) = 2.866\ m$

Solver Constraints Values

$x_{inf\_drer} := \left(L_p + L\right) \cdot 0.5$

$0.5 \cdot M_{ed} = \left| M_{ED\_red}\left(x_{inf\_drer}\right) \right|$

$x_{inf\_drer} := \text{find}\left(x_{inf\_drer}\right) = 6.234\ m$

$x_{inf\_izq} := x_{inf\_esq} - \left(l_{b\_netap\_II} + d\right) = 1.33\ m$ $\quad$ $x_{inf\_dre} := x_{inf\_drer} + \left(l_{b\_netap\_II} + d\right) = 7.77\ m$

Longitud del refuerzo: $L_{ref\_inf} := \text{Ceil}\left(x_{inf\_dre} - x_{inf\_izq}, 5\ cm\right) = 6.45\ m$

7. ANÁLISIS E.L.U. FLEXIÓN. SECCIÓN DE VANO MÁS SOLCITADO

Cantos útiles:

Recubrimiento mecánico armadura superior: $r := r_s + \phi_r + 0.5\ \phi_l = 63.5\ mm$

Recubrimiento mecánico armadura inferior: $r' := r_i + \phi_r + 0.5\ \phi'_l = 63.5\ mm$

Canto útil para armado traccionado: $d := h - r' = 38.65\ cm$

Canto útil para armado comprimido: $d' := r = 6.35\ cm$

Esfuerzos de cálculo:

$M_{ed} := \max\left(\left|M_{int.izq\_ED\_red}\right|, \left|M_{int.der\_ED\_red}\right|\right) = 424.743\ m \cdot kN$

Definición de la función de armado acorde al Anejo 7 de la EHE-08

Se procede seguidamente a definir la función de armado según el método del momento límite (ver punto 3.1.2 del Anejo 7 de la EHE-08)

El momento límite se define como sigue: $M_{lim} := 0.375 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d^2 = 952.31\ m \cdot kN$

La función que define el armado para un dimensionamiento en flexión simple, acotando la fibra neutra a profundidad límite $x_{lim} := 0.625 \cdot d = 24.1563\ cm$, sigue la siguiente formulación:

$A_s\left(M_{ed}\right) :=$ if $M_{ed} \le M_{lim}$

$\quad A_s \leftarrow \dfrac{f_{cd} \cdot b \cdot d}{f_{yk} \cdot \gamma_s^{-1}} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \dfrac{2 \cdot M_{ed}}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2}}\right)$

else

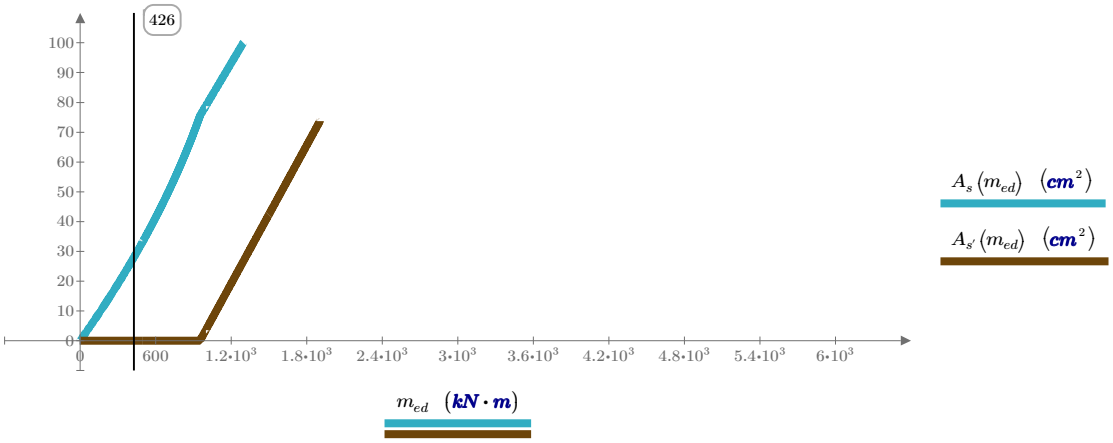
$\quad A_s \leftarrow \dfrac{0.5 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d + \dfrac{\left(M_{ed} - M_{lim}\right)}{d - d'}}{f_{yk} \cdot \gamma_s^{-1}}$

$A_{s'}\left(M_{ed}\right) :=$ if $M_{ed} \le M_{lim}$

$\quad A_{s'} \leftarrow 0\ cm^2$

else

$\quad A_{s'} \leftarrow \dfrac{\dfrac{\left(M_{ed} - M_{lim}\right)}{d - d'}}{f_{yd.c}}$



$A_s\left(M_{ed}\right)=27.84\ \boldsymbol{cm}^2$ $A_{s'}\left(M_{ed}\right)=0\ \boldsymbol{cm}^2$ $Armadura_{compresión}=$ "NO NECESARIA"

Armadura mínima mecánica según EHE-08

[Art 42.3.2 EHE-08]

Factor de reducción en secciones rectangulares: $\alpha\left(M_{ed}\right):=1.5-12.5\cdot\frac{A_s\left(M_{ed}\right)\cdot f_{yk}\cdot\gamma_s^{-1}}{b\cdot h\cdot f_{cd}}$ $\alpha\left(M_{ed}\right)=-0.478$

$A_{s.min.cara\_tracc.mecanica}:=A_s\left(M_{ed}\right)\cdot\alpha\left(M_{ed}\right)=-13.303\ \boldsymbol{cm}^2$

Armadura mínima geométrica según EHE-08

[Art 42.3.5 EHE-08]

Factor de cuantía geométrica mínima en losas: $\rho:=\frac{1.8}{1000}$

Factor de reducción de cuantía en cara comprimida: $f:=0.5$

$A_{s.min.cara\_tracc}:=\rho\cdot b\cdot h\cdot f=4.05\ \boldsymbol{cm}^2$ $A_{s.min.cara\_compr}:=\rho\cdot b\cdot h\cdot f=4.05\ \boldsymbol{cm}^2$

Armadura finalmente dispuesta

$Armado_{minimm}=$ "El armado calculado es superior a la cuantia mínima"

Cara traccionada: barras $\phi_l=25\ \boldsymbol{mm}$ cada $s_{trac}:=s_l=10\ \boldsymbol{cm}$ total $n_{trac}:=\frac{b}{s_{trac}}=10$ barras

Cara comprimida: barras $\phi'_l=25\ \boldsymbol{mm}$ cada $s_{comp}:=s'_l=10\ \boldsymbol{cm}$ total $n_{comp}:=\frac{b}{s_{comp}}=10$ barras

Ratios de trabajo en E.L.U. del armado dispuesto

$$Rat_{E.L.U\_trac}:=\frac{4\cdot\max\left(A_s\left(M_{ed}\right),A_{s.min.cara\_tracc},A_{s.min.cara\_tracc.mecanica}\right)}{n_{trac}\cdot\pi\cdot\phi_l^{\,2}}=56.7\%$$

$$4\cdot\max\left(A_{s'}\left(M_{ed}\right),A_{\quad\quad}\right)$$

$$Rat_{E.L.U\_comp} := \frac{1 \cdot \max(\sigma_s, \sigma_{sd}, \sigma_{s.min.cara\_compr})}{n_{comp} \cdot \pi \cdot \phi'^{2}_{l}} = 8.3\%$$

Longitud de anclaje armado inferior (posición I)

[Art 69.5.1.2 EHE-08]

$m_{fck} = 1.3$

Longitud anclaje neta $\phi_{lp} := \phi_l = 25\ mm$

$$l_{b\_netap} := \begin{cases} m_{fck} \cdot \left(\phi_{lp} \cdot mm^{-1}\right)^2 \cdot mm & \text{if } m_{fck} \cdot \left(\phi_{lp} \cdot mm^{-1}\right)^2 \cdot mm > \frac{f_{yk}}{20 \cdot MPa} \cdot \phi_{lp} \\ \frac{f_{yk}}{20 \cdot MPa} \cdot \phi_{lp} & \text{else} \end{cases}$$

$l_{b\_netap\_I} := \text{Ceil}\left(l_{b\_netap}, 5\ cm\right) = 85\ cm$

Longitud de anclaje para el armado $\phi_{lp} = 25\ mm$ son $l_{b\_netap\_I} = 85\ cm$ para el anclaje y $2 \cdot l_{b\_netap\_I} = 170\ cm$ para el solapamiento

Análisis del punto donde dejar de disponer armadura de refuerzo de flexión

Se determina seguidamente el punto a partir del cual se puede disponer una separación de armado $2 \cdot s_{comp} = 20\ cm$

Vano izquierdo:

$x_{sup\_esq\_a} := 0 \cdot m$

$0.5 \cdot M_{ed} = \left|M_{ED\_red}\left(x_{sup\_esq\_a}\right)\right|$

$x_{sup\_esq\_a} := \text{find}\left(x_{sup\_esq\_a}\right) = 0.527\ m$

Solve Constraints Values

$x_{sup\_esq\_b} := L_p \cdot 0.5$

$0.5 \cdot M_{ed} = \left|M_{ED\_red}\left(x_{sup\_esq\_b}\right)\right|$

$x_{sup\_esq\_b} := \text{find}\left(x_{sup\_esq\_b}\right) = 4.016\ m$

$x_{sup\_izq\_a} := x_{sup\_esq\_a} - \left(l_{b\_netap\_I} + d\right) = -0.71\ m$

$x_{sup\_izq\_b} := x_{sup\_esq\_b} + \left(l_{b\_netap\_I} + d\right) = 5.252\ m$

Longitud del refuerzo: $L_{ref\_sup\_vano\_esq} := \text{Ceil}\left(x_{sup\_izq\_b} - x_{sup\_izq\_a}, 5\ cm\right) = 6\ m$

Vano derecho:

$x_{sup\_dret\_a} := \left(L_p + L\right) \cdot 0.5$

$0.5 \cdot M_{ed} = \left|M_{ED\_red}\left(x_{sup\_dret\_a}\right)\right|$

$x_{sup\_der\_a} := \text{find}\left(x_{sup\_dret\_a}\right) = 5.084\ m$

Solve Constraints Values

$x_{sup\_dret\_b} := 0.9 \cdot L$

$0.5 \cdot M_{ed} = \left|M_{ED\_red}\left(x_{sup\_dret\_b}\right)\right|$

$x_{sup\_der\_b} := \text{find}\left(x_{sup\_dret\_b}\right) = 8.573\ m$

$x_{sup\_der\_a} := x_{sup\_der\_a} - \left(l_{b\_netap\_I} + d\right) = 3.848\ m$

$x_{sup\_der\_b} := x_{sup\_der\_b} + \left(l_{b\_netap\_I} + d\right) = 9.81\ m$

Longitud del refuerzo: $L_{ref\_sup\_vano\_der} := \text{Ceil}\left(x_{sup\_der\_b} - x_{sup\_der\_a}, 5\ cm\right) = 6\ m$

8. ANÁLISI DEL E.L.S. FISURACIÓN. SECCIÓN BAJO PILAR

Parámetros del análisis:

Momento de servicio $M_{serv} := |M_{pilar\_K}| = 482.883\ m \cdot kN$
Momenot de fisuración $M_{fis} = 112.419\ m \cdot kN$
Ancho característico de fisura máxima $w_{max} = 0.3\ mm$
Diámetro de las barras de armado de tracción $\phi_{lp} := \phi'_l = 25\ mm$
Número de barras de armado de tracción $n_0 := n_{comp} = 10$ en $b = 1\ m$
Separación entre barras longitudinales $s_0 := s_{comp} = 100\ mm$
Recubrimiento armadura traccionada hasta tocar barra $c := r_i = 35\ mm$
Coeficiente K1 (poner 0.125 para flexión simple o 0.25 para tracción simple) $k_1 := 0.125$
Coeficiente k2 (poner 1 si carga instantanea o poner 0.5 si carga duradera) $k_2 := 1$
Coeficiente β (poner 1.7 si es fisuración por cargas o 1.3 si es por deformaciones) $\beta := 1.7$

$$Fisuración\_pilar := \text{if } M_{fis} \le M_{serv} \text{ “ATENCIÓN!, LA SECCIÓN FISURARÀ.” else “OK. NO fisurará”} = \text{“ATENCIÓN!, LA SECCIÓN FISURARÀ.”}$$

Cálculo de la inercia fisurada

[Anejo 8. Art 2.2 EHE-08]

Recubrimiento mecánico armadura superior: $r := r_s + \phi_r + 0.5\ \phi_l = 63.5\ mm$
Recubrimiento mecánico armadura inferior: $r' := r_i + \phi_r + 0.5\ \phi'_l = 63.5\ mm$

Canto útil para armado traccionado: $d := h - r' = 38.65\ cm$
Canto útil para armado comprimido $d' := r = 6.35\ cm$

Armadura de tracción : $A_{s\_} := n_{comp} \cdot \pi \cdot \frac{\phi'^2_l}{4} = 49.087\ cm^2$ $\rho := \frac{A_{s\_}}{b \cdot d} = 0.0127$

Armadura de compresión : $A_{s'\_} := n_{trac} \cdot \pi \cdot \frac{\phi_l^2}{4} = 49.087\ cm^2$ $\rho' := \frac{A_{s'\_}}{b \cdot d} = 0.0127$

Coeficiente de equivalencia entre módulos elásticos

$$n := \frac{200\ GPa}{E_{cm}} = 6.999$$

Profundidad de la fibra neutra fisurada:

$$x_{fis} := d \cdot n \cdot \rho \cdot \left(1 + \frac{\rho'}{\rho}\right) \cdot \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot \left(1 + \frac{\rho'}{\rho} \cdot \frac{d'}{d}\right)}{n \cdot \rho \cdot \left(1 + \frac{\rho'}{\rho}\right)^2}}\right) = 120.077\ mm$$

Inercia fisurada:

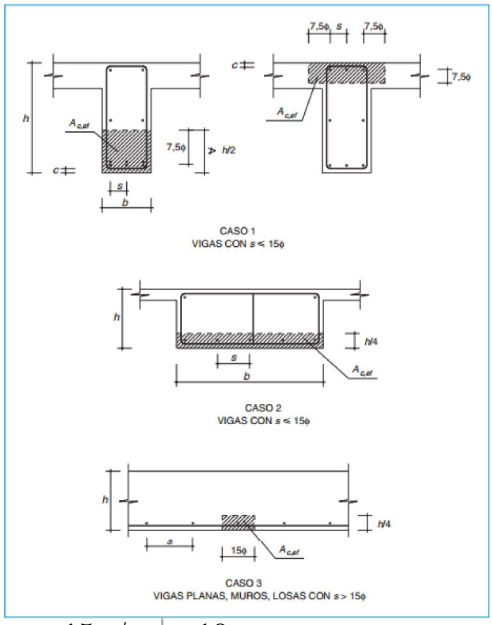
$$I_{fis} := n \cdot A_{s\_} \cdot (d - x_{fis}) \cdot \left(d - \frac{x_{fis}}{3}\right) + n \cdot A_{s'\_} \cdot (x_{fis} - d') \cdot \left(\frac{x_{fis}}{3} - d'\right) = 312561.739\ cm^4$$

Cálculo del área de hormigón en zona del recubrimiento

Si es viga alma estrecha para negativos: Acef = "1"
Si es viga alma estrecha para positivos: Acef = "2"
Si es viga alma ancha, losa o muro: Acef = "3"

$A_{c.ef} := 3$

$$A_{c.eff} := \text{if } A_{c.ef} = 1 \quad A_{c.eff} \leftarrow 7.5 \cdot \phi_{lp} \cdot \left(b + 2 \cdot 7.5 \cdot \phi_{lp}\right)$$
$$\text{else if } A_{c.ef} = 2 \quad \left| \begin{array}{l} A_{c.eff} \leftarrow \text{if } 7.5 \cdot \phi_{lp} \le \frac{h}{2} \quad A_{c.eff} \leftarrow 7.5 \cdot \phi_{lp} \cdot b \\ \text{else} \quad A_{c.eff} \leftarrow \frac{h}{2} \cdot b \end{array} \right.$$
$$\text{else if } A_{c.ef} = 3 \quad \left| \begin{array}{l} A_{c.eff} \leftarrow \text{if } s_0 \le 15 \cdot \phi_{lp} \quad A_{c.eff} \leftarrow \frac{h}{4} \cdot b \\ \text{else} \quad A_{c.eff} \leftarrow \frac{h}{4} \cdot 15 \cdot \phi_{lp} \end{array} \right.$$
$$= 1125 \ cm^2$$



$$s := \text{if } s_0 > 15 \cdot \phi_{lp} \quad s \leftarrow 15 \cdot \phi_{lp} \quad \text{else} \quad s \leftarrow s_0 \qquad = 10 \ cm$$

Area de las armaduras situadas dentro del área eficaz $A_{s.ef} := \text{if } s_0 > 15 \cdot \phi_{lp} \quad \frac{\pi \cdot \phi_{lp}^{\,2}}{4} \quad \text{else} \quad n_0 \cdot \frac{\pi \cdot \phi_{lp}^{\,2}}{4} \qquad = 49.087 \ cm^2$

Cálculo de la separación media de fisura

$$s_m := 2 \cdot c + 0.2 \cdot s + 0.4 \cdot k_1 \cdot \frac{\phi_{lp} \cdot A_{c.eff}}{A_{s.ef}} = 118.648 \ mm$$

Cálculo de tensiones (segons apartat 2.4 de l'Anejo 8 de la EHE-08)

Tensión en la fibra más comprimida del hormigón: $\sigma_c := M_{serv} \cdot \frac{x_{fis}}{I_{fis}} = 18.551 \ MPa$

Tensión en la armadura de tracción: $\sigma_s := n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(d - x_{fis})}{x_{fis}} = 288.068\ \textbf{MPa}$

Tensión en la armadura de compresión: $\sigma'_s := -n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(x_{fis} - d')}{x_{fis}} = -61.173\ \textbf{MPa}$

Tensión de la armadura en sección fisurada en instante que fisura el hormigón para $M_{fis} = 112.419\ \textbf{m} \cdot \textbf{kN}$

$$\sigma_{sr} := n \cdot \frac{M_{fis} \cdot (d - x_{fis})}{I_{fis}} = 67.065\ \textbf{MPa}$$

Cálculo del alargamiento medio de las armaduras

$$\varepsilon_{sm.o} := \frac{\sigma_s}{200\ \textbf{GPa}} \cdot \left(1 - k_2 \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s}\right)^2\right) = 0.00136227$$

$$\varepsilon_{sm} := \begin{array}{l} \text{if } \varepsilon_{sm.o} \geq 0.4 \cdot \frac{\sigma_s}{200\ \textbf{GPa}} \\ \quad \varepsilon_{sm} \leftarrow \varepsilon_{sm.o} \\ \text{else} \\ \quad \varepsilon_{sm} \leftarrow 0.4 \cdot \frac{\sigma_s}{200\ \textbf{GPa}} \end{array} = 0.00136227$$

Cálculo de la apertura característica de fisura

$$\omega_{k\_pil} := \begin{array}{l} \text{if } M_{serv} > M_{fis} \\ \quad \beta \cdot s_m \cdot \varepsilon_{sm} \\ \text{else} \\ \quad \text{“No fisura”} \end{array} \quad \omega_{k\_pil} = \left(2.748 \cdot 10^{-4}\right)\ \textbf{m} \quad w_{max} = 0.3\ \textbf{mm}$$

$Ratio_{fisuración\_bajo\_pilar} = 91.59\%$ <100% **OK**

$Cumplimento_{fisuración\_bajo\_pilar} =$ “OK. Cumple fisuración por tracción”

9. ANÀLISI DEL E.L.S. FISURACIÓ. SECCIÓ DE VANO

Parámetros del análisis:

Momento de servicio	$M_{serv} := \max\left(\left\|M_{int.der\_K}\right\|, \left\|M_{int.izq\_K}\right\|\right) = 271.622\ \textbf{m} \cdot \textbf{kN}$
Momento de fisuración	$M_{fis} = 112.419\ \textbf{m} \cdot \textbf{kN}$
Ancho característico de fisura máxima	$w_{max} = 0.3\ \textbf{mm}$
Diámetro de las barras de armado de tracción	$\phi_{lp} := \phi_l = 25\ \textbf{mm}$
Número de barras de armado de tracción	$n_0 := n_{trac} = 10$ en $b = 1\ \textbf{m}$

Separación entre barras longitudinales $s_0 := s_{trac} = 100\ mm$

Recubrimiento armadura traccionada hasta tocar barra $c := r_s = 35\ mm$

Coeficiente K1 (poner 0.125 para flexión simple o 0.25 para tracción simple) $k_1 := 0.125$

Coeficiente k2 (poner 1 si carga instantanea o poner 0.5 si carga duradera) $k_2 := 1$

Coeficiente β (poner 1.7 si es fisuración por cargas o 1.3 si es por deformaciones) $\beta := 1.7$

$$Fisuración\_vano := \begin{cases} \text{“ATENCIÓN!, LA SECCIÓN FISURARÀ.”} & \text{if } M_{fis} \le M_{serv} \\ \text{“OK. NO fisurará”} & \text{else} \end{cases} = \text{“ATENCIÓN!, LA SECCIÓN FISURARÀ.”}$$

Cálculo de la inercia fisurada

[Anejo 8. Art 2.2 EHE-08]

Recubrimiento mecánico armadura superior: $r := r_s + \phi_r + 0.5\ \phi_l = 63.5\ mm$

Recubrimiento mecánico armadura inferior: $r' := r_i + \phi_r + 0.5\ \phi'_l = 63.5\ mm$

Canto útil para armado traccionado: $d := h - r = 38.65\ cm$

Canto útil para armado comprimido: $d' := r' = 6.35\ cm$

Armadura de tracción : $A_{s\_} := n_{trac} \cdot \pi \cdot \frac{\phi_l^{\,2}}{4} = 49.087\ cm^2 \quad \rho := \frac{A_{s\_}}{b \cdot d} = 0.0127$

Armadura de compresión : $A_{s'\_} := n_{comp} \cdot \pi \cdot \frac{\phi'^{\,2}_l}{4} = 49.087\ cm^2 \quad \rho' := \frac{A_{s'\_}}{b \cdot d} = 0.0127$

Coeficiente de equivalencia entre módulos elásticos

$$n := \frac{200\ GPa}{E_{cm}} = 6.999$$

Profundidad de la fibra neutra fisurada:

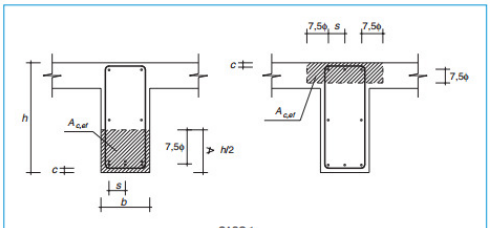
$$x_{fis} := d \cdot n \cdot \rho \cdot \left(1 + \frac{\rho'}{\rho}\right) \cdot \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot \left(1 + \frac{\rho'}{\rho} \cdot \frac{d'}{d}\right)}{n \cdot \rho \cdot \left(1 + \frac{\rho'}{\rho}\right)^2}}\right) = 120.077\ mm$$

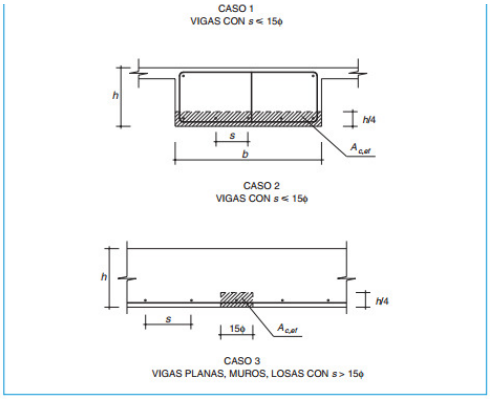
Inercia fisurada:

$$I_{fis} := n \cdot A_{s\_} \cdot (d - x_{fis}) \cdot \left(d - \frac{x_{fis}}{3}\right) + n \cdot A_{s'\_} \cdot (x_{fis} - d') \cdot \left(\frac{x_{fis}}{3} - d'\right) = 312561.739\ cm^4$$

Cálculo del área de hormigón en zona del recubrimiento

Si es viga alma estrecha para negativos: Acef = "1"
Si es viga alma estrecha para positivos: Acef = "2" $A_{c.ef} := 3$
Si es viga alma ancha, losa o muro: Acef = "3"





$$A_{c.eff} := \text{if } A_{c.ef} = 1 \quad A_{c.eff} \leftarrow 7.5 \cdot \phi_{lp} \cdot (b + 2 \cdot 7.5 \cdot \phi_{lp})$$
$$\text{else if } A_{c.ef} = 2 \quad \text{if } 7.5 \cdot \phi_{lp} \le \frac{h}{2} \quad A_{c.eff} \leftarrow 7.5 \cdot \phi_{lp} \cdot b \quad \text{else} \quad A_{c.eff} \leftarrow \frac{h}{2} \cdot b$$
$$\text{else if } A_{c.ef} = 3 \quad \text{if } s_0 \le 15 \cdot \phi_{lp} \quad A_{c.eff} \leftarrow \frac{h}{4} \cdot b \quad \text{else} \quad A_{c.eff} \leftarrow \frac{h}{4} \cdot 15 \cdot \phi_{lp}$$
$$= 1125 \ cm^2$$

$$s := \text{if } s_0 > 15 \cdot \phi_{lp} \quad s \leftarrow 15 \cdot \phi_{lp} \quad \text{else} \quad s \leftarrow s_0 \qquad = 10 \ cm$$

Area de las armaduras situadas dentro del área eficaz $A_{s.ef} := \text{if } s_0 > 15 \cdot \phi_{lp} \quad \frac{\pi \cdot \phi_{lp}^{\ 2}}{4} \quad \text{else} \quad n_0 \cdot \frac{\pi \cdot \phi_{lp}^{\ 2}}{4} = 49.087 \ cm^2$

Cálculo de la separación media de fisura

$$s_m := 2 \cdot c + 0.2 \cdot s + 0.4 \cdot k_1 \cdot \frac{\phi_{lp} \cdot A_{c.eff}}{A_{s.ef}} = 118.648 \ mm$$

Cálculo de tensiones (segons apartat 2.4 de l'Anejo 8 de la EHE-08)

Tensión en la fibra más comprimida del hormigón: $\sigma_c := M_{serv} \cdot \frac{x_{fis}}{I_{fis}} = 10.435\ \textbf{MPa}$

Tensión en la armadura de tracción: $\sigma_s := n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(d - x_{fis})}{x_{fis}} = 162.038\ \textbf{MPa}$

Tensión en la armadura de compresión: $\sigma'_s := -n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(x_{fis} - d')}{x_{fis}} = -34.41\ \textbf{MPa}$

Tensión de la armadura en sección fisurada en instante que fisura el hormigón para $M_{fis} = 112.419\ \textbf{m} \cdot \textbf{kN}$

$$\sigma_{sr} := n \cdot \frac{M_{fis} \cdot (d - x_{fis})}{I_{fis}} = 67.065\ \textbf{MPa}$$

Cálculo del alargamiento medio de las armaduras

$$\varepsilon_{sm.o} := \frac{\sigma_s}{200\ \textbf{GPa}} \cdot \left(1 - k_2 \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s}\right)^2\right) = 0.00067141$$

$$\varepsilon_{sm} := \text{if } \varepsilon_{sm.o} \geq 0.4 \cdot \frac{\sigma_s}{200\ \textbf{GPa}} \quad \varepsilon_{sm} \leftarrow \varepsilon_{sm.o} \quad \text{else} \quad \varepsilon_{sm} \leftarrow 0.4 \cdot \frac{\sigma_s}{200\ \textbf{GPa}} = 0.00067141$$

Cálculo de la apertura característica de fisura

$$\omega_{k\_va} := \text{if } M_{fis} > M_{serv} \text{ “No fisura” else } \beta \cdot s_m \cdot \varepsilon_{sm}$$

$\omega_{k\_va} = 0.135\ \textbf{mm}$ $w_{max} = 0.3\ \textbf{mm}$

$Ratio_{fisuración\_vano} = 45.14\%$ <100% **OK**

$Cumplimiento_{fisuración\_vano} =$ “OK. Cumple fisuración por tracción”

10. ANÁLISIS E.L.U. CORTANTE. VANO IZQUIERDO

Canto útil considerado: $d := h - (r_s + \phi_r + 0.5\ \phi_l) = 38.65\ \textbf{cm}$

Esfuerzos de cálculo:

$V_{ed\_max} := |V_{ED}(L_p - 1\ \mu\textbf{m})| = 721.547\ \textbf{kN}$

$V_{ed\_D} := \max(|V_{ED}(d)|, |V_{ED}(L_p - d)|) = 623.48\ \textbf{kN}$

Análisis del agotamiento del hormigón por compresión oblicua Vu1 [Art 44.2.3.1 EHE-08]

Se considera una estructura sin influencia del esfuerzo axil. A tales efectos $K := 1.00$
Se considera un ángulo de bielas comprimidas $\theta := 45\ °$
Se considera un ángulo respecto la directriz de la pieza con el armado de cortante $\alpha := 60\ °$

$$f_{1cd} := \begin{cases} 0.6 \cdot f_{cd} & \text{if } f_{ck} \le 60\ \textbf{MPa} \\ \zeta \leftarrow \left(0.9 - \frac{f_{ck}}{200\ \textbf{MPa}}\right) \cdot f_{cd} & \text{if } \zeta \le 0.5 \cdot f_{cd} \\ 0.5 \cdot f_{cd} & \text{else} \\ \zeta & \text{else} \end{cases} = 10.2\ \textbf{MPa}$$

$$f_{cv} := \begin{cases} 15\ \textbf{MPa} & \text{if } contr = \text{“SI”} \\ f_{ck} & \text{if } f_{ck} \le 60\ \textbf{MPa} \\ 60\ \textbf{MPa} & \text{else} \end{cases} = 30\ \textbf{MPa}$$

$$V_{u1} := K \cdot f_{1cd} \cdot b \cdot d \cdot \left(\frac{\cot(\theta) + \cot(\alpha)}{1 + \cot(\theta)^2}\right) = 3109.194\ \textbf{kN} \qquad V_{ed\_max} = 721.547\ \textbf{kN}$$

$$Verifica_{compresión\_obliqua} = \text{“OK”}$$

Análisis del agotamiento del hormigón por tracción del alma en secciones sin armadura de cortante

La capacidad del hormigón por tracción en piezas sin armadura de cortante se calcula como sigue:

$$\xi := \begin{cases} 1 + \sqrt{\frac{200\ \textbf{mm}}{d}} & \text{if } 1 + \sqrt{\frac{200\ \textbf{mm}}{d}} \le 2 \\ 2 & \text{else} \end{cases} = 1.719$$

$$\rho_l := \begin{cases} \frac{n_{trac} \cdot \frac{\pi \cdot \phi_l^2}{4}}{b \cdot d} & \text{if } \frac{n_{trac} \cdot \frac{\pi \cdot \phi_l^2}{4}}{b \cdot d} \le 0.02 \\ 0.02 & \text{else} \end{cases} = 0.0127005$$

[Art 44.2.3.2.1.2 EHE-08]

$$V_{cu} := \left(\frac{0.18}{\gamma_c} \cdot \xi \cdot \left(100 \cdot \rho_l \cdot f_{cv} \cdot \textbf{MPa}^{-1}\right)^{\frac{1}{3}}\right) \cdot b \cdot d \cdot \textbf{MPa} = 268.334\ \textbf{kN}$$

$$V_{cu.min} := \left(\frac{0.075}{\gamma_c} \cdot \xi^{\frac{3}{2}} \cdot \left(f_{cv} \cdot \textbf{MPa}^{-1}\right)^{\frac{1}{2}}\right) \cdot b \cdot d \cdot \textbf{MPa} = 238.631\ \textbf{kN}$$

Capacidad del hormigón por tracción en piezas sin armadura de cortante

$$V_{cu} := \begin{cases} V_{cu.min} & \text{if } V_{cu} \le V_{cu.min} \\ \text{else} \end{cases} = 268.334\ \textbf{kN} \qquad V_{ed\_D} = 623.48\ \textbf{kN}$$

else
$\|\ V_{cu}$

$Armadura\_cortante_{vano\_izquierdo}$ = "ATENCIÓN. Se necesita armadura de cortante"

Se plantea un refuerzo de cortante $\phi_V = 12\ mm$ con un número de ramas

$$ram := \frac{b}{2 \cdot s_{trac}} = 5$$

Se considera un ángulo respecto la directriz de la pieza con el armado de cortante $\alpha = 60\ °$

Dimensionamiento del armado mínimo [Art. 44.2.3.4.1 EHE-08]

$$A_\alpha := \frac{f_{ctm} \cdot b \cdot \sin(\alpha)}{7.5\ f_{yd.c}} = 8.361\ \frac{cm^2}{m} \qquad s_{min} := \frac{ram \cdot \pi \cdot \phi_V^{\,2}}{4 \cdot A_\alpha} = 67.631\ cm$$

$st_{min.0} :=$ if $V_{ed\_max} \le \frac{V_{u1}}{5}$ $\|\ st_{min.0} \leftarrow 0.75 \cdot d \cdot (1 + \cot(\alpha))$ else if $V_{ed\_max} \le \frac{2 \cdot V_{u1}}{3}$ $\|\ st_{min.0} \leftarrow 0.6 \cdot d \cdot (1 + \cot(\alpha))$ else $\|\ st_{min.0} \leftarrow 0.3 \cdot d \cdot (1 + \cot(\alpha))$ $= 36.579\ cm$

$st_{min.1} := 0.6 \cdot d \cdot (1 + \cot(\alpha)) = 36.579\ cm$

Separación mínima del armado de cortante

$$st_{min} := min\left(\text{Floor}\left(st_{min.0}, 5\ cm\right), \text{Floor}\left(st_{min.1}, 5\ cm\right)\right) = 35\ cm$$

Dimensionamiento del armado de refuerzo [Art 44.2.3.2.2.2 EHE-08]

$$V_{cu} := \left(\frac{0.15}{\gamma_c} \cdot \xi \cdot \left(100 \cdot \rho_l \cdot f_{cv} \cdot MPa^{-1}\right)^{\frac{1}{3}}\right) \cdot b \cdot d \cdot MPa = 223.612\ kN$$

$$V_{cu.min} := \left(\frac{0.075}{\gamma_c} \cdot \xi^{\frac{3}{2}} \cdot \left(f_{cv} \cdot MPa^{-1}\right)^{\frac{1}{2}}\right) \cdot b \cdot d \cdot MPa = 238.631\ kN$$

Capacidad del hormigón por tracción en piezas sin armadura de cortante

$V_{cu} :=$ if $V_{cu} \le V_{cu.min}$ $\|\ V_{cu.min}$ else $\|\ V_{cu}$ $= 238.631\ kN$

$V_{ed\_D} = 623.48\ kN$

$$V_{su}(s) := \frac{\left\| \begin{array}{l} V_{cu} \\ 0.9 \cdot d \cdot \dfrac{b}{2 \cdot s_{trac}} \cdot \pi \cdot \dfrac{\phi_V^{\,2}}{4} \end{array} \right|}{s} f_{yd.c} \cdot \sin(\alpha) \cdot (\cot(\alpha) + 1)$$

El cortante que absorve la separación mínima es: $V_{su}(st_{min}) = 307.09\ kN$

El cortante a absorver por la separación s1 será:

$V_{s1} := V_{ed\_D} - V_{cu} = 384.849\ kN$

$s_1 := 10\ cm$

$V_{su}(s_1) = V_{s1}$

$s_1 := \text{find}(s_1) = 27.928\ cm$

$s_1 := \text{Floor}(s_1, 5\ cm) = 25\ cm$

$$s_1 := \begin{array}{l} \text{if } s_1 \le st_{min} \\ \quad \| \ s_1 \\ \text{else} \\ \quad \| \ st_{min} \end{array} = 0.25\ m$$

$V_{su}(s_1) = 429.925\ kN$

El armado de cortante serán cercos $\phi_V = 12\ mm$ cada $s_1 = 25\ cm$ en $ram = 5$ ramas hasta los puntos de la viga sutados a las siguentes posiciones:

Solver Constraints Values

$x_{1.i} := 0 \cdot m$

$|V_{ED}(x_{1.i})| = V_{cu}$

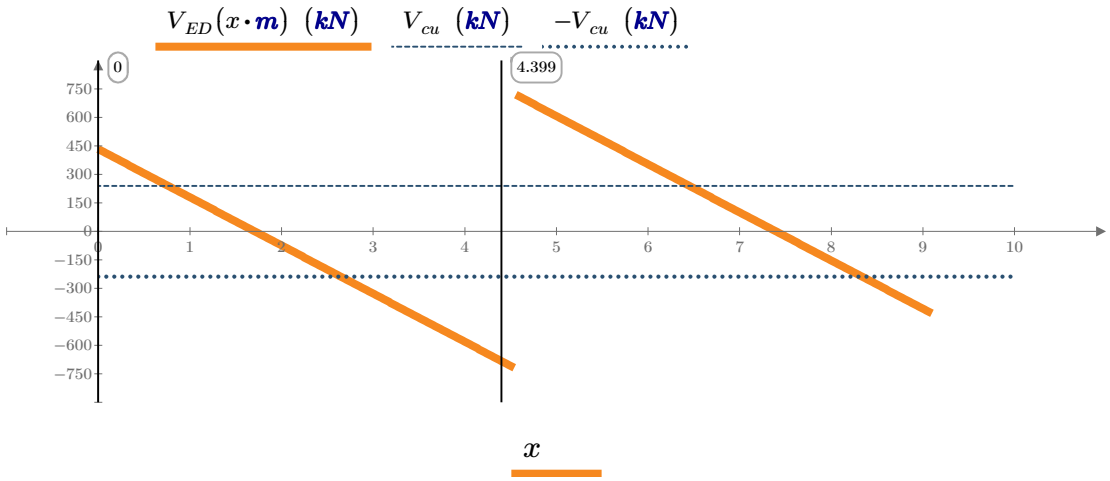
$x_{1.i} := \text{find}(x_{1.i}) = 0.766\ m$

Solver Constraints Values

$x_{1.d} := L_p - 1\ m$

$|V_{ED}(x_{1.d})| = V_{cu}$

$x_{1.d} := \text{find}(x_{1.d}) = 2.647\ m$



11. ANÁLISIS E.L.U. CORTANTE. VANO DERECHO

Canto útil considerado: $d := h - \left(r_s + \phi_r + 0.5\ \phi_l\right) = 38.65\ \textbf{\textit{cm}}$

Esfuerzos de cálculo:

$V_{ed\_max} := \left|V_{ED}\left(L_p + 1\ \textbf{\textit{µm}}\right)\right| = 721.547\ \textbf{\textit{kN}}$

$V_{ed\_D} := \max\left(\left|V_{ED}\left(L_p + d\right)\right|, \left|V_{ED}\left(L - d\right)\right|\right) = 623.48\ \textbf{\textit{kN}}$

[Art 44.2.3.1 EHE-08]

Análisis del agotamiento del hormigón por compresión oblicua Vu1

Se considera una estructura sin influencia del esfuerzo axil. A tales efectos $K := 1.00$
Se considera un ángulo de bielas comprimidas $\theta := 45\ °$
Se considera un ángulo respecto la directriz de la pieza con el armado de cortante $\alpha = 60\ °$

$$f_{1cd} := \text{if } f_{ck} \le 60\ \textbf{\textit{MPa}}\ \ 0.6 \cdot f_{cd}\ \text{else}\ \ \zeta \leftarrow \left(0.9 - \frac{f_{ck}}{200\ \textbf{\textit{MPa}}}\right) \cdot f_{cd};\ \text{if } \zeta \le 0.5 \cdot f_{cd}\ \ 0.5 \cdot f_{cd}\ \text{else}\ \ \zeta = 10.2\ \textbf{\textit{MPa}}$$

$$f_{cv} := \text{if } contr = \text{“SI”}\ \ 15\ \textbf{\textit{MPa}}\ \text{else}\ \ \text{if } f_{ck} \le 60\ \textbf{\textit{MPa}}\ \ f_{ck}\ \text{else}\ \ 60\ \textbf{\textit{MPa}} = 30\ \textbf{\textit{MPa}}$$

$$V_{u1} := K \cdot f_{1cd} \cdot b \cdot d \cdot \left(\frac{\cot(\theta) + \cot(\alpha)}{1 + \cot(\theta)^2}\right) = 3109.194\ \textbf{\textit{kN}} \qquad V_{ed\_max} = 721.547\ \textbf{\textit{kN}}$$

$$Verifica_{compresión\_obliqua} = \text{“OK”}$$

Análisis del agotamiento del hormigón por tracción del alma en secciones sin armadura de cortante

La capacidad del hormigón por tracción en piezas sin armadura de cortante se calcula como sigue:

$$\xi := \text{if } 1+\sqrt{\frac{200\ mm}{d}} \le 2 \left| = 1.719 \right. \qquad \rho_l := \text{if } \frac{n_{trac}\cdot\frac{\pi\cdot\phi_l^{\,2}}{4}}{b\cdot d} \le 0.02 \left| = 0.0127005 \right.$$

$$\left\| 1+\sqrt{\frac{200\ mm}{d}} \right. \qquad \left\| \frac{n_{trac}\cdot\frac{\pi\cdot\phi_l^{\,2}}{4}}{b\cdot d} \right.$$

[Art 44.2.3.2.1.2 EHE-08]

$$V_{cu} := \left\| \left(\frac{0.18}{2\ \gamma_c}\cdot\xi\cdot\left(100\cdot\rho_l\cdot f_{cv}\cdot MPa^{-1}\right)^{\frac{1}{3}}\right)\cdot b\cdot d\cdot MPa = 268.334\ kN \right.$$

else

$$\left\| 0.02 \right.$$

$$V_{cu.min} := \left(\frac{0.075}{\gamma_c}\cdot\xi^{\frac{3}{2}}\cdot\left(f_{cv}\cdot MPa^{-1}\right)^{\frac{1}{2}}\right)\cdot b\cdot d\cdot MPa = 238.631\ kN$$

Capacidad del hormigón por tracción en piezas sin armadura de cortante

$$V_{cu} := \text{if } V_{cu} \le V_{cu.min} \left| = 268.334\ kN \right. \qquad V_{ed\_D} = 623.48\ kN$$

$$\left\| V_{cu.min} \right.$$

else

$$\left\| V_{cu} \right.$$

$Armadura\_cortante_{vano\_derecho}$ = "ATENCIÓN. Se necesita armadura de cortante"

Se plantea un refuerzo de cortante $\phi_V = 12\ mm$ con un número de ramas

$$ram := \frac{b}{2\cdot s_{trac}} = 5$$

Se considera un ángulo respecto la directriz de la pieza con el armado de cortante $\alpha = 60\ °$

Dimensionamiento del armado mínimo [Art. 44.2.3.4.1 EHE-08]

$$A_\alpha := \frac{f_{ctm}\cdot b\cdot\sin(\alpha)}{7.5\ f_{yd.c}} = 8.361\ \frac{cm^2}{m} \qquad s_{min} := \frac{ram\cdot\pi\cdot\phi_V^{\,2}}{4\cdot A_\alpha} = 67.631\ cm$$

$$st_{min.0} := \text{if } V_{ed\_max} \le \frac{V_{u1}}{5} \left| = 36.579\ cm \right. \qquad st_{min.1} := 0.6\cdot d\cdot(1+\cot(\alpha)) = 36.579\ cm$$

$$\left\| st_{min.0} \leftarrow 0.75\cdot d\cdot(1+\cot(\alpha)) \right.$$

else if $V_{ed\_max} \le \frac{2\cdot V_{u1}}{3}$

$$\left\| st_{min.0} \leftarrow 0.6\cdot d\cdot(1+\cot(\alpha)) \right.$$

else

$$\left\| st_{min.0} \leftarrow 0.3\cdot d\cdot(1+\cot(\alpha)) \right.$$

Separación mínima del armado de cortante

$$st_{min} := min\left(\text{Floor}\left(st_{min.0}, 5\ cm\right), \text{Floor}\left(st_{min.1}, 5\ cm\right)\right) = 35\ cm$$

Dimensionamiento del armado de refuerzo

[Art 44.2.3.2.2.2 EHE-08]

$$V_{cu} := \left(\frac{0.15}{\gamma_c} \cdot \xi \cdot \left(100 \cdot \rho_l \cdot f_{cv} \cdot MPa^{-1} \right)^{\frac{1}{3}} \right) \cdot b \cdot d \cdot MPa = 223.612\ kN$$

$$V_{cu.min} := \left(\frac{0.075}{\gamma_c} \cdot \xi^{\frac{3}{2}} \cdot \left(f_{cv} \cdot MPa^{-1} \right)^{\frac{1}{2}} \right) \cdot b \cdot d \cdot MPa = 238.631\ kN$$

Capacidad del hormigón por tracción en piezas sin armadura de cortante

$$V_{cu} := \text{if } V_{cu} \le V_{cu.min} \ \| \ V_{cu.min} \ \text{else} \ \| \ V_{cu} \quad = 238.631\ kN$$

$$V_{ed\_D} = 623.48\ kN$$

$$V_{su}(s) := \frac{0.9 \cdot d \cdot \frac{b}{2 \cdot s_{trac}} \cdot \pi \cdot \frac{\phi_V^{\,2}}{4}}{s} \cdot f_{yd.c} \cdot \sin(\alpha) \cdot (\cot(\alpha) + 1)$$

El cortante que absorve la separación mínima es: $V_{su}(st_{min}) = 307.09\ kN$

El cortante a absorver por la separación s1 será:

$$V_{s1} := V_{ed\_D} - V_{cu} = 384.849\ kN$$

$$s_1 := 10\ cm$$

$$V_{su}(s_1) = V_{s1}$$

$$s_1 := \text{find}(s_1) = 27.928\ cm$$

$$s_1 := \text{Floor}(s_1, 5\ cm) = 25\ cm$$

$$s_1 := \text{if } s_1 \le st_{min} \ \| \ s_1 \ \text{else} \ \| \ st_{min} \quad = 0.25\ m$$

$$V_{su}(s_1) = 429.925\ kN$$

El armado de cortante serán cercos $\phi_V = 12\ mm$ cada $s_1 = 25\ cm$ en $ram = 5$ ramas hasta los puntos de la viga sutados a las siguentes posiciones:

$$x_{2.i} := L_p + 1\ cm$$

$$|V_{ED}(x_{2.i})| = V_{cu}$$

$$x_{2.i} := \text{find}(x_{2.i}) = 6.453\ m$$

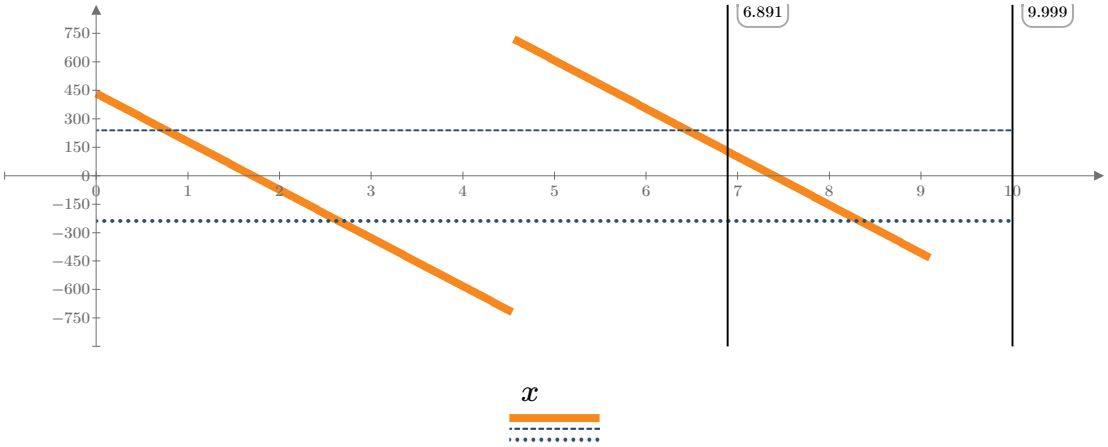
Solve Constraints Values

$$x_{2.d} := L - 1\ cm$$

$$|V_{ED}(x_{2.d})| = V_{cu}$$

$$x_{2.d} := \text{find}(x_{2.d}) = 8.334\ m$$

$V_{ED}(x \cdot m)\ (kN)$ $V_{cu}\ (kN)$ $-V_{cu}\ (kN)$



12. ANÁLISIS ARMADURA DE REPARTO

Armadura mínima mecánica horizontal según"Muros de contención y muros de sótano J. Calavera"

$$A_{s.min.rep} := \max\left(A_s\left(\left|M_{int.izq\_ED\_red}\right| \cdot 20\%\right), A_s\left(\left|M_{int.der\_ED\_red}\right| \cdot 20\%\right), A_s\left(\left|M_{pilar\_ED\_red}\right| \cdot 20\%\right)\right) = 6.795\ \boldsymbol{cm}^2$$

Armadura mínima geométrica según EHE-08

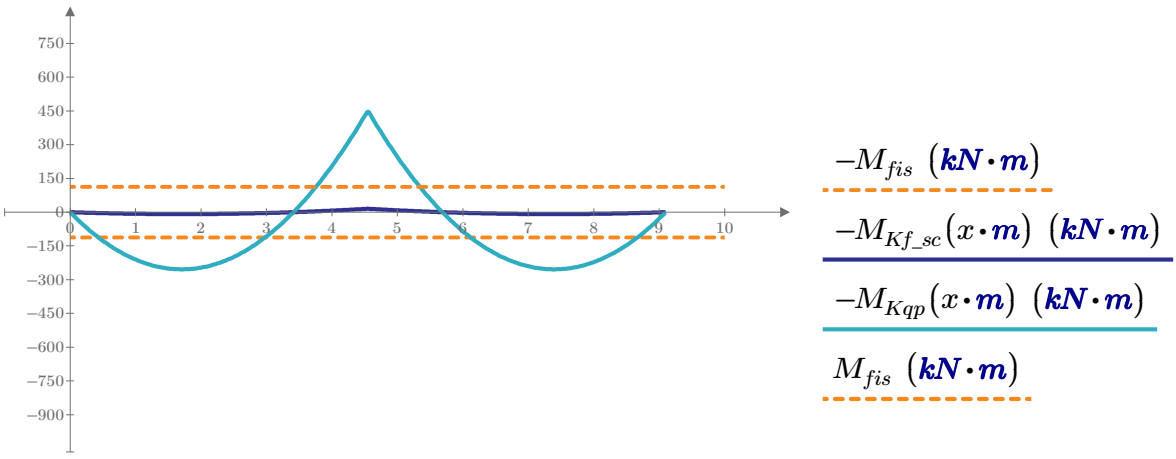
$$A_{s.min.rep.geom} := 50\% \cdot \frac{1.8}{1000} \cdot b \cdot h = 4.05\ \boldsymbol{cm}^2$$

Ratios de cumplimiento del armado de reparto dispuesto

$$Rat_{E.L.U\_rep} := \frac{4 \cdot \max\left(A_{s.min.rep}, A_{s.min.rep.geom}\right) \cdot s_r}{b \cdot \pi \cdot \phi_r{}^2} = 67.59\% \quad < \text{OK}$$

13. ANÁLISIS E.L.S. DEFORMACIONES

Momento de fisuración: $M_{fis} = 112.419\ \boldsymbol{m \cdot kN}$



Análisis de inercias

Inercia bruta: $I_{bruta} := \frac{b \cdot h^3}{12} = (759.375 \cdot 10^3)\ cm^4$

Inercia fisurada: $I_{fis} = (312.562 \cdot 10^3)\ cm^4$

Inercia equivalente: $I_{equivalente}(x) := \left(\frac{M_{fis}}{|M_{Kqp}(x)|}\right)^3 \cdot I_{bruta} + \left(1 - \left(\frac{M_{fis}}{|M_{Kqp}(x)|}\right)^3\right) \cdot I_{fis}$

$$I_{equivalente}(x) := \text{if } (I_{equivalente}(x) \le I_{bruta}) \wedge (|M_{Kqp}(x)| > M_{fis}) \\ \quad \| I_{equivalente}(x) \\ \text{else} \\ \quad \| I_{bruta}$$

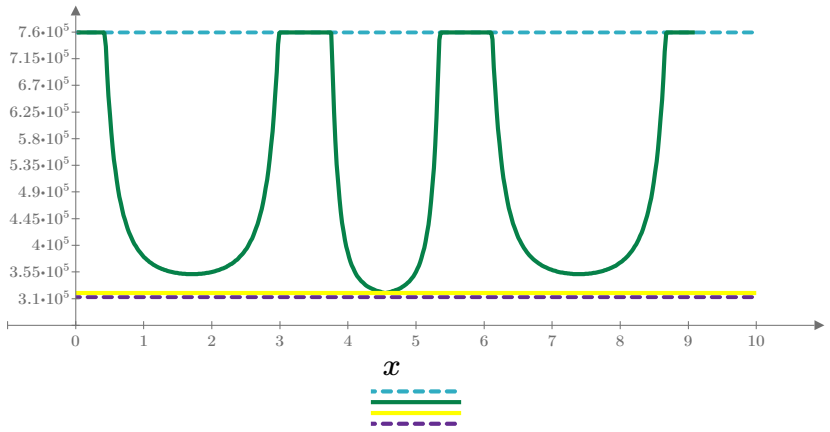
Inercia equivalente sección de apoyo vano: $I_{er} := I_{equivalente}(L_p) = (3.195 \cdot 10^5)\ cm^4$

Inercia equivalente sección centro vano izquierdo: $I_{ee} := I_{equivalente}(0.5 \cdot L_p) = (3.678 \cdot 10^5)\ cm^4$

Inercia equivalente sección centro vano derecho: $I_{ed} := I_{equivalente}(0.5 \cdot (L_p + L)) = (3.678 \cdot 10^5)\ cm^4$

Inercia equivalente de cálculo para el vano derecho: $I_{eq\_izq} := 0.75 \cdot I_{ee} + 0.25 \cdot I_{er} = (3.557 \cdot 10^5)\ cm^4$

Inercia equivalente finalmente empleada: $I_{eq\_adoptada} := I_{er} = (3.195 \cdot 10^5)\ cm^4$



Módulo elástico utilizado en el cálculo de deformaciones

$E_c := 8500 \cdot \sqrt[3]{f_{ck} \cdot MPa^{-1}} + 8 \cdot MPa = 28.577\ GPa$

Cálculo de las flechas elásticas instantáneas utilizando tehoremas de Mohr. Combinación frecuente de la sobrecarga

$$f_{inst\_I.bruta\_scf}(x) := \left(\frac{-x}{L} \cdot \int_0^L \frac{M_{Kf\_sc}(t) \cdot (L-t)}{I_{bruta}}\,dt + \int_0^x \frac{M_{Kf\_sc}(t) \cdot (x-t)}{I_{bruta}}\,dt\right) \cdot \frac{1}{E_c}$$

$$f_{inst\_I.eq\_scf}(x) := \left(\frac{-x}{L} \cdot \int_0^L \frac{M_{Kf\_sc}(t) \cdot (L-t)}{I_{eq\_adoptada}}\,dt + \int_0^x \frac{M_{Kf\_sc}(t) \cdot (x-t)}{I_{eq\_adoptada}}\,dt\right) \cdot \frac{1}{E_c}$$

Cálculo de las flechas elásticas instantáneas utilizando tehoremas de Mohr. Combinación quasi permanente de acciones

$$f_{inst\_I.bruta\_qp}(x) := \left(\frac{-x}{L} \cdot \int_0^L \frac{M_{Kqp}(t) \cdot (L-t)}{I_{bruta}} \, dt + \int_0^x \frac{M_{Kqp}(t) \cdot (x-t)}{I_{bruta}} \, dt \right) \cdot \frac{1}{E_c}$$

$$f_{inst\_I.eq\_qp}(x) := \left(\frac{-x}{L} \cdot \int_0^L \frac{M_{Kqp}(t) \cdot (L-t)}{I_{eq\_adoptada}} \, dt + \int_0^x \frac{M_{Kqp}(t) \cdot (x-t)}{I_{eq\_adoptada}} \, dt \right) \cdot \frac{1}{E_c}$$

Cálculo de flecha diferida

Cuantia geométrica de la armadura de compresión $\rho' := \frac{\pi \cdot (\phi'_l)^2}{2 \, s_{comp} \cdot 4 \cdot d} = 0.00635$

$$f_{diferida}(x) := f_{inst\_I.eq\_qp}(x) \cdot \frac{2}{1 + 50 \cdot \rho'}$$

Cálculo de la flecha total a largo plazo

$$f_{total\_largo\_plazo}(x) := f_{inst\_I.eq\_qp}(x) \cdot \left(1 + \frac{2}{1 + 50 \cdot \rho'} \right)$$

Funciones descenso de apoyo:

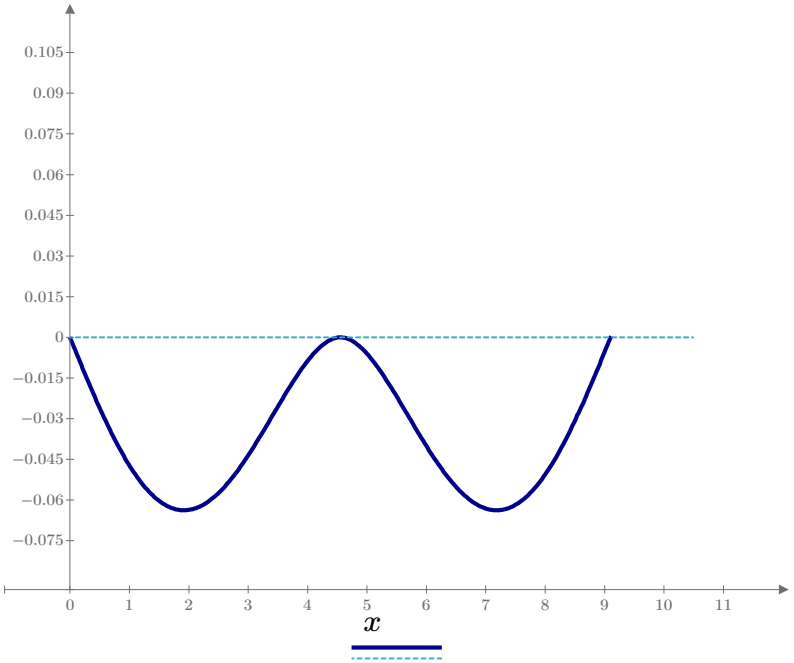
$$f_{\Delta}(x) := \begin{cases} \dfrac{-x \cdot \Delta}{L_p} & \text{if } x \le L_p \\ -\Delta + \dfrac{(x - L_p) \cdot \Delta}{L - L_p} & \text{else} \end{cases}$$

$$f_{\Delta\_eq\_qp}(x) := \begin{cases} \dfrac{x \cdot f_{inst\_I.eq\_qp}(L_p)}{L_p} & \text{if } x \le L_p \\ f_{inst\_I.eq\_qp}(L_p) - \dfrac{(x - L_p) \cdot f_{inst\_I.eq\_qp}(L_p)}{L - L_p} & \text{else} \end{cases}$$

$$f_{\Delta\_eq\_scf}(x) := \begin{cases} \dfrac{x \cdot f_{inst\_I.eq\_scf}(L_p)}{L_p} & \text{if } x \le L_p \\ f_{inst\_I.eq\_scf}(L_p) - \dfrac{(x - L_p) \cdot f_{inst\_I.eq\_scf}(L_p)}{L - L_p} & \text{else} \end{cases}$$

$$f_{\Delta\_total}(x) := \begin{cases} \dfrac{x \cdot f_{total\_largo\_plazo}(L_p)}{L_p} & \text{if } x \le L_p \\ f_{total\_largo\_plazo}(L_p) - \dfrac{(x - L_p) \cdot f_{total\_largo\_plazo}(L_p)}{L - L_p} & \text{else} \end{cases}$$

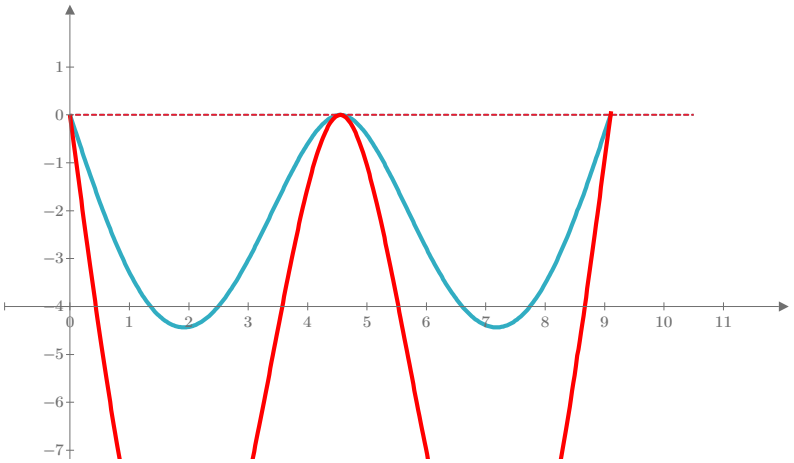
Deformada absoluta del forjado. SOBRECARGA DE USO EN COMBINACIÓN FRECUENTE



$f_{inst\_I.bruta\_scf}(x \cdot m)\ \ (mm)$

$f_{\Delta\_eq\_scf}(x \cdot m)\ \ (mm)$

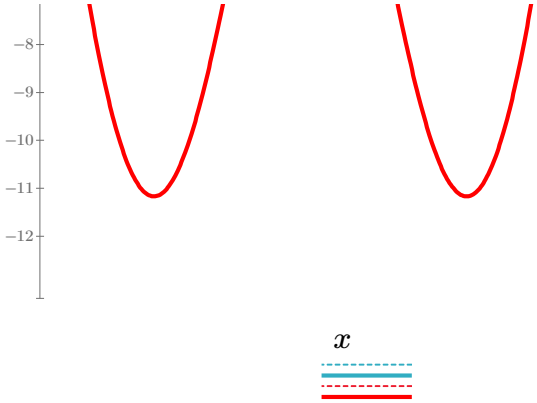
Deformada absoluta del forjado. COMBINACIÓN QUASI PERMANENTE DE ACCIONES



$f_{\Delta\_eq\_qp}(x \cdot m)\ \ (mm)$

$f_{inst\_I.eq\_qp}(x \cdot m)\ \ (mm)$

$f_{\Delta\ total}(x \cdot m)\ \ (mm)$



$f_{total\_largo\_plazo}(x \cdot m)\ \ (mm)$

Deformada relativa del forjado respecto el descenso de apoyo

$$f_{inst\_I.eq\_relativa\_scf}(x) := \left(-f_{inst\_I.eq\_scf}(x) + f_{\Delta\_eq\_scf}(x)\right) \cdot -1$$

$$f_{inst\_I.bruta\_relativa\_qp}(x) := \left(-f_{inst\_I.bruta\_qp}(x) + f_{\Delta}(x)\right) \cdot -1$$

$$f_{inst\_I.eq\_relativa\_qp}(x) := \left(-f_{inst\_I.eq\_qp}(x) + f_{\Delta\_eq\_qp}(x)\right) \cdot -1$$

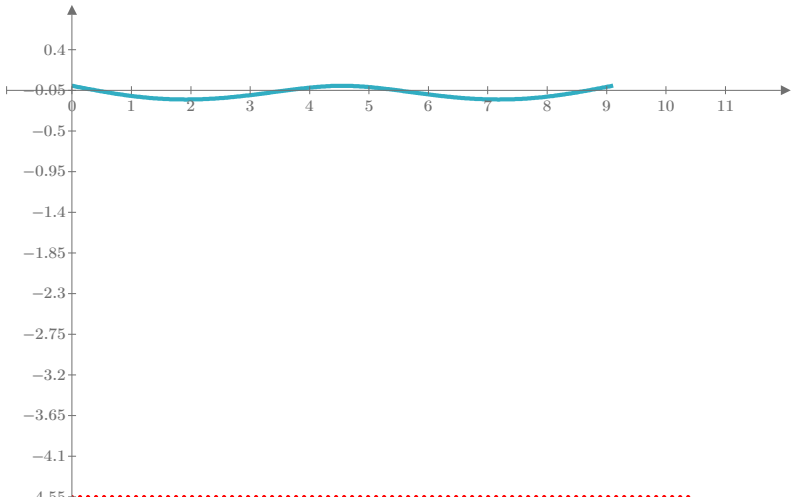
$$f_{total\_largo\_plazo\_relativa\_qp}(x) := \left(-f_{total\_largo\_plazo}(x) + f_{\Delta\_total}(x)\right) \cdot -1$$

Flechas máximas admisibles:

$$\delta_{adm\_largo\_plazo} := \frac{-\max\left(L_p, L - L_p\right)}{f_{tot}^{-1}} = -18.2\ mm \qquad \delta_{adm\_scf} := \frac{-\max\left(L_p, L - L_p\right)}{f_{sc}^{-1}} = -4.55\ mm$$

$$f_{tot}^{-1} = 250 \qquad f_{sc}^{-1} = 1000$$

Deformada relativa del forjado. SOBRECARGA DE USO EN COMBINACIÓN FRECUENTE

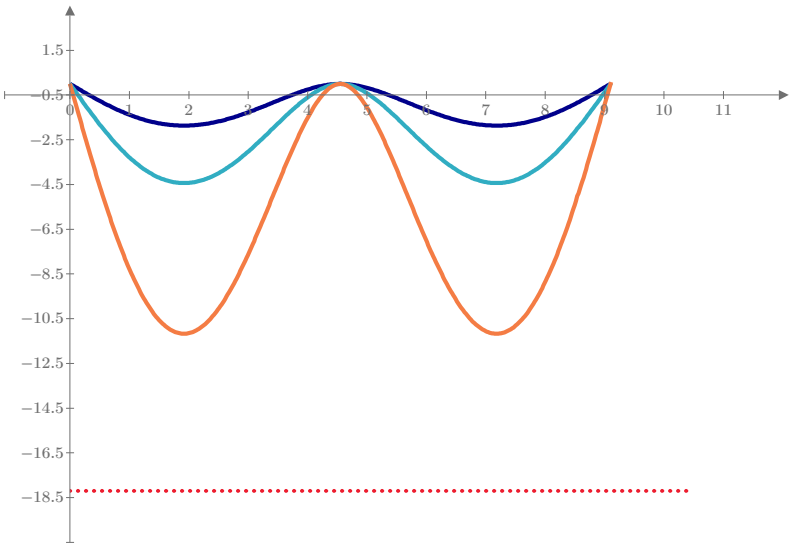


$f_{inst\_I.eq\_relativa\_scf}(x \cdot m)\ \ (mm)$

$\delta_{adm\_scf}\ \ (mm)$

x

Deformada relativa del forjado. COMBINACIÓN QUASI PERMANENTE DE ACCIONES



$f_{inst\_I.bruta\_relativa\_qp}(x \cdot \boldsymbol{m})\ \ (\boldsymbol{mm})$

$f_{inst\_I.eq\_relativa\_qp}(x \cdot \boldsymbol{m})\ \ (\boldsymbol{mm})$

$f_{total\_largo\_plazo\_relativa\_qp}(x \cdot \boldsymbol{m})\ \ (\boldsymbol{mm})$

$\delta_{adm\_largo\_plazo}\ \ (\boldsymbol{mm})$

x

Cálculo de flechas en puntos máximos para combinación frecuente de la sobrecarga

$x_{max\_inst\_eq\_scf} := 6\ \boldsymbol{m}$

$x_{max\_inst\_eq\_scf} := \mathbf{minimize}\left(f_{inst\_I.eq\_relativa\_scf}, x_{max\_inst\_eq\_scf}\right) = 7.177\ \boldsymbol{m}$

$F_{max\_inst\_eq\_scf} := f_{inst\_I.eq\_relativa\_scf}\left(x_{max\_inst\_eq\_scf}\right) = -0.152\ \boldsymbol{mm}$

Cálculo de flechas en puntos máximos para combinación quasi permanente de acciones

$x_{max\_inst\_bruta} := 3\ \boldsymbol{m}$

$x_{max\_inst\_bruta} := \mathbf{minimize}\left(f_{inst\_I.bruta\_relativa\_qp}, x_{max\_inst\_bruta}\right) = 1.918\ \boldsymbol{m}$

$F_{max\_inst\_bruta} := f_{inst\_I.bruta\_relativa\_qp}\left(x_{max\_inst\_bruta}\right) = -1.866\ \boldsymbol{mm}$

$max\_inst\_bruta \quad f_{inst\_I.bruta\_relativa\_qp}(x_{max\_inst\_bruta})$

$x_{max\_inst\_eq} := 3\ m$

$x_{max\_inst\_eq} := \mathbf{minimize}\left(f_{inst\_I.eq\_relativa\_qp}, x_{max\_inst\_eq}\right) = 1.918\ m$

$F_{max\_inst\_eq} := f_{inst\_I.eq\_relativa\_qp}\left(x_{max\_inst\_eq}\right) = -4.436\ mm$

$x_{max\_max\_total} := 3\ m$

$x_{max\_max\_total} := \mathbf{minimize}\left(f_{total\_largo\_plazo\_relativa\_qp}, x_{max\_max\_total}\right) = 1.918\ m$

$F_{max\_total} := f_{total\_largo\_plazo\_relativa\_qp}\left(x_{max\_max\_total}\right) = -11.169\ mm$

$Ratio_{flecha\_total} := \frac{F_{max\_total}}{\delta_{adm\_largo\_plazo}} = 61.37\%$

$Relación_{flecha\_total} := \frac{-\max\left(L_p, L - L_p\right)}{F_{max\_total}} = 407.362$

$Ratio_{flecha\_sobrecarga\_frecuente} := \frac{F_{max\_inst\_eq\_scf}}{\delta_{adm\_scf}} = 3.332\%$

$Relación_{flecha\_scf} := \frac{-\max\left(L_p, L - L_p\right)}{F_{max\_inst\_eq\_scf}} = 30014.353$

$Coef_{amplif\_f.elastica.inst} := \frac{F_{max\_total}}{F_{max\_inst\_bruta}} = 5.985$

14. RESUMEN DE RESULTADOS

ELU FLEXIÓN:

Ratio E.L.U. armado traccionado sección bajo pilar: $Rat_{E.L.U\_trac\_pilar} = 0.774$

Ratio E.L.U. armado comprimido sección bajo pilar: $Rat_{E.L.U\_comp\_pilar} = 0.083$

Refuerzo a disponer de longitud $L_{ref\_inf} = 6.45\ m$ des de $x_{inf\_esq} = 2.866\ m$

Ratio E.L.U. armado traccionado sección vano: $Rat_{E.L.U\_trac} = 0.567$

Ratio E.L.U. armado comprimido sección vano: $Rat_{E.L.U\_comp} = 0.083$

Refuerzo vano derecho de longitud $L_{ref\_sup\_vano\_esq} = 6\ m$ des de $x_{sup\_izq\_a} = -0.71\ m$

Refuerzo vano izquierdo de longitud $L_{ref\_sup\_vano\_der} = 6\ m$ des de $x_{sup\_der\_a} = 3.848\ m$

Ratio E.L.U. armadura de reparto: $Rat_{E.L.U\_rep} = 0.676$

ELU CORTANTE

$Armadura\_cortante_{vano\_izquierdo}$ = "ATENCIÓN. Se necesita armadura de cortante"

$Armadura\_cortante_{vano\_derecho}$ = "ATENCIÓN. Se necesita armadura de cortante"

Refuerzo vano izquierdo hasta $x_{1.i} + 0.5 \cdot h = 0.991\ m$ y des de $x_{1.d} - 0.5 \cdot h = 2.422\ m$ hasta el pilar.

Refuerzo vano derecho desde pilar hasta hasta $x_{2.i} + 0.5 \cdot h = 6.678\ m$ y des de $x_{2.d} - 0.5 \cdot h = 8.109\ m$ hasta el final de la viga. Armado de cortante de barras $\phi_V = 12\ mm$ con $ram = 5$ ramas cada metro levantadas un ánguo $\alpha = 60\ °$ y separadas $s_1 = 25\ cm$

ELS FISURACIÓN

$Fisuración\_pilar$ = "ATENCIÓN!, LA SECCIÓN FISURARÀ."

$Ratio_{fisuración\_bajo\_pilar} = 0.916$

$Fisuración\_vano$ = "ATENCIÓN!, LA SECCIÓN FISURARÀ."

$Ratio_{fisuración\_vano} = 0.451$

ELS DEFORMACIONES

FLecha admisible para valor frecuente sobrecarga: $\delta_{adm\_scf} = -4.55\ mm$

$f_{sc}^{-1} = 1000$

FLecha admisible para combinación quasi permanente: $\delta_{adm\_largo\_plazo} = -18.2\ mm$ $f_{tot}^{-1} = 250$

Descenso de apoyo: $-\Delta = 0\ mm$

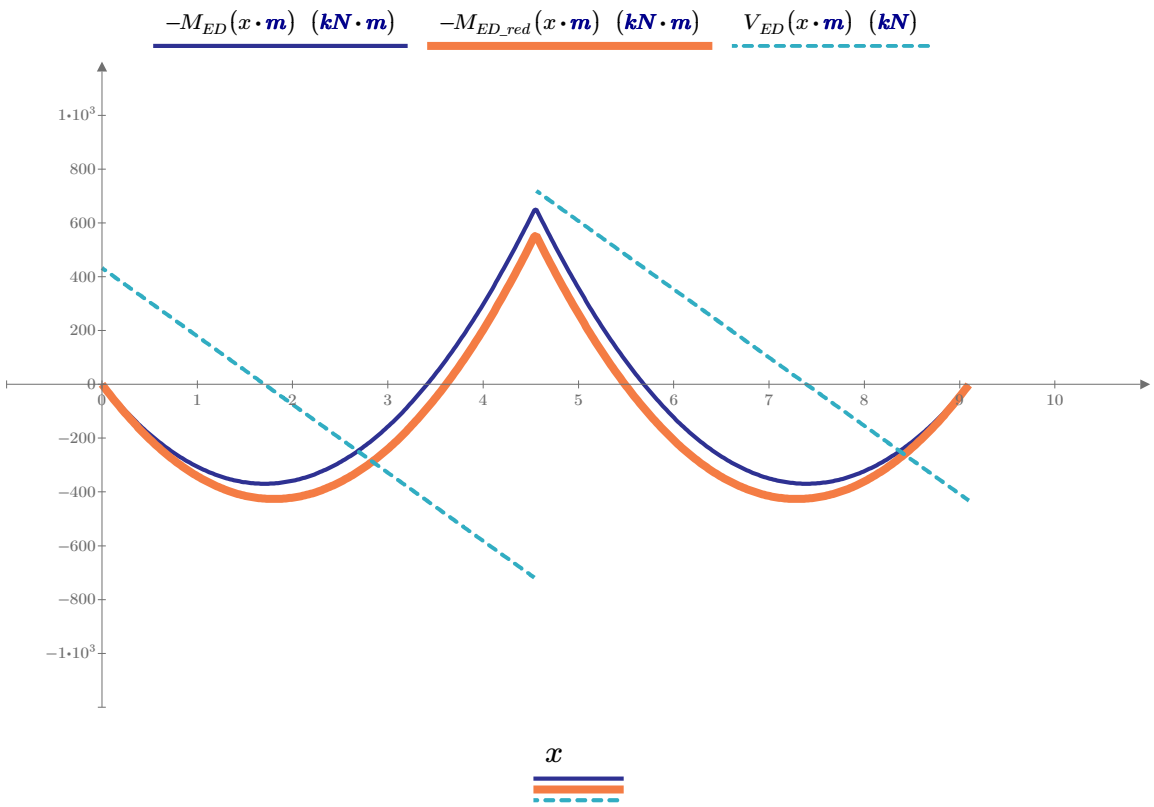
Flecha de sobrecarga de uso frecuente: $F_{max\_inst\_eq\_scf} = -0.152\ mm$

Estimación flecha total a largo plazo: $F_{max\_total} = -11.169$ **mm**

$Ratio_{flecha\_sobrecarga\_frecuente} = 0.033$ $Relación_{flecha\_scf} = 30014.353$

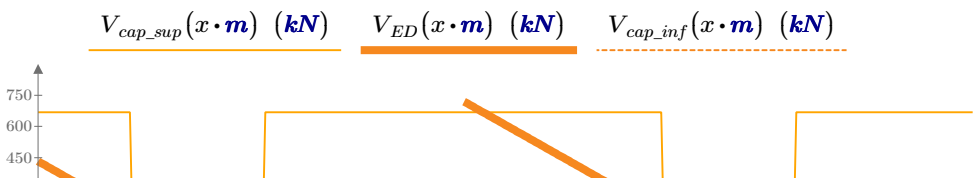
$Ratio_{flecha\_total} = 0.614$ $Relación_{flecha\_total} = 407.362$

Diagrama de esfuerzos E.L.U.



$R_{izquierda} = 432.928$ **kN** $R_{pilar} = \left(1.443 \cdot 10^3\right)$ **kN** $R_{derecha} = 432.928$ **kN**

Diagrama de capacidad del armado de cortante dispuesto



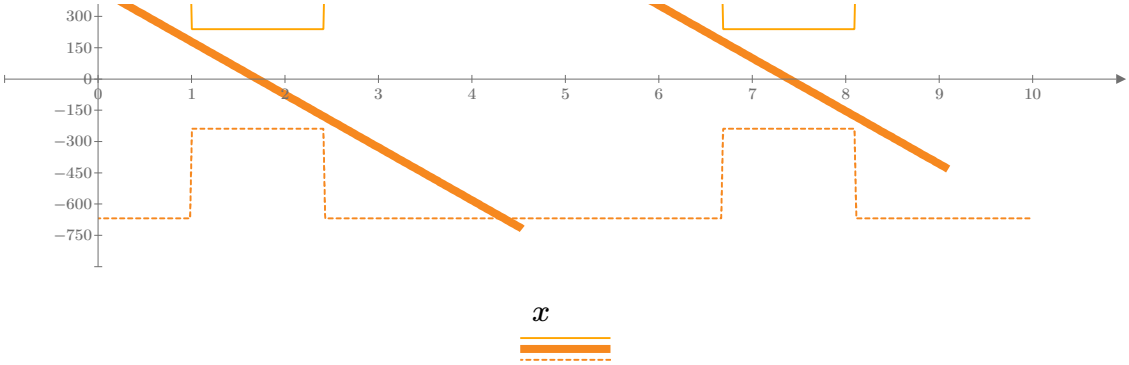
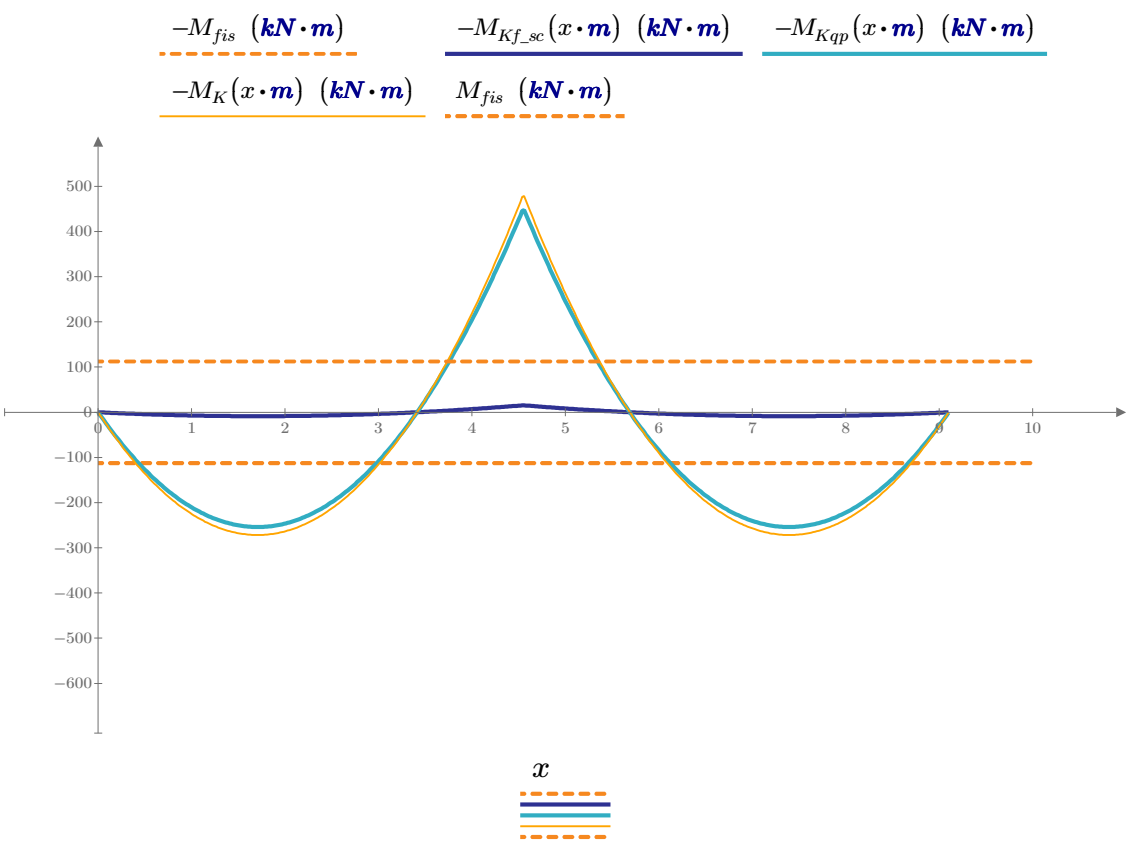
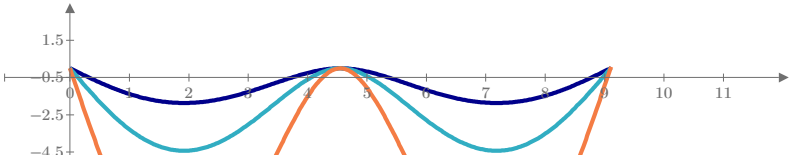
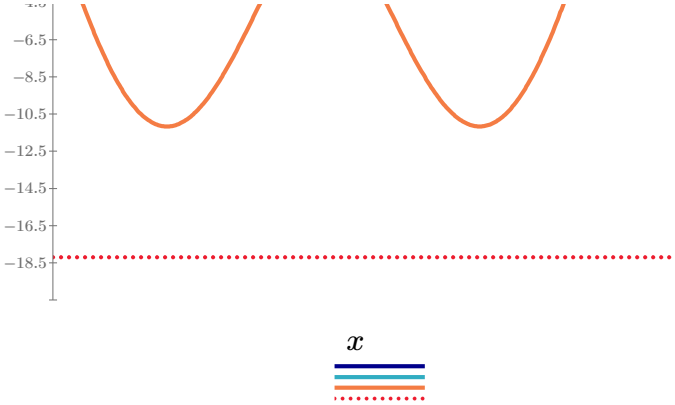


Diagrama de esfuerzos E.L.S.



Deformada relativa del forjado. COMBINACIÓN QUASI PERMANENTE DE ACCIONES




−6.5
−8.5
−10.5
−12.5
−14.5
−16.5
−18.5
x
$f_{inst\_I.bruta\_relativa\_qp}(x \cdot m)$ (mm)
$f_{inst\_I.eq\_relativa\_qp}(x \cdot m)$ (mm)
$f_{total\_largo\_plazo\_relativa\_qp}(x \cdot m)$ (mm)
$\delta_{adm\_largo\_plazo}$ (mm)

ANÀLISI DE LLOSA SUPERIOR. 2 VANOS HIPÒTESIS DE 9M DE TERRES. AMB DESCENS EN HASTIAL CENTRAL DE 15 mm

1. HIPÓTESIS DE PARTIDA

Datos iniciales

Posición cara inferior del tablero respecto superficie: $h_{tauler} := 9\ m + 45\ cm = 9.45\ m$

Datos de la losa del tablero

Luz total de cálculo de la losa: $L := 8.5\ m + 0.4\ m + 0.25\ m = 9.15\ m$

Canto propuesto: $h := 45\ cm$

Ancho de cálculo de la losa: $b := 1\ m$

Hormigón: $f_{ck} := 30\ MPa$ $\gamma_c := 1.5$ $\alpha_{cc} := 0.85$

Acero pasivo: $f_{yk} := 500\ MPa$ $\gamma_s := 1.15$ $f_{yd.c} := 400\ MPa$

Edad del hormigón: $j := 28\ day$

Control indirecto del hormigón? $contr := \text{“NO”}$ (poner "NO si control Estadístico (usual)" sino poner "SI" ., ver Art.86.5.6 EHE-08)

Datos del armado propuesto

Diámetro propuesto para el armado longitudinal superior: $\phi_l := 25\ mm$ cada $s_l := 10\ cm$

Diámetro propuesto para el armado longitudinal inferior: $\phi'_l := 25\ mm$ cada $s'_l := 10\ cm$

Diámetro propuesto para el armado de reparto transversal: $\phi_r := 16\ mm$ cada $s_r := 20\ cm$

Diámetro propuesto para el armado de cortante: $\phi_V := 12\ mm$

Recubrimiento nominal superior: $r_s := 35\ mm$

Recubrimiento nominal inferior: $r_i := 35\ mm$

Ancho característico máximo de fisura $w_{max} := 0.3\ mm$ (ambient IIa)

Datos del tipo de cemento utilizado:

Coeficiente del tipo de cemento $s := 0.25$ (si cemento normal s=0.25; si cemento rápido s=0.2, si cemento lento s=0.38)

Coeficiente de retracción $\alpha_{ds1} := 4$ (si cemento normal α_{ds1} =4; si cemento rápido α_{ds1} =6, si cemento lento α_{ds1} =3)

Coeficiente de retracción $\alpha_{ds2} := 0.12$ (si cemento normal α_{ds2} =0.12; si cemento rápido α_{ds2} =0.11; si cemento lento α_{ds2} =0.13)

2. PARÁMETROS ADICIONALES DE LA ESTRUCTURA Y ACCIONES

Posición del muro interior respecto hastial izquierdo: $L_p := 0.5 \cdot L = 4.575\ m$

Cargas de peso propio: $g_{pp} := h \cdot b \cdot 25\ kN \cdot m^{-3} = 11.25\ m \cdot kPa$

Grueso firme asfáltico: $h_{asf} := 20\ cm$

Carga muerta de firme asfáltico: $g_{asf} := h_{asf} \cdot b \cdot 24\ kN \cdot m^{-3} = 4.8\ m \cdot kPa$

Altura de rellenos sobre tablero: $h_{rellenos} := h_{tauler} - h - h_{asf} = 8.8\ m$

Càrrega de reblerts sobre tauler: $g_{reb} := h_{rellenos} \cdot b \cdot 18\ \left(kN \cdot m^{-3}\right) = 158.4\ m \cdot kPa$

Sobrecarga de tráfico uniformemente distribuda sobre el tablero según IAP-11 $q := 9 \cdot m \cdot kPa$

Sobrecarga relativa a 1 carro de combate según IAP-11 [Art 4.2.1.2 IAP-11] $Q := 600\ kN$

Descenso de apoyo en linea de pilares para combinación característica E.L.S.: $\Delta := 15\ mm$

Límite de flechas verticales según IAP-11, para combinación frecuente de la sobrecarga: $f_{sc} := 1000^{-1}$

Límite de flechas verticales totales según EHE-08, para combinación quasi permanente: $f_{tot} := 250^{-1}$

La carga de valor $Q := 600\ kN$ relativa al carro de combate genera una pirámide de repartición de cargas sobre el tablero. La distancia entre superficie de rodadura y cara superior del tablero es: $d_c := h_{rellenos} + h_{asf} = 9\ m$. La separación mínima transversal entre ejes del carro de combate es $d_e := 1.2\ m$

Si se considera que el ángulo de propagación de cargas respecto la vertical es $\alpha_{prop} := 35\ °$, la superficie resultante de la proyección del carro de combate sobre la losa tiene a lo sumo las siguientes dimensiones: $B_{prop} := 2 \cdot d_c \cdot \tan(\alpha_{prop}) + d_e = 13.804\ m$, con lo que la superficie de afección de un carro de combate sobre la losa, a cota del tablero, es $S_{prop} := {B_{prop}}^2 = 190.543\ m^2$. A tales efectos, la carga que percibe un metro lineal de ancho de tablero será:

$$q_Q := \frac{Q \cdot 1\ m}{S_{prop}} = 3.149\ m \cdot kPa$$

Coeficientes parciales para la mayoración de acciones

Coeficiente parcial de mayoración de acciones permanentes: $\gamma_g := 1.35$

Coeficiente parcial de mayoración de acciones variables: $\gamma_q := 1.5$

Coeficientes de combinación para combinación frequente de E.L.S. (según IAP-11)

Factor de combinación para combinación frequente E.L.S. carro de combate: $\Psi_{1.Q} := 0.75$

Factor de combinación para combinación frequente E.L.S. sobrecarga: $\Psi_{1.q} := 0.4$

Factor de combinación para combinación quasi permanente E.L.S. sobrecarga: $\Psi_{2.q} := 0.0$

Carga de los distintos vanos considerada:

Carga permanente para vano izquierdo en E.L.U. : $\Gamma_{ed\_izq} := \gamma_g \cdot (g_{asf} + g_{reb} + g_{pp}) = 235.508\ kPa \cdot m$

Carga permanente para vano derecho en E.L.U. : $\Gamma_{ed\_der} := \gamma_g \cdot (g_{asf} + g_{reb} + g_{pp}) = 235.508\ kPa \cdot m$

Carga variable para vano izquierdo en E.L.U. : $\Phi_{ed\_izq} := \gamma_q \cdot (q + q_Q) \cdot 1 = 18.223\ kPa \cdot m$

Carga variable para vano derecho en E.L.U. : $\Phi_{ed\_der} := \gamma_q \cdot (q + q_Q) \cdot 1 = 18.223\ kPa \cdot m$

Carga permanente para vano izquierdo en E.L.S. combinación característica :
$\Gamma_{k\_izq} := (g_{asf} + g_{reb} + g_{pp}) = 174.45\ kPa \cdot m$

Carga permanente para vano derecho en E.L.S. combinación característica :
$\Gamma_{k\_der} := (g_{asf} + g_{reb} + g_{pp}) = 174.45\ kPa \cdot m$

Carga variable para vano izquierdo en E.L.S. combinación característic. :
$\Phi_{k\_izq} := (q + q_Q) \cdot 1 = 12.149\ kPa \cdot m$

Carga variable para vano derecho en E.L.S. combinación característica :
$\Phi_{k\_der} := (q + q_Q) \cdot 1 = 12.149\ kPa \cdot m$

Carga permanente para vano izquierdo en E.L.S. combinación frequente. :
$\Gamma_{kf\_izq} := (g_{asf} + g_{reb} + g_{pp}) = 174.45\ kPa \cdot m$

Carga permanente para vano derecho en E.L.S. combinación frequente. :
$\Gamma_{kf\_der} := (g_{asf} + g_{reb} + g_{pp}) = 174.45\ kPa \cdot m$

Carga variable para vano izquierdo en E.L.S. combinación frequente. :
$\Phi_{kf\_izq} := (\Psi_{1.q} \cdot q + \Psi_{1.Q} \cdot q_Q) \cdot 1 = 5.962\ kPa \cdot m$

Carga variable para vano derecho en E.L.S. combinación frequente. :
$\Phi_{kf\_der} := (\Psi_{1.q} \cdot q + \Psi_{1.Q} \cdot q_Q) \cdot 1 = 5.962\ kPa \cdot m$

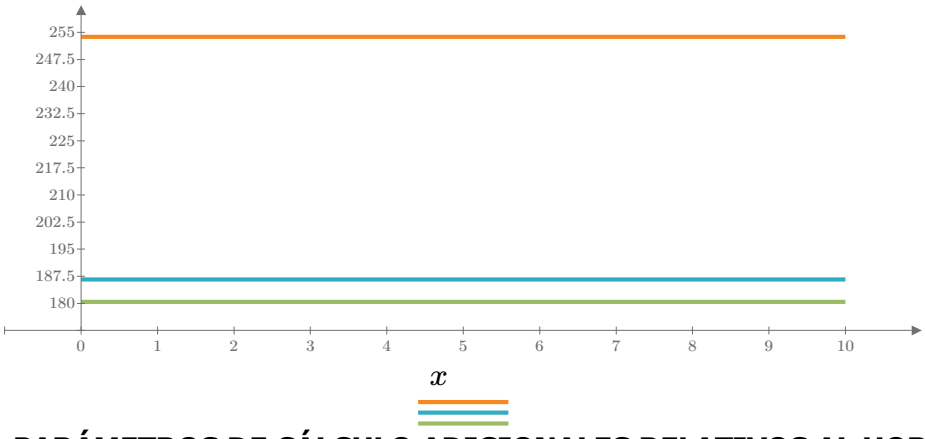
Carga permanente para vano izquierdo en E.L.S. combinación quasi permanente. :
$\Gamma_{kqp\_izq} := \left(g_{asf} + g_{reb} + g_{pp}\right) = 174.45\ \boldsymbol{kPa \cdot m}$
Carga permanente para vano derecho en E.L.S. combinación quasi permanente. :
$\Gamma_{kqp\_der} := \left(g_{asf} + g_{reb} + g_{pp}\right) = 174.45\ \boldsymbol{kPa \cdot m}$
Carga variable para vano izquierdo en E.L.S. combinación quasi permanente. :
$\Phi_{kqp\_izq} := \left(\Psi_{2.q} \cdot q + \Psi_{2.q} \cdot q_Q\right) \cdot 1 = 0\ \boldsymbol{kPa \cdot m}$
Carga variable para vano derecho en E.L.S. combinación quasi permanente. :
$\Phi_{kqp\_der} := \left(\Psi_{2.q} \cdot q + \Psi_{2.q} \cdot q_Q\right) \cdot 1 = 0\ \boldsymbol{kPa \cdot m}$

Gráfico de cargas sobre la estructura

$$X_{ed}(x) := \text{if } x \le L_p \left\| \Gamma_{ed\_izq} + \Phi_{ed\_izq} \right. \text{ else } \left\| \Gamma_{ed\_der} + \Phi_{ed\_der} \right.$$

$$X_k(x) := \text{if } x \le L_p \left\| \Gamma_{k\_izq} + \Phi_{k\_izq} \right. \text{ else } \left\| \Gamma_{k\_der} + \Phi_{k\_der} \right.$$

$$X_{kf}(x) := \text{if } x \le L_p \left\| \Gamma_{kf\_izq} + \Phi_{kf\_izq} \right. \text{ else } \left\| \Gamma_{kf\_der} + \Phi_{kf\_der} \right.$$



$X_{ed}(x \cdot \boldsymbol{m})\ \ (\boldsymbol{kPa \cdot m})$
$X_k(x \cdot \boldsymbol{m})\ \ (\boldsymbol{kPa \cdot m})$
$X_{kf}(x \cdot \boldsymbol{m})\ \ (\boldsymbol{kPa \cdot m})$

3. PARÁMETROS DE CÁLCULO ADICIONALES RELATIVOS AL HORMIGÓN

Cálculo de resistencias del hormigón

$$f_{ck.j} := f_{ck} \cdot e^{s \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28\ \boldsymbol{day}}{j}}\right)} = 30\ \boldsymbol{MPa}$$

$$f_{cd} := \alpha_{cc} \cdot f_{ck.j} \cdot \gamma_c^{-1} = 17\ \boldsymbol{MPa} \qquad f_{ctm} := 0.3 \cdot \left(f_{ck} \cdot \boldsymbol{MPa}^{-1}\right)^{\frac{2}{3}} \boldsymbol{MPa} = 2.896\ \boldsymbol{MPa}$$

$$f_{ct.m.j} := f_{ctm} \cdot e^{s \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28\ \boldsymbol{day}}{j}}\right)} = 2.896\ \boldsymbol{MPa}$$

$$f_{ctm.fl} := \max\left(\left(1.6 - \frac{h}{100\ \boldsymbol{cm}}\right) \cdot f_{ct.m.j}, f_{ct.m.j}\right) = 3.331\ \boldsymbol{MPa}$$

Cálculo de módulos de deformación del hormigón:

$$E_{cm} := 8500 \cdot \sqrt[3]{f_{ck} \cdot MPa^{-1} + 8} \cdot MPa = 28.577\ GPa$$

$$E_{cm.j} := \left(e^{s \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28\ day}{j}}\right)}\right)^{0.3} \cdot E_{cm} = 28.577\ GPa$$

Cálculo de la inercia bruta de la sección:

$$I := \frac{b \cdot h^3}{12} = \left(7.594 \cdot 10^5\right)\ cm^4$$

4. ESFUERZOS EN E.L.U.

Coeficiente de redistribución plástica de esfuerzos: $\phi_{red.plas} := \text{if } \Delta = 0 \ \| \ 15\% \ \text{else} \ \| \ 0 = 0$

Momento flector de diseño en vano isostático:

$$M_{sub\_iso} := \frac{\left(\Gamma_{ed\_izq} + \Phi_{ed\_izq}\right) \cdot L^2}{8} = \left(2.655 \cdot 10^3\right)\ m \cdot kN$$

Análisis de esfuerzos en E.L.U. considerando linea de pilares intermedia

Se determina de forma analítica los esfuerzos para una viga continua de dos vanos de luces: lado izquierdo: $L_p = 4.575\ m$ y luz de vano derecho: $L - L_p = 4.575\ m$

$$\varphi_{5.izquierda}(M) := \frac{\left(\Gamma_{ed\_izq} + \Phi_{ed\_izq}\right) \cdot {L_p}^3}{24} + \frac{M \cdot L_p}{3} - \frac{\Delta \cdot E_{cm} \cdot I}{L_p}$$

$$\varphi_{5.derecha}(M) := -\frac{\left(\Gamma_{ed\_der} + \Phi_{ed\_der}\right) \cdot \left(L - L_p\right)^3}{24} - \frac{M \cdot \left(L - L_p\right)}{3} + \frac{\Delta \cdot E_{cm} \cdot I}{L - L_p}$$

Igualando ambas expresiones se obtiene el momento hiperestático de cálculo.

$$M := 1\ kN \cdot m$$
$$\varphi_{5.izquierda}(M) = \varphi_{5.derecha}(M)$$
$$M_{neg.sin\_redistribuir} := \text{find}(M) = -197.291\ m \cdot kN$$

Cálculo de las reacciones.

$$R_{izquierda} := \frac{\left(\Gamma_{ed\_izq} + \Phi_{ed\_izq}\right) \cdot L_p}{2} + \frac{M_{neg.sin\_redistribuir}}{L_p} = 537.286 \ \boldsymbol{kN}$$

$$R_{derecha} := \frac{\left(\Gamma_{ed\_der} + \Phi_{ed\_der}\right) \cdot \left(L - L_p\right)}{2} + \frac{M_{neg.sin\_redistribuir}}{L - L_p} = 537.286 \ \boldsymbol{kN}$$

$$R_{pilar} := \left(\Gamma_{ed\_izq} + \Phi_{ed\_izq}\right) \cdot L_p + \left(\Gamma_{ed\_der} + \Phi_{ed\_der}\right) \cdot \left(L - L_p\right) - R_{izquierda} - R_{derecha} = \left(1.247 \cdot 10^3\right) \ \boldsymbol{kN}$$

Ley de momentos flectores analítica sin considerar redistribución plástica:

$$M_{ED}(x) := \begin{cases} \text{if } x \le L_p \\ \quad R_{izquierda} \cdot x - \left(\Gamma_{ed\_izq} + \Phi_{ed\_izq}\right) \cdot \dfrac{x^2}{2} \\ \text{else if } x \le L \\ \quad R_{derecha} \cdot \left(L - x\right) - \left(\Gamma_{ed\_der} + \Phi_{ed\_der}\right) \cdot \dfrac{\left(L - x\right)^2}{2} \end{cases}$$

Solve Constraints to Values

$$x := L_p - 2 \ \boldsymbol{m}$$

$$\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}x} M_{ED}(x) = 0$$

$$x_{esq} := \text{find}(x) = 2.118 \ \boldsymbol{m}$$

Solve Constraints to Values

$$x := L_p + 2 \ \boldsymbol{m}$$

$$\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}x} M_{ED}(x) = 0$$

$$x_{dret} := \text{find}(x) = 7.032 \ \boldsymbol{m}$$

Flectores máximos sin redistribuir esfuerzos

Flector máximo bajo pilar: $M_{pilar\_ED} := M_{ED}\left(L_p\right) = -197.291 \ \boldsymbol{m \cdot kN}$

Flector máximo vano izquierdo: $M_{int.izq\_ED} := M_{ED}\left(x_{esq}\right) = 568.862 \ \boldsymbol{m \cdot kN}$

Flector máximo vano derecho: $M_{int.der\_ED} := M_{ED}\left(x_{dret}\right) = 568.862 \ \boldsymbol{m \cdot kN}$

Flectores máximos redistribuyendo esfuerzos un valor: $\phi_{red.plas} = 0$

Flector máximo bajo pilar: $M_{pilar\_ED\_red} := M_{ED}\left(L_p\right) \cdot \left(1 - \phi_{red.plas}\right) = -197.291 \ \boldsymbol{m \cdot kN}$

Flector máximo vano izquierdo: $M_{int.izq\_ED\_red} := M_{ED}\left(x_{esq}\right) \cdot \left(1 + \phi_{red.plas}\right) = 568.862 \ \boldsymbol{kN \cdot m}$

Flector máximo vano derecho: $M_{int.der\_ED\_red} := M_{ED}\left(x_{dret}\right) \cdot \left(1 + \phi_{red.plas}\right) = 568.862 \ \boldsymbol{m \cdot kN}$

Ley estrapolada en el vano izquierdo

$x_1 := 0 \cdot \boldsymbol{m}$ $\quad M_1 := 0 \cdot \boldsymbol{kN \cdot m}$ $\quad F_1(a,b,c) := a \cdot x_1^{\,2} \cdot \boldsymbol{kN \cdot m^{-1}} + b \cdot x_1 \cdot \boldsymbol{kN} + c \cdot \boldsymbol{kN \cdot m}$

$x_2 := x_{esq}$ $\quad M_2 := M_{int.izq\_ED\_red}$ $\quad F_2(a,b,c) := a \cdot x_2^{\,2} \cdot \boldsymbol{kN \cdot m^{-1}} + b \cdot x_2 \cdot \boldsymbol{kN} + c \cdot \boldsymbol{kN \cdot m}$

$x_3 := L_p$ $\quad M_3 := M_{pilar\_ED\_red}$ $\quad F_3(a,b,c) := a \cdot x_3^{\,2} \cdot \boldsymbol{kN \cdot m^{-1}} + b \cdot x_3 \cdot \boldsymbol{kN} + c \cdot \boldsymbol{kN \cdot m}$

$a := 1 \qquad b := 2 \qquad c := 3$

$F_1(a,b,c) = M_1$
$F_2(a,b,c) = M_2$
$F_3(a,b,c) = M_3$

$$\begin{bmatrix} a_{esq} \\ b_{esq} \\ c_{esq} \end{bmatrix} := \mathbf{find}(a,b,\mathbf{c}) = \begin{bmatrix} -126.865 \\ 537.286 \\ 1.193 \cdot 10^{-28} \end{bmatrix}$$

Ley extrapolada en el vano derecho

$x_1 := L_p \qquad M_1 := M_{pilar\_ED\_red} \qquad F_1(a,b,c) := a \cdot x_1^{\,2} \cdot \mathbf{kN} \cdot \mathbf{m}^{-1} + b \cdot x_1 \cdot \mathbf{kN} + c \cdot \mathbf{kN} \cdot \mathbf{m}$

$x_2 := x_{dret} \qquad M_2 := M_{int.der\_ED\_red} \qquad F_2(a,b,c) := a \cdot x_2^{\,2} \cdot \mathbf{kN} \cdot \mathbf{m}^{-1} + b \cdot x_2 \cdot \mathbf{kN} + c \cdot \mathbf{kN} \cdot \mathbf{m}$

$x_3 := L \qquad M_3 := 0 \cdot \mathbf{kN} \cdot \mathbf{m} \qquad F_3(a,b,c) := a \cdot x_3^{\,2} \cdot \mathbf{kN} \cdot \mathbf{m}^{-1} + b \cdot x_3 \cdot \mathbf{kN} + c \cdot \mathbf{kN} \cdot \mathbf{m}$

$a := 1 \qquad b := 2 \qquad c := 3$

$F_1(a,b,c) = M_1$
$F_2(a,b,c) = M_2$
$F_3(a,b,c) = M_3$

$$\begin{bmatrix} a_{dret} \\ b_{dret} \\ c_{dret} \end{bmatrix} := \mathbf{find}(a,b,\mathbf{c}) = \begin{bmatrix} -126.865 \\ 1.784 \cdot 10^{3} \\ -5.705 \cdot 10^{3} \end{bmatrix}$$

Ley de momentos flectores analítica con redistribución plástica:

$$M_{ED\_red}(x) := \text{if } x \le L_p \;\Big\|\; \left(a_{esq} \cdot x^2 \cdot \mathbf{kN} \cdot \mathbf{m}^{-1} + b_{esq} \cdot x \cdot \mathbf{kN} + c_{esq} \cdot \mathbf{kN} \cdot \mathbf{m}\right) \text{ else if } x \le L \;\Big\|\; \left(a_{dret} \cdot x^2 \cdot \mathbf{kN} \cdot \mathbf{m}^{-1} + b_{dret} \cdot x \cdot \mathbf{kN} + c_{dret} \cdot \mathbf{kN} \cdot \mathbf{m}\right)$$

Diagrama de cortantes.

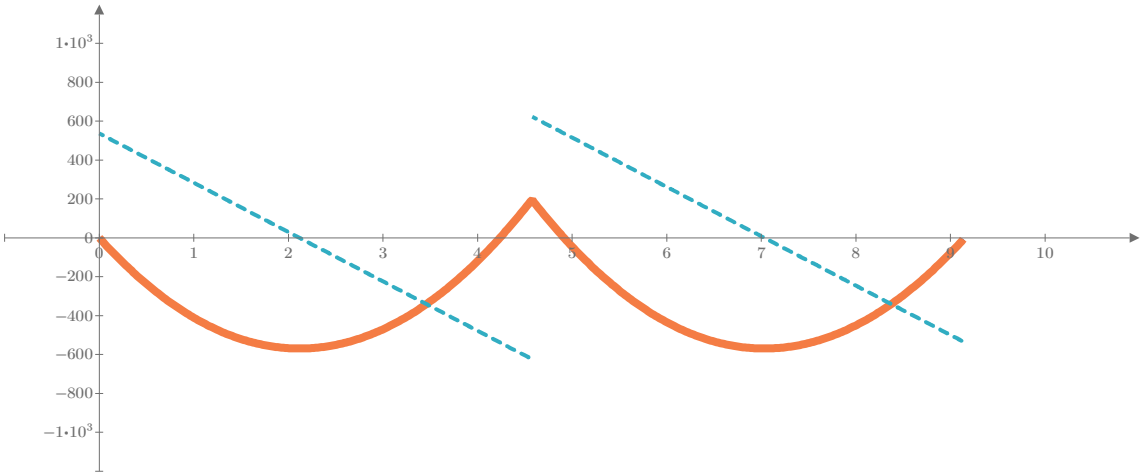
$$V_{ED}(x) := \frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}x} M_{ED}(x)$$

Diagrama de esfuerzos en E.L.U.

$-M_{ED}(x \cdot m)\ \ (kN \cdot m)$

$-M_{ED\_red}(x \cdot m)\ \ (kN \cdot m)$

$V_{ED}(x \cdot m)\ \ (kN)$



x

$R_{izquierda} = 537.286\ kN$ $R_{pilar} = (1.247 \cdot 10^3)\ kN$ $R_{derecha} = 537.286\ kN$

5. ESFUERZOS EN E.L.S.

Momento de fissuración de la sección: $M_{fis} := f_{ctm.fl} \cdot \frac{1\ m \cdot h^2}{6} = 112.419\ m \cdot kN$

Momento flector en servicio en vano isostático:

$$M_{sub\_iso} := \frac{(\Gamma_{k\_izq} + \Phi_{k\_izq}) \cdot L^2}{8} = (1.953 \cdot 10^3)\ m \cdot kN$$

Análisis de esfuerzos en E.L.S. combinación característica

Se determina de forma analítica los esfuerzos para una viga continua de dos vanos de luces: lado izquierdo: $L_p = 4.575\ m$ y luz de vano derecho: $L - L_p = 4.575\ m$

$$\varphi_{5.izquierda}(M) := \frac{(\Gamma_{k\_izq} + \Phi_{k\_izq}) \cdot L_p^{\ 3}}{24} + \frac{M \cdot L_p}{3} - \frac{\Delta \cdot E_{cm} \cdot I}{L_p}$$

$$\varphi_{5.derecha}(M) := -\frac{(\Gamma_{k\_der} + \Phi_{k\_der}) \cdot (L - L_p)^3}{24} - \frac{M \cdot (L - L_p)}{3} + \frac{\Delta \cdot E_{cm} \cdot I}{L - L_p}$$

Igualando ambas expresiones se obtiene el momento hiperestático de cálculo.

$M := 1\ kN \cdot m$
$\varphi_{5.izquierda}(M) = \varphi_{5.derecha}(M)$
$M_{neg.K} := \text{find}(M) = -21.652\ m \cdot kN$

Cálculo de reacciones.

$$R_{izquierda.K} := \frac{(\Gamma_{k\_izq} + \Phi_{k\_izq}) \cdot L_p}{2} + \frac{M_{neg.K}}{L_p} = 422.112\ kN$$

$$R_{derecha.K} := \frac{(\Gamma_{k\_der} + \Phi_{k\_der}) \cdot (L - L_p)}{2} + \frac{M_{neg.K}}{L - L_p} = 422.112\ kN$$

$$R_{pilar.K} := ((\Gamma_{k\_izq} + \Phi_{k\_izq}) \cdot L_p + (\Gamma_{k\_der} + \Phi_{k\_der}) \cdot (L - L_p)) - R_{izquierda.K} - R_{derecha.K} = 863.155\ kN$$

Ley de momentos flectores analítica en E.L.S. característico

$$M_K(x) := \begin{cases} \text{if } x \le L_p \\ \quad R_{izquierda.K} \cdot x - (\Gamma_{k\_izq} + \Phi_{k\_izq}) \cdot \frac{x^2}{2} \\ \text{else if } x \le L \\ \quad R_{derecha.K} \cdot (L - x) - (\Gamma_{k\_der} + \Phi_{k\_der}) \cdot \frac{(L-x)^2}{2} \end{cases}$$

Ley de cortantes

$$V_K(x) := \frac{d}{dx} M_K(x)$$

Solve Constraints

$x := L_p - 2\ m$
$\frac{d}{dx} M_K(x) = 0$
$x_{esq\_K} := \text{find}(x) = 2.262\ m$

Solve Constraints

$x := L_p + 2\ m$
$\frac{d}{dx} M_K(x) = 0$
$x_{dret\_K} := \text{find}(x) = 6.888\ m$

Análisis de esfuerzos en E.L.S. combinación frequente y considerando sólo la sobrecarga

Se determina de forma analítica los esfuerzos para una viga continua de dos vanos de luces: lado izquierdo: $L_p = 4.575\ m$ y luz de vano derecho: $L - L_p = 4.575\ m$

$$\varphi_{5.izquierda}(M) := \frac{(\Phi_{kf\_izq}) \cdot L_p^{\ 3}}{24} + \frac{M \cdot L_p}{3} - \frac{\Delta \cdot E_{cm} \cdot I}{L_p}$$

$$\varphi_{5.derecha}(M) := -\frac{(\Phi_{kf\_der}) \cdot (L - L_p)^3}{24} - \frac{M \cdot (L - L_p)}{3} + \frac{\Delta \cdot E_{cm} \cdot I}{L - L_p}$$

Igualando ambas expresiones se obtiene el momento hiperestático de cálculo.

$M := 1\ kN \cdot m$
$\varphi_{5.izquierda}(M) = \varphi_{5.derecha}(M)$
$M_{neg.Kf} := \text{find}(M) = 450.954\ m \cdot kN$

Cálculo de reacciones.

$$R_{izquierda.Kf\_sc} := \frac{(\Phi_{kf\_izq}) \cdot L_p}{2} + \frac{M_{neg.Kf}}{L_p} = 112.207 \ \boldsymbol{kN}$$

$$R_{derecha.Kf\_sc} := \frac{(\Phi_{kf\_der}) \cdot (L - L_p)}{2} + \frac{M_{neg.Kf}}{L - L_p} = 112.207 \ \boldsymbol{kN}$$

$$R_{pilar.Kf\_sc} := ((\Phi_{kf\_izq}) \cdot L_p + (\Phi_{kf\_der}) \cdot (L - L_p)) - R_{izquierda.Kf\_sc} - R_{derecha.Kf\_sc} = -169.864 \ \boldsymbol{kN}$$

Ley de momentos flectores analítica en E.L.S. frequente considerando solo la sobrecarga

$$M_{Kf\_sc}(x) := \begin{cases} \text{if } x \le L_p \\ \quad R_{izquierda.Kf\_sc} \cdot x - (\Phi_{kf\_izq}) \cdot \dfrac{x^2}{2} \\ \text{else if } x \le L \\ \quad R_{derecha.Kf\_sc} \cdot (L - x) - (\Phi_{kf\_der}) \cdot \dfrac{(L - x)^2}{2} \end{cases}$$

Ley de cortantes

$$V_{Kf\_sc}(x) := \frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}x} M_{Kf\_sc}(x)$$

Análisis de esfuerzos en E.L.S. combinación quasi pemanente

Se determina de forma analítica los esfuerzos para una viga continua de dos vanos de luces: lado izquierdo: $L_p = 4.575 \ \boldsymbol{m}$ y luz de vano derecho: $L - L_p = 4.575 \ \boldsymbol{m}$

$$\varphi_{5.izquierda}(M) := \frac{(\Gamma_{kqp\_izq} + \Phi_{kqp\_izq}) \cdot {L_p}^3}{24} + \frac{M \cdot L_p}{3} - \frac{\Delta \cdot E_{cm} \cdot I}{L_p}$$

$$\varphi_{5.derecha}(M) := -\frac{(\Gamma_{kqp\_der} + \Phi_{kqp\_der}) \cdot (L - L_p)^3}{24} - \frac{M \cdot (L - L_p)}{3} + \frac{\Delta \cdot E_{cm} \cdot I}{L - L_p}$$

Igualando ambas expresiones se obtiene el momento hiperestático de cálculo.

$$M := 1 \ \boldsymbol{kN \cdot m}$$
$$\varphi_{5.izquierda}(M) = \varphi_{5.derecha}(M)$$
$$M_{neg.Kqp} := \mathbf{find}(M) = 10.134 \ \boldsymbol{m \cdot kN}$$

Cálculo de reacciones.

$$R_{izquierda.Kqp} := \frac{(\Gamma_{kqp\_izq} + \Phi_{kqp\_izq}) \cdot L_p}{2} + \frac{M_{neg.Kqp}}{L_p} = 401.269 \ \boldsymbol{kN}$$

$$R_{derecha.Kqp} := \frac{(\Gamma_{kqp\_der} + \Phi_{kqp\_der}) \cdot (L - L_p)}{2} + \frac{M_{neg.Kqp}}{L - L_p} = 401.269 \ \boldsymbol{kN}$$

$R_{derecha.Kqp}$ $\quad 2 \quad L-L_p$

$$R_{pilar.Kqp} := \left(\left(\Gamma_{kqp\_izq} + \Phi_{kqp\_izq}\right)\cdot L_p + \left(\Gamma_{kqp\_der} + \Phi_{kqp\_der}\right)\cdot\left(L-L_p\right)\right) - R_{izquierda.Kqp} - R_{derecha.Kqp} = 793.679\ \mathbf{kN}$$

Ley de momentos flectores analítica en E.L.S. quasi permanente

$$M_{Kqp}(x) := \begin{cases} \text{if } x \le L_p \\ \quad R_{izquierda.Kqp}\cdot x - \left(\Gamma_{kqp\_izq} + \Phi_{kqp\_izq}\right)\cdot\dfrac{x^2}{2} \\ \text{else if } x \le L \\ \quad R_{derecha.Kqp}\cdot(L-x) - \left(\Gamma_{kqp\_der} + \Phi_{kqp\_der}\right)\cdot\dfrac{(L-x)^2}{2} \end{cases}$$

Ley de cortantes

$$V_{Kqp}(x) := \frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}x} M_{Kqp}(x)$$

Solve Constraints Values

$$x := L_p - 2\ \mathbf{m}$$
$$\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}x} M_{Kqp}(x) = 0$$
$$x_{esq\_Kqp} := \mathbf{find}(x) = 2.3\ \mathbf{m}$$

Solve Constraints Values

$$x := L_p + 2\ \mathbf{m}$$
$$\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}x} M_{Kqp}(x) = 0$$
$$x_{dret\_Kqp} := \mathbf{find}(x) = 6.85\ \mathbf{m}$$

Flectores máximos en E.L.S. combinación característica

Flector máximo bajo pilar: $M_{pilar\_K} := M_K(L_p) = -21.652\ \mathbf{m\cdot kN}$
Flector máximo vano izquierdo: $M_{int.izq\_K} := M_K(x_{esq\_K}) = 477.438\ \mathbf{m\cdot kN}$
Flector máximo vano derecho: $M_{int.der\_K} := M_K(x_{dret\_K}) = 477.438\ \mathbf{m\cdot kN}$

Flectores máximos en E.L.S. combinación quasi permanente

Flector máximo bajo pilar: $M_{pilar\_Kqp} := M_{Kqp}(L_p) = 10.134\ \mathbf{m\cdot kN}$
Flector máximo vano izquierdo: $M_{int.izq\_Kqp} := M_{Kqp}(x_{esq\_Kqp}) = 461.499\ \mathbf{m\cdot kN}$
Flector máximo vano derecho: $M_{int.der\_Kqp} := M_{Kqp}(x_{dret\_Kqp}) = 461.499\ \mathbf{m\cdot kN}$

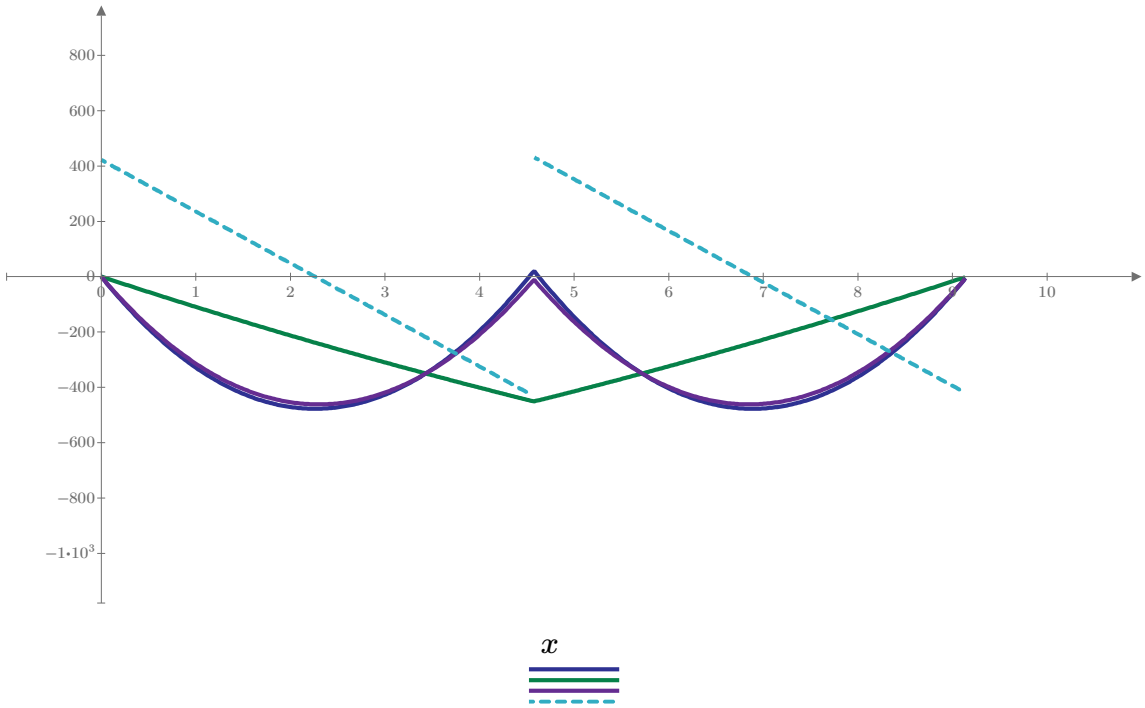
Diagrama de esfuerzos en E.L.S

$-M_K(x \cdot m)$ $(kN \cdot m)$

$-M_{Kf\_sc}(x \cdot m)$ $(kN \cdot m)$

$-M_{Kqp}(x \cdot m)$ $(kN \cdot m)$

$V_K(x \cdot m)$ (kN)



$R_{izquierda.K} = 422.112$ kN $R_{pilar.K} = 863.155$ kN $R_{derecha.K} = 422.112$ kN

$R_{izquierda.Kqp} = 401.269$ kN $R_{pilar.Kqp} = 793.679$ kN $R_{derecha.Kqp} = 401.269$ kN

6. ANÁLISIS E.L.U. FLEXIÓN. SECCIÓN BAJO PILAR

Cantos útiles:

Recubrimiento mecánico armadura superior: $r := r_s + \phi_r + 0.5\ \phi_l = 63.5\ mm$
Recubrimiento mecánico armadura inferior: $r' := r_i + \phi_r + 0.5\ \phi'_l = 63.5\ mm$

Canto útil para armado traccionado: $d := h - r' = 38.65\ cm$
Canto útil para armado comprimido: $d' := r = 6.35\ cm$

Esfuerzos de cálculo:

$M_{ed} := \max\left(\left|M_{pilar\_ED\_red}\right|\right) = 197.291\ m \cdot kN$

Definición de la función de armado acorde al Anejo 7 de la EHE-08

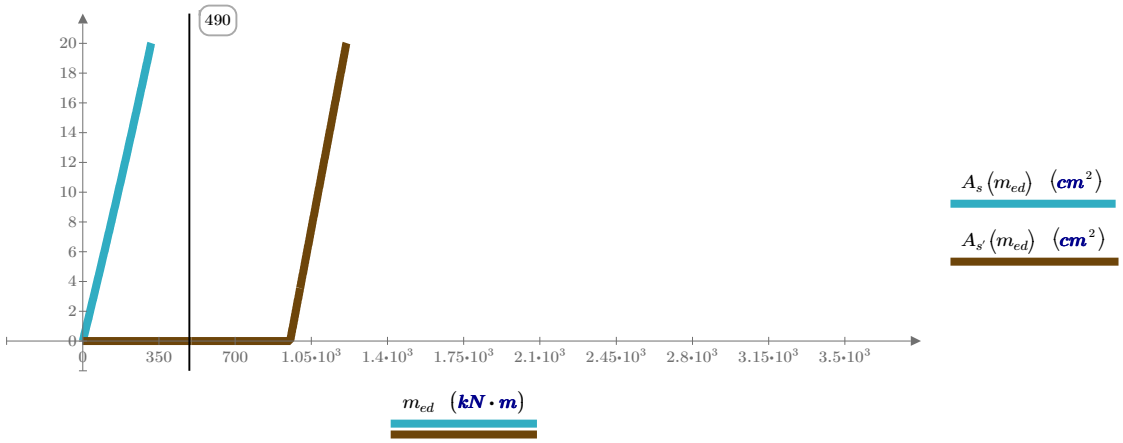
Se procede seguidamente a definir la función de armado según el método del momento límite (ver punto 3.1.2 del Anejo 7 de la EHE-08)

El momento límite se define como sigue: $M_{lim} := 0.375 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d^2 = 952.31\ m \cdot kN$

La función que define el armado para un dimensionamiento en flexión simple, acotando la fibra neutra a profundidad límite $x_{lim} := 0.625 \cdot d = 24.1563\ cm$, sigue la siguiente formulación:

$$A_s(M_{ed}) := \text{if } M_{ed} \le M_{lim}$$
$$\quad A_s \leftarrow \frac{f_{cd} \cdot b \cdot d}{f_{yk} \cdot \gamma_s^{-1}} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{ed}}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2}}\right)$$
$$\text{else}$$
$$\quad A_s \leftarrow \frac{0.5 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d + \frac{(M_{ed} - M_{lim})}{d - d'}}{f_{yk} \cdot \gamma_s^{-1}}$$

$$A_{s'}(M_{ed}) := \text{if } M_{ed} \le M_{lim}$$
$$\quad A_{s'} \leftarrow 0\ cm^2$$
$$\text{else}$$
$$\quad A_{s'} \leftarrow \frac{\frac{(M_{ed} - M_{lim})}{d - d'}}{f_{yd.c}}$$



$A_s(M_{ed}) = 12.236\ cm^2$ $A_{s'}(M_{ed}) = 0\ cm^2$ $Armadura_{compresión} = \text{“NO NECESARIA”}$

Armadura mínima mecánica según EHE-08

[Art 42.3.2 EHE-08]

Factor de reducción en secciones rectangulares: $\alpha(M_{ed}) := 1.5 - 12.5 \cdot \frac{A_s(M_{ed}) \cdot f_{yk} \cdot \gamma_s^{-1}}{b \cdot h \cdot f_{cd}}$ $\alpha(M_{ed}) = 0.631$

$A_{s.min.cara\_tracc.mecanica} := A_s(M_{ed}) \cdot \alpha(M_{ed}) = 7.718\ cm^2$

Armadura mínima geométrica según EHE-08

[Art 42.3.5 EHE-08]

Factor de cuantía geométrica mínima en losas: $\rho := \frac{1.8}{1000}$

Factor de reducción de cuantía en cara comprimida: $f := 0.5$

$A_{s.min.cara\_tracc} := \rho \cdot b \cdot h \cdot f = 4.05\ cm^2$ $A_{s.min.cara\_compr} := \rho \cdot b \cdot h \cdot f = 4.05\ cm^2$

Armadura finalmente dispuesta

$Armado_{minimm}$ = "El armado calculado es superior a la cuantia mínima"

Cara comprimida: barras $\phi_l = 25\ mm$ cada $s_{trac} := s_l = 10\ cm$ total $n_{trac} := \frac{b}{s_{trac}} = 10$ barras

Cara traccionada : barras $\phi'_l = 25\ mm$ cada $s_{comp} := s'_l = 10\ cm$ total $n_{comp} := \frac{b}{s_{comp}} = 10$ barras

Ratios de trabajo en E.L.U. del armado dispuesto

$$Rat_{E.L.U\_trac\_pilar} := \frac{4 \cdot \max\left(A_s(M_{ed}), A_{s.min.cara\_tracc}, A_{s.min.cara\_tracc.mecanica}\right)}{n_{comp} \cdot \pi \cdot \phi'^2_l} = 24.9\%$$

$$Rat_{E.L.U\_comp\_pilar} := \frac{4 \cdot \max\left(A_{s'}(M_{ed}), A_{s.min.cara\_compr}\right)}{n_{trac} \cdot \pi \cdot \phi_l^2} = 8.3\%$$

Longitudes de anclaje armado superior (posició II)

[Art 69.5.1.2 EHE-08]

$m_{fck} = 1.3$

Longitud anclaje neta $\phi_{lp} := \phi'_l = 25\ mm$

$$l_{b\_netap} := \text{if } 1.4 \cdot m_{fck} \cdot \left(\phi_{lp} \cdot mm^{-1}\right)^2 \cdot mm > \frac{f_{yk}}{14 \cdot MPa} \cdot \phi_{lp}$$
$$\quad \left\| 1.4 \cdot m_{fck} \cdot \left(\phi_{lp} \cdot mm^{-1}\right)^2 \cdot mm \right.$$
$$\text{else}$$
$$\quad \left\| \frac{f_{yk}}{14 \cdot MPa} \cdot \phi_{lp} \right.$$

$l_{b\_netap\_II} := \text{Ceil}\left(l_{b\_netap}, 5\ cm\right) = 115\ cm$

Longitud de anclaje para el armado $\phi_{lp} = 25\ mm$ son $l_{b\_netap\_II} = 115\ cm$ para el anclaje y $2 \cdot l_{b\_netap\_II} = 230\ cm$ para el solape

Análisi del punto donde dejar de disponer armadura de refuerzo de flexión

Se determina seguidamente el punto a partir del cual se puede disponer una separación de armado $2 \cdot s_{comp} = 20\ cm$

$x_{inf\_esq} := L_p \cdot 0.5$

$0.5 \cdot M_{ed} = \left| M_{ED\_red}\left(x_{inf\_esq}\right) \right|$

$x_{inf\_esq} := \text{find}\left(x_{inf\_esq}\right) = 4.043\ m$

Solver Constraints Values

$x_{inf\_drer} := \left(L_p + L\right) \cdot 0.5$

$0.5 \cdot M_{ed} = \left| M_{ED\_red}\left(x_{inf\_drer}\right) \right|$

$x_{inf\_drer} := \text{find}\left(x_{inf\_drer}\right) = 5.107\ m$

$x_{inf\_izq} := x_{inf\_esq} - \left(l_{b\_netap\_II} + d\right) = 2.506\ m$ $x_{inf\_dre} := x_{inf\_drer} + \left(l_{b\_netap\_II} + d\right) = 6.644\ m$

Longitud del refuerzo: $L_{ref\_inf} := \text{Ceil}\left(x_{inf\_dre} - x_{inf\_izq}, 5\ cm\right) = 4.15\ m$

7. ANÁLISIS E.L.U. FLEXIÓN. SECCIÓN DE VANO MÁS SOLCITADO

Cantos útiles:

Recubrimiento mecánico armadura superior: $r := r_s + \phi_r + 0.5\ \phi_l = 63.5\ mm$

Recubrimiento mecánico armadura inferior: $r' := r_i + \phi_r + 0.5\ \phi'_l = 63.5\ mm$

Canto útil para armado traccionado: $d := h - r' = 38.65\ cm$

Canto útil para armado comprimido: $d' := r = 6.35\ cm$

Esfuerzos de cálculo:

$M_{ed} := \max\left(\left|M_{int.izq\_ED\_red}\right|, \left|M_{int.der\_ED\_red}\right|\right) = 568.862\ m \cdot kN$

Definición de la función de armado acorde al Anejo 7 de la EHE-08

Se procede seguidamente a definir la función de armado según el método del momento límite (ver punto 3.1.2 del Anejo 7 de la EHE-08)

El momento límite se define como sigue: $M_{lim} := 0.375 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d^2 = 952.31\ m \cdot kN$

La función que define el armado para un dimensionamiento en flexión simple, acotando la fibra neutra a profundidad límite $x_{lim} := 0.625 \cdot d = 24.1563\ cm$, sigue la siguiente formulación:

$A_s\left(M_{ed}\right) :=$ if $M_{ed} \le M_{lim}$

$\quad A_s \leftarrow \dfrac{f_{cd} \cdot b \cdot d}{f_{yk} \cdot \gamma_s^{-1}} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \dfrac{2 \cdot M_{ed}}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2}}\right)$

else

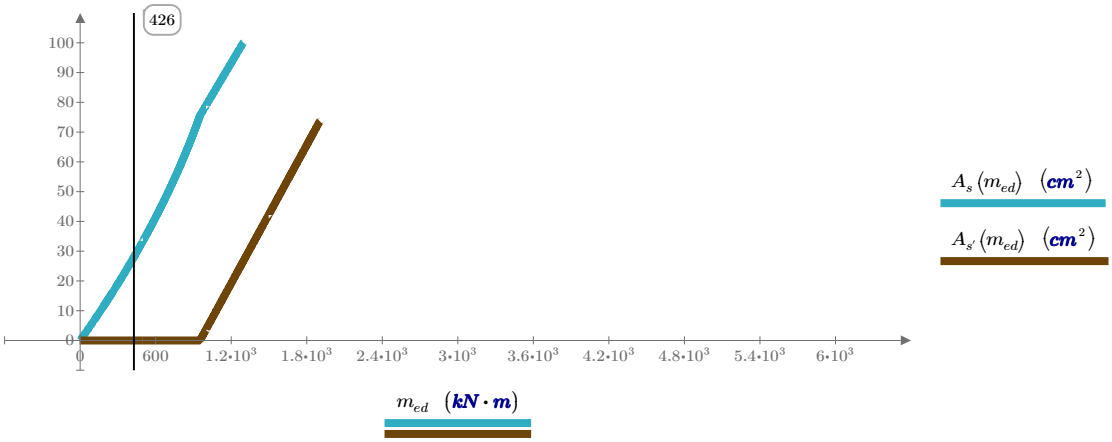
$\quad A_s \leftarrow \dfrac{0.5 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d + \dfrac{\left(M_{ed} - M_{lim}\right)}{d - d'}}{f_{yk} \cdot \gamma_s^{-1}}$

$A_{s'}\left(M_{ed}\right) :=$ if $M_{ed} \le M_{lim}$

$\quad A_{s'} \leftarrow 0\ cm^2$

else

$\quad A_{s'} \leftarrow \dfrac{\dfrac{\left(M_{ed} - M_{lim}\right)}{d - d'}}{f_{yd.c}}$



$A_s(M_{ed}) = 38.844\ cm^2$ $A_{s'}(M_{ed}) = 0\ cm^2$ $Armadura_{compresión}$ = "NO NECESARIA"

Armadura mínima mecánica según EHE-08

[Art 42.3.2 EHE-08]

Factor de reducción en secciones rectangulares: $\alpha(M_{ed}) := 1.5 - 12.5 \cdot \frac{A_s(M_{ed}) \cdot f_{yk} \cdot \gamma_s^{-1}}{b \cdot h \cdot f_{cd}}$ $\alpha(M_{ed}) = -1.26$

$A_{s.min.cara\_tracc.mecanica} := A_s(M_{ed}) \cdot \alpha(M_{ed}) = -48.929\ cm^2$

Armadura mínima geométrica según EHE-08

[Art 42.3.5 EHE-08]

Factor de cuantía geométrica mínima en losas: $\rho := \frac{1.8}{1000}$

Factor de reducción de cuantía en cara comprimida: $f := 0.5$

$A_{s.min.cara\_tracc} := \rho \cdot b \cdot h \cdot f = 4.05\ cm^2$ $A_{s.min.cara\_compr} := \rho \cdot b \cdot h \cdot f = 4.05\ cm^2$

Armadura finalmente dispuesta

$Armado_{minimm}$ = "El armado calculado es superior a la cuantia mínima"

Cara traccionada: barras $\phi_l = 25\ mm$ cada $s_{trac} := s_l = 10\ cm$ total $n_{trac} := \frac{b}{s_{trac}} = 10$ barras

Cara comprimida: barras $\phi'_l = 25\ mm$ cada $s_{comp} := s'_l = 10\ cm$ total $n_{comp} := \frac{b}{s_{comp}} = 10$ barras

Ratios de trabajo en E.L.U. del armado dispuesto

$Rat_{E.L.U\_trac} := \frac{4 \cdot \max(A_s(M_{ed}), A_{s.min.cara\_tracc}, A_{s.min.cara\_tracc.mecanica})}{n_{\cdot} \cdot \pi \cdot \phi_{\cdot}^2} = 79.1\%$

$$Rat_{E.L.U\_comp} := \frac{4 \cdot \max\left(A_{s'}\left(M_{ed}\right), A_{s.min.cara\_compr}\right)}{n_{comp} \cdot \pi \cdot \phi'^{2}_{l}} = 8.3\%$$

Longitud de anclaje armado inferior (posición I)

[Art 69.5.1.2 EHE-08]

$m_{fck} = 1.3$

Longitud anclaje neta $\phi_{lp} := \phi_l = 25\ mm$

$$l_{b\_netap} := \begin{cases} m_{fck} \cdot \left(\phi_{lp} \cdot mm^{-1}\right)^2 \cdot mm & \text{if } m_{fck} \cdot \left(\phi_{lp} \cdot mm^{-1}\right)^2 \cdot mm > \frac{f_{yk}}{20 \cdot MPa} \cdot \phi_{lp} \\ \frac{f_{yk}}{20 \cdot MPa} \cdot \phi_{lp} & \text{else} \end{cases}$$

$l_{b\_netap\_I} := \text{Ceil}\left(l_{b\_netap}, 5\ cm\right) = 85\ cm$

Longitud de anclaje para el armado $\phi_{lp} = 25\ mm$ son $l_{b\_netap\_I} = 85\ cm$ para el anclaje y $2 \cdot l_{b\_netap\_I} = 170\ cm$ para el solapamiento

Análisis del punto donde dejar de disponer armadura de refuerzo de flexión

Se determina seguidamente el punto a partir del cual se puede disponer una separación de armado $2 \cdot s_{comp} = 20\ cm$

Vano izquierdo:

$x_{sup\_esq\_a} := 0 \cdot m$

$0.5 \cdot M_{ed} = \left|M_{ED\_red}\left(x_{sup\_esq\_a}\right)\right|$

$x_{sup\_esq\_a} := \text{find}\left(x_{sup\_esq\_a}\right) = 0.62\ m$

Solve constraints Values

$x_{sup\_esq\_b} := L_p \cdot 0.5$

$0.5 \cdot M_{ed} = \left|M_{ED\_red}\left(x_{sup\_esq\_b}\right)\right|$

$x_{sup\_esq\_b} := \text{find}\left(x_{sup\_esq\_b}\right) = 8.53\ m$

$x_{sup\_izq\_a} := x_{sup\_esq\_a} - \left(l_{b\_netap\_I} + d\right) = -0.616\ m$

$x_{sup\_izq\_b} := x_{sup\_esq\_b} + \left(l_{b\_netap\_I} + d\right) = 9.766\ m$

Longitud del refuerzo: $L_{ref\_sup\_vano\_esq} := \text{Ceil}\left(x_{sup\_izq\_b} - x_{sup\_izq\_a}, 5\ cm\right) = 10.4\ m$

Vano derecho:

$x_{sup\_dret\_a} := \left(L_p + L\right) \cdot 0.5$

$0.5 \cdot M_{ed} = \left|M_{ED\_red}\left(x_{sup\_dret\_a}\right)\right|$

$x_{sup\_der\_a} := \text{find}\left(x_{sup\_dret\_a}\right) = 0.62\ m$

Solve constraints Values

$x_{sup\_dret\_b} := 0.9 \cdot L$

$0.5 \cdot M_{ed} = \left|M_{ED\_red}\left(x_{sup\_dret\_b}\right)\right|$

$x_{sup\_der\_b} := \text{find}\left(x_{sup\_dret\_b}\right) = 8.53\ m$

$x_{sup\_der\_a} := x_{sup\_der\_a} - \left(l_{b\_netap\_I} + d\right) = -0.616\ m$

$x_{sup\_der\_b} := x_{sup\_der\_b} + \left(l_{b\_netap\_I} + d\right) = 9.766\ m$

Longitud del refuerzo: $L_{ref\_sup\_vano\_der} := \text{Ceil}\left(x_{sup\_der\_b} - x_{sup\_der\_a}, 5\ cm\right) = 10.4\ m$

8. ANÁLISI DEL E.L.S. FISURACIÓN. SECCIÓN BAJO PILAR

Parámetros del análisis:

Momento de servicio $M_{serv} := |M_{pilar\_K}| = 21.652\ m \cdot kN$
Momenot de fisuración $M_{fis} = 112.419\ m \cdot kN$
Ancho característico de fisura máxima $w_{max} = 0.3\ mm$
Diámetro de las barras de armado de tracción $\phi_{lp} := \phi'_l = 25\ mm$
Número de barras de armado de tracción $n_0 := n_{comp} = 10$ en $b = 1\ m$
Separación entre barras longitudinales $s_0 := s_{comp} = 100\ mm$
Recubrimiento armadura traccionada hasta tocar barra $c := r_i = 35\ mm$
Coeficiente K1 (poner 0.125 para flexión simple o 0.25 para tracción simple) $k_1 := 0.125$
Coeficiente k2 (poner 1 si carga instantanea o poner 0.5 si carga duradera) $k_2 := 1$
Coeficiente β (poner 1.7 si es fisuración por cargas o 1.3 si es por deformaciones) $\beta := 1.7$

$$Fisuración\_pilar := \text{if } M_{fis} \le M_{serv} \text{ "ATENCIÓN!, LA SECCIÓN FISURARÀ." else "OK. NO fisurará"} = \text{"OK. NO fisurará"}$$

Cálculo de la inercia fisurada

[Anejo 8. Art 2.2 EHE-08]

Recubrimiento mecánico armadura superior: $r := r_s + \phi_r + 0.5\ \phi_l = 63.5\ mm$
Recubrimiento mecánico armadura inferior: $r' := r_i + \phi_r + 0.5\ \phi'_l = 63.5\ mm$

Canto útil para armado traccionado: $d := h - r' = 38.65\ cm$
Canto útil para armado comprimido $d' := r = 6.35\ cm$

Armadura de tracción : $A_{s\_} := n_{comp} \cdot \pi \cdot \frac{\phi'^{\,2}_l}{4} = 49.087\ cm^2$ $\rho := \frac{A_{s\_}}{b \cdot d} = 0.0127$

Armadura de compresión : $A_{s'\_} := n_{trac} \cdot \pi \cdot \frac{\phi_l^{\,2}}{4} = 49.087\ cm^2$ $\rho' := \frac{A_{s'\_}}{b \cdot d} = 0.0127$

Coeficiente de equivalencia entre módulos elásticos

$$n := \frac{200\ GPa}{E_{cm}} = 6.999$$

Profundidad de la fibra neutra fisurada:

$$x_{fis} := d \cdot n \cdot \rho \cdot \left(1 + \frac{\rho'}{\rho}\right) \cdot \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot \left(1 + \frac{\rho'}{\rho} \cdot \frac{d'}{d}\right)}{n \cdot \rho \cdot \left(1 + \frac{\rho'}{\rho}\right)^2}}\right) = 120.077\ mm$$

Inercia fisurada:

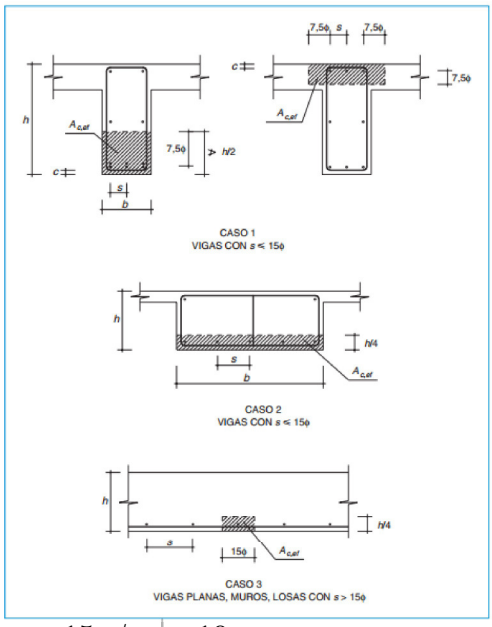
$$I_{fis} := n \cdot A_{s\_} \cdot (d - x_{fis}) \cdot \left(d - \frac{x_{fis}}{3}\right) + n \cdot A_{s'\_} \cdot (x_{fis} - d') \cdot \left(\frac{x_{fis}}{3} - d'\right) = 312561.739\ cm^4$$

Cálculo del área de hormigón en zona del recubrimiento

Si es viga alma estrecha para negativos: Acef = "1"
Si es viga alma estrecha para positivos: Acef = "2"
Si es viga alma ancha, losa o muro: Acef = "3"

$A_{c.ef} := 3$

$$A_{c.eff} := \text{if } A_{c.ef} = 1 \;\|\; A_{c.eff} \leftarrow 7.5 \cdot \phi_{lp} \cdot (b + 2 \cdot 7.5 \cdot \phi_{lp}) \;\text{else if } A_{c.ef} = 2 \;\|\; A_{c.eff} \leftarrow \text{if } 7.5 \cdot \phi_{lp} \le \frac{h}{2} \;\|\; A_{c.eff} \leftarrow 7.5 \cdot \phi_{lp} \cdot b \;\text{else}\; A_{c.eff} \leftarrow \frac{h}{2} \cdot b \;\text{else if } A_{c.ef} = 3 \;\|\; A_{c.eff} \leftarrow \text{if } s_0 \le 15 \cdot \phi_{lp} \;\|\; A_{c.eff} \leftarrow \frac{h}{4} \cdot b \;\text{else}\; A_{c.eff} \leftarrow \frac{h}{4} \cdot 15 \cdot \phi_{lp} = 1125 \; cm^2$$



$$s := \text{if } s_0 > 15 \cdot \phi_{lp} \;\|\; s \leftarrow 15 \cdot \phi_{lp} \;\text{else}\; s \leftarrow s_0 = 10 \; cm$$

Area de las armaduras situadas dentro del área eficaz $A_{s.ef} := \text{if } s_0 > 15 \cdot \phi_{lp} \;\|\; \frac{\pi \cdot \phi_{lp}^{\,2}}{4} \;\text{else}\; n_0 \cdot \frac{\pi \cdot \phi_{lp}^{\,2}}{4} = 49.087 \; cm^2$

Cálculo de la separación media de fisura

$$s_m := 2 \cdot c + 0.2 \cdot s + 0.4 \cdot k_1 \cdot \frac{\phi_{lp} \cdot A_{c.eff}}{A_{s.ef}} = 118.648 \; mm$$

Cálculo de tensiones (segons apartat 2.4 de l'Anejo 8 de la EHE-08)

Tensión en la fibra más comprimida del hormigón: $\sigma_c := M_{...} \cdot \frac{x_{fis}}{...} = 0.832 \; MPa$

Tensión en la fibra más comprimida del hormigón: $\sigma_c := M_{serv} \cdot \frac{}{I_{fis}} = 0.832\ \textbf{MPa}$

Tensión en la armadura de tracción: $\sigma_s := n \cdot \sigma_c \cdot \frac{\langle d - x_{fis} \rangle}{x_{fis}} = 12.917\ \textbf{MPa}$

Tensión en la armadura de compresión: $\sigma'_s := -n \cdot \sigma_c \cdot \frac{\langle x_{fis} - d' \rangle}{x_{fis}} = -2.743\ \textbf{MPa}$

Tensión de la armadura en sección fisurada en instante que fisura el hormigón para $M_{fis} = 112.419\ \textbf{m} \cdot \textbf{kN}$

$$\sigma_{sr} := n \cdot \frac{M_{fis} \cdot \langle d - x_{fis} \rangle}{I_{fis}} = 67.065\ \textbf{MPa}$$

Cálculo del alargamiento medio de las armaduras

$$\varepsilon_{sm.o} := \frac{\sigma_s}{200\ \textbf{GPa}} \cdot \left(1 - k_2 \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s}\right)^2\right) = -0.00167645$$

$$\varepsilon_{sm} := \begin{cases} \text{if } \varepsilon_{sm.o} \geq 0.4 \cdot \frac{\sigma_s}{200\ \textbf{GPa}} \\ \quad \varepsilon_{sm} \leftarrow \varepsilon_{sm.o} \\ \text{else} \\ \quad \varepsilon_{sm} \leftarrow 0.4 \cdot \frac{\sigma_s}{200\ \textbf{GPa}} \end{cases} = 0.00002583$$

Cálculo de la apertura característica de fisura

$$\omega_{k\_pil} := \begin{cases} \text{if } M_{serv} > M_{fis} \\ \quad \beta \cdot s_m \cdot \varepsilon_{sm} \\ \text{else} \\ \quad \text{“No fisura”} \end{cases} \qquad \omega_{k\_pil} = \text{“No fisura”} \qquad w_{max} = 0.3\ \textbf{mm}$$

$Ratio_{fisuración\_bajo\_pilar} = \text{“No fisura”}$ <100% **OK**

$Cumplimento_{fisuración\_bajo\_pilar} = \text{“OK. Cumple fisuración por tracción”}$

9. ANÀLISI DEL E.L.S. FISURACIÓ. SECCIÓ DE VANO

Parámetros del análisis:

Momento de servicio	$M_{serv} := \max\left(\left\|M_{int.der\_K}\right\|, \left\|M_{int.izq\_K}\right\|\right) = 477.438\ \textbf{m} \cdot \textbf{kN}$
Momento de fisuración	$M_{fis} = 112.419\ \textbf{m} \cdot \textbf{kN}$
Ancho característico de fisura máxima	$w_{max} = 0.3\ \textbf{mm}$
Diámetro de las barras de armado de tracción	$\phi_{lp} := \phi_l = 25\ \textbf{mm}$

Número de barras de armado de tracción $n_0 := n_{trac} = 10$ en $b = 1\ m$

Separación entre barras longitudinales $s_0 := s_{trac} = 100\ mm$

Recubrimiento armadura traccionada hasta tocar barra $c := r_s = 35\ mm$

Coeficiente K1 (poner 0.125 para flexión simple o 0.25 para tracción simple) $k_1 := 0.125$

Coeficiente k2 (poner 1 si carga instantanea o poner 0.5 si carga duradera) $k_2 := 1$

Coeficiente β (poner 1.7 si es fisuración por cargas o 1.3 si es por deformaciones) $\beta := 1.7$

$Fisuración\_vano :=$ if $M_{fis} \le M_{serv}$ "ATENCIÓN!, LA SECCIÓN FISURARÀ." else "OK. NO fisurará" $=$ "ATENCIÓN!, LA SECCIÓN FISURARÀ."

Cálculo de la inercia fisurada

[Anejo 8. Art 2.2 EHE-08]

Recubrimiento mecánico armadura superior: $r := r_s + \phi_r + 0.5\ \phi_l = 63.5\ mm$

Recubrimiento mecánico armadura inferior: $r' := r_i + \phi_r + 0.5\ \phi'_l = 63.5\ mm$

Canto útil para armado traccionado: $d := h - r = 38.65\ cm$

Canto útil para armado comprimido: $d' := r' = 6.35\ cm$

Armadura de tracción : $A_{s\_} := n_{trac} \cdot \pi \cdot \frac{\phi_l^2}{4} = 49.087\ cm^2$ $\rho := \frac{A_{s\_}}{b \cdot d} = 0.0127$

Armadura de compresión : $A_{s'\_} := n_{comp} \cdot \pi \cdot \frac{\phi'^2_l}{4} = 49.087\ cm^2$ $\rho' := \frac{A_{s'\_}}{b \cdot d} = 0.0127$

Coeficiente de equivalencia entre módulos elásticos

$$n := \frac{200\ GPa}{E_{cm}} = 6.999$$

Profundidad de la fibra neutra fisurada:

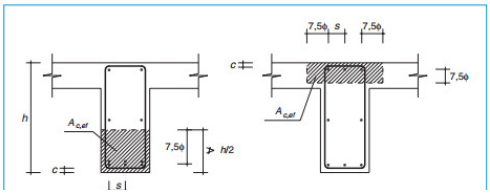
$$x_{fis} := d \cdot n \cdot \rho \cdot \left(1 + \frac{\rho'}{\rho}\right) \cdot \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot \left(1 + \frac{\rho'}{\rho} \cdot \frac{d'}{d}\right)}{n \cdot \rho \cdot \left(1 + \frac{\rho'}{\rho}\right)^2}}\right) = 120.077\ mm$$

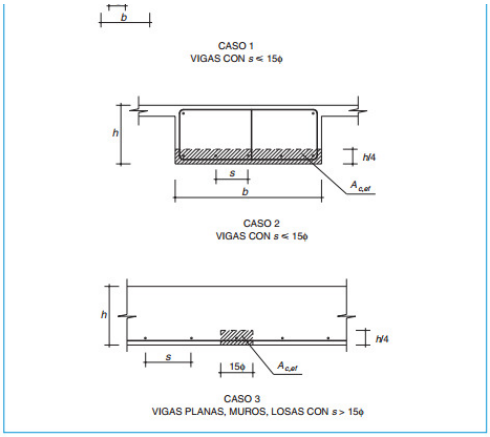
Inercia fisurada:

$$I_{fis} := n \cdot A_{s\_} \cdot (d - x_{fis}) \cdot \left(d - \frac{x_{fis}}{3}\right) + n \cdot A_{s'\_} \cdot (x_{fis} - d') \cdot \left(\frac{x_{fis}}{3} - d'\right) = 312561.739\ cm^4$$

Cálculo del área de hormigón en zona del recubrimiento

Si es viga alma estrecha para negativos: Acef = "1"
Si es viga alma estrecha para positivos: Acef = "2" $A_{c.ef} := 3$
Si es viga alma ancha, losa o muro: Acef = "3"





$$A_{c.eff} := \text{if } A_{c.ef} = 1 \quad A_{c.eff} \leftarrow 7.5 \cdot \phi_{lp} \cdot (b + 2 \cdot 7.5 \cdot \phi_{lp})$$
$$\text{else if } A_{c.ef} = 2 \quad \text{if } 7.5 \cdot \phi_{lp} \le \frac{h}{2} \quad A_{c.eff} \leftarrow 7.5 \cdot \phi_{lp} \cdot b \quad \text{else} \quad A_{c.eff} \leftarrow \frac{h}{2} \cdot b$$
$$\text{else if } A_{c.ef} = 3 \quad \text{if } s_0 \le 15 \cdot \phi_{lp} \quad A_{c.eff} \leftarrow \frac{h}{4} \cdot b \quad \text{else} \quad A_{c.eff} \leftarrow \frac{h}{4} \cdot 15 \cdot \phi_{lp}$$
$$= 1125 \ cm^2$$

$$s := \text{if } s_0 > 15 \cdot \phi_{lp} \quad s \leftarrow 15 \cdot \phi_{lp} \quad \text{else} \quad s \leftarrow s_0 \qquad = 10 \ cm$$

Area de las armaduras situadas dentro del área eficaz $A_{s.ef} := \text{if } s_0 > 15 \cdot \phi_{lp} \quad \frac{\pi \cdot \phi_{lp}^{\ 2}}{4} \quad \text{else} \quad n_0 \cdot \frac{\pi \cdot \phi_{lp}^{\ 2}}{4} = 49.087 \ cm^2$

Cálculo de la separación media de fisura

$$s_m := 2 \cdot c + 0.2 \cdot s + 0.4 \cdot k_1 \cdot \frac{\phi_{lp} \cdot A_{c.eff}}{A_{s.ef}} = 118.648 \ mm$$

Cálculo de tensiones (segons apartat 2.4 de l'Anejo 8 de la EHE-08)

Tensión en la fibra más comprimida del hormigón: $\sigma_c := M_{serv} \cdot \frac{x_{fis}}{I_{fis}} = 18.342\ \textbf{MPa}$

Tensión en la armadura de tracción: $\sigma_s := n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(d - x_{fis})}{x_{fis}} = 284.82\ \textbf{MPa}$

Tensión en la armadura de compresión: $\sigma'_s := -n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(x_{fis} - d')}{x_{fis}} = -60.483\ \textbf{MPa}$

Tensión de la armadura en sección fisurada en instante que fisura el hormigón para $M_{fis} = 112.419\ \textbf{m} \cdot \textbf{kN}$

$\sigma_{sr} := n \cdot \frac{M_{fis} \cdot (d - x_{fis})}{I_{fis}} = 67.065\ \textbf{MPa}$

Cálculo del alargamiento medio de las armaduras

$\varepsilon_{sm.o} := \frac{\sigma_s}{200\ \textbf{GPa}} \cdot \left(1 - k_2 \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s}\right)^2\right) = 0.00134514$

$\varepsilon_{sm} := \text{if } \varepsilon_{sm.o} \geq 0.4 \cdot \frac{\sigma_s}{200\ \textbf{GPa}} = 0.00134514$
$\quad \varepsilon_{sm} \leftarrow \varepsilon_{sm.o}$
else
$\quad \varepsilon_{sm} \leftarrow 0.4 \cdot \frac{\sigma_s}{200\ \textbf{GPa}}$

Cálculo de la apertura característica de fisura

$\omega_{k\_va} := \text{if } M_{fis} > M_{serv}$ “No fisura” else $\beta \cdot s_m \cdot \varepsilon_{sm}$ $\quad \omega_{k\_va} = 0.271\ \textbf{mm}$ $\quad w_{max} = 0.3\ \textbf{mm}$

$Ratio_{fisuración\_vano} = 90.44\%$ <100% **OK**

$Cumplimiento_{fisuración\_vano} =$ “OK. Cumple fisuración por tracción”

10. ANÁLISIS E.L.U. CORTANTE. VANO IZQUIERDO

Canto útil considerado: $d := h - (r_s + \phi_r + 0.5\ \phi_l) = 38.65\ \textbf{cm}$

Esfuerzos de cálculo:
$V_{ed\_max} := |V_{ED}(L_p - 1\ \mu\textbf{m})| = 623.533\ \textbf{kN}$
$V_{ed\_D} := \max(|V_{ED}(d)|, |V_{ED}(L_p - d)|) = 525.466\ \textbf{kN}$

Análisis del agotamiento del hormigón por compresión oblicua Vu1 [Art 44.2.3.1 EHE-08]

Se considera una estructura sin influencia del esfuerzo axil. A tales efectos $K := 1.00$
Se considera un ángulo de bielas comprimidas $\theta := 45\ °$
Se considera un ángulo respecto la directriz de la pieza con el armado de cortante $\alpha := 60\ °$

$$f_{1cd} := \text{if } f_{ck} \le 60\ \textbf{MPa} \ \| \ 0.6 \cdot f_{cd} \ \text{else} \ \| \ \zeta \leftarrow \left(0.9 - \frac{f_{ck}}{200\ \textbf{MPa}}\right) \cdot f_{cd} \ \text{if } \zeta \le 0.5 \cdot f_{cd} \ \| \ 0.5 \cdot f_{cd} \ \text{else} \ \| \ \zeta = 10.2\ \textbf{MPa}$$

$$f_{cv} := \text{if } contr = \text{“SI”} \ \| \ 15\ \textbf{MPa} \ \text{else} \ \| \ \text{if } f_{ck} \le 60\ \textbf{MPa} \ \| \ f_{ck} \ \text{else} \ \| \ 60\ \textbf{MPa} = 30\ \textbf{MPa}$$

$$V_{u1} := K \cdot f_{1cd} \cdot b \cdot d \cdot \left(\frac{\cot(\theta) + \cot(\alpha)}{1 + \cot(\theta)^2}\right) = 3109.194\ \textbf{kN} \qquad V_{ed\_max} = 623.533\ \textbf{kN}$$

$$Verifica_{compresión\_obliqua} = \text{“OK”}$$

Análisis del agotamiento del hormigón por tracción del alma en secciones sin armadura de cortante

La capacidad del hormigón por tracción en piezas sin armadura de cortante se calcula como sigue:

$$\xi := \text{if } 1 + \sqrt{\frac{200\ \textbf{mm}}{d}} \le 2 \ \| \ 1 + \sqrt{\frac{200\ \textbf{mm}}{d}} \ \text{else} \ \| \ 2 = 1.719$$

$$\rho_l := \text{if } \frac{n_{trac} \cdot \frac{\pi \cdot \phi_l^2}{4}}{b \cdot d} \le 0.02 \ \| \ \frac{n_{trac} \cdot \frac{\pi \cdot \phi_l^2}{4}}{b \cdot d} \ \text{else} \ \| \ 0.02 = 0.0127005$$

[Art 44.2.3.2.1.2 EHE-08]

$$V_{cu} := \left(\frac{0.18}{\gamma_c} \cdot \xi \cdot \left(100 \cdot \rho_l \cdot f_{cv} \cdot \textbf{MPa}^{-1}\right)^{\frac{1}{3}}\right) \cdot b \cdot d \cdot \textbf{MPa} = 268.334\ \textbf{kN}$$

$$V_{cu.min} := \left(\frac{0.075}{\gamma_c} \cdot \xi^{\frac{3}{2}} \cdot \left(f_{cv} \cdot \textbf{MPa}^{-1}\right)^{\frac{1}{2}}\right) \cdot b \cdot d \cdot \textbf{MPa} = 238.631\ \textbf{kN}$$

Capacidad del hormigón por tracción en piezas sin armadura de cortante

$$V_{cu} := \text{if } V_{cu} \le V_{cu.min} \ \| \ V_{cu.min} = 268.334\ \textbf{kN} \qquad V_{ed\_D} = 525.466\ \textbf{kN}$$

$V_{cu} := V_{cu.min}$
else
V_{cu}

$Armadura\_cortante_{vano\_izquierdo}$ = "ATENCIÓN. Se necesita armadura de cortante"

Se plantea un refuerzo de cortante $\phi_V = 12\ mm$ con un número de ramas

$$ram := \frac{b}{2 \cdot s_{trac}} = 5$$

Se considera un ángulo respecto la directriz de la pieza con el armado de cortante $\alpha = 60\ °$

Dimensionamiento del armado mínimo [Art. 44.2.3.4.1 EHE-08]

$$A_\alpha := \frac{f_{ctm} \cdot b \cdot \sin(\alpha)}{7.5\ f_{yd.c}} = 8.361\ \frac{cm^2}{m} \qquad s_{min} := \frac{ram \cdot \pi \cdot \phi_V^{\,2}}{4 \cdot A_\alpha} = 67.631\ cm$$

$st_{min.0} :=$ if $V_{ed\_max} \le \frac{V_{u1}}{5}$
$\quad st_{min.0} \leftarrow 0.75 \cdot d \cdot (1 + \cot(\alpha))$
else if $V_{ed\_max} \le \frac{2 \cdot V_{u1}}{3}$
$\quad st_{min.0} \leftarrow 0.6 \cdot d \cdot (1 + \cot(\alpha))$
else
$\quad st_{min.0} \leftarrow 0.3 \cdot d \cdot (1 + \cot(\alpha))$
$= 36.579\ cm$

$st_{min.1} := 0.6 \cdot d \cdot (1 + \cot(\alpha)) = 36.579\ cm$

Separación mínima del armado de cortante

$$st_{min} := min\left(\text{Floor}\left(st_{min.0}, 5\ cm\right), \text{Floor}\left(st_{min.1}, 5\ cm\right)\right) = 35\ cm$$

Dimensionamiento del armado de refuerzo [Art 44.2.3.2.2.2 EHE-08]

$$V_{cu} := \left(\frac{0.15}{\gamma_c} \cdot \xi \cdot \left(100 \cdot \rho_l \cdot f_{cv} \cdot MPa^{-1}\right)^{\frac{1}{3}}\right) \cdot b \cdot d \cdot MPa = 223.612\ kN$$

$$V_{cu.min} := \left(\frac{0.075}{\gamma_c} \cdot \xi^{\frac{3}{2}} \cdot \left(f_{cv} \cdot MPa^{-1}\right)^{\frac{1}{2}}\right) \cdot b \cdot d \cdot MPa = 238.631\ kN$$

Capacidad del hormigón por tracción en piezas sin armadura de cortante

$V_{cu} :=$ if $V_{cu} \le V_{cu.min}$
$\quad V_{cu.min}$
else
$= 238.631\ kN$

$V_{ed\_D} = 525.466\ kN$

$$V_{su}(s) := \frac{0.9 \cdot d \cdot \frac{b}{2 \cdot s_{trac}} \cdot \pi \cdot \frac{\phi_V^{\,2}}{4}}{s} f_{yd.c} \cdot \sin(\alpha) \cdot (\cot(\alpha) + 1)$$

El cortante que absorve la separación mínima es: $V_{su}(st_{min}) = 307.09\ kN$

El cortante a absorver por la separación s1 será:

$V_{s1} := V_{ed\_D} - V_{cu} = 286.835\ kN$

$s_1 := 10\ cm$

$V_{su}(s_1) = V_{s1}$

$s_1 := \text{find}(s_1) = 37.471\ cm$

$s_1 := \text{Floor}(s_1, 5\ cm) = 35\ cm$

$s_1 := \text{if } s_1 \le st_{min}$ $\quad s_1$ $\quad \text{else}$ $\quad st_{min}$ $= 0.35\ m$

$V_{su}(s_1) = 307.09\ kN$

El armado de cortante serán cercos $\phi_V = 12\ mm$ cada $s_1 = 35\ cm$ en $ram = 5$ ramas hasta los puntos de la viga sutados a las siguentes posiciones:

Solver Constraints Values

$x_{1.i} := 0 \cdot m$

$|V_{ED}(x_{1.i})| = V_{cu}$

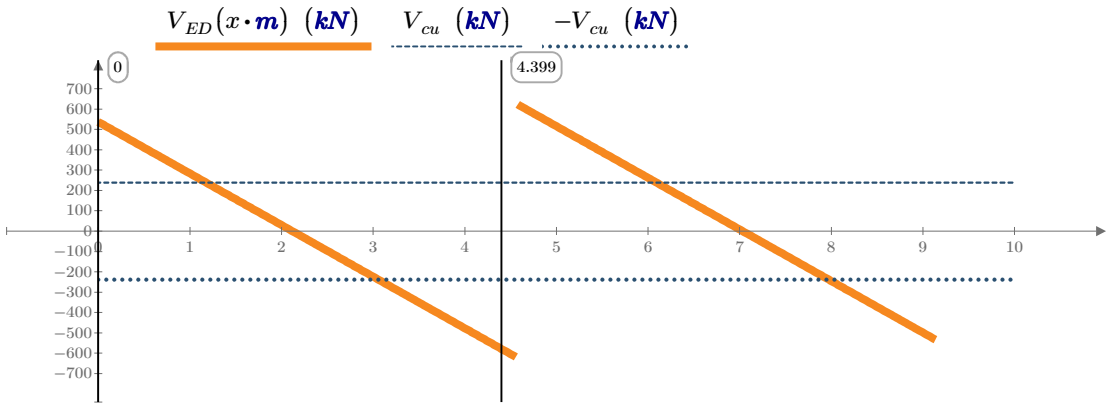
$x_{1.i} := \text{find}(x_{1.i}) = 1.177\ m$

Solver Constraints Values

$x_{1.d} := L_p - 1\ m$

$|V_{ED}(x_{1.d})| = V_{cu}$

$x_{1.d} := \text{find}(x_{1.d}) = 3.058\ m$



11. ANÁLISIS E.L.U. CORTANTE. VANO DERECHO

Canto útil considerado: $d := h - (r_s + \phi_r + 0.5\ \phi_l) = 38.65\ \textbf{cm}$

Esfuerzos de cálculo:

$V_{ed\_max} := |V_{ED}(L_p + 1\ \mu\textbf{m})| = 623.533\ \textbf{kN}$

$V_{ed\_D} := \max(|V_{ED}(L_p + d)|, |V_{ED}(L - d)|) = 525.466\ \textbf{kN}$

[Art 44.2.3.1 EHE-08]

Análisis del agotamiento del hormigón por compresión oblicua Vu1

Se considera una estructura sin influencia del esfuerzo axil. A tales efectos $K := 1.00$
Se considera un ángulo de bielas comprimidas $\theta := 45\ °$
Se considera un ángulo respecto la directriz de la pieza con el armado de cortante $\alpha = 60\ °$

$$f_{1cd} := \begin{cases} 0.6 \cdot f_{cd} & \text{if } f_{ck} \le 60\ \textbf{MPa} \\ \zeta \leftarrow \left(0.9 - \frac{f_{ck}}{200\ \textbf{MPa}}\right) \cdot f_{cd} & \text{else} \\ 0.5 \cdot f_{cd} & \text{if } \zeta \le 0.5 \cdot f_{cd} \\ \zeta & \text{else} \end{cases} = 10.2\ \textbf{MPa}$$

$$f_{cv} := \begin{cases} 15\ \textbf{MPa} & \text{if } contr = \text{“SI”} \\ f_{ck} & \text{else if } f_{ck} \le 60\ \textbf{MPa} \\ 60\ \textbf{MPa} & \text{else} \end{cases} = 30\ \textbf{MPa}$$

$$V_{u1} := K \cdot f_{1cd} \cdot b \cdot d \cdot \left(\frac{\cot(\theta) + \cot(\alpha)}{1 + \cot(\theta)^2}\right) = 3109.194\ \textbf{kN} \qquad V_{ed\_max} = 623.533\ \textbf{kN}$$

$$Verifica_{compresión\_obliqua} = \text{“OK”}$$

Análisis del agotamiento del hormigón por tracción del alma en secciones sin armadura de cortante

La capacidad del hormigón por tracción en piezas sin armadura de cortante se calcula como sigue:

$$\xi := \text{if } 1+\sqrt{\frac{200\ mm}{d}} \le 2 \left\| 1+\sqrt{\frac{200\ mm}{d}} \right| = 1.719 \qquad \rho_l := \text{if } \frac{n_{trac}\cdot\frac{\pi\cdot\phi_l^{\,2}}{4}}{b\cdot d} \le 0.02 \left\| \frac{n_{trac}\cdot\frac{\pi\cdot\phi_l^{\,2}}{4}}{b\cdot d} \right| = 0.0127005$$

[Art 44.2.3.2.1.2 EHE-08]

$$V_{cu} := \text{if } 2 \left\| \left(\frac{0.18}{\gamma_c}\cdot\xi\cdot\left(100\cdot\rho_l\cdot f_{cv}\cdot MPa^{-1}\right)^{\frac{1}{3}}\right)\cdot b\cdot d\cdot MPa \right| = 268.334\ kN$$

else

$$\left\| 0.02 \right.$$

$$V_{cu.min} := \left(\frac{0.075}{\gamma_c}\cdot\xi^{\frac{3}{2}}\cdot\left(f_{cv}\cdot MPa^{-1}\right)^{\frac{1}{2}}\right)\cdot b\cdot d\cdot MPa = 238.631\ kN$$

Capacidad del hormigón por tracción en piezas sin armadura de cortante

$$V_{cu} := \text{if } V_{cu} \le V_{cu.min} \left\| V_{cu.min} \right| = 268.334\ kN \qquad V_{ed\_D} = 525.466\ kN$$

else

$$\left\| V_{cu} \right.$$

$Armadura\_cortante_{vano\_derecho}$ = "ATENCIÓN. Se necesita armadura de cortante"

Se plantea un refuerzo de cortante $\phi_V = 12\ mm$ con un número de ramas

$$ram := \frac{b}{2\cdot s_{trac}} = 5$$

Se considera un ángulo respecto la directriz de la pieza con el armado de cortante $\alpha = 60\ °$

Dimensionamiento del armado mínimo [Art. 44.2.3.4.1 EHE-08]

$$A_\alpha := \frac{f_{ctm}\cdot b\cdot\sin(\alpha)}{7.5\ f_{yd.c}} = 8.361\ \frac{cm^2}{m} \qquad s_{min} := \frac{ram\cdot\pi\cdot\phi_V^{\,2}}{4\cdot A_\alpha} = 67.631\ cm$$

$$st_{min.0} := \text{if } V_{ed\_max} \le \frac{V_{u1}}{5} \left\| st_{min.0} \leftarrow 0.75\cdot d\cdot(1+\cot(\alpha)) \right| = 36.579\ cm \qquad st_{min.1} := 0.6\cdot d\cdot(1+\cot(\alpha)) = 36.579\ cm$$

else if $V_{ed\_max} \le \frac{2\cdot V_{u1}}{3}$

$$\left\| st_{min.0} \leftarrow 0.6\cdot d\cdot(1+\cot(\alpha)) \right.$$

else

$$\left\| st_{min.0} \leftarrow 0.3\cdot d\cdot(1+\cot(\alpha)) \right.$$

Separación mínima del armado de cortante

$$st_{min} := min\left(\text{Floor}\left(st_{min.0}, 5\ cm\right), \text{Floor}\left(st_{min.1}, 5\ cm\right)\right) = 35\ cm$$

Dimensionamiento del armado de refuerzo

[Art 44.2.3.2.2.2 EHE-08]

$$V_{cu} := \left(\frac{0.15}{\gamma_c} \cdot \xi \cdot \left(100 \cdot \rho_l \cdot f_{cv} \cdot MPa^{-1} \right)^{\frac{1}{3}} \right) \cdot b \cdot d \cdot MPa = 223.612\ kN$$

$$V_{cu.min} := \left(\frac{0.075}{\gamma_c} \cdot \xi^{\frac{3}{2}} \cdot \left(f_{cv} \cdot MPa^{-1} \right)^{\frac{1}{2}} \right) \cdot b \cdot d \cdot MPa = 238.631\ kN$$

Capacidad del hormigón por tracción en piezas sin armadura de cortante

$$V_{cu} := \text{if } V_{cu} \le V_{cu.min} \left| \begin{array}{l} \| V_{cu.min} \\ \text{else} \\ \| V_{cu} \end{array} \right. = 238.631\ kN \qquad V_{ed\_D} = 525.466\ kN$$

$$V_{su}(s) := \frac{0.9 \cdot d \cdot \frac{b}{2 \cdot s_{trac}} \cdot \pi \cdot \frac{\phi_V^{\,2}}{4}}{s} f_{yd.c} \cdot \sin(\alpha) \cdot (\cot(\alpha) + 1)$$

El cortante que absorve la separación mínima es: $V_{su}(st_{min}) = 307.09\ kN$

El cortante a absorver por la separación s1 será:

$$V_{s1} := V_{ed\_D} - V_{cu} = 286.835\ kN$$

$s_1 := 10\ cm$

$V_{su}(s_1) = V_{s1}$

$s_1 := \text{find}(s_1) = 37.471\ cm$

$s_1 := \text{Floor}(s_1, 5\ cm) = 35\ cm$

$$s_1 := \text{if } s_1 \le st_{min} \left| \begin{array}{l} \| s_1 \\ \text{else} \\ \| st_{min} \end{array} \right. = 0.35\ m$$

$V_{su}(s_1) = 307.09\ kN$

El armado de cortante serán cercos $\phi_V = 12\ mm$ cada $s_1 = 35\ cm$ en $ram = 5$ ramas hasta los puntos de la viga sutados a las siguentes posiciones:

$x_{2.i} := L_p + 1\ cm$

$|V_{ED}(x_{2.i})| = V_{cu}$

$x_{2.i} := \text{find}(x_{2.i}) = 6.092\ m$

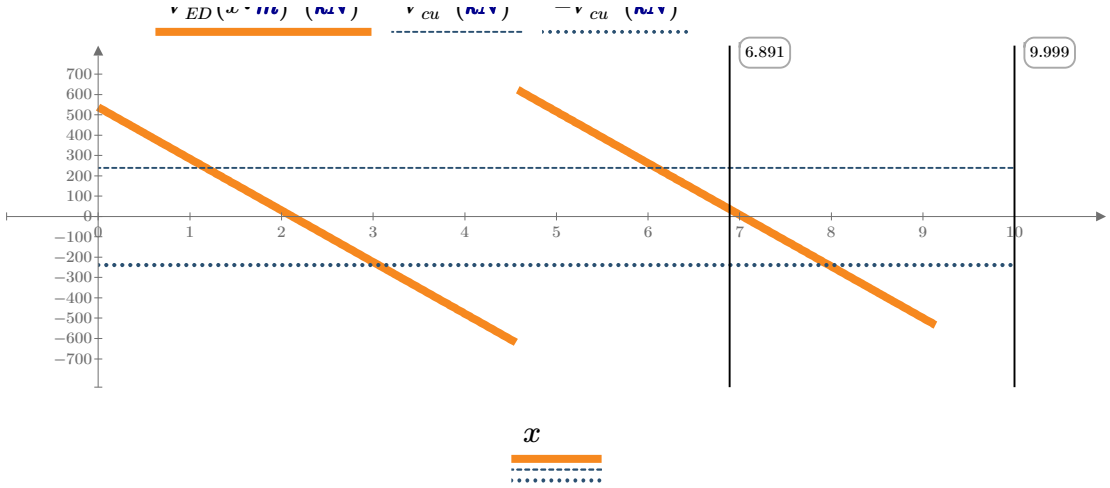
Solver Constraints Values

$x_{2.d} := L - 1\ cm$

$|V_{ED}(x_{2.d})| = V_{cu}$

$x_{2.d} := \text{find}(x_{2.d}) = 7.973\ m$

$V_{ed}(x\ m)\ (kN) \quad V_{cu}\ (kN) \quad -V_{cu}\ (kN)$



x

12. ANÁLISIS ARMADURA DE REPARTO

Armadura mínima mecánica horizontal según"Muros de contención y muros de sótano J. Calavera"

$$A_{s.min.rep} := \max\left(A_s\left(\left|M_{int.izq\_ED\_red}\right| \cdot 20\%\right), A_s\left(\left|M_{int.der\_ED\_red}\right| \cdot 20\%\right), A_s\left(\left|M_{pilar\_ED\_red}\right| \cdot 20\%\right)\right) = 6.929\ \boldsymbol{cm}^2$$

Armadura mínima geométrica según EHE-08

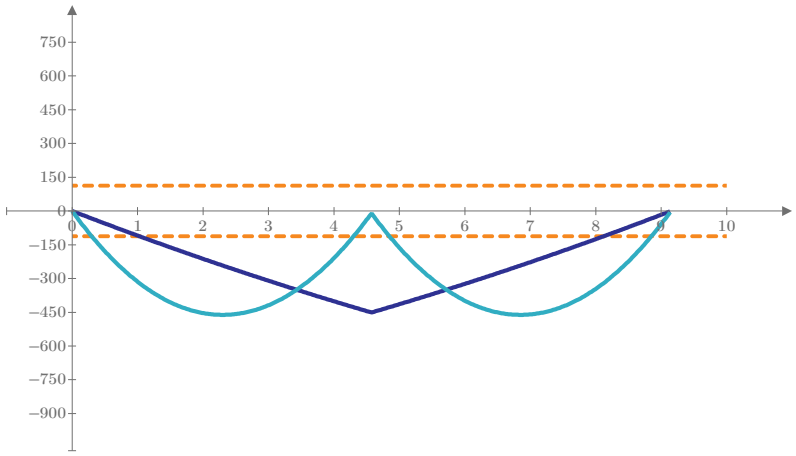
$$A_{s.min.rep.geom} := 50\% \cdot \frac{1.8}{1000} \cdot b \cdot h = 4.05\ \boldsymbol{cm}^2$$

Ratios de cumplimiento del armado de reparto dispuesto

$$Rat_{E.L.U\_rep} := \frac{4 \cdot \max\left(A_{s.min.rep}, A_{s.min.rep.geom}\right) \cdot s_r}{b \cdot \pi \cdot \phi_r{}^2} = 68.93\% \quad < \text{OK}$$

13. ANÁLISIS E.L.S. DEFORMACIONES

Momento de fisuración: $M_{fis} = 112.419\ \boldsymbol{m \cdot kN}$



$-M_{fis}\ (\boldsymbol{kN \cdot m})$

$-M_{Kf\_sc}(x \cdot \boldsymbol{m})\ (\boldsymbol{kN \cdot m})$

$-M_{Kqp}(x \cdot \boldsymbol{m})\ (\boldsymbol{kN \cdot m})$

$M_{fis}\ (\boldsymbol{kN \cdot m})$

x

Análisis de inercias

Inercia bruta: $I_{bruta} := \frac{b \cdot h^3}{12} = \left(759.375 \cdot 10^3\right)\ cm^4$

Inercia fisurada: $I_{fis} = \left(312.562 \cdot 10^3\right)\ cm^4$

Inercia equivalente: $I_{equivalente}(x) := \left(\frac{M_{fis}}{\left|M_{Kqp}(x)\right|}\right)^3 \cdot I_{bruta} + \left(1 - \left(\frac{M_{fis}}{\left|M_{Kqp}(x)\right|}\right)^3\right) \cdot I_{fis}$

$$I_{equivalente}(x) := \text{if } \left(I_{equivalente}(x) \le I_{bruta}\right) \wedge \left(\left|M_{Kqp}(x)\right| > M_{fis}\right) \left\| I_{equivalente}(x) \right. \text{ else } \left\| I_{bruta} \right.$$

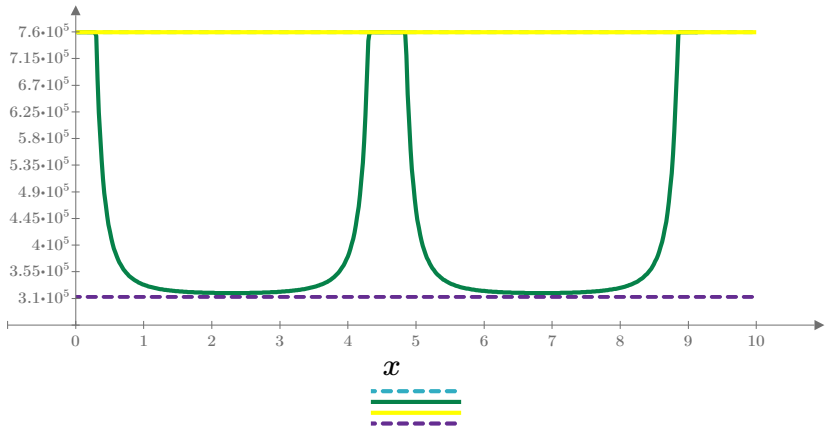
Inercia equivalente sección de apoyo vano: $I_{er} := I_{equivalente}\left(L_p\right) = \left(7.594 \cdot 10^5\right)\ cm^4$

Inercia equivalente sección centro vano izquierdo: $I_{ee} := I_{equivalente}\left(0.5 \cdot L_p\right) = \left(3.19 \cdot 10^5\right)\ cm^4$

Inercia equivalente sección centro vano derecho: $I_{ed} := I_{equivalente}\left(0.5 \cdot \left(L_p + L\right)\right) = \left(3.19 \cdot 10^5\right)\ cm^4$

Inercia equivalente de cálculo para el vano derecho: $I_{eq\_izq} := 0.75 \cdot I_{ee} + 0.25 \cdot I_{er} = \left(4.291 \cdot 10^5\right)\ cm^4$

Inercia equivalente finalmente empleada: $I_{eq\_adoptada} := I_{er} = \left(7.594 \cdot 10^5\right)\ cm^4$



Módulo elástico utilizado en el cálculo de deformaciones

$E_c := 8500 \cdot \sqrt[3]{f_{ck} \cdot MPa^{-1}} + 8 \cdot MPa = 28.577\ GPa$

Cálculo de las flechas elásticas instantáneas utilizando tehoremas de Mohr. Combinación frecuente de la sobrecarga

$$f_{inst\_I.bruta\_scf}(x) := \left(\frac{-x}{L} \cdot \int_0^L \frac{M_{Kf\_sc}(t) \cdot (L - t)}{I_{bruta}}\,dt + \int_0^x \frac{M_{Kf\_sc}(t) \cdot (x - t)}{I_{bruta}}\,dt\right) \cdot \frac{1}{E_c}$$

$$f_{inst\_I.eq\_scf}(x) := \left(\frac{-x}{L} \cdot \int_0^L \frac{M_{Kf\_sc}(t) \cdot (L - t)}{I_{eq\_adoptada}}\,dt + \int_0^x \frac{M_{Kf\_sc}(t) \cdot (x - t)}{I_{eq\_adoptada}}\,dt\right) \cdot \frac{1}{E_c}$$

\ õ õ /

Cálculo de las flechas elásticas instantáneas utilizando tehoremas de Mohr. Combinación quasi permanente de acciones

$$f_{inst\_I.bruta\_qp}(x) := \left(\frac{-x}{L} \cdot \int_0^L \frac{M_{Kqp}(t)\cdot(L-t)}{I_{bruta}}\,dt + \int_0^x \frac{M_{Kqp}(t)\cdot(x-t)}{I_{bruta}}\,dt \right) \cdot \frac{1}{E_c}$$

$$f_{inst\_I.eq\_qp}(x) := \left(\frac{-x}{L} \cdot \int_0^L \frac{M_{Kqp}(t)\cdot(L-t)}{I_{eq\_adoptada}}\,dt + \int_0^x \frac{M_{Kqp}(t)\cdot(x-t)}{I_{eq\_adoptada}}\,dt \right) \cdot \frac{1}{E_c}$$

Cálculo de flecha diferida

Cuantia geométrica de la armadura de compresión $\rho' := \frac{\pi \cdot (\phi'_l)^2}{2\, s_{comp} \cdot 4 \cdot d} = 0.00635$

$$f_{diferida}(x) := f_{inst\_I.eq\_qp}(x) \cdot \frac{2}{1+50\cdot\rho'}$$

Cálculo de la flecha total a largo plazo

$$f_{total\_largo\_plazo}(x) := f_{inst\_I.eq\_qp}(x) \cdot \left(1 + \frac{2}{1+50\cdot\rho'}\right)$$

Funciones descenso de apoyo:

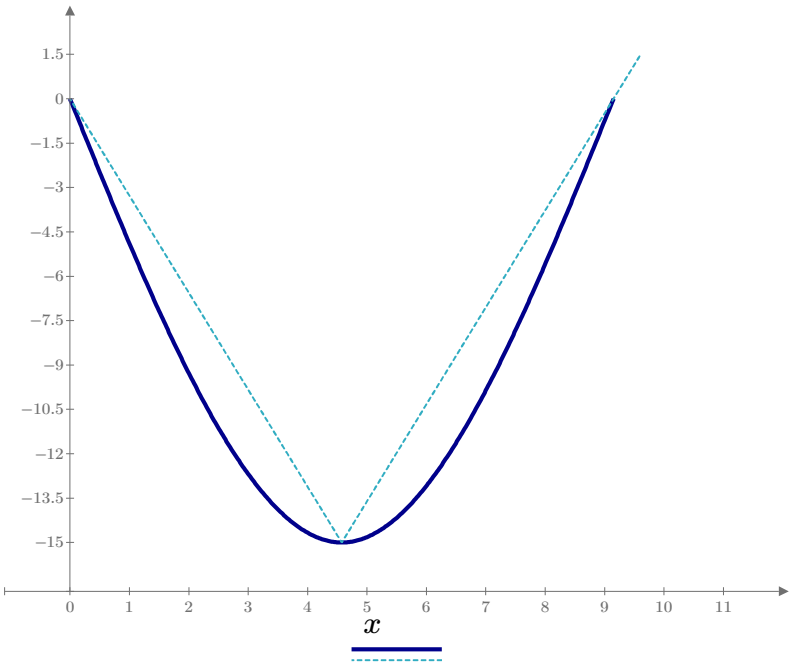
$$f_{\Delta}(x) := \begin{cases} \dfrac{-x\cdot\Delta}{L_p} & \text{if } x \le L_p \\ -\Delta + \dfrac{(x-L_p)\cdot\Delta}{L-L_p} & \text{else} \end{cases}$$

$$f_{\Delta\_eq\_qp}(x) := \begin{cases} \dfrac{x\cdot f_{inst\_I.eq\_qp}(L_p)}{L_p} & \text{if } x \le L_p \\ f_{inst\_I.eq\_qp}(L_p) - \dfrac{(x-L_p)\cdot f_{inst\_I.eq\_qp}(L_p)}{L-L_p} & \text{else} \end{cases}$$

$$f_{\Delta\_eq\_scf}(x) := \begin{cases} \dfrac{x\cdot f_{inst\_I.eq\_scf}(L_p)}{L_p} & \text{if } x \le L_p \\ f_{inst\_I.eq\_scf}(L_p) - \dfrac{(x-L_p)\cdot f_{inst\_I.eq\_scf}(L_p)}{L-L_p} & \text{else} \end{cases}$$

$$f_{\Delta\_total}(x) := \begin{cases} \dfrac{x \cdot f_{total\_largo\_plazo}(L_p)}{L_p} & \text{if } x \le L_p \\ f_{total\_largo\_plazo}(L_p) - \dfrac{(x - L_p) \cdot f_{total\_largo\_plazo}(L_p)}{L - L_p} & \text{else} \end{cases}$$

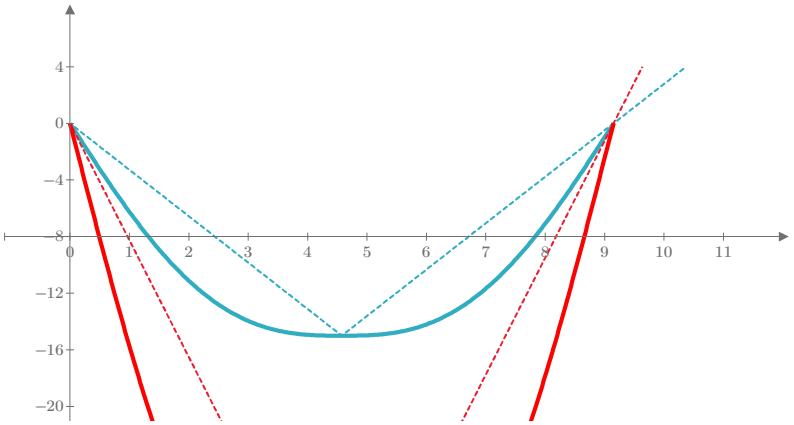
Deformada absoluta del forjado. SOBRECARGA DE USO EN COMBINACIÓN FRECUENTE



$f_{inst\_I.bruta\_scf}(x \cdot m)\ \ (mm)$

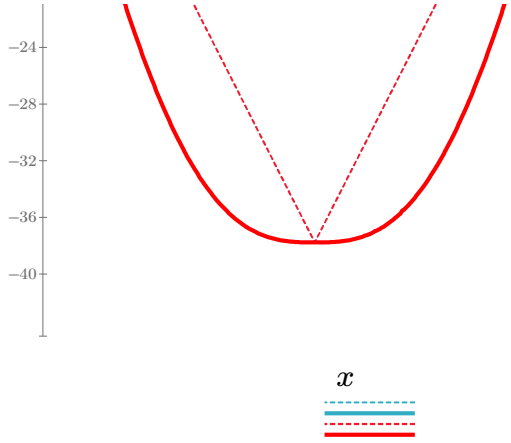
$f_{\Delta\_eq\_scf}(x \cdot m)\ \ (mm)$

Deformada absoluta del forjado. COMBINACIÓN QUASI PERMANENTE DE ACCIONES



$f_{\Delta\_eq\_qp}(x \cdot m)\ \ (mm)$

$f_{inst\_I.eq\_qp}(x \cdot m)\ \ (mm)$



$f_{\Delta\_total}(x \cdot m)\ \ (mm)$

$f_{total\_largo\_plazo}(x \cdot m)\ \ (mm)$

Deformada relativa del forjado respecto el descenso de apoyo

$$f_{inst\_I.eq\_relativa\_scf}(x) := \left(-f_{inst\_I.eq\_scf}(x) + f_{\Delta\_eq\_scf}(x)\right) \cdot -1$$

$$f_{inst\_I.bruta\_relativa\_qp}(x) := \left(-f_{inst\_I.bruta\_qp}(x) + f_{\Delta}(x)\right) \cdot -1$$

$$f_{inst\_I.eq\_relativa\_qp}(x) := \left(-f_{inst\_I.eq\_qp}(x) + f_{\Delta\_eq\_qp}(x)\right) \cdot -1$$

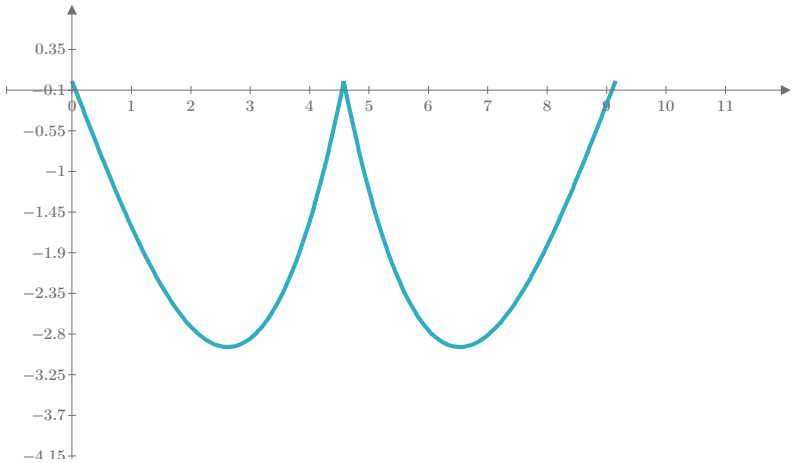
$$f_{total\_largo\_plazo\_relativa\_qp}(x) := \left(-f_{total\_largo\_plazo}(x) + f_{\Delta\_total}(x)\right) \cdot -1$$

Flechas máximas admisibles:

$$\delta_{adm\_largo\_plazo} := \frac{-\max\left(L_p, L - L_p\right)}{f_{tot}^{-1}} = -18.3\ mm \qquad \delta_{adm\_scf} := \frac{-\max\left(L_p, L - L_p\right)}{f_{sc}^{-1}} = -4.575\ mm$$

$$f_{tot}^{-1} = 250 \qquad f_{sc}^{-1} = 1000$$

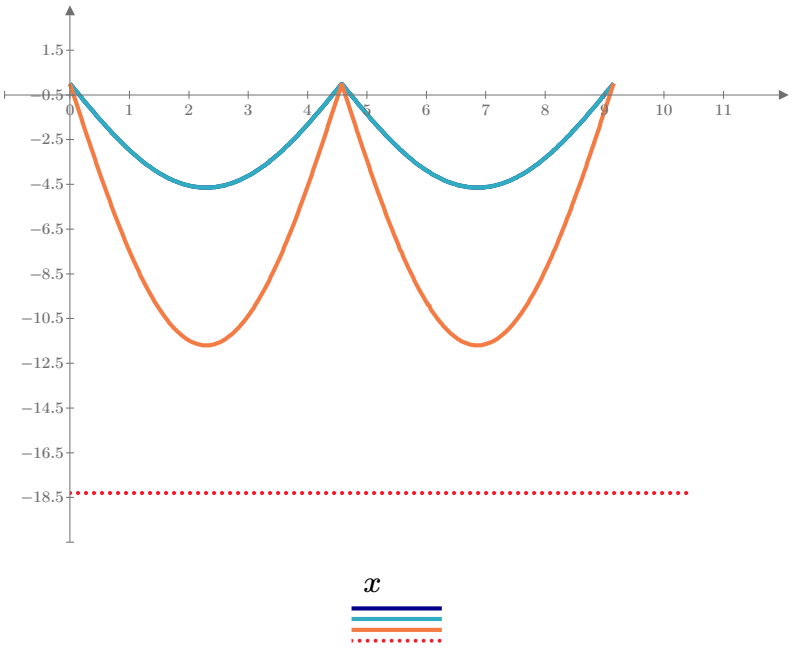
Deformada relativa del forjado. SOBRECARGA DE USO EN COMBINACIÓN FRECUENTE



$f_{inst\_I.eq\_relativa\_scf}(x \cdot m)\ \ (mm)$

$\delta_{adm\_scf}\ \ (mm)$

Deformada relativa del forjado. COMBINACIÓN QUASI PERMANENTE DE ACCIONES



$f_{inst\_I.bruta\_relativa\_qp}(x \cdot m)\ \ (mm)$

$f_{inst\_I.eq\_relativa\_qp}(x \cdot m)\ \ (mm)$

$f_{total\_largo\_plazo\_relativa\_qp}(x \cdot m)\ \ (mm)$

$\delta_{adm\_largo\_plazo}\ \ (mm)$

Cálculo de flechas en puntos máximos para combinación frecuente de la sobrecarga

$x_{max\_inst\_eq\_scf} := 6\ m$

$x_{max\_inst\_eq\_scf} := \mathbf{minimize}\left(f_{inst\_I.eq\_relativa\_scf}, x_{max\_inst\_eq\_scf}\right) = 6.526\ m$

$F_{max\_inst\_eq\_scf} := f_{inst\_I.eq\_relativa\_scf}\left(x_{max\_inst\_eq\_scf}\right) = -2.943\ mm$

Cálculo de flechas en puntos máximos para combinación quasi permanente de acciones

$x_{max\_inst\_bruta} := 3\ m$

$x_{max\_inst\_bruta} := \mathbf{minimize}\left(f_{inst\_I.bruta\_relativa\_qp}, x_{max\_inst\_bruta}\right) = 2.292\ m$

$$F_{max\_inst\_bruta} := f_{inst\_I.bruta\_relativa\_qp}\left(x_{max\_inst\_bruta}\right) = -4.647\ mm$$

$$x_{max\_inst\_eq} := 3\ m$$

$$x_{max\_inst\_eq} := \mathbf{minimize}\left(f_{inst\_I.eq\_relativa\_qp}, x_{max\_inst\_eq}\right) = 2.292\ m$$

$$F_{max\_inst\_eq} := f_{inst\_I.eq\_relativa\_qp}\left(x_{max\_inst\_eq}\right) = -4.647\ mm$$

$$x_{max\_max\_total} := 3\ m$$

$$x_{max\_max\_total} := \mathbf{minimize}\left(f_{total\_largo\_plazo\_relativa\_qp}, x_{max\_max\_total}\right) = 2.292\ m$$

$$F_{max\_total} := f_{total\_largo\_plazo\_relativa\_qp}\left(x_{max\_max\_total}\right) = -11.701\ mm$$

$$Ratio_{flecha\_total} := \frac{F_{max\_total}}{\delta_{adm\_largo\_plazo}} = 63.938\%$$

$$Relación_{flecha\_total} := \frac{-\max\left(L_p, L - L_p\right)}{F_{max\_total}} = 391.003$$

$$Ratio_{flecha\_sobrecarga\_frecuente} := \frac{F_{max\_inst\_eq\_scf}}{\delta_{adm\_scf}} = 64.327\%$$

$$Relación_{flecha\_scf} := \frac{-\max\left(L_p, L - L_p\right)}{F_{max\_inst\_eq\_scf}} = 1554.569$$

$$Coef_{amplif\_f.elastica.inst} := \frac{F_{max\_total}}{F_{max\_inst\_bruta}} = 2.518$$

14. RESUMEN DE RESULTADOS

ELU FLEXIÓN:

Ratio E.L.U. armado traccionado sección bajo pilar: $Rat_{E.L.U\_trac\_pilar} = 0.249$
Ratio E.L.U. armado comprimido sección bajo pilar: $Rat_{E.L.U\_comp\_pilar} = 0.083$
Refuerzo a disponer de longitud $L_{ref\_inf} = 4.15\ m$ des de $x_{inf\_esq} = 4.043\ m$

Ratio E.L.U. armado traccionado sección vano: $Rat_{E.L.U\_trac} = 0.791$
Ratio E.L.U. armado comprimido sección vano: $Rat_{E.L.U\_comp} = 0.083$
Refuerzo vano derecho de longitud $L_{ref\_sup\_vano\_esq} = 10.4\ m$ des de $x_{sup\_izq\_a} = -0.616\ m$
Refuerzo vano izquierdo de longitud $L_{ref\_sup\_vano\_der} = 10.4\ m$ des de $x_{sup\_der\_a} = -0.616\ m$

Ratio E.L.U. armadura de reparto: $Rat_{E.L.U\_rep} = 0.689$

ELU CORTANTE

$Armadura\_cortante_{vano\_izquierdo}$ = "ATENCIÓN. Se necesita armadura de cortante"
$Armadura\_cortante_{vano\_derecho}$ = "ATENCIÓN. Se necesita armadura de cortante"
Refuerzo vano izquierdo hasta $x_{1.i} + 0.5 \cdot h = 1.402\ m$ y des de $x_{1.d} - 0.5 \cdot h = 2.833\ m$ hasta el pilar.
Refuerzo vano derecho desde pilar hasta hasta $x_{2.i} + 0.5 \cdot h = 6.317\ m$ y des de $x_{2.d} - 0.5 \cdot h = 7.748\ m$ hasta el final de la viga. Armado de cortante de barras $\phi_V = 12\ mm$ con $ram = 5$ ramas cada metro levantadas un ánguo $\alpha = 60\ °$ y separadas $s_1 = 35\ cm$

ELS FISURACIÓN

$Fisuración\_pilar$ = "OK. NO fisurará"
$Ratio_{fisuración\_bajo\_pilar}$ = "No fisura"
$Fisuración\_vano$ = "ATENCIÓN!, LA SECCIÓN FISURARÀ."
$Ratio_{fisuración\_vano} = 0.904$

ELS DEFORMACIONES

FLecha admisible para valor frecuente sobrecarga: $\delta_{adm\_scf} = -4.575\ mm$
$f_{sc}^{-1} = 1000$
FLecha admisible para combinación quasi permanente: $\delta_{adm\_largo\_plazo} = -18.3\ mm$ $f_{tot}^{-1} = 250$
Descenso de apoyo: $-\Delta = -15\ mm$

Flecha de sobrecarga de uso frecuente F 2.043

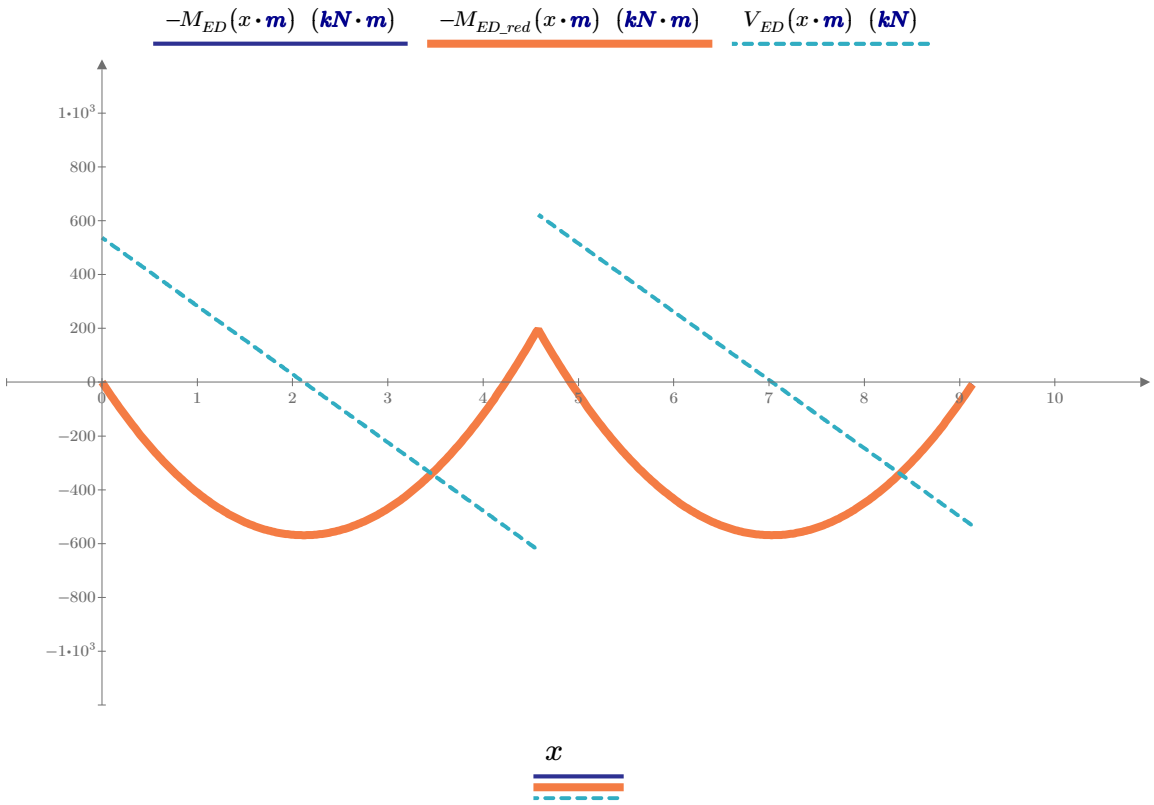
Flecha de sobrecarga de uso frecuente: $F_{max\_inst\_eq\_scf} = -2.943\ mm$

Estimación flecha total a largo plazo: $F_{max\_total} = -11.701\ mm$

$Ratio_{flecha\_sobrecarga\_frecuente} = 0.643$ $\quad$ $Relación_{flecha\_scf} = 1554.569$

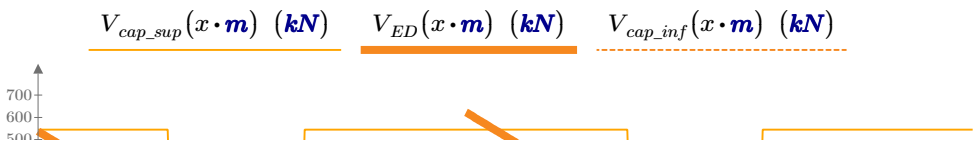
$Ratio_{flecha\_total} = 0.639$ $\quad$ $Relación_{flecha\_total} = 391.003$

Diagrama de esfuerzos E.L.U.



$R_{izquierda} = 537.286\ kN$ $\quad$ $R_{pilar} = \left(1.247 \cdot 10^3\right)\ kN$ $\quad$ $R_{derecha} = 537.286\ kN$

Diagrama de capacidad del armado de cortante dispuesto



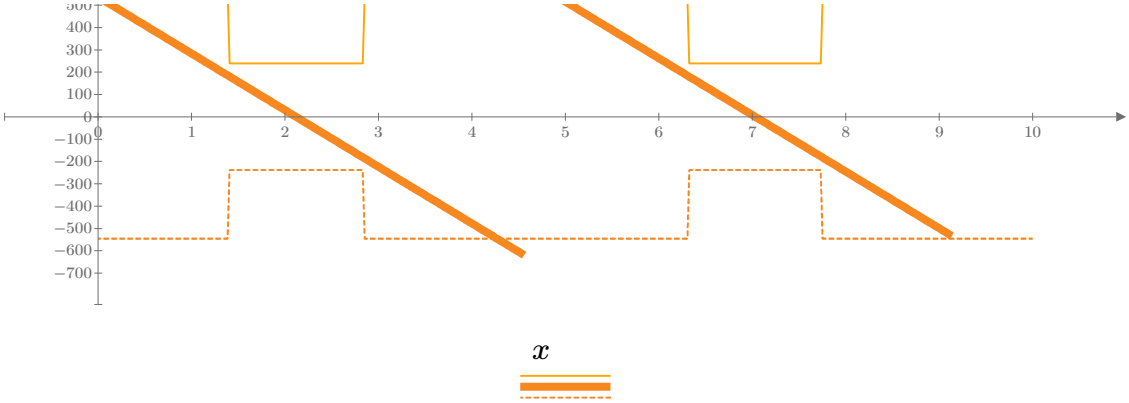
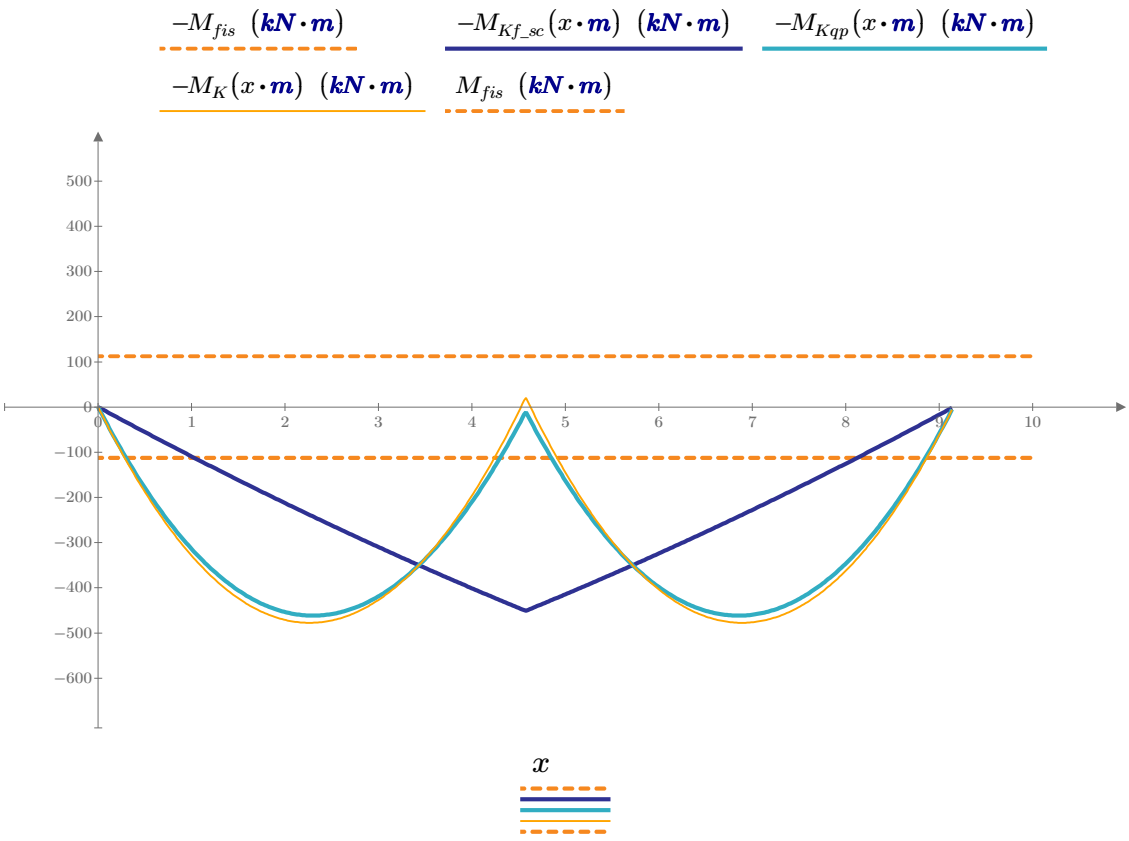
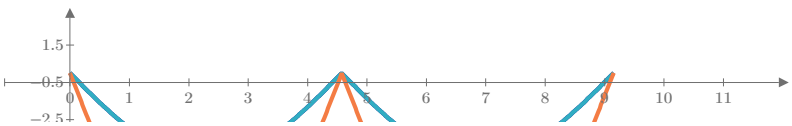
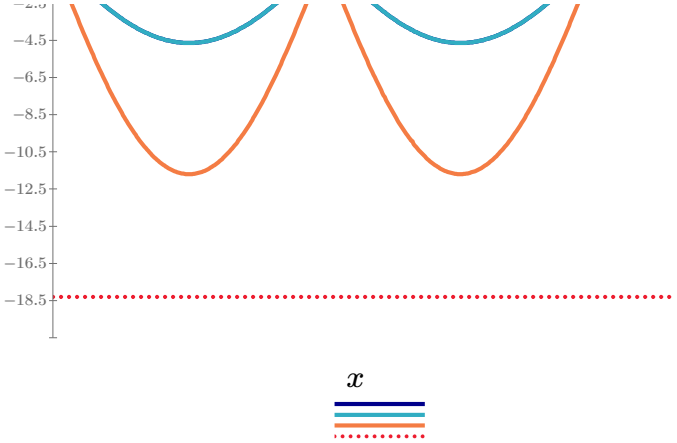


Diagrama de esfuerzos E.L.S.



Deformada relativa del forjado. COMBINACIÓN QUASI PERMANENTE DE ACCIONES





x

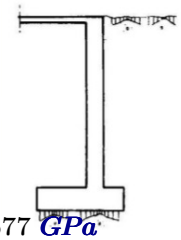
$f_{inst\_I.bruta\_relativa\_qp}(x \cdot m)\ \ (mm)$

$f_{inst\_I.eq\_relativa\_qp}(x \cdot m)\ \ (mm)$

$f_{total\_largo\_plazo\_relativa\_qp}(x \cdot m)\ \ (mm)$

$\delta_{adm\_largo\_plazo}\ \ (mm)$

CÁLCULO DE HASTIAL LATERAL COMO MURO DE SÓTANO



1. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTICAS DEL MURO

Canto del muro: $e_{mur} := 40\ cm$ Altura del muro: $h_{mur} := 4\ m$

Resistencia del hormigón del muro: $f_{ck} := 30\,\text{MPa}$ $E_{cm} := 8500 \cdot \sqrt[3]{f_{ck} + 8} \cdot MPa = 28.577\ GPa$

2. PARÁMETROS GEOTÉCNICOS Y CARGAS

Altura de tierras por encima de zapata: $h_{tierras} := 4\ m$ Densidad rellenos $\rho_{relleno} := 18\ kN \cdot m^{-3}$

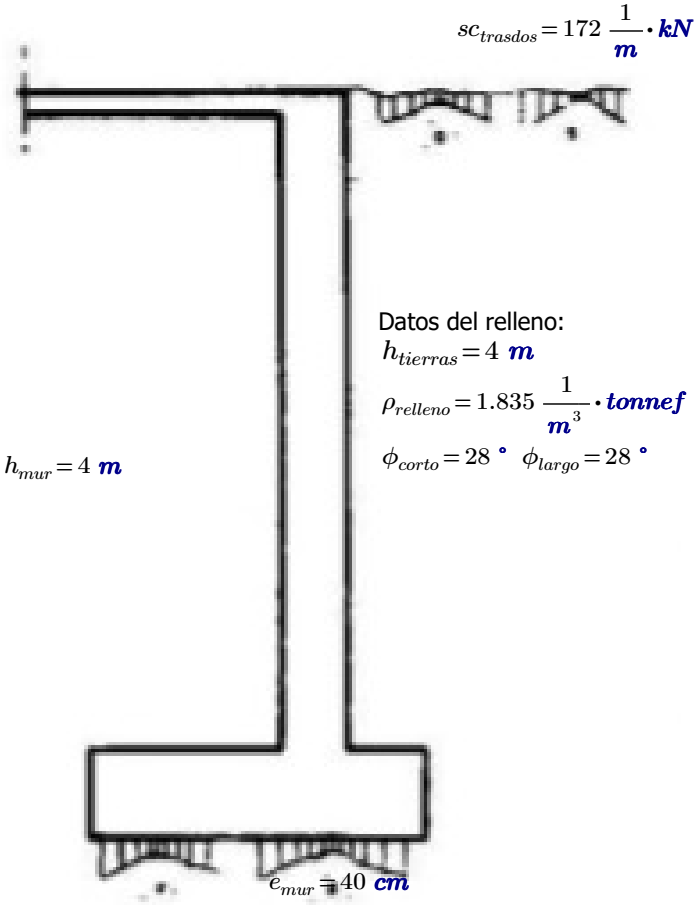
Parámetros a largo plazo: Ángulo de rozamiento interno efectivo del relleno $\phi_{largo} := 28\ °$

Parámetros a corto plazo: Ángulo de rozamiento interno efectivo del relleno $\phi_{corto} := 28\ °$

Sobrecarga en trasdos de muro: $sc_{trasdos} := \rho_{relleno} \cdot 9\ m \cdot 1\ m + 10\ kPa \cdot 1\ m = 172\ kN \cdot m^{-1}$

$\Psi_{2\_sc} := 1$

Esquema geométrico y de cargas considerado:



Hormigón HA $f_{ck} = 30$

3. HIPOTESIS Y CONSIDERACIONES DE CÁLCULO ADOPTADAS

1. Se ha considerado empuje en reposo
2. Se ha considerado un escenario sin empujes hidrostáticos, considerando trasdos de muro drenado
3. Se considera que a largo plazo/ combinación quasi permanente, se utilizará el factor $\Psi_{2\_sc} := 1$ de la sobrecarga de uso.
4. Recubrimiento nominal: $r_{nom} := 35\ mm$
5. Acero corrugado B500S con $f_{yk} := 500\ MPa$ $f_{yd.c} := 400\ MPa$
6. Coeficientes de mayoración de acciones permanentes $\gamma_g := 1.35$
7. Coeficientes de mayoración de acciones variables $\gamma_q := 1.35$
8. Ancho característico máximo de fisura en combinación quasipermanente ELS: $w_{max} := 0.3\ mm$
9. La resistencia media a flexotracción se define como:

$$f_{ctm} := 0.3 \cdot f_{ck}^{\frac{2}{3}}\ MPa = 2.896\ MPa \qquad f_{ctm.fl} := \max\left(\left(1.6 - \frac{e_{mur}}{100\ cm}\right) \cdot f_{ctm}, f_{ctm}\right) = 3.476\ MPa$$

Momento de fisuración del muro en flexión simple: $M_{fis} := f_{ctm.fl} \cdot \frac{1\ m \cdot (e_{mur})^2}{6} = 92.687\ m \cdot kN$

10. Para el caso del alzado del muro, se considerará la tensión axil de peso propio del muro en la consideración del momento de fisuración de la sección del muro.

$$M_{fis\_muro}(h) := M_{fis} \qquad M_{fis\_muro}(0\ m) = 92.687\ m \cdot kN$$

11. Para el análisis en E.L.U. del armado en el muro se consideran dos escenarios. Para el armado en arranque se considerará que existe empotramiento en dicho arranque, mientras que para el armado de positivos, se considerará el arranque como extremo articulado para considerar el efecto de la fisuración.
12. Peso específico del hormigón: $\gamma_{hormigon} := 2400\ kgf \cdot m^{-3}$

4. EMPUJES Y ACCIONES

Coeficientes de empuje

$$K_0(\phi) := 1 - \sin(\phi) \qquad K_p(\phi) := \frac{1 + \sin(\phi)}{1 - \sin(\phi)}$$

Coeficientes de empuje:

$K_0(\phi_{largo}) = 0.531$ $K_0(\phi_{corto}) = 0.531$ $K_p(\phi_{largo}) = 2.77$ $K_p(\phi_{corto}) = 2.77$

Cálculo de empuje en reposo del terreno

$$e_{o\_terreno}(z) := \rho_{relleno} \cdot z \cdot \max\left(K_0(\phi_{largo}), K_0(\phi_{corto})\right)$$

$$E_{o\_terreno} := \int_0^{h_{tierras}} e_{o\_terreno}(z)\, dz = 76.396\ \frac{1}{m} \cdot kN$$

$$M_{o\_terreno} := \int_0^{h_{tierras}} e_{o\_terreno}(z) \cdot (h_{tierras} - z)\, dz = 101.861\ m \cdot \frac{1}{m} \cdot kN$$

Cálculo de empuje en reposo debido a sobrecargas

$$e_{o\_sc}(z) := sc_{trasdos} \cdot \max\left(K_0(\phi_{largo}), K_0(\phi_{corto})\right) \cdot m^{-1}$$

$$E_{o\_sc} := \int_0^{h_{tierras}} e_{o\_sc}(z)\, dz = 365.004\ \frac{1}{m} \cdot kN$$

$$M_{o\_sc} := \int_0^{h_{tierras}} e_{o\_sc}(z) \cdot (h_{tierras} - z)\, dz = 730.007\ m \cdot \frac{1}{m} \cdot kN$$

Posición de la resultante del empuje sobre el muro

$$z_{res} := \frac{M_{o\_terreno} + M_{o\_sc}}{E_{o\_terreno} + E_{o\_sc}} = 1.885\ m$$

Cálculo de pesos propios

Peso propio del muro: $W_{mur} := h_{mur} \cdot e_{mur} \cdot \gamma_{hormigon} = 37.658\ \frac{1}{m} \cdot kN$

5. ANÁLISIS DE ESFUERZOS EN EL MURO

5.1. Esfuerzos en E.L.S en el alzado del muro:

Momento flector inducido por el empuje de tierras: Eje local x en sentido ascendente del muro

$$R_{A\_terreno\_emp} := \frac{e_{o\_terreno}(h_{tierras}) \cdot h_{tierras}^{\ 2}}{h_{mur}} \cdot \left(\frac{1}{6} - \frac{1}{120 \cdot h_{mur}^{\ 2}} \cdot \left(20 \cdot h_{mur}^{\ 2} - 15 \cdot h_{mur} \cdot h_{tierras} + 3 \cdot h_{tierras}^{\ 2}\right)\right) = 15.279\ \frac{1}{m} \cdot kN$$

$$M_{0\_terreno\_emp}(x) := \begin{cases} \text{if } x \le h_{tierras} \\ \quad \left(R_{A\_terreno\_emp} \cdot (h_{mur} - x) - e_{o\_terreno}(h_{tierras}) \cdot \left(\frac{\left((h_{mur} - x) - (h_{mur} - h_{tierras})\right)^3}{6 \cdot h_{tierras}}\right)\right) \\ \text{else} \\ \quad R_{A\_terreno\_emp} \cdot (h_{mur} - x) \end{cases}$$

$$M_{0\_terreno\_emp}(0) = -40.745\ kN$$

$$V_{0\_terreno\_emp}(x) := -\left(\frac{d}{dx}\left(M_{0\_terreno\_emp}(x)\right)\right)$$

$$V_{0\_terreno\_emp}(0) = -61.117\ kN$$

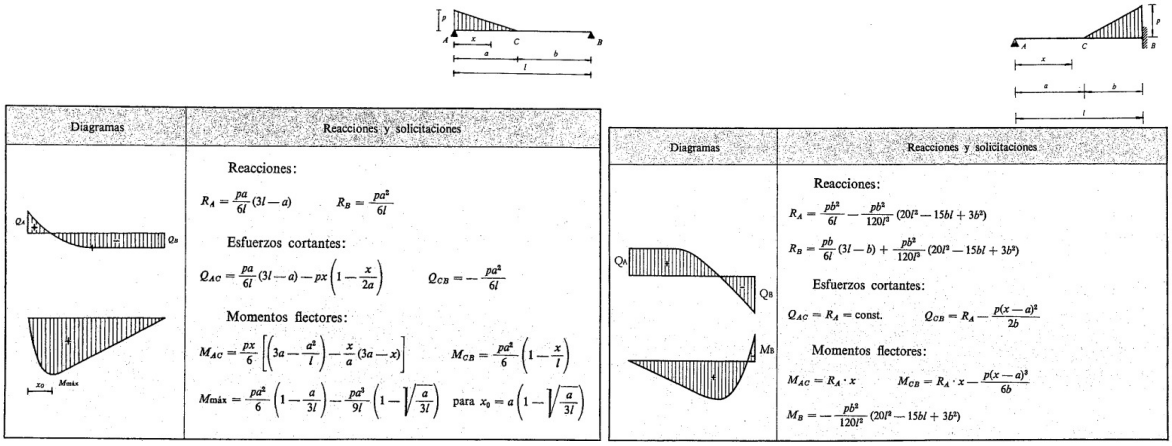
$$R_{A\_terreno\_emp} := \frac{e_{o\_terreno}(h_{tierras}) \cdot h_{tierras}^{\ 2}}{h_{mur}} \cdot \left(\frac{1}{6} - \frac{1}{120 \cdot h_{mur}^{\ 2}} \cdot \left(20 \cdot h_{mur}^{\ 2} - 15 \cdot h_{mur} \cdot h_{tierras} + 3 \cdot h_{tierras}^{\ 2}\right)\right) = 15.279\ \frac{1}{m} \cdot kN$$

$$M_{0\_terreno\_iso}(x) := \begin{cases} \text{if } x \le h_{tierras} \\ \quad \frac{e_{o\_terreno}(h_{tierras}) \cdot x}{6} \cdot \left(\left(3 \cdot h_{tierras} - \frac{h_{tierras}^{\ 2}}{h_{mur}}\right) - \frac{x}{h_{tierras}} \cdot (3 \cdot h_{tierras} - x)\right) \\ \text{else} \\ \quad \frac{e_{o\_terreno}(h_{tierras}) \cdot h_{tierras}^{\ 2}}{6} \cdot \left(1 - \frac{x}{h_{mur}}\right) \end{cases}$$

$$M_{0\_terreno\_iso}\left(h_{tierras} \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{h_{tierras}}{3 \cdot h_{mur}}}\right)\right) = 39.206\ kN$$

$$V_{0\_terreno\_iso}(x) := -\left(\frac{d}{dx}\left(M_{0\_terreno\_iso}(x)\right)\right)$$

$$V_{0\_terreno\_iso}(h_{tierras} \cdot 0) = -50.931\ \frac{1}{m} \cdot kN$$



Diagramas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $R_A = \frac{pa}{6l}(3l-a)$ $R_B = \frac{pa^2}{6l}$ Esfuerzos cortantes: $Q_{AC} = \frac{pa}{6l}(3l-a) - px\left(1-\frac{x}{2a}\right)$ $Q_{CB} = -\frac{pa^2}{6l}$ Momentos flectores: $M_{AC} = \frac{px}{6}\left[\left(3a-\frac{a^2}{l}\right)-\frac{x}{a}(3a-x)\right]$ $M_{CB} = \frac{pa^2}{6}\left(1-\frac{x}{l}\right)$ $M_{máx} = \frac{pa^2}{6}\left(1-\frac{a}{3l}\right)-\frac{pa^3}{9l}\left(1-\sqrt{\frac{a}{3l}}\right)$ para $x_0 = a\left(1-\sqrt{\frac{a}{3l}}\right)$

Diagramas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $R_A = \frac{pb^2}{6l} - \frac{pb^3}{120l^3}(20l^2-15bl+3b^2)$ $R_B = \frac{pb}{6l}(3l-b) + \frac{pb^3}{120l^3}(20l^2-15bl+3b^2)$ Esfuerzos cortantes: $Q_{AC} = R_A = \text{const.}$ $Q_{CB} = R_A - \frac{p(x-a)^2}{2b}$ Momentos flectores: $M_{AC} = R_A \cdot x$ $M_{CB} = R_A \cdot x - \frac{p(x-a)^3}{6b}$ $M_B = -\frac{pb^2}{120l^2}(20l^2-15bl+3b^2)$

Momento flector inducido por las sobrecargas: Eje local x en sentido ascendente del muro

$p := e_{o\_sc}\left(h_{tierras}\right)$ $a := h_{mur} - 0.5 \cdot h_{tierras}$ $b := 0.5 \cdot h_{tierras}$ $c := h_{tierras}$ $l := h_{mur}$

$$M_{b\_emp} := -\left(\frac{p \cdot a \cdot b \cdot c}{2 \cdot l^2}\right) \cdot \left(l + a - \frac{c^2}{4 \cdot b}\right) = -182.502\ \textbf{kN} \qquad R_{a\_emp} := \frac{p \cdot b \cdot c}{l} + \frac{M_{b\_emp}}{l} = 136.876\ \frac{1}{\textbf{m}} \cdot \textbf{kN}$$

$$M_{0\_sc\_emp}(x) := \text{if } x \le h_{tierras} \left\| R_{a\_emp} \cdot \left(h_{mur} - x\right) - \frac{p}{2} \cdot \left(\left(h_{mur} - x\right) - a + \frac{c}{2}\right)^2 \right. \text{else} \left\| R_{a\_emp} \cdot \left(h_{mur} - x\right) \right.$$

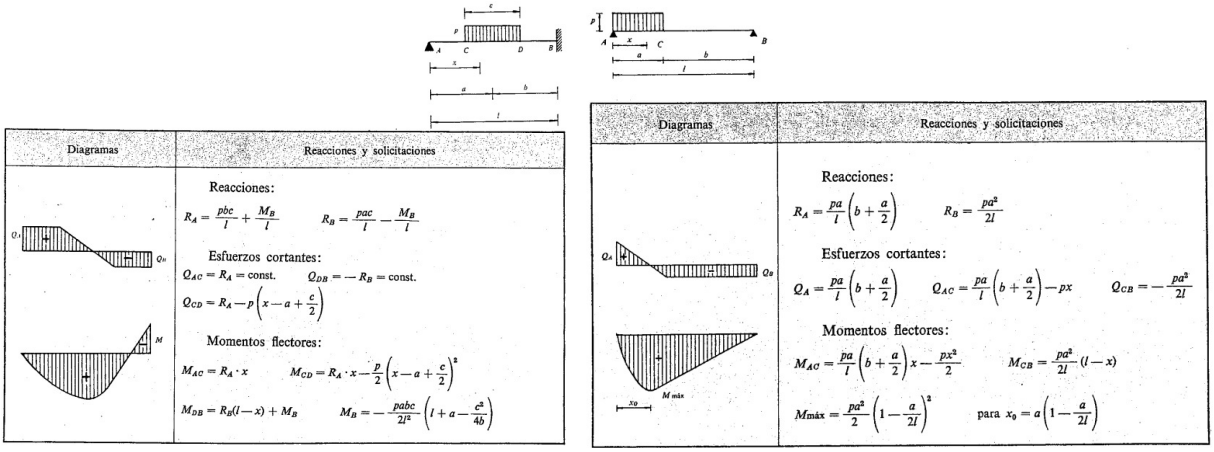
$M_{0\_sc\_emp}(0) = -182.502\ \textbf{kN}$

$$V_{0\_sc\_emp}(x) := -\left(\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}x}\left(M_{0\_sc\_emp}(x)\right)\right) \qquad V_{0\_sc\_emp}(0) = -228.127\ \textbf{kN}$$

$p := e_{o\_sc}\left(h_{tierras}\right)$ $a := h_{tierras}$ $b := h_{mur} - h_{tierras}$ $l := h_{mur}$

$$M_{0\_sc\_iso}(x) := \text{if } x \le h_{tierras} \left\| \frac{p \cdot a}{l} \cdot \left(b + \frac{a}{2}\right) \cdot x - \frac{p \cdot x^2}{2} \right. \text{else} \left\| \frac{p \cdot a^2}{2 \cdot l} \cdot \left(l - x\right) \right.$$

$$V_{0\_sc\_iso}(x) := -\left(\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}x}\left(M_{0\_sc\_iso}(x)\right)\right) \qquad V_{0\_sc\_iso}\left(h_{mur} \cdot 0\right) = -182.502\ \frac{1}{\textbf{m}} \cdot \textbf{kN}$$



Diagramas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $R_A = \frac{pbc}{l} + \frac{M_B}{l}$ $R_B = \frac{pac}{l} - \frac{M_B}{l}$ Esfuerzos cortantes: $Q_{AC} = R_A = \text{const.}$ $Q_{DB} = -R_B = \text{const.}$ $Q_{CD} = R_A - p\left(x - a + \frac{c}{2}\right)$ Momentos flectores: $M_{AC} = R_A \cdot x$ $M_{CD} = R_A \cdot x - \frac{p}{2}\left(x - a + \frac{c}{2}\right)^2$ $M_{DB} = R_B(l - x) + M_B$ $M_B = -\frac{pabc}{2l^2}\left(l + a - \frac{c^2}{4b}\right)$

Diagramas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $R_A = \frac{pa}{l}\left(b + \frac{a}{2}\right)$ $R_B = \frac{pa^2}{2l}$ Esfuerzos cortantes: $Q_A = \frac{pa}{l}\left(b + \frac{a}{2}\right)$ $Q_{AC} = \frac{pa}{l}\left(b + \frac{a}{2}\right) - px$ $Q_{CB} = -\frac{pa^2}{2l}$ Momentos flectores: $M_{AC} = \frac{pa}{l}\left(b + \frac{a}{2}\right)x - \frac{px^2}{2}$ $M_{CB} = \frac{pa^2}{2l}(l - x)$ $M_{máx} = \frac{pa^2}{2}\left(1 - \frac{a}{2l}\right)^2$ para $x_0 = a\left(1 - \frac{a}{2l}\right)$

Momento en servicio en combinación quasi-permanente en trasdos del muro (cara tierras)

$M_{k\_qp\_emp}(x) := \left(\left(M_{0\_terreno\_emp}(x)\right) + \Psi_{2\_sc} \cdot \left(M_{0\_sc\_emp}(x)\right)\right) \cdot 1\ m$

$M_{k\_qp\_emp}(0 \cdot m) = -223.246\ m \cdot kN$

Momento en servicio en combinación característica en trasdos del muro (cara tierras)

$M_{k\_emp}(x) := \left(\left(M_{0\_terreno\_emp}(x)\right) + 1 \cdot \left(M_{0\_sc\_emp}(x)\right)\right) \cdot 1\ m$

$M_{k\_emp}(0 \cdot m) = -223.246\ m \cdot kN$

Momento en servicio en combinación quasi-permanente en intrados del muro (cara interior)

$M_{k\_qp\_iso}(x) := \left(\left(M_{0\_terreno\_iso}(x)\right) + \Psi_{2\_sc} \cdot \left(M_{0\_sc\_iso}(x)\right)\right) \cdot 1\ m$

$x_{max\_qp\_iso} := 0.5 \cdot h_{mur} = 2\ m \quad x_{max\_qp\_iso} := \text{Maximize}\left(M_{k\_qp\_iso}, x_{max\_qp\_iso}\right) = 1.942\ m$

$M_{k\_qp\_iso}\left(x_{max\_qp\_iso}\right) = 220.883\ m \cdot kN$

Momento en servicio en combinación característica en intrados del muro (cara interior

$M_{k\_iso}(x) := \left(\left(M_{0\_terreno\_iso}(x)\right) + 1 \cdot \left(M_{0\_sc\_iso}(x)\right)\right) \cdot 1\ m$

$x_{max\_iso} := 0.5 \cdot h_{mur} = 2\ m \quad x_{max\_iso} := \text{Maximize}\left(M_{k\_iso}, x_{max\_iso}\right) = 1.942\ m$

$M_{k\_iso}\left(x_{max\_iso}\right) = 220.883\ m \cdot kN$

Momento de cálculo en trasdos del muro (cara tierras)

Momento flector de cálculo negativo:

$M_{ed.fust\_x\_neg}(x) := \left(\gamma_g \cdot \left(M_{0\_terreno\_emp}(x)\right) + \gamma_q \cdot \left(M_{0\_sc\_emp}(x)\right)\right) \cdot 1\ m$

$M_{ed.fust\_neg} := \left|M_{ed.fust\_x\_neg}(0)\right| = 301.383\ m \cdot kN$

Momento de cálculo en intrados del muro (cara interior)

Momento flector de cálculo positivo:

$M_{ed.fust\_x\_pos}(x) := \left(\gamma_g \cdot \left(M_{0\_terreno\_iso}(x)\right) + \gamma_q \cdot \left(M_{0\_sc\_iso}(x)\right)\right) \cdot 1\ m$

$x_{max\_ed\_iso} := 0.5 \cdot h_{mur} = 2\ m \quad x_{max\_ed\_iso} := \text{Maximize}\left(M_{ed.fust\_x\_pos}, x_{max\_ed\_iso}\right) = 1.942\ m$

$M_{ed.fust\_pos} := \left|M_{ed.fust\_x\_pos}\left(x_{max\_ed\_iso}\right)\right| = 298.192\ m \cdot kN$

Gráfico de la evolución del momento flector en servicio del muro. E.L.S.

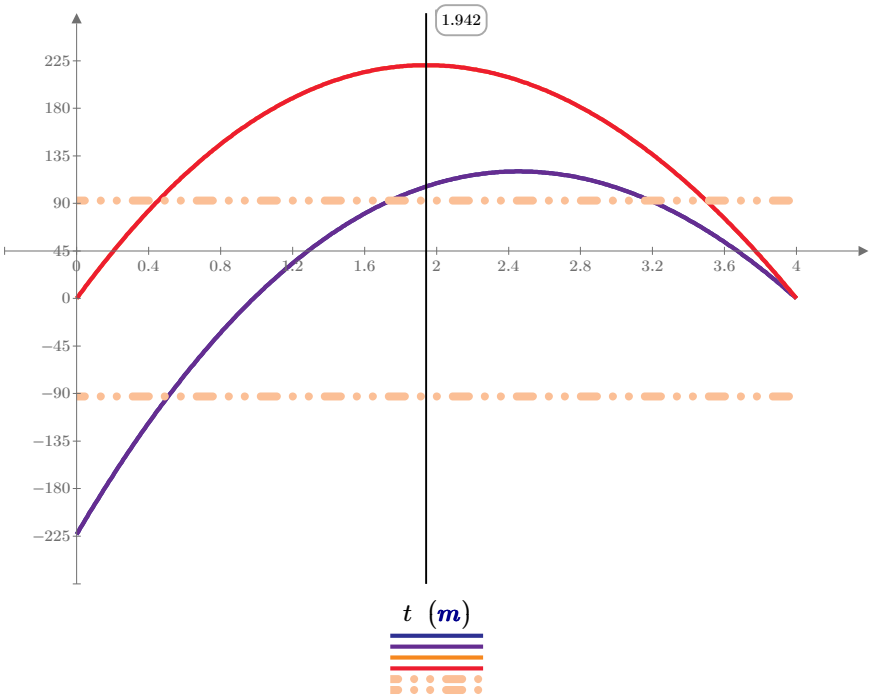
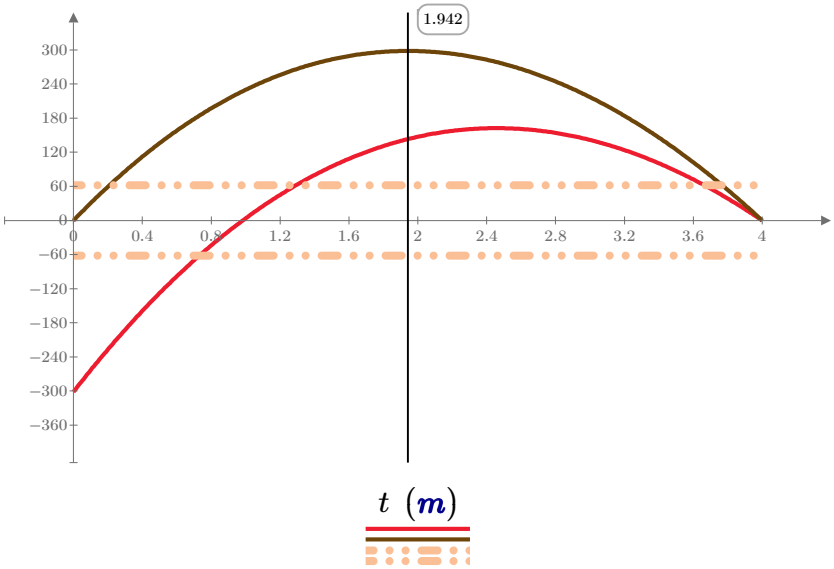


Gráfico de la evolución del momento flector de cálculo en el muro E.L.U.



6. DIMENSIONAMIENTO DE ARMADURAS DEL MURO
FLEXIÓN NEGATIVA. TRASDÓS DE MURO (CARA TIERRAS)

6.1. Dimensionamento en E.L.U. del armado longitudinal del armado del muro.

Momento flector de cálculo: $M_{ed.fust\_neg} = 301.383\ m \cdot kN$

Se procederá a realizar un dimensionado del armado en flexión simple conforme la EHE-08

Canto del muro : $e_{mur} = 0.4\ m$

Ancho de cálculo del muro: $b := 1\ m$

Diàmetro previsto para armado longitudinal de tracción (trasdós): $\phi_l := 16\ mm$

Diàmetro previsto para armado longitudinal de compresión (intradós): $\phi'_l := 16\ mm$

Recubrimento nominal: $r_{nom} = 35\ mm$

Recobrimento mecánico armadura de tracción: $r := r_{nom} + \frac{\phi_l}{2} = 43\ mm$

Recobrimento mecánico armadura de compresión: $r' := r_{nom} + \frac{\phi'_l}{2} = 43\ mm$

Canto útil para el armado de tracción: $d := e_{mur} - r = 35.7\ cm$

Canto útil para el armado de compressión : $d' := r' = 4.3\ cm$

Acero corrugado B500s con $f_{yd} := \frac{f_{yk}}{1.15} = 434.783\ MPa$ i $f_{yd.c} = 400\ MPa$

Resistencia de cálculo a compresión de hormigón: $f_{cd} := \frac{f_{ck}}{1.5}\ MPa = 20\ MPa$

Definición de la función de armado de acuerdo al l'Anejo 7 de la EHE-08

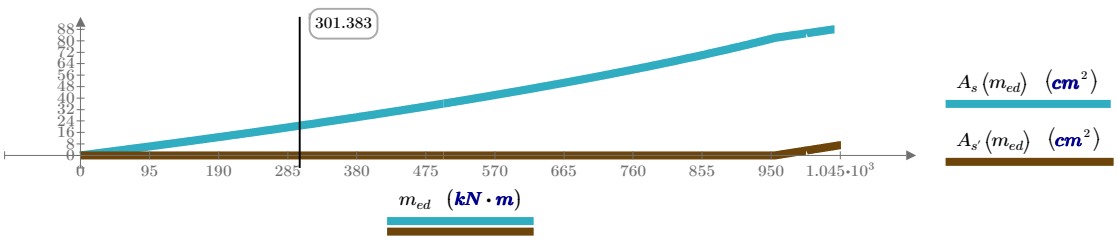
Se procede a definir la función de armado según el método del momento límite (ver 3.1.2 del Anejo 7 de la EHE-08)

El momento límite se define com sigue: $M_{lim} := 0.375 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d^2 = 955.87\ m \cdot kN$

La función que define el armado para un dimensionado en flexión simple, acotando la fibra neutra a la profundidad límite $x_{lim} := 0.625 \cdot d = 22.3125\ cm$, sigue la formulación:

$$A_s(M_{ed}) := \text{if } M_{ed} \le M_{lim}$$
$$\quad A_s \leftarrow \frac{f_{cd} \cdot b \cdot d}{f_{yd}} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{ed}}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2}}\right)$$
$$\text{else}$$
$$\quad A_s \leftarrow \frac{0.5 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d + \frac{(M_{ed} - M_{lim})}{d - d'}}{f_{yd}}$$

$$A_{s'}(M_{ed}) := \text{if } M_{ed} \le M_{lim}$$
$$\quad A_{s'} \leftarrow 0\ cm^2$$
$$\text{else}$$
$$\quad A_{s'} \leftarrow \frac{\frac{(M_{ed} - M_{lim})}{d - d'}}{f_{yd.c}}$$



$M_{ed.fust\_neg} = 301.383\ \boldsymbol{m \cdot kN}$

$A_s\left(M_{ed.fust\_neg}\right) = 20.725\ \boldsymbol{cm^2}$ $\quad A_{s'}\left(M_{ed.fust\_neg}\right) = 0\ \boldsymbol{cm^2}$

Si se usan barras $\phi_l = 16\ \boldsymbol{mm}$ se necesitan: $n := \text{ceil}\left(\frac{4 \cdot A_s\left(M_{ed.fust\_neg}\right)}{\pi \cdot \phi_l^{\,2}}\right) = 11$ barras en $b = 1\ \boldsymbol{m}$

Armadura mínima mecánica según EHE-08

[Art 42.3.2 EHE-08]

Factor de reducción en secciones rectangulares

$$\alpha(M) := \text{if}\left(1.5 - 12.5 \cdot \frac{A_s(M) \cdot f_{yd}}{1\ \boldsymbol{m} \cdot e_{mur} \cdot f_{cd}} > 1,\ 1,\ 1.5 - 12.5 \cdot \frac{A_s(M) \cdot f_{yd}}{1\ \boldsymbol{m} \cdot e_{mur} \cdot f_{cd}}\right)$$

$\alpha\left(M_{ed.fust\_neg}\right) = 0.092$

$A_{s.min.cara\_tracc.mecanica} := A_s\left(M_{ed.fust\_neg}\right) \cdot \alpha\left(M_{ed.fust\_neg}\right) = 1.908\ \boldsymbol{cm^2}$

$A_{s.min.cara\_compr.mecanica} := 0.05 \cdot \left(\frac{\gamma_g \cdot \langle W_{mur} \cdot b \rangle}{f_{yd.c}}\right) = 0.064\ \boldsymbol{cm^2}$

Armadura mínima geométrica según EHE-08

[Art 42.3.5 EHE-08]

Factor de cuantia geométrica mínima vertical en muros: $\rho := \frac{0.9}{1000}$

$A_{s.min.cara\_tracc} := \rho \cdot b \cdot e_{mur} = 3.6\ \boldsymbol{cm^2}$ $\quad A_{s.min.cara\_compr} := 0.3\ \rho \cdot b \cdot e_{mur} = 1.08\ \boldsymbol{cm^2}$

Cálcul del número de barras requerido por armadura mínima:

$n_{min.tracc} := \text{ceil}\left(\frac{4 \cdot \max\left(A_{s.min.cara\_tracc}, A_{s.min.cara\_tracc.mecanica}\right)}{\pi \cdot \phi_l^{\,2}}\right) = 2$ barras en $b = 1\ \boldsymbol{m}$

$n_{min.comp} := \text{ceil}\left(\frac{4 \cdot \max\left(A_{s.min.cara\_compr}, A_{s.min.cara\_compr.mecanica}\right)}{\pi \cdot \phi'^{\,2}_l}\right) = 1$ barras en $b = 1\ \boldsymbol{m}$

Separación entre barras:

$s_{min.X} := \frac{b}{n_{min.tracc}} = 50\ \boldsymbol{cm}$ $\quad s_{min.Y} := \frac{b}{n_{min.comp}} = 100\ \boldsymbol{cm}$

6.2. Armadura finalmente dispuesta en el alzado de muro

$Armado_{minimo}$ = "El armado calculado es superior a la cuantia mínima"

Cara traccionada: barras $\phi_l = 16\ \boldsymbol{mm}$ cada $s_{trac} := 10\ \boldsymbol{cm}$ total $n_{trac} := \frac{b}{s_{trac}} = 10$ barras

Cara comprimida: barras $\phi'_l = 16\ \boldsymbol{mm}$ cada $s_{comp} := 10\ \boldsymbol{cm}$ total $n_{comp} := \frac{b}{s_{comp}} = 10$ barras

6.3 Ratios de trabajo en E.L.U. del armado del alzado del muro

$$Rat_{E.L.U\_trac\_neg} := \frac{4 \cdot \max\left(A_s\left(M_{ed.fust\_neg}\right), A_{s.min.cara\_tracc}, A_{s.min.cara\_tracc.mecanica}\right)}{n_{trac} \cdot \pi \cdot \phi_l^{\,2}} = 103.1\%$$

$$Rat_{E.L.U\_comp\_neg} := \frac{4 \cdot \max\left(A_{s'}\left(M_{ed.fust\_neg}\right), A_{s.min.cara\_compr}, A_{s.min.cara\_compr.mecanica}\right)}{n_{comp} \cdot \pi \cdot \phi'^{\,2}_l} = 5.4\%$$

6.4. Análisis de fisuración del muro en combinación quasi permanente de E.L.S.

Abertura característica de fisura máxima $w_{max} = 0.3\ \textbf{mm}$
Resistencia a compresión del hormigón del muro: $f_{ck} = 30$ MPa
Módulo de elasticidad del hormigón. $E_{cm} = 28.577\ \textbf{GPa}$
Resistencia a flexo-tracción:

$$f_{ctm} := 0.3 \cdot f_{ck}^{\frac{2}{3}}\ \textbf{MPa} = 2.896\ \textbf{MPa} \qquad f_{ctm.fl} := \max\left(\left(1.6 - \frac{e_{mur}}{100\ \textbf{cm}}\right) \cdot f_{ctm}, f_{ctm}\right) = 3.476\ \textbf{MPa}$$

Momento de fisuración del muro: $M_{fis} := M_{fis\_muro}(0) = 92.687\ \textbf{m} \cdot \textbf{kN}$

$Fisuración\_muro :=$ if $M_{fis} \le M_{k\_emp}(0 \cdot \textbf{m})$
"ATENCIÓN!, EL MURO FISURARÁ. Hay de contemplar la inercia equivalente"
else
"El mur NO fisura en servicio. Puede usasrse la inercia bruta"

$Fisuración\_muro =$ "El mur NO fisura en servicio. Puede usasrse la inercia bruta"

$$I_{bruta} := \frac{b \cdot e_{mur}^{\,3}}{12} = 533333.33\ \textbf{cm}^4$$

El muro presentará momentos flectores superiores a los de fisuración hasta la cota $h_{fis} = 0.509\ \textbf{m}$ respecto la base del muro, punto a partir del cual el muro estará fisurado hasta la base

Solve Constraints: Values

$h_{fis} := 0\ \textbf{m}$

$\left|M_{k\_emp}\left(h_{fis}\right)\right| = M_{fis}$

$h_{fis} := \textbf{find}\left(\mathbf{h_{fis}}\right) = 0.509\ \textbf{m}$

Cálculo de la inércia fisurada

[Anejo 8. Art 2.2 EHE-08]

Armadura de tracción: $A_{s\_} := n_{trac} \cdot \pi \cdot \frac{\phi_l^{\,2}}{4} = 20.106\ \textbf{cm}^2$ $\qquad \rho := \frac{A_{s\_}}{b \cdot d} = 0.0056$

Armadura de compressión: $A_{s'\_} := n_{comp} \cdot \pi \cdot \frac{\phi'^{\,2}_l}{4} = 20.106\ \textbf{cm}^2$ $\qquad \rho' := \frac{A_{s'\_}}{b \cdot d} = 0.0056$

$$n := \frac{200\ \textbf{GPa}}{E_{cm}} = 6.999$$

Cálculo profundidad fibra neutra fisurada

$$x := d \cdot n \cdot \rho \cdot \left(1 + \frac{\rho'}{\rho}\right) \cdot \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot \left(1 + \frac{\rho'}{\rho} \cdot \frac{d'}{d}\right)}{n \cdot \rho \cdot \left(1 + \frac{\rho'}{\rho}\right)^2}}\right) = 81.626\ \textbf{mm}$$

Cálculo de la inercia fisurada

$$I_{fis} := n \cdot A_{s\_} \cdot (d - x) \cdot \left(d - \frac{x}{3}\right) + n \cdot A_{s'\_} \cdot (x - d') \cdot \left(\frac{x}{3} - d'\right) = 126934.89 \ cm^4$$

Cálculo apertura máxima de fisura

[Art 49.2.4 EHE-08]

Moment de servei en combinación quasi permanente $M_{serv} := \left|M_{k\_qp\_emp}(0 \cdot m)\right| = 223.246 \ m \cdot kN$

Canto $h := e_{mur} = 0.4 \ m$

Ancho $b = 1 \ m$

Abertura característica de fisura máxima $w_{max} = 0.3 \ mm$

Diámetro de les barras del armado de tracción $\phi_l = 16 \ mm$

Número de barras del armado de tracción en $b = 1 \ m$ $n_0 := n_{trac} = 10$

Separación entre barras longitudinales $s_0 := s_{trac} = 100 \ mm$

Recubrimento armadura traccionada hasta tocar barra $c := r_{nom} = 35 \ mm$

Coeficiente K1 (poner 0.125 para flexión simple o 0.25 para tracción simple) $k_1 := 0.125$

Coeficiente k2 (poner 1 si carga instantánea o poner 0.5 si carga duradera) $k_2 := 1$

Coeficiente β (poner 1.7 si es fisuración por cargas o 1.3 si es por deformaciones) $\beta := 1.7$

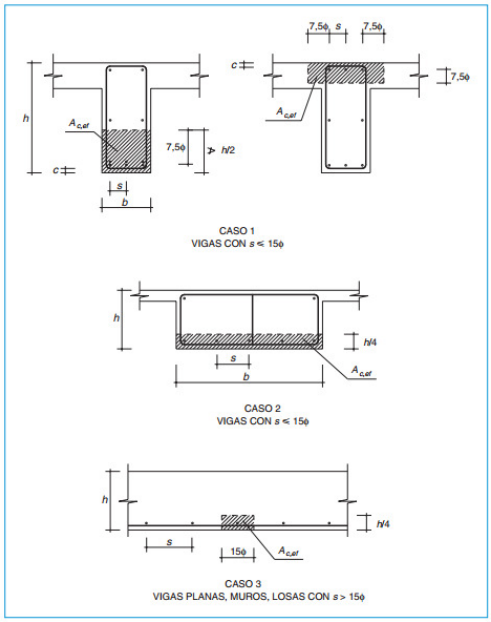
Cálculo de area del hormigón en zona del recubrimento

Si es viga alma estrecha en negativos poner 0
Si es viga alma estrecha en positivos poner 1
Si es viga alma ancha, losa o muro, poner 2

$A_{c.ef} := 2$

```
A_c.eff := if A_c.ef = 0
             A_c.eff ← 7.5 · φ_l · (b + 2 · 7.5 · φ_l)
           else if A_c.ef = 1
             A_c.eff ← if 7.5 · φ_l ≤ h/2
                         A_c.eff ← 7.5 · φ_l · b
                       else
                         A_c.eff ← (h/2) · b
           else if A_c.ef = 2
             A_c.eff ← if s_0 ≤ 15 · φ_l
                         A_c.eff ← (h/4) · b
                       else
                         A_c.eff ← (h/4) · 15 · φ_l
```

```
s := if s_0 > 15 · φ_l
       s ← 15 · φ_l
     else
       s ← s_0
```



Area del hormigón en la zona del recubrimiento calculada: $A_{c.eff} = 1000 \ cm^2$

Distancia longitudinal entre barras calculada: $s = 100 \ mm$

Area de las armaduras situadas dentro del área eficaz $A_{s.ef} := n_0 \cdot \frac{\pi \cdot \phi_l^{\,2}}{4} = 20.106 \ cm^2$

Cálculo de la separación media de fisuras

$$s_m := 2 \cdot c + 0.2 \cdot s + 0.4 \cdot k_1 \cdot \frac{\phi_l \cdot A_{c.eff}}{A_{s.ef}} = 129.789 \ \textbf{mm}$$

Cálculo de tensiones (según apartado 2.4 del Anejo 8 de la EHE-08)

Profundidad de la fibra neutra: $x = 81.626 \ \textbf{mm}$ $n = 6.999$

Inercia fisurada: $I_{fis} = \left(1.269 \cdot 10^5\right) \ \textbf{cm}^4$ $f_{ctm.fl} = 3.476 \ \textbf{MPa}$

Canto útil $d = 357 \ \textbf{mm}$ $d' = 43 \ \textbf{mm}$

Tensión en la fibra más comprimida del hormigón $\sigma_c := M_{serv} \cdot \frac{x}{I_{fis}} = 14.356 \ \textbf{MPa}$

Tensión en la armadura de tracción $\sigma_s := n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(d - x)}{x} = 338.955 \ \textbf{MPa}$

Tensión en la armadura de compressión $\sigma'_s := -n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(x - d')}{x} = -47.545 \ \textbf{MPa}$

Tensión de la armadura en sección fisurada en instante que fisura el hormigón para $M_{fis} = 92.687 \ \textbf{m} \cdot \textbf{kN}$

$$\sigma_{sr} := n \cdot \frac{M_{fis} \cdot (d - x)}{I_{fis}} = 140.727 \ \textbf{MPa}$$

Cálculo del alargamiento medio de las armaduras

$$\varepsilon_{sm.o} := \frac{\sigma_s}{200 \ \textbf{GPa}} \cdot \left(1 - k_2 \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s}\right)^2\right) = 0.0014$$

$$\varepsilon_{sm} := \begin{array}{l} \text{if } \varepsilon_{sm.o} \geq 0.4 \cdot \frac{\sigma_s}{200 \ \textbf{GPa}} \\ \quad \varepsilon_{sm} \leftarrow \varepsilon_{sm.o} \\ \text{else} \\ \quad \varepsilon_{sm} \leftarrow 0.4 \cdot \frac{\sigma_s}{200 \ \textbf{GPa}} \end{array} = 0.001$$

Cálculo de la apertura característica de fisura

$\omega_k := \beta \cdot s_m \cdot \varepsilon_{sm} = 0.309 \ \textbf{mm}$ $w_{max} = 0.3 \ \textbf{mm}$

Ratio de compliment: $Ratio_{fisuracion\_muro\_neg} = 103.16\%$ <100% **OK**

$Cumplimento_{fisuración\_muro\_neg}$ = "NO cumple fisuración por tracción en el Muro"

7. DIMENSIONAMIENTO DE ARMADURAS DEL MURO
FLEXIÓN POSITIVA. INTRADOS DE MURO (CARA INTERIOR)

7.1. Dimensionamento en E.L.U. del armado longitudinal del armado del muro.

Momento flector de cálculo: $M_{ed.fust\_pos} = 298.192\ \boldsymbol{m \cdot kN}$

Se procederá a realizar un dimensionado del armado en flexión simple conforme la EHE-08

Canto del muro : $e_{mur} = 0.4\ \boldsymbol{m}$

Ancho de cálculo del muro: $b := 1\ \boldsymbol{m}$

Diàmetro previsto para armado longitudinal de tracción (intrados): $\phi'_l = 16\ \boldsymbol{mm}$

Diàmetro previsto para armado longitudinal de compresión (trasdos): $\phi_l = 16\ \boldsymbol{mm}$

Recubrimento nominal: $r_{nom} = 35\ \boldsymbol{mm}$

Recobrimento mecánico armadura de tracción: $r := r_{nom} + \frac{\phi'_l}{2} = 43\ \boldsymbol{mm}$

Recobrimento mecánico armadura de compresión: $r' := r_{nom} + \frac{\phi_l}{2} = 43\ \boldsymbol{mm}$

Canto útil para el armado de tracción: $d := e_{mur} - r = 35.7\ \boldsymbol{cm}$

Canto útil para el armado de compressión : $d' := r' = 4.3\ \boldsymbol{cm}$

Acero corrugado B500s con $f_{yd} := \frac{f_{yk}}{1.15} = 434.783\ \boldsymbol{MPa}$ i $f_{yd.c} = 400\ \boldsymbol{MPa}$

Resistencia de cálculo a compresión de hormigón: $f_{cd} := \frac{f_{ck}}{1.5}\ \boldsymbol{MPa} = 20\ \boldsymbol{MPa}$

Definición de la función de armado de acuerdo al l'Anejo 7 de la EHE-08

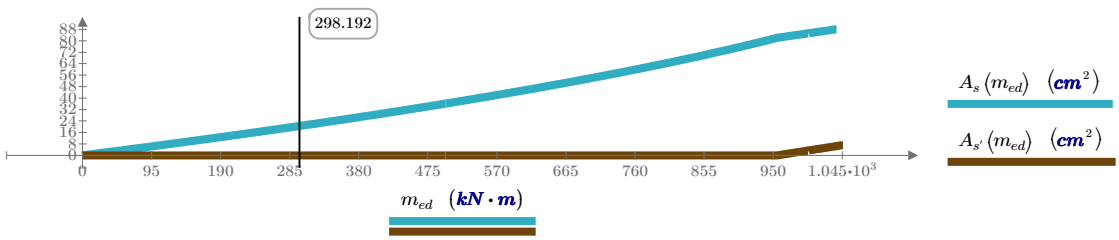
Se procede a definir la función de armado según el método del momento límite (ver 3.1.2 del Anejo 7 de la EHE-08)

El momento límite se define com sigue: $M_{lim} := 0.375 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d^2 = 955.87\ \boldsymbol{m \cdot kN}$

La función que define el armado para un dimensionado en flexión simple, acotando la fibra neutra a la profundidad límite $x_{lim} := 0.625 \cdot d = 22.3125\ \boldsymbol{cm}$, sigue la formulación:

$$A_s(M_{ed}) := \text{if } M_{ed} \le M_{lim}$$
$$\quad A_s \leftarrow \frac{f_{cd} \cdot b \cdot d}{f_{yd}} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{ed}}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2}}\right)$$
$$\text{else}$$
$$\quad A_s \leftarrow \frac{0.5 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d + \frac{(M_{ed} - M_{lim})}{d - d'}}{f_{yd}}$$

$$A_{s'}(M_{ed}) := \text{if } M_{ed} \le M_{lim}$$
$$\quad A_{s'} \leftarrow 0\ \boldsymbol{cm^2}$$
$$\text{else}$$
$$\quad A_{s'} \leftarrow \frac{\frac{(M_{ed} - M_{lim})}{d - d'}}{f_{yd.c}}$$



$M_{ed.fust\_pos} = 298.192\ m \cdot kN$

$A_s\left(M_{ed.fust\_pos}\right) = 20.489\ cm^2$ $\quad A_{s'}\left(M_{ed.fust\_pos}\right) = 0\ cm^2$

Si se usan barras $\phi'_l = 16\ mm$ se necesitan: $n := \text{ceil}\left(\frac{4 \cdot A_s\left(M_{ed.fust\_pos}\right)}{\pi \cdot \phi'^2_l}\right) = 11$ barras en $b = 1\ m$

Armadura mínima mecánica según EHE-08

[Art 42.3.2 EHE-08]

Factor de reducción en secciones rectangulares

$$\alpha(M) := \begin{cases} \text{if } 1.5 - 12.5 \cdot \frac{A_s(M) \cdot f_{yd}}{1\ m \cdot e_{mur} \cdot f_{cd}} > 1 \\ \quad 1 \\ \text{else} \\ \quad 1.5 - 12.5 \cdot \frac{A_s(M) \cdot f_{yd}}{1\ m \cdot e_{mur} \cdot f_{cd}} \end{cases}$$

$\alpha\left(M_{ed.fust\_pos}\right) = 0.108$

$A_{s.min.cara\_tracc.mecanica} := A_s\left(M_{ed.fust\_pos}\right) \cdot \alpha\left(M_{ed.fust\_pos}\right) = 2.214\ cm^2$

$A_{s.min.cara\_compr.mecanica} := 0.05 \cdot \left(\frac{\gamma_g \cdot \left(W_{mur} \cdot b\right)}{f_{yd.c}}\right) = 0.064\ cm^2$

Armadura mínima geométrica según EHE-08

[Art 42.3.5 EHE-08]

Factor de cuantia geométrica mínima vertical en muros: $\rho := \frac{0.9}{1000}$

$A_{s.min.cara\_tracc} := \rho \cdot b \cdot e_{mur} = 3.6\ cm^2$ $\quad A_{s.min.cara\_compr} := 0.3\ \rho \cdot b \cdot e_{mur} = 1.08\ cm^2$

Cálcul del número de barras requerido por armadura mínima:

$n_{min.tracc} := \text{ceil}\left(\frac{4 \cdot \max\left(A_{s.min.cara\_tracc}, A_{s.min.cara\_tracc.mecanica}\right)}{\pi \cdot \phi'^2_l}\right) = 2$ barras en $b = 1\ m$

$n_{min.comp} := \text{ceil}\left(\frac{4 \cdot \max\left(A_{s.min.cara\_compr}, A_{s.min.cara\_compr.mecanica}\right)}{\pi \cdot \phi^2_l}\right) = 1$ barras en $b = 1\ m$

Separación entre barras:

$s_{min.X} := \frac{b}{n_{min.tracc}} = 50\ cm$ $\quad s_{min.Y} := \frac{b}{n_{min.comp}} = 100\ cm$

7.2. Armadura finalmente dispuesta en el alzado de muro

$Armado_{minimo}$ = "El armado calculado es superior a la cuantia mínima"

Cara traccionada: barras $\phi'_l = 16\ mm$ cada $s_{comp} = 10\ cm$ total $n_{trac} := \frac{b}{s_{comp}} = 10$ barras

Cara comprimida: barras $\phi_l = 16\ mm$ cada $s_{trac} = 10\ cm$ total $n_{comp} := \frac{b}{s_{trac}} = 10$ barras

7.3 Ratios de trabajo en E.L.U. del armado del alzado del muro

$$Rat_{E.L.U\_trac\_pos} := \frac{4 \cdot \max\left(A_s\left(M_{ed.fust\_pos}\right), A_{s.min.cara\_tracc}, A_{s.min.cara\_tracc.mecanica}\right)}{n_{trac} \cdot \pi \cdot \phi'^{2}_{l}} = 101.9\%$$

$$Rat_{E.L.U\_comp\_pos} := \frac{4 \cdot \max\left(A_{s'}\left(M_{ed.fust\_pos}\right), A_{s.min.cara\_compr}, A_{s.min.cara\_compr.mecanica}\right)}{n_{comp} \cdot \pi \cdot \phi_{l}^{2}} = 5.4\%$$

7.4. Análisis de fisuración del muro en combinación quasi permanente de E.L.S.

Abertura característica de fisura máxima $w_{max} = 0.3\ \textbf{mm}$
Resistencia a compresión del hormigón del muro: $f_{ck} = 30$ MPa
Módulo de elasticidad del hormigón. $E_{cm} = 28.577\ \textbf{GPa}$
Resistencia a flexo-tracción:

$$f_{ctm} := 0.3 \cdot f_{ck}^{\frac{2}{3}}\ \textbf{MPa} = 2.896\ \textbf{MPa} \qquad f_{ctm.fl} := \max\left(\left(1.6 - \frac{e_{mur}}{100\ \textbf{cm}}\right) \cdot f_{ctm}, f_{ctm}\right) = 3.476\ \textbf{MPa}$$

Momento de fisuración del muro: $M_{fis} := M_{fis\_muro}(0) = 92.687\ \textbf{m} \cdot \textbf{kN}$

$Fisuración\_muro :=$ if $M_{fis} \le M_{k\_iso}\left(x_{max\_iso}\right)$
"ATENCIÓN!, EL MURO FISURARÁ. Hay de contemplar la inercia equivalente"
else
"El mur NO fisura en servicio. Puede usasrse la inercia bruta"

$Fisuración\_muro =$ "ATENCIÓN!, EL MURO FISURARÁ. Hay de contemplar la inercia equivalente"

$$I_{bruta} := \frac{b \cdot e_{mur}^{3}}{12} = 533333.33\ \textbf{cm}^4$$

El muro presentará momentos flectores superiores a los de fisuración hasta la cota $h_{fis} = 0.453\ \textbf{m}$ respecto la base del muro, punto a partir del cual el muro estará fisurado hasta la base

Solve Constraints: Values
$h_{fis} := 0\ \textbf{m}$
$\left|M_{k\_iso}\left(h_{fis}\right)\right| = M_{fis}$
$h_{fis} := \textbf{find}\left(h_{fis}\right) = 0.453\ \textbf{m}$

Cálculo de la inércia fisurada

[Anejo 8. Art 2.2 EHE-08]

Armadura de tracción: $A_{s\_} := n_{trac} \cdot \pi \cdot \frac{\phi'^{2}_{l}}{4} = 20.106\ \textbf{cm}^2$ $\qquad \rho := \frac{A_{s\_}}{b \cdot d} = 0.0056$

Armadura de compressión: $A_{s'\_} := n_{comp} \cdot \pi \cdot \frac{\phi_{l}^{2}}{4} = 20.106\ \textbf{cm}^2$ $\qquad \rho' := \frac{A_{s'\_}}{b \cdot d} = 0.0056$

$$n := \frac{200\ \textbf{GPa}}{E_{cm}} = 6.999$$

Cálculo profundidad fibra neutra fisurada

$$x := d \cdot n \cdot \rho \cdot \left(1 + \frac{\rho'}{\rho}\right) \cdot \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot \left(1 + \frac{\rho'}{\rho} \cdot \frac{d'}{d}\right)}{n \cdot \rho \cdot \left(1 + \frac{\rho'}{\rho}\right)^{2}}}\right) = 81.626\ \textbf{mm}$$

Cálculo de la inercia fisurada

$$I_{fis} := n \cdot A_{s\_} \cdot (d - x) \cdot \left(d - \frac{x}{3}\right) + n \cdot A_{s'\_} \cdot (x - d') \cdot \left(\frac{x}{3} - d'\right) = 126934.89 \ cm^4$$

Cálculo apertura máxima de fisura

[Art 49.2.4 EHE-08]

Moment de servei en combinación quasi permanente
$M_{serv} := \left| M_{k\_qp\_iso}\left(x_{max\_qp\_iso}\right) \right| = 220.883 \ m \cdot kN$

Canto	$h := e_{mur} = 0.4 \ m$
Ancho	$b = 1 \ m$
Abertura característica de fisura máxima	$w_{max} = 0.3 \ mm$
Diámetro de les barras del armado de tracción	$\phi'_l = 16 \ mm$
Número de barras del armado de tracción en $b = 1 \ m$	$n_0 := n_{trac} = 10$
Separación entre barras longitudinales	$s_0 := s_{comp} = 100 \ mm$
Recubrimento armadura traccionada hasta tocar barra	$c := r_{nom} = 35 \ mm$
Coeficiente K1 (poner 0.125 para flexión simple o 0.25 para tracción simple)	$k_1 := 0.125$
Coeficiente k2 (poner 1 si carga instantánea o poner 0.5 si carga duradera)	$k_2 := 1$
Coeficiente β (poner 1.7 si es fisuración por cargas o 1.3 si es por deformaciones)	$\beta := 1.7$

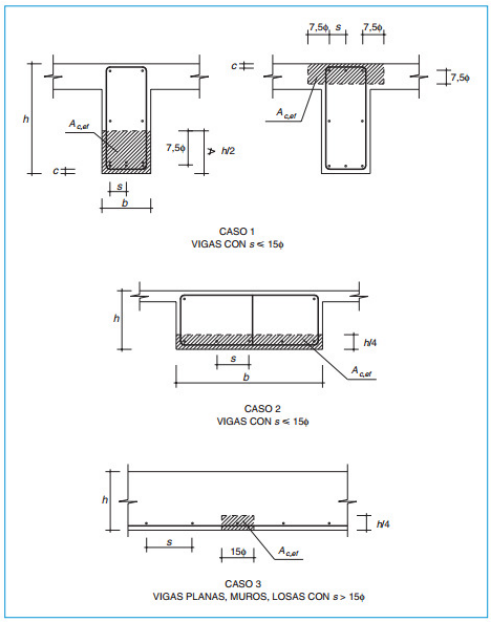
Cálculo de area del hormigón en zona del recubrimento

Si es viga alma estrecha en negativos poner 0
Si es viga alma estrecha en positivos poner 1
Si es viga alma ancha, losa o muro, poner 2

$A_{c.ef} := 2$

```
A_c.eff := if A_c.ef = 0
             A_c.eff ← 7.5 · φ'_l · (b + 2 · 7.5 · φ'_l)
           else if A_c.ef = 1
             A_c.eff ← if 7.5 · φ'_l ≤ h/2
                         A_c.eff ← 7.5 · φ'_l · b
                       else
                         A_c.eff ← (h/2) · b
           else if A_c.ef = 2
             A_c.eff ← if s_0 ≤ 15 · φ'_l
                         A_c.eff ← (h/4) · b
                       else
                         A_c.eff ← (h/4) · 15 · φ'_l
```

```
s := if s_0 > 15 · φ'_l
       s ← 15 · φ'_l
     else
       s ← s_0
```



Area del hormigón en la zona del recubrimiento calculada: $A_{c.eff} = 1000 \ cm^2$
Distancia longitudinal entre barras calculada: $s = 100 \ mm$

Area de las armaduras situadas dentro del área eficaz $A_{s.ef} := n_0 \cdot \frac{\pi \cdot \phi'^2_l}{4} = 20.106 \ cm^2$

Cálculo de la separación media de fisuras

$$s_m := 2 \cdot c + 0.2 \cdot s + 0.4 \cdot k_1 \cdot \frac{\phi'_l \cdot A_{c.eff}}{A_{s.ef}} = 129.789 \ \boldsymbol{mm}$$

Cálculo de tensiones (según apartado 2.4 del Anejo 8 de la EHE-08)

Profundidad de la fibra neutra: $x = 81.626 \ \boldsymbol{mm}$ $\quad n = 6.999$

Inercia fisurada: $I_{fis} = \left(1.269 \cdot 10^5\right) \ \boldsymbol{cm}^4$ $\quad f_{ctm.fl} = 3.476 \ \boldsymbol{MPa}$

Canto útil $d = 357 \ \boldsymbol{mm}$ $\quad d' = 43 \ \boldsymbol{mm}$

Tensión en la fibra más comprimida del hormigón $\sigma_c := M_{serv} \cdot \frac{x}{I_{fis}} = 14.204 \ \boldsymbol{MPa}$

Tensión en la armadura de tracción $\sigma_s := n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(d - x)}{x} = 335.367 \ \boldsymbol{MPa}$

Tensión en la armadura de compressión $\sigma'_s := -n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(x - d')}{x} = -47.042 \ \boldsymbol{MPa}$

Tensión de la armadura en sección fisurada en instante que fisura el hormigón para $M_{fis} = 92.687 \ \boldsymbol{m \cdot kN}$

$$\sigma_{sr} := n \cdot \frac{M_{fis} \cdot (d - x)}{I_{fis}} = 140.727 \ \boldsymbol{MPa}$$

Cálculo del alargamiento medio de las armaduras

$$\varepsilon_{sm.o} := \frac{\sigma_s}{200 \ \boldsymbol{GPa}} \cdot \left(1 - k_2 \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s}\right)^2\right) = 0.00138$$

$$\varepsilon_{sm} := \begin{array}{l} \text{if } \varepsilon_{sm.o} \geq 0.4 \cdot \frac{\sigma_s}{200 \ \boldsymbol{GPa}} \\ \quad \varepsilon_{sm} \leftarrow \varepsilon_{sm.o} \\ \text{else} \\ \quad \varepsilon_{sm} \leftarrow 0.4 \cdot \frac{\sigma_s}{200 \ \boldsymbol{GPa}} \end{array} = 0.001$$

Cálculo de la apertura característica de fisura

$$\omega_k := \beta \cdot s_m \cdot \varepsilon_{sm} = 0.305 \ \boldsymbol{mm} \qquad w_{max} = 0.3 \ \boldsymbol{mm}$$

Ratio de compliment: $Ratio_{fisuracion\_muro\_pos} = 101.61\%$ <100% **OK**

$Cumplimento_{fisuración\_muro\_pos}$ = "NO cumple fisuración por tracción en el Muro"

8. VERIFICACIÓN A CORTANTE EN EL MURO

8.1 Cortante de cálculo

$V_{ed}(t) := \left(\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t} M_{ed.fust\_x\_neg}(t)\right)$ $V_{mur.E.D} := |V_{ed}(0\ m)| = 390.48\ kN$

Recubrimento mecánico armadura de tracción $r := r_{nom} + 0.5 \cdot \phi_l = 43\ mm$

Canto útil $d := e_{mur} - r = 357\ mm$

$V_{mur.E.D\_d} := |V_{ed}(d)| = 328.913\ kN$

15.2 Análisis del agotamiento del hormigón por compresión oblicua Vu1

[Art 44.2.3.1 EHE-08]

Se considera una estructura sin influencia del esfuerzo axil. A tales efectos $K := 1.00$

Se considera un ángulo de las bielas comprimidas $\theta := 45\ °$

Se considera un ángulo respecto la directriz de la pieza de la armadura de cortante $\alpha := 90\ °$

$$V_{u1} := K \cdot 0.6 \cdot \frac{f_{ck} \cdot MPa}{1.5} \cdot b \cdot d \cdot \left(\frac{\cot(\theta) + \cot(\alpha)}{1 + \cot(\theta)^2}\right) = 2142\ kN$$

$V_{mur.E.D} = 390.48\ kN$ $< V_{u1} = 2142\ kN$ La sección verifica por agotamiento a compresión oblicua del alma

8.3 Verificación del cortante de agotamiento del alma en piezas sin armadura de cortante

[Art 44.2.3.2.1.2 EHE-08]

La capacidad del hormigón por tracción en piezas sin armadura de cortante se calcula como sigue:

$$\xi(d) := \text{if } 1 + \sqrt{\frac{200\ mm}{d}} \le 2 \;\|\; 1 + \sqrt{\frac{200\ mm}{d}} \;\|\; \text{else} \;\|\; 2$$

$$\rho_l := \text{if } \frac{n_{trac} \cdot \frac{\pi \cdot \phi_l^2}{4}}{b \cdot d} \le 0.02 \;\|\; \frac{n_{trac} \cdot \frac{\pi \cdot \phi_l^2}{4}}{b \cdot d} \;\|\; \text{else} \;\|\; 0.02$$

$\xi(d) = 1.748$ $\rho_l = 0.0056$

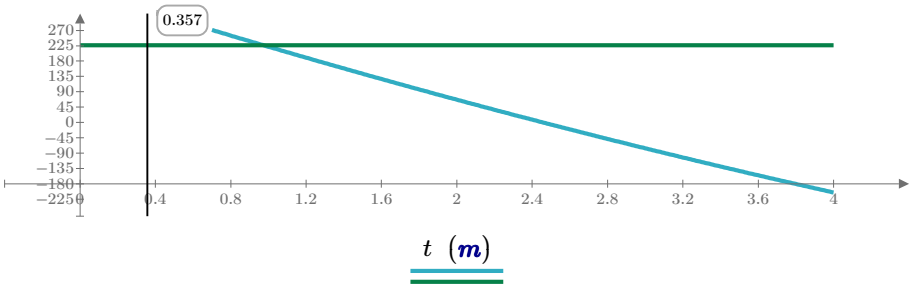
$$V_{cu} := \left(\frac{0.18}{1.5} \cdot \xi(d) \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}}\right) \cdot b \cdot d \cdot MPa = 192.208\ kN$$

$$V_{cu.min} := \left(\frac{0.075}{1.5} \cdot \xi(d)^{\frac{3}{2}} \cdot (f_{ck})^{\frac{1}{2}}\right) \cdot b \cdot d \cdot MPa = 226.043\ kN$$

$$V_{cu} := \text{if } V_{cu} \le V_{cu.min} \;\|\; V_{cu.min} \;\|\; \text{else} \;\|\; V_{cu}$$

$V_{cu} = 226.043\ kN$

Es la capacidad del hormigón por tracción en piezas sin armadura de cortante



$$Armadura\_cortante\_muro := \begin{cases} \text{“ATENCIÓN. Es necesario disponer armadura de cortante en el muro”} & \text{if } V_{cu} \le V_{mur.E.D\_d} \\ \text{“No es necesaria”} & \text{else} \end{cases}$$

$Armadura\_cortante\_muro =$ “ATENCIÓN. Es necesario disponer armadura de cortante en el muro”

9. VERIFICACIÓN A RASANTE ENTRE JUNTAS DE HORMIGONADO

[Art 47 EHE-08]

9.1 Tensión rasante de cálculo

Recubrimento mecánico armadura de tracción $r := r_{nom} + 0.5 \cdot \phi_l = 43$ **mm**

Canto útil $d := e_{mur} - r = 357$ **mm**

$$\tau_{rd} := \frac{V_{mur.E.D}}{d \cdot b} = 1.094 \text{ MPa}$$

9.2 Tensión rasante de agotamiento en seciones con armadura transversal

$\beta := 0.2$ $\mu := 0.3$

$$\tau_{ru1} := \beta \cdot \left(1.3 - 0.3 \cdot \frac{f_{ck}}{25}\right) \cdot \frac{f_{ctm}}{1.5} = 0.363 \text{ MPa}$$

$$\tau_{ru} := \begin{cases} \text{if } \tau_{rd} \le \tau_{ru1} \\ \quad \begin{cases} \text{if } \tau_{ru1} + \dfrac{\langle \phi_l \rangle \cdot 400 \text{ MPa}}{s_{trac}} \cdot (\mu \cdot \sin(\alpha) + \cos(\alpha)) \le 0.25 \cdot f_{cd} \\ \quad \begin{cases} \tau_{ru1} + \dfrac{\langle \phi_l \rangle \cdot 400 \text{ MPa}}{s_{trac}} \cdot (\mu \cdot \sin(\alpha) + \cos(\alpha)) \\ \text{else} \\ \quad 0.25 \cdot f_{cd} \end{cases} \\ \text{else} \\ \quad \begin{cases} \text{if } \dfrac{\langle \phi_l \rangle \cdot 400 \text{ MPa}}{s_{trac}} \cdot (\mu \cdot \sin(\alpha) + \cos(\alpha)) \le 0.25 \cdot f_{cd} \\ \quad \begin{cases} \dfrac{\langle \phi_l \rangle \cdot 400 \text{ MPa}}{s_{trac}} \cdot (\mu \cdot \sin(\alpha) + \cos(\alpha)) \\ \text{else} \\ \quad 0.25 \cdot f_{cd} \end{cases} \end{cases} \end{cases}$$

		Tipo de superficie	
		Rugosidad baja	Rugosidad alta
β		0,2	0,8
μ	$\tau_{rd} \le 2{,}5\beta\left(1{,}30 - 0{,}30\frac{f_{ck}}{25}\right)f_{cd}$	0,3	0,6
	$\tau_{rd} > 2{,}5\beta\left(1{,}30 - 0{,}30\frac{f_{ck}}{25}\right)f_{cd}$	0,6	0,9

β Factor que adopta los siguientes valores:

- 0,80 en superficies de contacto rugosas de secciones compuestas en las que existe una imbricación tal que se impide el cabalgamiento de una de las partes de la sección compuesta sobre la otra, tales como las configuraciones en cola de milano, y siempre que la superficie quede abierta y rugosa tal y como se obtiene en la fabricación de viguetas con máquina ponedora.
- 0,40 en superficies intencionadamente rugosas, con rugosidad alta.
- 0,20 en superficies no intencionadamente rugosas, con rugosidad baja.

$\tau_{ru} = 5$ **MPa**

Verificación_rasante_juntas_hormigonado = "OK. Se verifica"

10. ARMADO HORIZONTAL Y DE REPARTO

Diámetro del armado horizontal del armado del muro: $\phi_{h\_trasdos} := 12\ mm$ $\phi_{h\_intrados} := 12\ mm$

Juntas de contracción: $juntas := 7\ m$

10.1 Armadura horitzontal en alzado de muro

Armadura mínima mecánica horizontal según "Muros de contención y muros de sótano J. Calavera"

$A_{s.min.horitz} := A_s\left(\max\left(M_{ed.fust\_pos}, M_{ed.fust\_neg}\right)\cdot 20\%\right) = 3.93\ cm^2$

$$\rho(juntas) := \begin{cases} \dfrac{3.2}{1000} & \text{if } juntas \geq 7.5\ m \\ \dfrac{2.0}{1000} & \text{else} \end{cases}$$

Armadura mínima geomètrica segons EHE-08 [Art 42.3.5 EHE-08]

$\rho(juntas) = 0.002$

$A_{s.min.horitz.cara\_tracc} := 50\% \cdot \rho(juntas) \cdot b \cdot e_{mur} = 4\ cm^2$

$A_{s.min.horitz.cara\_compr} := 50\% \cdot \rho(juntas) \cdot b \cdot e_{mur} = 4\ cm^2$

Cálculo del número de barras necesarias para armadura mínima horizontal.

$$n_{min.trasdos} := \text{ceil}\left(\frac{4 \cdot \max\left(A_{s.min.horitz}, A_{s.min.horitz.cara\_tracc}\right)}{\pi \cdot \phi_{h\_trasdos}^{\ 2}}\right) = 4 \quad \text{barras en } b = 1\ m$$

$$n_{min.intrados} := \text{ceil}\left(\frac{4 \cdot A_{s.min.horitz.cara\_compr}}{\pi \cdot \phi_{h\_intrados}^{\ 2}}\right) = 4 \quad \text{barras en } b = 1\ m$$

Armadura horitzontal finalmente dispuesta:

Trasdos: barras $\phi_{h\_trasdos} = 12\ mm$ cada $s_{hor\_trasdos} := 20\ cm$ total $n_{hor\_trasdos} := \frac{b}{s_{hor\_trasdos}} = 5$ barras

Intrados: barras $\phi_{h\_intrados} = 12\ mm$ cada $s_{hor\_intrados} := 20\ cm$ total $n_{hor\_intrados} := \frac{b}{s_{hor\_intrados}} = 5$ barras

Ratios de cumplimiento de la armadura horizontal dispuesta:

$$Rat_{E.L.U\_hor\_trasdos} := \frac{4 \cdot \max\left(A_{s.min.horitz}, A_{s.min.horitz.cara\_tracc}\right)}{n_{hor\_trasdos} \cdot \pi \cdot \phi_{h\_trasdos}^{\ 2}} = 70.7\%$$

$$Rat_{E.L.U\_hor\_intrados} := \frac{4 \cdot A_{s.min.horitz.cara\_compr}}{n_{hor\_intrados} \cdot \pi \cdot \phi_{h\_intrados}^{\ 2}} = 70.7\%$$

11. LONGITUDES DE ANCLAJE

11.1 Longitud de anclaje del armado del alzado del muro (posición de anclaje I)

$m_{fck} = 1.3$

Longitud anclaje neta armado: $\phi_l = 16\ mm$

$$l_{b\_neta} := \text{if } m_{fck} \cdot \left(\phi_l \cdot mm^{-1}\right)^2 \cdot mm > \frac{f_{yk}}{20} \cdot \phi_l \;\Big\|\; m_{fck} \cdot \left(\phi_l \cdot mm^{-1}\right)^2 \cdot mm \;\Big\|\; \text{else} \;\Big\|\; \frac{f_{yk}}{20} \cdot \phi_l$$

$l_{b\_neta\_prin} := \text{Ceil}\left(l_{b\_neta}, 5\ cm\right) = 40\ cm$

Longitud de anclaje para armado principal del fuste $\phi_l = 16\ mm$ es $l_{b\_neta\_prin} = 40\ cm$ para anclaje y $2 \cdot l_{b\_neta} = 80\ cm$ para solape

Longitud anclaje neta armado $\phi'_l = 16\ mm$

$$l_{b\_neta} := \text{if } m_{fck} \cdot \left(\phi'_l \cdot mm^{-1}\right)^2 \cdot mm > \frac{f_{yk}}{20} \cdot \phi'_l \;\Big\|\; m_{fck} \cdot \left(\phi'_l \cdot mm^{-1}\right)^2 \cdot mm \;\Big\|\; \text{else} \;\Big\|\; \frac{f_{yk}}{20} \cdot \phi'_l$$

$l_{b\_neta} := \text{Ceil}\left(l_{b\_neta}, 5\ cm\right) = 40\ cm$

Longitud de anclaje para armado principal del fuste $\phi'_l = 16\ mm$ es $l_{b\_neta} = 40\ cm$ para anclaje y $2 \cdot l_{b\_neta} = 80\ cm$ para solape

11.2 Longitud de anclaje del armado de reparto (posición de anclaje II)

$m_{fck} = 1.3$

Longitud anclaje neta armado $\phi_{h\_trasdos} = 12\ mm$

$$l_{b\_neta\_tras} := \text{if } 1.4 \cdot m_{fck} \cdot \left(\phi_{h\_trasdos} \cdot mm^{-1}\right)^2 \cdot mm > \frac{f_{yk}}{14} \cdot \phi_{h\_trasdos} \;\Big\|\; 1.4 \cdot m_{fck} \cdot \left(\phi_{h\_trasdos} \cdot mm^{-1}\right)^2 \cdot mm \;\Big\|\; \text{else} \;\Big\|\; \frac{f_{yk}}{14} \cdot \phi_{h\_trasdos}$$

$l_{b\_neta\_tras} := \text{Ceil}\left(l_{b\_neta\_tras}, 5\ cm\right) = 45\ cm$

Longitud de anclaje para armado horizontal muro $\phi_{h\_trasdos} = 12\ mm$ es $l_{b\_neta\_tras} = 45\ cm$ para anclaje y $2 \cdot l_{b\_neta\_tras} = 90\ cm$ para solape

12. RESUMEN DE RESULTADOS

12.1 Tipo de muro y cimientos plantado

Altura muro: $h_{mur} = 4$ **m**,
Espesor del muro $e_{mur} = 0.4$ **m**
Hormigón $f_{ck} = 30$ $r_{nom} = 35$ **mm**

12.2 Análisis E.L.U. muro

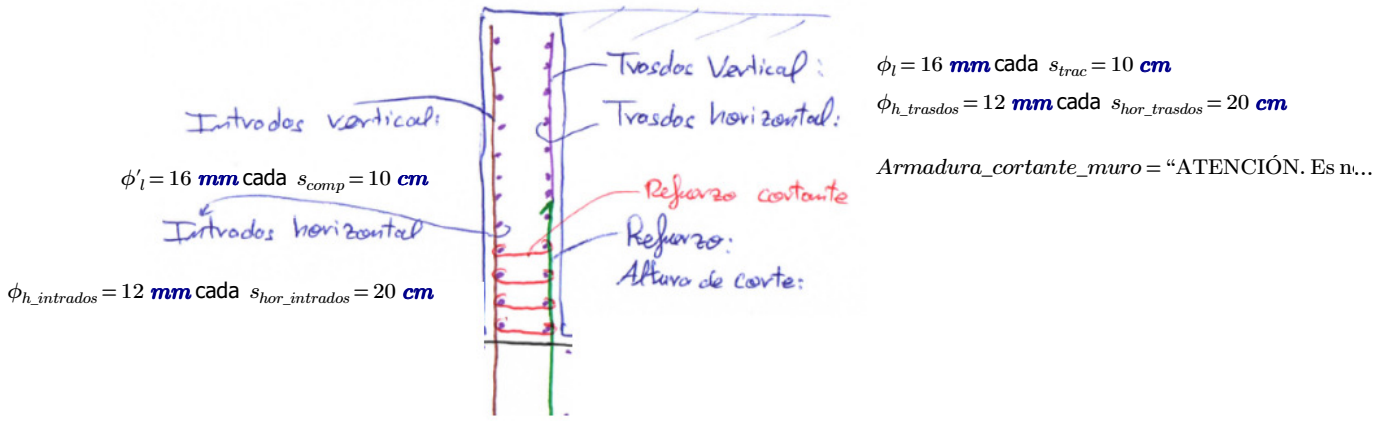
Vertical Trasdos: barras $\phi_l = 16$ **mm** cada $s_{trac} = 10$ **cm**
Vertical Intrados: barres $\phi'_l = 16$ **mm** cada $s_{comp} = 10$ **cm**
$Rat_{E.L.U\_trac\_neg} = 103.08\%$ $Rat_{E.L.U\_comp\_neg} = 5.37\%$ $Rat_{E.L.U\_trac\_pos} = 101.91\%$ $Rat_{E.L.U\_comp\_pos} = 5.37\%$
Horitzontal Trasdos: barres $\phi_{h\_trasdos} = 12$ **mm** cada $s_{hor\_trasdos} = 20$ **cm** $Rat_{E.L.U\_hor\_trasdos} = 70.74\%$
Horitzontal Intrados: barres $\phi_{h\_intrados} = 12$ **mm** cada $s_{hor\_intrados} = 20$ **cm** $Rat_{E.L.U\_hor\_intrados} = 70.74\%$
$Armadura\_cortante\_muro =$ "ATENCIÓN. Es necesario disponer armadura de cortante en el muro"

$Verificación\_rasante\_juntas\_hormigonado =$ "OK. Se verifica"
Juntas de contracción cada $juntas = 7$ **m**

24.5 Análisis E.L.S. fisuración muro combinación cuasi-permanente

$Fisuración\_muro =$ "ATENCIÓN!, EL MURO FISURARÁ. Hay de contemplar la inercia equivalente"
$Cumplimento_{fisuración\_muro\_neg} =$ "NO cumple fisuración por tracción en el Muro" $Ratio_{fisuracion\_muro\_neg} = 103.16\%$
$Cumplimento_{fisuración\_muro\_pos} =$ "NO cumple fisuración por tracción en el Muro" $Ratio_{fisuracion\_muro\_pos} = 101.61\%$

Esquema de armado



Recubrimiento nominal armaduras: $r_{nom} = 35$ **mm**

Longitud de anclaje armado principal trasdos	$\phi_l = 16$ **mm** $l_{b\_neta\_prin} = 40$ **cm**
Longitud de anclaje armado principal intrados	$\phi'_l = 16$ **mm** $l_{b\_neta} = 40$ **cm**

Longitud de solape armado horizontal muro $\phi_{h\_trasdos} = 12\ mm$

VERIFICACIÓ DE HASTIAL CENTRAL
E.L.U. I E.L.S. FLEXO-TRACCIÓ

1. CARACTERÍSTICAS SECCIONALES Y MECÁNICAS

Canto de la sección: $h := 40\ cm$
Ancho de la sección: $b := 100\ cm$
Recubrimiento nominal armadura de compresión: $r_c := 35\ mm$
Recubrimiento nominal armadura de tracción: $r_t := 90\ mm$
Recubrimiento lateral: $r_l := 0\ mm$
Diámetro de la armadura de tracción: $\phi_t := 16\ mm$

Diámetro de la armadura de compresión: $\phi_c := 16\ mm$ Número de barras comprimidas: $n_c := \frac{1}{0.1}$

Diámetro cercos de cortante: $\phi_v := 0\ mm$ $cada := 20\ cm$ Número de ramas: $n_{rv} := \frac{1}{0.2} = 5$

La armadura de cortante afecta al recubrimiento? $af_v := 0$ (poner 1 si afecta, 0 si no afecta)
Disposición de filas de armado propuestas:

$filas := [1]$ $n_{barra\_fila} := \left[\frac{1}{0.1}\right]$ $\Phi := [16] \cdot mm$ $y_{barra\_fila} := r_t + \phi_v \cdot af_v + [0.5 \cdot \phi_t] = [9.8]\ cm$

Disposición de armadura de refuerzo en cara traccionada barras $\Phi_{ref} := 12\ mm$
intercalando $n_{int} := 0$ barra entre armado principal de tracción propuesto

---

Número total de barras (no cuenta refuerzo): $n_t := |n_{barra\_fila} \cdot id| = 10$
Número total de filas: $n_{filas} := id \cdot id = 1$

Separación armadura traccionada: $sep := 10\ cm$ (poner "CALC" si se quiere considerar la calculada)
Hormigón empleado $f_{ck} := 30\ MPa$ $f_{ck\_els} := 30\ MPa$ $\gamma_c := 1.5$
Acero pasivo $f_{yk} := 500\ MPa$ $\gamma_s := 1.15$
Coeficiente de cansancio del hormigón: $\alpha_{cc} := 1$ Tamaño árido $tma := 20\ mm$
Control indirecto del hormigón? $contr := \text{“NO”}$ (poner "NO si control Estadístico (usual)" sino poner "SI" ., ver Art.86.5.6 EHE-08)
Anchura característica de fisura máxima: $w_{max} := 0.3\ mm$
Edad del hormigón para la verificación seccional: $edad := 28\ day$

Datos del tipo de cemento utilizado:
Coeficiente del tipo de cemento $s_s := 0.25$ (si cemento normal s=0.25; si cemento rápido s=0.2, si cemento lento s=0.38)
Coeficiente de retracción $\alpha_{ds1} := 4$ (si cemento normal α_{ds1} =4; si cemento rápido α_{ds1} =6, si cemento lento α_{ds1} =3)
Coeficiente de retracción $\alpha_{ds2} := 0.12$ (si cemento normal α_{ds2} =0.12; si cemento rápido α_{ds2} =0.11; si cemento lento α_{ds2} =0.13)

Parámetros adicionales de cálculo
Considerar axil en cálculo del momento de fisuración? $axil := \text{“SI”}$
Considerar resistencia a flexión o flexotraccion del hormigón? $flex := 1$ (poner 0 si tracción, poner 1 si flexotraccion)
Angulo bielas de compresión 45º en cortante? $bielas := \text{“NO”}$ (poner "SI" asume 45º. Poner "NO" calcula el ángulo)
Tipo de elemento? $elemento := \text{“MURO”}$ ("VIGA","LOSA","PILAR","MURO") $juntas := 9\ m$ (solo en muro)

Solicitación para considerar armadura mínima mecánica? $sol := \text{“FLEX”}$ ("FLEX","COMP","TRAC")

Parámetros auxiliares para el análisis de la fisuración

Coeficiente K1 (0.125 para flexión simple o 0.25 para tracción simple, poner "CALC" para calcular en función de las tensiones del hormigón) $k_1 := \text{“CALC”}$

Coeficiente k2 (1 si carga instantánea o posar 0.5 si carga duradera) $k_2 := 0.5$

Coeficiente β(1.7 si fisuración por cargas o 1.3 si fisuración por deformaciones) $\beta := 1.7$

Tener en cuenta inercia homogeneizada en cálculo de Momento de fisuración? $homo := 1$

(poner 0 si sección bruta, poner 1 si sección homogeneizada)

2. ESFUERZOS

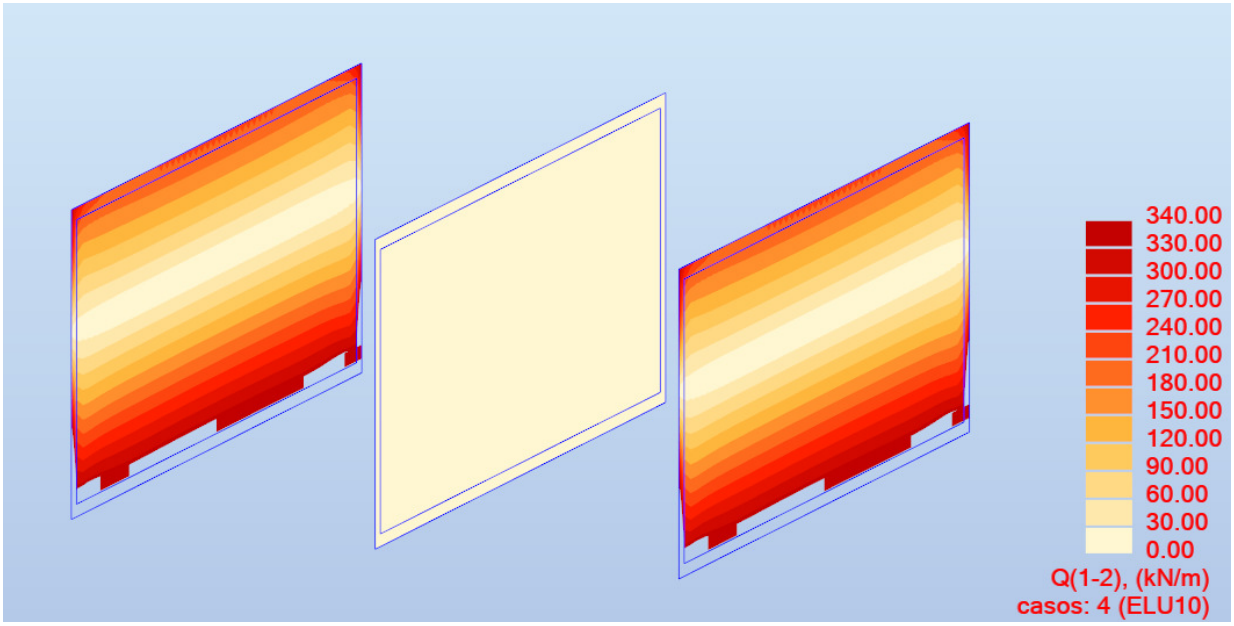
E.L.S. cuasi-permanente *E.L.S. característico* *Esfuerzos E.L.U.*

$CASO.E.L.S.$	N_{k_cp} (kN)	M_{k_cp} $(kN\cdot m)$	N_{k_car} (kN)	M_{k_car} $(kN\cdot m)$
“Dip.ple.ELS”	400	230	400	230
“Dip.ple_sense_tracc”	400	230	400	230

$CASO$	N_{ed} (kN)	M_{ed} $(kN\cdot m)$	V_{ed} (kN)
“Dip.ple.ELU”	500	302	300
“Dip.ple_sense_tracc.ELU”	500	302	300

* Axil negativo indica tracción

$f := \text{if}(elemento = \text{“LOSA”} \vee elemento = \text{“MURO”}, 0, 1) = 0$



3. PARÁMETROS AUXILIARES DE CÁLCULO

Cálculo del armado dispuesto y cantos útiles

Armadura dispuesta en cara traccionada:

$$A_s := \frac{\pi}{4} \cdot \left(\Phi^2 \cdot n_{barra\_fila} + \Phi_{ref}{}^2 \cdot \left(n_{int} \cdot n_{barra\_fila_0} - f \right) \right) = 20.106\ cm^2$$

Armadura dispuesta en cara comprimida: $A_{s'} := \frac{n_c \cdot \pi}{4} \cdot \phi_c{}^2 = 20.106\ cm^2$

Recubrimiento mecánico armadura de tracción:

$$r_m := \left| \frac{\left| \overrightarrow{\Phi^2 \cdot n_{barra\_fila}} \cdot y_{barra\_fila} \right| + \left(\left(r_t + \phi_v \cdot af_v + \left[0.5 \cdot \Phi_{ref} \right] \right) \cdot \Phi_{ref}{}^2 \cdot \left(n_{int} \cdot n_{barra\_fila_0} - f \right) \right)}{\left| \overrightarrow{\Phi^2 \cdot n_{barra\_fila}} \cdot id \right| + \Phi_{ref}{}^2 \cdot \left(n_{int} \cdot n_{barra\_fila_0} - f \right)} \right|$$

Recubrimiento mecánico armadura de tracción: $r_m = 9.8\ cm$

Recubrimiento mecánico armadura de compresión: $r_{m'} := r_c + \phi_v \cdot af_v + \phi_c \cdot 0.5 = 4.3\ cm$

Canto útil armadura de tracción: $d := h - r_m = 30.2\ cm$

Canto útil armadura de compresión: $d' := r_{m'} = 4.3\ cm$

Cálculo de las resistencias de cálculo de los materiales a los $edad = 28\ day$ *:*

Resistencia característica del hormigón a $edad = 28\ day$:

$$f_{ck.j} := f_{ck} \cdot e^{s_s \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28\ day}{edad}} \right)} = 30\ MPa \qquad f_{ck.j\_els} := f_{ck\_els} \cdot e^{s_s \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28\ day}{edad}} \right)} = 30\ MPa$$

$$f_{cd} := \alpha_{cc} \cdot f_{ck.j} \cdot \gamma_c{}^{-1} = 20\ MPa$$

$$f_{cv} := \begin{array}{l} \text{if } contr = \text{“SI”} \\ \quad 15\ MPa \\ \text{else} \\ \quad \text{if } f_{ck.j} \le 60\ MPa \\ \quad\quad f_{ck.j} \\ \quad \text{else} \\ \quad\quad 60\ MPa \end{array} = 30\ MPa$$

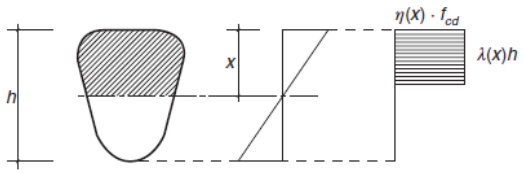
$$f_{1cd} := \text{if } f_{ck} \le 60\ \textit{MPa} \quad 0.6 \cdot f_{cd} \quad \text{else} \quad \zeta \leftarrow \left(0.9 - \frac{f_{ck.j}}{200\ \textit{MPa}}\right) \cdot f_{cd}\ ;\ \text{if } \zeta \le 0.5 \cdot f_{cd} \quad 0.5 \cdot f_{cd} \quad \text{else} \quad \zeta = 12\ \textit{MPa}$$

$$f_{yd} := f_{yk} \cdot \gamma_s^{-1} = 434.783\ \textit{MPa}$$

$$f_{ydc} := \text{if } f_{yk} > 400\ \textit{MPa} \quad 400\ \textit{MPa} \quad \text{else} \quad f_{yk} \cdot \gamma_s^{-1} = 400\ \textit{MPa}$$

Deformaciones de rotura contempladas según y valores del diagrama rectangular Art. 39.5 EHE-08

Intensidad del bloque de compresión: $\eta := \text{if } f_{ck.j} \le 50\ \textit{MPa} \quad 1 \quad \text{else} \quad 1 - \frac{(f_{ck.j} - 50\ \textit{MPa})}{200\ \textit{MPa}}$



$E_s := 200\ \textit{GPa}$

$\varepsilon_{cu} := 0.0035$

$\varepsilon_{c0} := 0.0020$

$\varepsilon_{s.max} := 0.01$

$\varepsilon_{yd} := f_{yd} \cdot (E_s)^{-1} = 0.00217$

Deformación de rotura acero en tracción:

Profundidad del rectángulo de compresiones respecto la fibra neutra:

Deformación del acero al límite elástico:

$$\lambda := \text{if } f_{ck.j} \le 50\ \textit{MPa} \quad 0.8 \quad \text{else} \quad 0.8 - \frac{(f_{ck.j} - 50\ \textit{MPa})}{400\ \textit{MPa}}$$

4. CONFECCIÓN DEL DIAGRAMA DE INTERACCIÓN EN E.L.U. A $edad = 28\ \textit{day}$

$$M_u(x) := \text{if } x < 0 \cdot h \quad \sigma_s \leftarrow f_{yd}\ ;\ \sigma_{s'} \leftarrow \text{if } E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(|x| + d')}{|x| + d} \le f_{yd} \quad E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(|x| + d')}{|x| + d} \quad \text{else} \quad f_{yd}\ ;\ N_u \leftarrow -A_s \cdot \sigma_s - A_{s'} \cdot \sigma_{s'}\ ;\ Ne \leftarrow -A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')\ ;\ M_u \leftarrow Ne - N_u \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right) \quad \text{else if } x \le \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{s.max} + \varepsilon_{cu}} \cdot d \quad y \leftarrow \lambda \cdot x\ ;\ \sigma_s \leftarrow f_{yd}\ ;\ (x - d')$$

$$N_u(x) := \text{if } x < 0 \cdot h \quad \sigma_s \leftarrow f_{yd}\ ;\ \sigma_{s'} \leftarrow \text{if } E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(|x| + d')}{|x| + d} \le f_{yd} \quad E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(|x| + d')}{|x| + d} \quad \text{else} \quad f_{yd}\ ;\ N_u \leftarrow -A_s \cdot \sigma_s - A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \quad \text{else if } x \le \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{s.max} + \varepsilon_{cu}} \cdot d \quad y \leftarrow \lambda \cdot x\ ;\ \sigma_s \leftarrow f_{yd}\ ;\ \sigma_{s'} \leftarrow \text{if } E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(x - d')}{d - x} \le f_{yd} \quad E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(x - d')}{$$

$\sigma_{s'} \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(d - d')}{d - x} \le f_{yd}$
  $E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(x - d')}{d - x}$
  else
  f_{yd}
$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$
$Ne \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} \cdot (d - 0.5 \cdot y) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$
$M_u \leftarrow Ne - N_u \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right)$

else if $x \le \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{yd} + \varepsilon_{cu}} \cdot d$
$y \leftarrow \lambda \cdot x$
$\sigma_s \leftarrow f_{yd}$
$\sigma_{s'} \leftarrow f_{yd}$
$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$
$Ne \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} \cdot (d - 0.5 \cdot y) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$
$M_u \leftarrow Ne - N_u \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right)$

else if $x \le d$
$y \leftarrow \lambda \cdot x$
$\sigma_s \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{d - x}{x} \le f_{yd}$
  $E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{d - x}{x}$
  else
  f_{yd}
$\sigma_{s'} \leftarrow f_{yd}$
$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$
$Ne \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} \cdot (d - 0.5 \cdot y) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$
$M_u \leftarrow Ne - N_u \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right)$

else if $x \le h$
$y \leftarrow \lambda \cdot x$
$\sigma_s \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{x - d}{x} \le f_{ydc}$
  $E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{x - d}{x}$
  else
  f_{ydc}
$\sigma_{s'} \leftarrow f_{ydc}$
$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} + A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$
$Ne \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} \cdot (d - 0.5 \cdot y) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$
$M_u \leftarrow Ne - N_u \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right)$

else
$y \leftarrow h \cdot \left(1 - (1 - \lambda) \cdot \frac{h}{x}\right)$
$\sigma_s \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{c0} \cdot \frac{x - d}{x - \frac{3 \cdot h}{7}} \le f_{ydc}$
  $E_s \cdot \varepsilon_{c0} \cdot \frac{x - d}{x - \frac{3 \cdot h}{7}}$
  else
  f_{ydc}
$\sigma_{s'} \leftarrow f_{ydc}$

$d - x$
  else
  f_{yd}
$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

else if $x \le \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{yd} + \varepsilon_{cu}} \cdot d$
$y \leftarrow \lambda \cdot x$
$\sigma_s \leftarrow f_{yd}$
$\sigma_{s'} \leftarrow f_{yd}$
$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

else if $x \le d$
$y \leftarrow \lambda \cdot x$
$\sigma_s \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{d - x}{x} \le f_{yd}$
  $E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{d - x}{x}$
  else
  f_{yd}
$\sigma_{s'} \leftarrow f_{yd}$
$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

else if $x \le h$
$y \leftarrow \lambda \cdot x$
$\sigma_s \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{x - d}{x} \le f_{ydc}$
  $E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{x - d}{x}$
  else
  f_{ydc}
$\sigma_{s'} \leftarrow f_{ydc}$
$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} + A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

else
$y \leftarrow h \cdot \left(1 - (1 - \lambda) \cdot \frac{h}{x}\right)$
$\sigma_s \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{c0} \cdot \frac{x - d}{x - \frac{3 \cdot h}{7}} \le f_{ydc}$
  $E_s \cdot \varepsilon_{c0} \cdot \frac{x - d}{x - \frac{3 \cdot h}{7}}$
  else
  f_{ydc}
$\sigma_{s'} \leftarrow f_{ydc}$
$N_u \leftarrow \left(1 - (1 - \eta) \cdot \frac{h}{x}\right) \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} + A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

NOTA: Se considera que para los dominios de rotura 4a y5 la tensión de las armaduras comprimidas no excede 400MPa.

$$\left\| \begin{array}{l} N_u \leftarrow \left(1-(1-\eta)\cdot\frac{h}{x}\right)\cdot b\cdot y\cdot f_{cd}+A_s\cdot\sigma_s+A_{s'}\cdot\sigma_{s'} \\ Ne \leftarrow \left(1-(1-\eta)\cdot\frac{h}{x}\right)\cdot b\cdot y\cdot f_{cd}\cdot(0.5\,y-d')+A_s\cdot\sigma_s\cdot(d-d') \\ M_u \leftarrow -Ne+N_u\cdot\left(d-\frac{h}{2}\right) \end{array} \right.$$

Puntos característicos del diagrama de interacción

Los puntos indicados seguidamente son las distintas profundidades de la fibra neutra a medida que se va cambiando de dominio de deformación, desde los rangos -∞ a + ∞

$$x_{car} := \begin{bmatrix} -1\cdot h \\ 0\ \boldsymbol{m} \\ \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{s.max}+\varepsilon_{cu}}\cdot d \\ \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{yd}+\varepsilon_{cu}}\cdot d \\ d \\ h \\ 100\ h \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -400 \\ 0 \\ 78.296 \\ 186.291 \\ 302 \\ 400 \\ 40000 \end{bmatrix} \boldsymbol{mm} \qquad i := 0\,..\,(\text{length}(x_{car})-1)$$

$$M_{u\_x.car_i} := \text{for } j \in 0\,..\,(\text{length}(x_{car})-1) \left\| M_u\left(x_{car_i}\right) \right. \qquad N_{u\_x.car_i} := \text{for } j \in 0\,..\,(\text{length}(x_{car})-1) \left\| N_u\left(x_{car_i}\right) \right.$$

$$M_{u\_x.car} = \begin{bmatrix} -48.08 \\ -0.725 \\ 400.094 \\ 600.437 \\ 519.941 \\ 347.095 \\ -479.746 \end{bmatrix} \boldsymbol{m\cdot kN} \qquad N_{u\_x.car} = \begin{bmatrix} -1748.365 \\ -1446.743 \\ 1013.035 \\ 2980.659 \\ 5706.182 \\ 7549.069 \\ 9589.859 \end{bmatrix} \boldsymbol{kN}$$

Cálculo de los ratios de trabajo de la sección para cada par de esfuerzos

Discretización: $N := 3000 \quad j := 0\,..\,N-1 \quad x_j := -1\ h+\frac{j}{N-1}\cdot 50\ h$

$$M_{U_j} := \text{for } z \in 0\,..\,N-1 \left\| M_u\left(x_j\right) \right. \qquad N_{U_j} := \text{for } z \in 0\,..\,N-1 \left\| N_u\left(x_j\right) \right.$$

$w := 0\,..\,\text{length}(M_{ed})-1 \qquad \text{length}(M_{ed})-1 = 1$

Distancias eje vertical igualdad de axil

$$x_{N_w} := \text{for } t \in 0\,..\,\text{length}(N_{ed})-1 \left\| \text{for } z \in 0\,..\,N-1 \left\| \text{if } N_{ed_w} \le N_{U_z} \left\| pos \leftarrow z \right. \right. \right.$$

$M_{u}(x_{N}) = \begin{bmatrix} 338.371 \end{bmatrix} \boldsymbol{m\cdot kN} \qquad M_{ed} = \begin{bmatrix} 302 \end{bmatrix} \boldsymbol{m\cdot kN}$

break

x_{pos}

$\left[338.371\right]$ $\left[302\right]$

$$Ratio_{momento_w} := \frac{M_{ed_w}}{M_u\left(x_{N_w}\right) + 10^{-6} \cdot m \cdot kN} = \begin{bmatrix} 0.893 \\ 0.893 \end{bmatrix} \qquad N_u\left(x_{N_w}\right) = \begin{bmatrix} 602.305 \\ 602.305 \end{bmatrix} kN \quad N_{ed_w} = \begin{bmatrix} 500 \\ 500 \end{bmatrix} kN$$

Distancias eje horizontal izquierdo a igualdad de momento

$x_{M_w} :=$ for $t \in 0 .. \text{length}\left(M_{ed}\right) - 1$
- for $z \in 0 .. N - 1$
  - if $M_{ed_w} \le M_{U_z}$
    - $pos \leftarrow z$
    - break
- x_{pos}

$$M_u\left(x_{M_w}\right) = \begin{bmatrix} 303.278 \\ 303.278 \end{bmatrix} m \cdot kN \qquad M_{ed_w} = \begin{bmatrix} 302 \\ 302 \end{bmatrix} m \cdot kN$$

$$Distancia_{axil.1_w} := N_{ed_w} - N_u\left(x_{M_w}\right) = \begin{bmatrix} 126.515 \\ 126.515 \end{bmatrix} kN \qquad N_u\left(x_{M_w}\right) = \begin{bmatrix} 373.485 \\ 373.485 \end{bmatrix} kN \qquad N_{ed_w} = \begin{bmatrix} 500 \\ 500 \end{bmatrix} kN$$

Distancias eje horizontal derecho a igualdad de momento

$x_{MM_w} :=$ for $t \in 0 .. \text{length}\left(M_{ed}\right) - 1$
- for $z \in N - 1 .. 0$
  - if $M_{ed_w} \le M_{U_z}$
    - $pos \leftarrow z$
    - break
- x_{pos}

$$M_u\left(x_{MM_w}\right) = \begin{bmatrix} 360.888 \\ 360.888 \end{bmatrix} m \cdot kN \qquad M_{ed_w} = \begin{bmatrix} 302 \\ 302 \end{bmatrix} m \cdot kN$$

$$Distancia_{axil.2_w} := N_u\left(x_{MM_w}\right) - N_{ed_w} = \begin{bmatrix} 6929.351 \\ 6929.351 \end{bmatrix} kN \quad N_u\left(x_{MM_w}\right) = \begin{bmatrix} 7429.351 \\ 7429.351 \end{bmatrix} kN \qquad N_{ed_w} = \begin{bmatrix} 500 \\ 500 \end{bmatrix} kN$$

$$Ratio_{axil_w} := \frac{\max\left(Distancia_{axil.2_w}, Distancia_{axil.1_w}\right)}{Distancia_{axil.2_w} + Distancia_{axil.1_w} + 10^{-3}\ N} = \begin{bmatrix} 0.982 \\ 0.982 \end{bmatrix}$$

$$Ratio_{ELU_w} := \begin{cases} \max\left(Ratio_{momento_w}, Ratio_{axil_w}\right) & \text{if } \max\left(Ratio_{momento_w}\right) \le 100 \wedge \max\left(Ratio_{axil_w}\right) \le 100 \\ Ratio_{axil_w} & \text{else if } \max\left(Ratio_{momento_w}\right) > 100 \wedge \max\left(Ratio_{axil_w}\right) \le 100 \\ Ratio_{momento_w} & \text{else if } \max\left(Ratio_{momento_w}\right) \le 100 \wedge \max\left(Ratio_{axil_w}\right) > 100 \\ min\left(Ratio_{axil_w}, Ratio_{momento_w}\right) & \text{else} \end{cases} = \begin{bmatrix} 98.207\% \\ 98.207\% \end{bmatrix}$$

5. ANÁLISIS DE FISURACIÓN POR FLEXOCOMPRESIÓN EN E.L.S. CASO FLECTOR MÁXIMO PARA $edad = 28$ ***day***

Las tensiones en servicio se obtendrán a partir de plantear el equilibrio seccional, despreciando la capacidad a tracción del hormigón.

Se considera un momento de fisuración considerando la influencia del esfuerzo axil si procede ($axil =$ "SI") aunque las tensiones se calcularán sin considerar dicho esfuerzo axil.

Esfuerzos considerados en caso de flector máximo en E.L.S.

Momento flector: $M_{k1.cp} := M_{k\_cp_0} = 230$ ***m·kN***

Axil: $N_{k1.cp} := N_{k\_cp_0} = 400$ ***kN***

Cantos útiles:

Canto útil para armado traccionado: $d = 30.2$ ***cm***
Canto útil para armado comprimido: $d' = 4.3$ ***cm***

Parámetros de cálculo del hormigón a los j días:

$$f_{ctm} := 0.3 \cdot \left(f_{ck.j\_els} \cdot MPa^{-1}\right)^{\frac{2}{3}} MPa = 2.896\ MPa$$

Se considera el cálculo a flexo-compresión: $flex = 1$

$$f_{ctm.flcomp}(N) := \begin{cases} \max\left(\left(1.6 - \frac{h}{100\ cm}\right) \cdot flex \cdot f_{ctm}, f_{ctm}\right) + \frac{N}{b \cdot h} & \text{if } axil = \text{“SI”} \\ \max\left(\left(1.6 - \frac{h}{100\ cm}\right) \cdot flex \cdot f_{ctm}, f_{ctm}\right) + \frac{N \cdot 0}{b \cdot h} & \text{else} \end{cases}$$

$$s_t := \begin{cases} \dfrac{b - 2 \cdot r_l - 2 \cdot \phi_v \cdot af_v - \phi_t \cdot \frac{n_t}{n_{filas}}}{\frac{\frac{n_t}{n_{filas}} - 1}{n_{int} + 1}} & \text{if } sep = \text{“CALC”} \\ sep & \text{else} \end{cases} = 10\ cm$$

$$E_{cm} := 8500 \cdot \sqrt[3]{f_{ck.j\_els} \cdot MPa^{-1} + 8} \cdot MPa = 28.577\ GPa$$

Coeficiente de relación entre módulos elásticos: $n := \frac{E_s}{E_{cm}} = 6.999$

$$I_{bruta} := \frac{b \cdot h^3}{12} = 533333.333\ cm^4$$

$$cdg_{secc} := \frac{b \cdot h \cdot 0.5 \cdot h + \left(A_{s'} \cdot \left(h - d'\right) + A_s \cdot r_m\right) \cdot \left(n - 1\right)}{b \cdot h + \left(A_{s'} + A_s\right) \cdot \left(n - 1\right)} = 0.202\ m$$

$$I_{homo} := I_{bruta} + \left(\begin{array}{l} \dfrac{\pi \cdot \left(\Phi^4 \cdot n_{barra\_fila} + \phi_c{}^4 \cdot n_c + \Phi_{ref}{}^4 \cdot n_{barra\_fila_0} \cdot \left(n_{int}\right)\right)}{64} \\ + A_{s'} \cdot \left(\left(h - d'\right) - cdg_{secc}\right)^2 + A_s \cdot \left(d - cdg_{secc}\right)^2 \end{array} \right) \cdot \left(n - 1\right) = 574678.338\ cm^4$$

$$\frac{I_{homo}}{I_{bruta}} = 1.078$$

Cálculo del momento de fisuración:

$$M_{fis}(N) := f_{ctm.flcomp}(N) \cdot \text{if}\left(homo = 0, \frac{b \cdot h^2}{6}, \frac{I_{homo}}{min\left(\left|cdg_{secc}\right|, \left|h - cdg_{secc}\right|\right)}\right) \qquad homo = 1$$

$$M_{fis}\left(N_{k1.cp}\right) = 129.62\ m \cdot kN$$

Cálculo de fibra neutra y tensiones en hormigón y acero a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones

$$f := 0.5 \cdot d \qquad \sigma_{s'} := 80\ MPa \qquad \sigma_s := 100\ MPa \qquad \sigma_c := 10\ MPa$$

$$N_{k1.cp} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} - A_s \cdot \sigma_s$$

$$M_{k1.cp} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} \cdot \left(d - \frac{f}{3}\right) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot \left(d - d'\right)$$

$$\sigma_s = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{\left(d - f\right)}{f}$$

$$\sigma_{s'} = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{\left(f - d'\right)}{f}$$

$$\begin{bmatrix} f \\ \sigma_c \\ \sigma_s \\ \sigma_{s'} \end{bmatrix} := \text{find}\left(f, \sigma_c, \sigma_s, \sigma_{s'}\right) = \begin{bmatrix} 0.097\ m \\ 15280013.784\ Pa \\ 227417656.857\ Pa \\ 59332805.922\ Pa \end{bmatrix}$$

Profundidad de la fibra neutra: $f = 9.659\ cm$ $\frac{f}{d} = 0.32$

Compresión en el hormigón: $\sigma_c = 15.28\ MPa$

Compresión en armadura de compresión: $\sigma_{s'} = 59.333\ MPa$

Tracción en la armadura de tracción: $\sigma_s = 227.418\ MPa$

Cálculo de la tracción en armadura traccionada en el momento que fisura la sección, a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones

$f_r := 0.5 \cdot d \qquad \sigma_{s'r} := 80\ MPa \qquad \sigma_{sr} := 100\ MPa \qquad \sigma_{cr} := 10\ MPa$

$$N_{k1.cp} = \frac{\sigma_{cr} \cdot f_r \cdot b}{2} + A_{s'} \cdot \sigma_{s'r} - A_s \cdot \sigma_{sr}$$

$$M_{fis}\left(N_{k1.cp}\right) = \frac{\sigma_{cr} \cdot f_r \cdot b}{2} \cdot \left(d - \frac{f_r}{3}\right) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'r} \cdot \left(d - d'\right)$$

$$\sigma_{sr} = n \cdot \sigma_{cr} \cdot \frac{\left(d - f_r\right)}{f_r}$$

$$\sigma_{s'r} = n \cdot \sigma_{cr} \cdot \frac{\left(f_r - d'\right)}{f_r}$$

$$\begin{bmatrix} f_r \\ \sigma_{cr} \\ \sigma_{sr} \\ \sigma_{s'r} \end{bmatrix} := \text{find}\left(f_r, \sigma_{cr}, \sigma_{sr}, \sigma_{s'r}\right) = \begin{bmatrix} 0.139\ m \\ 6399860.245\ Pa \\ 52725698.928\ Pa \\ 30905842.045\ Pa \end{bmatrix}$$

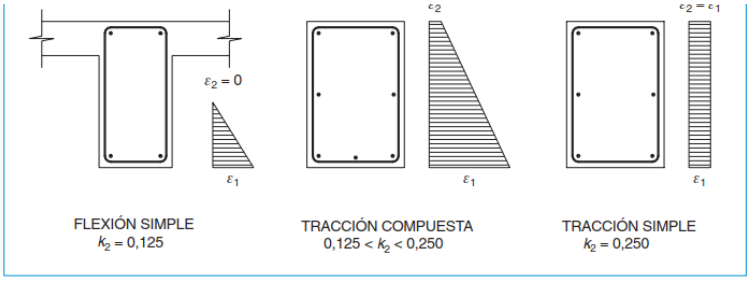
Tensión de la armadura en sección fisurada en instante que fisura el hormigón para M_{fis}: $\sigma_{sr} = 52.726\ MPa$

Parámetros auxiliares para el análisis de la fisuración

Coeficiente K1

$$\varepsilon_1 := \frac{\sigma_s}{E_s} = 1.137 \cdot 10^{-3} \qquad \varepsilon_2 := \begin{cases} 0 & \text{if } \sigma_{s'} > 0 \cdot MPa \\ \frac{-\sigma_{s'}}{E_s} & \text{else} \end{cases} = 0$$

$$k_1 := \begin{cases} min\left(\frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{8 \cdot \varepsilon_1}, 0.25\right) & \text{if } k_1 = \text{“CALC”} \\ k_1 & \text{else} \end{cases} = 0.125$$



$$k_1 = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{8\varepsilon_1}$$

Figura 49.2.4.a.

Parámetros auxiliares para el análisis de la fisuración

Coeficiente K1 (0.125 para flexión simple o 0.25 para tracción simple) $k_1 = 0.125$

Coeficiente k2 (1 si carga instantánea o posar 0.5 si carga duradera) $k_2 = 0.5$

Coeficiente β(1.7 si fisuración por cargas o 1.3 si fisuración por deformaciones) $\beta = 1.7$

Recubrimiento hasta tocar la barra longitudinal: $c := r_c + \phi_v \cdot af_v = 3.5\ cm$

Diámetro de las barras de armado de tracción: $\phi_t = 16\ mm$

Separación de las barras de armado de tracción: $s_t = 10\ cm$

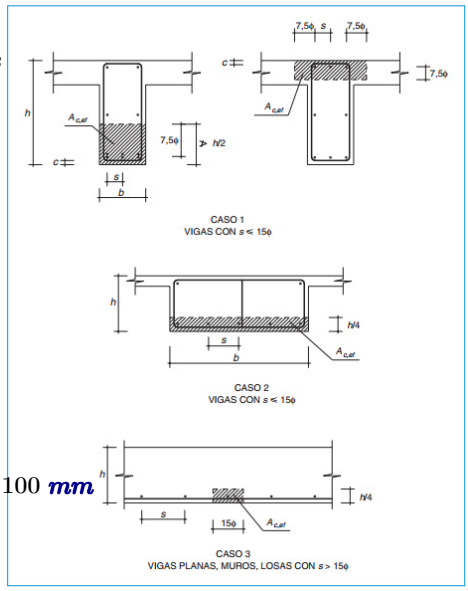
Cálculo del área de hormigón en la zona del recubrimiento

Si es viga de alma estrecha en negativos poner "0"
Si es viga de alma estrecha en positivos poner "1"
Si es viga de alma ancha, losa o muro poner "2"

$A_{c.ef} := 2$

$$A_{c.eff} := \begin{cases} \text{if } A_{c.ef} = 0 \\ \quad A_{c.eff} \leftarrow 7.5 \cdot \phi_t \cdot \left(b + 2 \cdot 7.5 \cdot \phi_t\right) \\ \text{else if } A_{c.ef} = 1 \\ \quad A_{c.eff} \leftarrow \begin{cases} \text{if } 7.5 \cdot \phi_t \le \frac{h}{2} \\ \quad A_{c.eff} \leftarrow 7.5 \cdot \phi_t \cdot b \\ \text{else} \\ \quad A_{c.eff} \leftarrow \frac{h}{2} \cdot b \end{cases} \\ \text{else if } A_{c.ef} = 2 \\ \quad A_{c.eff} \leftarrow \begin{cases} \text{if } s_t \le 15 \cdot \phi_t \\ \quad A_{c.eff} \leftarrow \frac{h}{4} \cdot b \\ \text{else} \\ \quad A_{c.eff} \leftarrow \frac{h}{4} \cdot 15 \cdot \phi_t \cdot n_{barra\_fila_0} \cdot \left(1 + n_{int}\right) \end{cases} \end{cases} = 1000\ cm^2$$

$$s := \begin{cases} \text{if } s_t > 15 \cdot \phi_t \\ \quad s \leftarrow 15 \cdot \phi_t \\ \text{else} \\ \quad s \leftarrow s_t \end{cases} = 100\ mm$$



Área de les armaduras situadas dentro del área eficaz $A_{s.ef} := A_s = 20.106\ cm^2$

Cálculo de la separación media de fisuras

$$s_{...} := 2 \cdot c + 0.2 \cdot s + 0.4 \cdot k_1 \cdot \frac{\phi_t \cdot A_{c.eff}}{} = 129.789\ mm$$

$A_{s.ef}$

Cálculo del alargamiento medio de las armaduras

$$\varepsilon_{sm.o} := \text{if } \sigma_s \geq 0 \left\| \frac{\sigma_s}{200\ \textbf{GPa}} \cdot \left(1 - k_2 \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s}\right)^2\right) \right. \text{else} \left\| 0 \right. = 0.00111$$

$$\varepsilon_{sm} := \text{if } \varepsilon_{sm.o} \geq 0.4 \cdot \frac{\sigma_s}{200\ \textbf{GPa}} \left\| \varepsilon_{sm} \leftarrow \varepsilon_{sm.o} \right. \text{else} \left\| \varepsilon_{sm} \leftarrow 0.4 \cdot \frac{\sigma_s}{200\ \textbf{GPa}} \right. = 0.001$$

Cálculo de la apertura característica de fisura

$$\omega_{k\_1} := \text{if } M_{k1.cp} > M_{fis}\left(N_{k1.cp}\right) \left\| \beta \cdot s_m \cdot \varepsilon_{sm} \right. \text{else} \left\| 0\ \textbf{mm} \right. = 0.244\ \textbf{mm}$$

6. ANÁLISIS DE FISURACIÓN POR FLEXOCOMPRESIÓN EN E.L.S. CASO AXIL MÁXIMO PARA $edad = 28\ \textbf{day}$

Las tensiones en servicio se obtendrán a partir de plantear el equilibrio seccional, despreciando la capacidad a tracción del hormigón.

Se considera un momento de fisuración considerando la influencia del esfuerzo axil aunque las tensiones se calcularán sin considerar dicho esfuerzo axil.

Esfuerzos considerados en caso de flector máximo en E.L.S.

Momento flector: $M_{k2.cp} := M_{k\_cp_1} = 230\ \textbf{m} \cdot \textbf{kN}$

Axil: $N_{k2.cp} := N_{k\_cp_1} = 400\ \textbf{kN}$

Cálculo del momento de fisuración en flexo-compresión:

$$M_{fis}\left(N_{k2.cp}\right) = 129.62\ \textbf{m} \cdot \textbf{kN}$$

Cálculo de fibra neutra y tensiones en hormigón y acero a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones

$f := 0.5 \cdot d$ $\sigma_{s'} := 80\ MPa$ $\sigma_s := 100\ MPa$ $\sigma_c := 10\ MPa$

$$N_{k2.cp} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} - A_s \cdot \sigma_s$$

$$M_{k2.cp} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} \cdot \left(d - \frac{f}{3}\right) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$$

$$\sigma_s = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(d - f)}{f}$$

$$\sigma_{s'} = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(f - d')}{f}$$

$$\begin{bmatrix} f \\ \sigma_c \\ \sigma_s \\ \sigma_{s'} \end{bmatrix} := \text{find}\left(f, \sigma_c, \sigma_s, \sigma_{s'}\right) = \begin{bmatrix} 0.097\ m \\ 15280013.784\ Pa \\ 227417656.857\ Pa \\ 59332805.922\ Pa \end{bmatrix}$$

Profundidad de la fibra neutra: $f = 9.659\ cm$ $\frac{f}{d} = 0.32$

Compresión en el hormigón: $\sigma_c = 15.28\ MPa$

Compresión en armadura de compresión: $\sigma_{s'} = 59.333\ MPa$

Tracción en la armadura de tracción: $\sigma_s = 227.418\ MPa$

Cálculo de la tracción en armadura traccionada en el momento que fisura la sección, a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones

$f_r := 0.5 \cdot d$ $\sigma_{s'r} := 80\ MPa$ $\sigma_{sr} := 100\ MPa$ $\sigma_{cr} := 10\ MPa$

$$N_{k2.cp} = \frac{\sigma_{cr} \cdot f_r \cdot b}{2} + A_{s'} \cdot \sigma_{s'r} - A_s \cdot \sigma_{sr}$$

$$M_{fis}\left(N_{k2.cp}\right) = \frac{\sigma_{cr} \cdot f_r \cdot b}{2} \cdot \left(d - \frac{f_r}{3}\right) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'r} \cdot (d - d')$$

$$\sigma_{sr} = n \cdot \sigma_{cr} \cdot \frac{(d - f_r)}{f_r}$$

$$\sigma_{s'r} = n \cdot \sigma_{cr} \cdot \frac{(f_r - d')}{f_r}$$

$$\begin{bmatrix} f_r \\ \sigma_{cr} \\ \boldsymbol{\sigma_{sr}} \\ \sigma_{s'r} \end{bmatrix} := \text{find}\left(f_r, \sigma_{cr}, \sigma_{sr}, \sigma_{s'r}\right) = \begin{bmatrix} 0.139\ m \\ 6399860.245\ Pa \\ 52725698.928\ Pa \\ 30905842.045\ Pa \end{bmatrix}$$

Tensión de la armadura en sección fisurada en instante que fisura el hormigón para M_{fis}:
$\sigma_{sr} = 52.726\ \boldsymbol{MPa}$

Coeficiente K1

$$\varepsilon_1 := \frac{\sigma_s}{E_s} = 1.137 \cdot 10^{-3} \qquad \varepsilon_2 := \begin{cases} \text{if } \sigma_{s'} > 0 \cdot \boldsymbol{MPa} \\ \quad 0 \\ \text{else} \\ \quad \dfrac{-\sigma_{s'}}{E_s} \end{cases} = 0$$

$$k_1 := \begin{cases} \text{if } k_1 = \text{“CALC”} \\ \quad min\left(\dfrac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{8 \cdot \varepsilon_1}, 0.25\right) \\ \text{else} \\ \quad k_1 \end{cases} = 0.125$$

$A_{c.eff} = 1000\ \boldsymbol{cm}^2 \qquad s = 100\ \boldsymbol{mm}$

Área de les armaduras situadas dentro del área eficaz $A_{s.ef} = 20.106\ \boldsymbol{cm}^2$

Cálculo de la separación media de fisuras

$$s_m := 2 \cdot c + 0.2 \cdot s + 0.4 \cdot k_1 \cdot \frac{\phi_t \cdot A_{c.eff}}{A_{s.ef}} = 129.789\ \boldsymbol{mm}$$

Cálculo del alargamiento medio de las armaduras

$$\varepsilon_{sm.o} := \begin{cases} \text{if } \sigma_s \geq 0 \\ \quad \dfrac{\sigma_s}{200\ \boldsymbol{GPa}} \cdot \left(1 - k_2 \cdot \left(\dfrac{\sigma_{sr}}{\sigma_s}\right)^2\right) \\ \text{else} \\ \quad 0 \end{cases} = 0.00111$$

$$\varepsilon_{sm} := \begin{cases} \text{if } \varepsilon_{sm.o} \geq 0.4 \cdot \dfrac{\sigma_s}{200\ \boldsymbol{GPa}} \\ \quad \varepsilon_{sm} \leftarrow \varepsilon_{sm.o} \\ \text{else} \\ \quad \varepsilon_{sm} \leftarrow 0.4 \cdot \dfrac{\sigma_s}{200\ \boldsymbol{GPa}} \end{cases} = 0.001$$

Cálculo de la apertura característica de fisura

$$\omega_{k\_2} := \begin{cases} \text{if } M_{k2.cp} > M_{fis}\left(N_{k2.cp}\right) \\ \quad \beta \cdot s_m \cdot \varepsilon_{sm} \\ \text{else} \\ \quad 0\ \boldsymbol{mm} \end{cases} = 0.244\ \boldsymbol{mm}$$

7. ANÁLISIS DE LA FISURACIÓN DE LA SECCIÓN POR MICROCOMPRESIÓN PARA $edad = 28$ ***day***

$f_{ck.j\_els} = 30$ ***MPa***

Esfuerzos en servicio combinación característica caso de máximo flector:

$$N_{k1} := N_{k\_car_0} = 400\ \textbf{kN} \qquad M_{k1} := M_{k\_car_0} = 230\ \textbf{m·kN}$$

Esfuerzos en servicio combinación característica caso de máximo axil:

$$N_{k2} := N_{k\_car_1} = 400\ \textbf{kN} \qquad M_{k2} := M_{k\_car_1} = 230\ \textbf{m·kN}$$

Cálculo de fibra neutra y tensiones en hormigón y acero a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones. Caso flector máximo

$f := 0.5 \cdot d \qquad \sigma_{s'} := 80\ \textbf{MPa} \qquad \sigma_s := 100\ \textbf{MPa} \qquad \sigma_c := 10\ \textbf{MPa}$

$$N_{k1} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} - A_s \cdot \sigma_s$$

$$M_{k1} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} \cdot \left(d - \frac{f}{3}\right) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$$

$$\sigma_s = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(d - f)}{f}$$

$$\sigma_{s'} = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(f - d')}{f}$$

$$\begin{bmatrix} f \\ \sigma_c \\ \sigma_s \\ \sigma_{s'} \end{bmatrix} := \text{find}\left(f, \sigma_c, \sigma_s, \sigma_{s'}\right) = \begin{bmatrix} 0.097\ \textbf{m} \\ 15280013.784\ \textbf{Pa} \\ 227417656.857\ \textbf{Pa} \\ 59332805.922\ \textbf{Pa} \end{bmatrix}$$

Compresión en el hormigón: $\sigma_{c1} := \sigma_c = 15.28$ ***MPa***

Cálculo de fibra neutra y tensiones en hormigón y acero a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones. Caso axil máximo

$f := 0.5 \cdot d \qquad \sigma_{s'} := 80\ \textbf{MPa} \qquad \sigma_s := 100\ \textbf{MPa} \qquad \sigma_c := 10\ \textbf{MPa}$

$$N_{k2} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} - A_s \cdot \sigma_s$$

$$M_{k2} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} \cdot \left(d - \frac{f}{3}\right) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$$

$$\sigma_s = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(d - f)}{f}$$

$$\sigma_{s'} = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(f - d')}{f}$$

$$\begin{bmatrix} f \end{bmatrix} \qquad \begin{bmatrix} 0.097\ \textbf{m} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix}\sigma_c\\ \sigma_s\\ \sigma_{s'}\end{bmatrix} := \text{find}\left(f,\sigma_c,\sigma_s,\sigma_{s'}\right) = \begin{bmatrix}15280013.784\ \textbf{\textit{Pa}}\\ 227417656.857\ \textbf{\textit{Pa}}\\ 59332805.922\ \textbf{\textit{Pa}}\end{bmatrix}$$

Compresión en el hormigón: $\sigma_{c2} := \sigma_c = 15.28\ \textbf{\textit{MPa}}$

8. DEFINICIÓN DE LA FUNCIÓN DE VERIFICACIÓN A CORTANTE EN E.L.U. PARA $edad = 28\ \textbf{\textit{day}}$

Análisis del agotamiento del hormigón por compresión oblicua Vu1 y por tracción en el alma Vcu

Se considera un ángulo respecto la directriz de la pieza con el armado de cortante $\alpha := 90\ °$
Se considera una estructura con influencia del esfuerzo axil.

$$\varepsilon_x(M,N,V) := \frac{\frac{\max(M,0.9\cdot d\cdot V)}{0.9\cdot d} + V - 0.5\cdot N}{2\cdot\left(A_s + A_{s'}\right)\cdot 200\ \textbf{\textit{GPa}}}\cdot 1000$$

$$\varepsilon_x(M,N,V)\ \text{if}\ \varepsilon_x(M,N,V)\le 0 \;\|\; 0 \;\text{else}\; \varepsilon_x(M,N,V)$$

$$\theta(M,N,V) := \text{if}\ bielas = \text{“SI”} \;\|\; 45\ ° \;\text{else}\; \left(\varepsilon_x(M,N,V)\cdot 7 + 29\right)\ °$$

$$\sigma'_{cd}(N) := \text{if}\ \frac{N - A_{s'}\cdot f_{ydc}}{b\cdot h} \le 0.3\cdot f_{cd} \;\|\; \frac{N - A_{s'}\cdot f_{ydc}}{b\cdot h} \;\text{else}\; 0.3\cdot f_{cd}$$

$$K(N) := \text{if}\ \sigma'_{cd}(N)\le 0 \;\|\; 1 \;\text{else if}\ \sigma'_{cd}(N)\le 0.25\cdot f_{cd} \;\|\; 1 + \frac{\sigma'_{cd}(N)}{f_{cd}} \;\text{else if}\ \sigma'_{cd}(N)\le 0.5\cdot f_{cd} \;\|\; 1.25 \;\text{else}\; 2.5\cdot\left(1 - \frac{\sigma'_{cd}(N)}{f_{cd}}\right)$$

$$\xi := \text{if}\ 1 + \sqrt{\frac{200\ \textbf{\textit{mm}}}{d}} \le 2 \;\|\; 1 + \sqrt{\frac{200\ \textbf{\textit{mm}}}{d}} \;\text{else}\; 2$$

Cuantía de armadura en la cara de tracción:

$$\rho_l := \max\left(\frac{A_s}{b\cdot d}, 0.02\right) = 0.02$$

$$\sigma'_{cd}(N) := \text{if}\ \frac{N}{b\cdot h} \le min\left(0.3\cdot f_{cd}, 12\ \textbf{\textit{MPa}}\right) \;\|\; \frac{N}{b\cdot h} \;\text{else}\; min\left(0.3\cdot f_{cd}, 12\ \textbf{\textit{MPa}}\right)$$

[Art 44.2.3.1 EHE-08]

$$V_{u1}(M,N,V) := K(N)\cdot f_{1cd}\cdot b\cdot d\cdot\left(\frac{\cot(\theta(M,N,V)) + \cot(\alpha)}{1 + \left(\cot(\theta(M,N,V))\right)^2}\right)$$

[Art 44.2.3.2.1.2 EHE-08]

$$V_{cu}(N) := \left(\frac{0.18}{\gamma_c}\cdot\xi\cdot\left(100\cdot\rho_l\cdot f_{cv}\cdot\textbf{\textit{MPa}}^{-1}\right)^{\frac{1}{3}} + 0.15\cdot\sigma'_{cd}(N)\cdot\textbf{\textit{MPa}}^{-1}\right)\cdot b\cdot d\cdot\textbf{\textit{MPa}}$$

$$V_{cu.min}(N) := \left|\frac{0.075}{\gamma_c}\cdot\xi^{\frac{3}{2}}\cdot\left(f_{cv}\cdot\textbf{\textit{MPa}}^{-1}\right)^{\frac{1}{2}} + 0.15\cdot\sigma'_{cd}(N)\cdot\textbf{\textit{MPa}}^{-1}\right|\cdot b\cdot d\cdot\textbf{\textit{MPa}}$$

$\left(\quad \gamma_c \qquad\qquad\qquad\qquad \right)$

Capacidad del hormigón por tracción en piezas sin armadura de cortante

$$V_{cu}(N) := \text{if } V_{cu}(N) \le V_{cu.min}(N) \;\; \| \; V_{cu.min}(N) \;\; \text{else} \;\; \| \; V_{cu}(N)$$

$$z := 0 .. \text{length}(b\_) - 1$$

$$\theta\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right) = \begin{bmatrix} 34.053 \\ 34.053 \end{bmatrix} \circ \qquad \cot\left(\theta\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right)\right) = \begin{bmatrix} 1.48 \\ 1.48 \end{bmatrix}$$

$$V_{ed} = \begin{bmatrix} 300 \\ 300 \end{bmatrix} \boldsymbol{kN} \qquad V_{u1}\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right) = \begin{bmatrix} 1681.311 \\ 1681.311 \end{bmatrix} \boldsymbol{kN} \qquad V_{cu}\left(N_{ed_z}\right) = \begin{bmatrix} 313.956 \\ 313.956 \end{bmatrix} \boldsymbol{kN}$$

Definición de funciones auxiliares:

$$Ratio\_VU1_z := \text{for } i \in 0 .. \text{length}(b\_) - 1 \;\; \| \; Ratio\_VU1_z \leftarrow \frac{V_{ed_z}}{V_{u1}\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right)}$$

$$Ratio\_VU2_z := \text{for } i \in 0 .. \text{length}(b\_) - 1 \;\; \| \; Ratio\_VU1_z \leftarrow \frac{V_{ed_z}}{V_{cu}\left(N_{ed_z}\right)}$$

Análisis de secciones con armadura de cortante

$$V_{cu}(N) := \max\left(\left(\frac{0.15}{\gamma_c} \cdot \xi \cdot \left(100 \cdot \rho_l \cdot f_{cv} \cdot \boldsymbol{MPa}^{-1}\right)^{\frac{1}{3}} + 0.15 \cdot \sigma'_{cd}(N) \cdot \boldsymbol{MPa}^{-1}\right) \cdot b \cdot d \cdot \boldsymbol{MPa}, V_{cu.min}(N)\right)$$

$$V_{su}(M, N, V) := \frac{0.9 \cdot d \cdot n_{rv} \cdot \pi \cdot \frac{\phi_v^{\,2}}{4}}{cada} f_{ydc} \cdot \sin(\alpha) \cdot \left(\cot(\alpha) + \cot(\theta(M, N, V))\right)$$

$$V_{cu}\left(N_{ed_z}\right) = \begin{bmatrix} 271.067 \\ 271.067 \end{bmatrix} \boldsymbol{kN} \qquad V_{su}\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right) = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \boldsymbol{kN} \qquad V_{cu}\left(N_{ed_z}\right) + V_{su}\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right) = \begin{bmatrix} 271.067 \\ 271.067 \end{bmatrix} \boldsymbol{kN}$$

$$Ratio\_cort_z := \text{for } i \in 0 .. \text{length}(b\_) - 1 \;\; \| \; \frac{V_{ed_z}}{V_{cu}\left(N_{ed_z}\right) + V_{su}\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right)}$$

$$armadura\_cortante_z := \text{if } Ratio\_VU2_z \le 1 \;\; \| \; \text{“No necesaria”} \;\; \text{else if } Ratio\_cort_z \le 1 \;\; \| \; Ratio\_cort_z \;\; \text{else if } Ratio\_cort_z > 1$$

"No verifica cortante"

Verificacion_cortante = "OK. No necesita armadura de cortante"

$$A_{V.min} := \text{if } \phi_v = 0 \;\|\; 0 \cdot \frac{cm^2}{m} \;\text{else}\; \frac{f_{ctm} \cdot b}{7.5 \cdot f_{ydc}} = 0 \; \frac{cm^2}{m} \qquad A_{V.dispuesta} := \frac{b}{cada \cdot m} \cdot n_{rv} \cdot \pi \cdot \frac{\phi_v^{\,2}}{4} = 0 \; \frac{cm^2}{m}$$

Verificacion_armadura.minima.cortante = "No se ha dispuesto armadura de cortante"

9. VERIFICACIÓN SECCIONES CRÍTICAS EN E.L.U. MEDIANTE INTERACCIÓN A FLEXIÓN COMPUESTA PARA $edad = 28$ *day*

Discretización: $N = 3000$

$$M_{u_j} := \text{for } z \in 0..N-1 \;\|\; M_u\left(x_j\right) \qquad N_{u_j} := \text{for } z \in 0..N-1 \;\|\; N_u\left(x_j\right)$$

Máximo flector: $\max\left(M_{u\_x.car}\right) = 600.437$ *m · kN*
Mínimo flector: $min\left(M_{u\_x.car}\right) = -479.746$ *m · kN*
Máximo axil: $\max\left(N_{u\_x.car}\right) = 9589.859$ *kN*
Mínimo axil: $min\left(N_{u\_x.car}\right) = -1748.365$ *kN*

NOTA: Se considera que para los dominios de rotura 4a y5 la tensión de las armaduras comprimidas no excede 400MPa.

$$Ratio_{ELU_w} = \begin{bmatrix} 98.207\% \\ 98.207\% \end{bmatrix} \qquad M_{ed} = \begin{bmatrix} 302 \\ 302 \end{bmatrix} m \cdot kN \qquad N_{ed} = \begin{bmatrix} 500 \\ 500 \end{bmatrix} kN$$

Verificacion_flexocompresion = "OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.U. flexocompresión recta"

$Ratio_{ELU.MAX} := \max\left(Ratio_{ELU}\right) = 98.207\%$ *OK*

NOTA: El ratio de verificación obtenido es el mínimo a axil constante y a momento constante.

10. VERIFICACIÓN DE LAS SECCIONES CRÍTICAS A E.L.S. FISURACIÓN PARA $edad = 28$ *day*

Definición de funciones auxiliares:

$$Ancho\_fisura := \begin{bmatrix} \omega_{k\_1} \\ \omega_{k\_2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.244 \\ 0.244 \end{bmatrix} mm \qquad z := 0..\text{length}\left(Ancho\_fisura\right) - 1$$

$$fisura_z := \text{for } i \in 0..\text{length}(Ancho\_fisura)-1 \left\| \begin{array}{l} \text{if } M_{k\_cp_z} > M_{fis}(N_{k\_cp})_z \\ \quad \left\| \text{“SI”} \right. \\ \text{else} \\ \quad \left\| \text{“NO”} \right. \end{array} \right.$$

$$Ratio\_E.L.S._z := \text{for } i \in 0..\text{length}(Ancho\_fisura)-1 \left\| \begin{array}{l} \text{if } fisura_z = \text{“SI”} \\ \quad \left\| Ratio\_E.L.S._z \leftarrow \frac{Ancho\_fisura_z}{w_{max}} \right. \\ \text{else} \\ \quad \left\| 0 \right. \end{array} \right.$$

$$id_z := \text{for } i \in 0..\text{length}(Ancho\_fisura)-1 \left\| \begin{array}{l} id_z \leftarrow \text{if } Ratio\_E.L.S._z > 1 \\ \quad \left\| CASO.E.L.S._z \right. \\ \text{else} \\ \quad \left\| \text{“ok”} \right. \end{array} \right.$$

Resultados del análisis del E.L.S. fisuración por tracción $w_{max} = 0.3\ \boldsymbol{mm}$ $M_{fis}(0 \cdot \boldsymbol{kN}) = 100.659\ \boldsymbol{m \cdot kN}$

$$CASO.E.L.S. = \begin{bmatrix} \text{“Dip.ple.ELS”} \\ \text{“Dip.ple\_sense\_tracc”} \end{bmatrix} \quad M_{k\_cp} = \begin{bmatrix} 230 \\ 230 \end{bmatrix} \boldsymbol{m \cdot kN} \quad N_{k\_cp} = \begin{bmatrix} 400 \\ 400 \end{bmatrix} \boldsymbol{kN} \quad M_{fis}(N_{k\_cp}) = \begin{bmatrix} 129.62 \\ 129.62 \end{bmatrix} \boldsymbol{m \cdot kN}$$

$$CASO.E.L.S. = \begin{bmatrix} \text{“Dip.ple.ELS”} \\ \text{“Dip.ple\_sense\_tracc”} \end{bmatrix} \quad fisura = \begin{bmatrix} \text{“SI”} \\ \text{“SI”} \end{bmatrix} \quad Ancho\_fisura_z = \begin{bmatrix} 0.244 \\ 0.244 \end{bmatrix} \boldsymbol{mm} \quad Ratio\_E.L.S. = \begin{bmatrix} 0.814 \\ 0.814 \end{bmatrix}$$

$Verificacion\_fisuracion\_traccion = \text{“OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.S. fisuración”}$

Resultados del análisis del E.L.S. fisuración microcompresión

$$\sigma_{comp.hormi} := \begin{bmatrix} \sigma_{c1} \\ \sigma_{c2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 15.28 \\ 15.28 \end{bmatrix} \boldsymbol{MPa} \qquad 0.6 \cdot f_{ck.j} = 18\ \boldsymbol{MPa} \qquad zz := 0..\text{length}(Ancho\_fisura)-1$$

$$Ratio_{E.L.S.microfisuracion_{zz}} := \text{for } i \in 0..\text{length}(Ancho\_fisura)-1 \left\| \frac{\sigma_{comp.hormi_{zz}}}{0.6 \cdot f_{ck.j\_els}} \right.$$

$$\sigma_{comp.hormi} = \begin{bmatrix} 15.28 \\ 15.28 \end{bmatrix} \boldsymbol{MPa}$$

$$CASO.E.L.S. = \begin{bmatrix} \text{“Dip.ple.ELS”} \\ \text{“Dip.ple\_sense\_tracc”} \end{bmatrix} \quad Ratio_{E.L.S.microfisuracion} = \begin{bmatrix} 0.849 \\ 0.849 \end{bmatrix}$$

$Verificacion\_fisuracion\_microcompresion = \text{“OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.S. fisuración”}$

11. VERIFICACIÓN QUANTIAS MINIMAS Y DISPOSICIONES CONSTRUCTIVAS

$elemento = \text{“MURO”}$

Cuantía mínima geométrica

[Art 42.3.5 EHE-08]

Armadura de tracción

$$\rho_{g\_t} := \begin{cases} \frac{4}{1000} & \text{if } elemento = \text{“PILAR”} \\ \begin{cases} \frac{2}{1000} \cdot 0.5 & \text{if } f_{yk} = 400\ \textbf{MPa} \\ \frac{1.8}{1000} \cdot 0.5 & \text{else} \end{cases} & \text{else if } elemento = \text{“LOSA”} \\ \begin{cases} \frac{3.3}{1000} & \text{if } f_{yk} = 400\ \textbf{MPa} \\ \frac{2.8}{1000} & \text{else} \end{cases} & \text{else if } elemento = \text{“VIGA”} \\ \begin{cases} \frac{1.2}{1000} & \text{if } f_{yk} = 400\ \textbf{MPa} \\ \frac{0.9}{1000} & \text{else} \end{cases} & \text{else if } elemento = \text{“MURO”} \end{cases} = 0.001$$

Armadura de compresión

$$\rho_{g\_c} := \begin{cases} \frac{4}{1000} & \text{if } elemento = \text{“PILAR”} \\ \begin{cases} \frac{2}{1000} \cdot 0.5 & \text{if } f_{yk} = 400\ \textbf{MPa} \\ \frac{1.8}{1000} \cdot 0.5 & \text{else} \end{cases} & \text{else if } elemento = \text{“LOSA”} \\ \begin{cases} \frac{3.3}{1000} \cdot 0.3 & \text{if } f_{yk} = 400\ \textbf{MPa} \\ \frac{2.8}{1000} \cdot 0.3 & \text{else} \end{cases} & \text{else if } elemento = \text{“VIGA”} \\ \begin{cases} \frac{1.2}{1000} \cdot 0.3 & \text{if } f_{yk} = 400\ \textbf{MPa} \\ \frac{0.9}{1000} \cdot 0.3 & \text{else} \end{cases} & \text{else if } elemento = \text{“MURO”} \end{cases} = 0$$

Armadura de reparto

$$\rho_{g\_m} := \begin{cases} \begin{cases} \begin{cases} \frac{4}{1000} \cdot 0.5 & \text{if } f_{yk} = 400\ \textbf{MPa} \\ \frac{3.2}{1000} \cdot 0.5 & \text{else} \end{cases} & \text{if } juntas > 7.5\ \textbf{m} \\ \frac{2}{1000} \cdot 0.5 & \text{else} \end{cases} & \text{if } elemento = \text{“MURO”} \\ 0 & \text{else} \end{cases} = 0.002$$

Cuantía mínima mecánica

[Art 42.3.2, Art 42.3.3,Art 42.3.4 EHE-08]

$sol = \text{“FLEX”}$

$$A_{s.mec.min.traccionada} := \begin{cases} \frac{\frac{b \cdot h^2}{6} \cdot f_{ctm.flcomp}(0\ \textbf{kN})}{f_{yd} \cdot 0.8 \cdot h} & \text{if } sol = \text{“FLEX”} \\ \frac{0.05 \cdot \max(N_{ed})}{f_{ydc}} & \text{else if } sol = \text{“COMP”} \\ \frac{b \cdot h \cdot f_{ctm}}{f_{yd}} \cdot 0.5 & \text{else if } sol = \text{“TRAC”} \end{cases}$$

$$A_{s.mec.min.comprimida} := \begin{cases} \frac{0.05 \cdot \max(N_{ed})}{f_{yd}} & \text{if } sol = \text{“FLEX”} \\ \frac{0.05 \cdot \max(N_{ed})}{f_{ydc}} & \text{else if } sol = \text{“COMP”} \\ \frac{b \cdot h \cdot f_{ctm}}{f_{yd}} \cdot 0.5 & \text{else if } sol = \text{“TRAC”} \end{cases}$$

Verificación armaduras

Armadura mínima geométrica | Armadura mínima mecánica | Armadura dispuesta

$A_{s.geom.min.traccionada} := \rho_{g\_t} \cdot b \cdot h = 3.6\ cm^2$ $A_{s.mec.min.traccionada} = 6.662\ cm^2$ $A_s = 20.106\ cm^2$

$A_{s.geom.min.comprimida} := \rho_{g\_c} \cdot b \cdot h = 1.08\ cm^2$ $A_{s.mec.min.comprimida} = 0.575\ cm^2$ $A_{s'} = 20.106\ cm^2$

$A_{s.geom.min.reparto} := \text{if}\left(\phi_v \neq 0, \rho_{g\_m} \cdot b \cdot min\left(h, 50\ cm\right), 0\ cm^2\right) = 0\ cm^2$ $A_{sr} := \frac{\frac{b}{cada} \cdot \pi}{4} \cdot {\phi_v}^2 = 0\ cm^2$

$Verifica_{armadura.minima.traccionada} = \text{“OK”}$
$Verifica_{armadura.minima.reparto} = \text{“OK”}$

Cálculo de la separación del armado dispuesto

$s_{armadura\_tracc} := s_t = 10\ cm$

$$s_{armadura\_comp} := \begin{cases} \text{if } sep \neq \text{“CALC”} \\ \quad \left\| \frac{b}{n_c} \right. \\ \text{else} \\ \quad \left\| \frac{b - 2 \cdot r_l - 2 \cdot \phi_v - \phi_c \cdot n_c}{n_c - 1} \right. \end{cases} = 10\ cm$$

Exigencias sobre disposición de armaduras

$s_{max} := min\left(30\ cm, h \cdot 3\right) = 30\ cm$ $s_{min} := \max\left(2\ cm, 1.25 \cdot tma, \max\left(\phi_c, \phi_t\right)\right) = 2.5\ cm$

$$\phi_{V.min} := \begin{cases} \text{if } \phi_v = 0 \\ \quad \left\| 0\ mm \right. \\ \text{else} \\ \quad \left\| \frac{\max\left(\phi_c, \phi_t\right)}{4} \right. \end{cases} = 0\ mm$$

$s_{V.max} := min\left(30\ cm, 15 \cdot min\left(\phi_c, \phi_t\right)\right) = 24\ cm$

$Verifica_{separacion.armaduras} = \text{“OK”}$
$Verifica_{disposicion.armadura.de.cortante} = \text{“No se dispone armadura de cortante”}$

12. RESUMEN DE RESULTADOS.

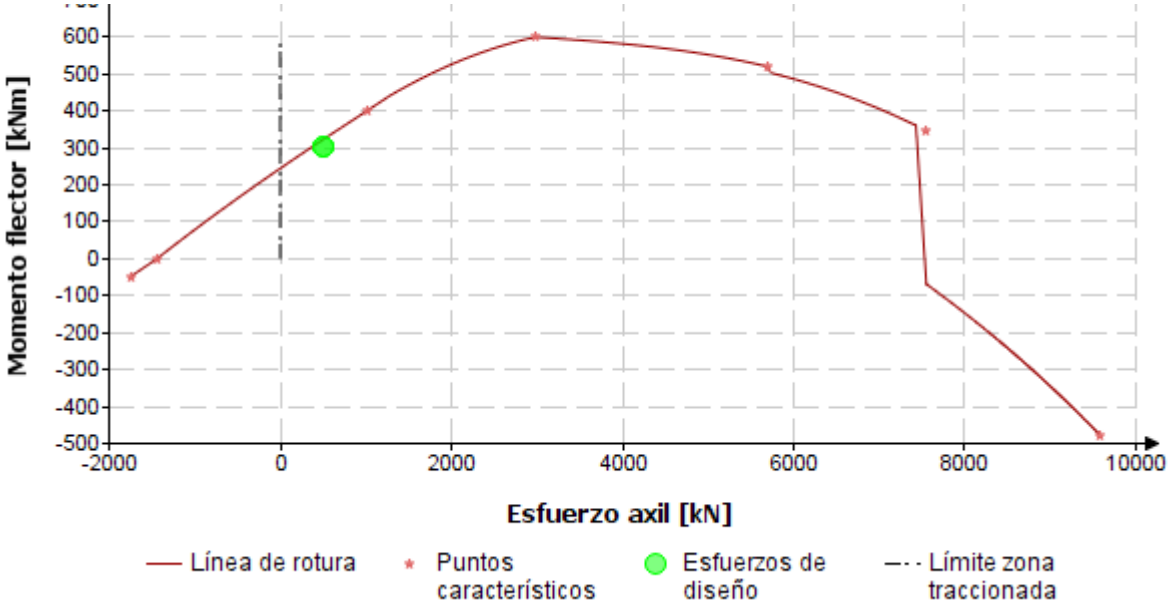
Todas las verificaciones seccionales se realizan a la $edad = 28\ day$ del hormigón.

Verificación a E.L.U. flexocompresión mediante diagrama de interacción:

$Verificacion\_flexocompresion = \text{“OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.U. flexocompresión recta”}$
$Ratio_{ELU.MAX} := \max\left(Ratio_{ELU}\right) = 98.207\%$ *OK*

$$CASO = \begin{bmatrix} \text{“Dip.ple.ELU”} \\ \text{“Dip.ple\_sense\_tracc.ELU”} \end{bmatrix} \quad num = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \end{bmatrix} \quad id\_ELU = \begin{bmatrix} \text{“ok”} \\ \text{“ok”} \end{bmatrix} \quad Ratio_{ELU_w} = \begin{bmatrix} 0.982 \\ 0.982 \end{bmatrix}$$

Diagrama de interacción M-N de la sección en E.L.U.



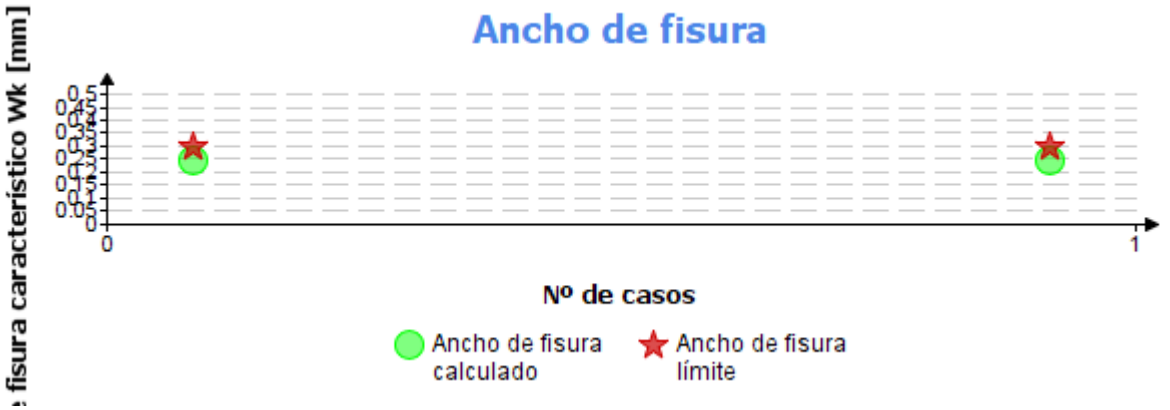
Verificación a E.L.S. fisuración :

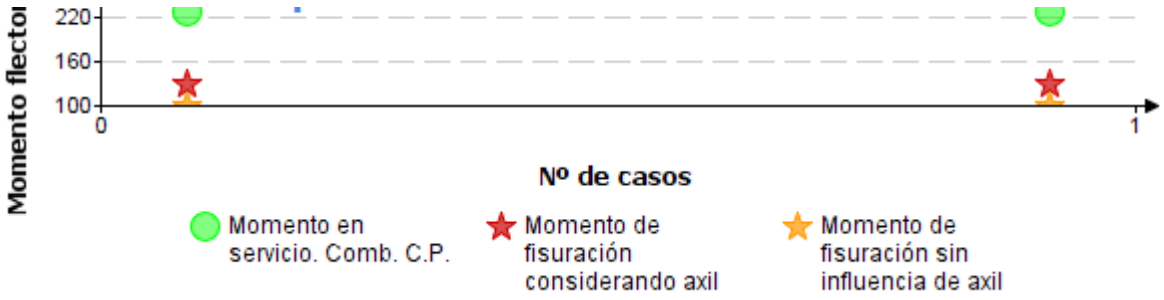
$Verificacion\_fisuracion\_traccion =$ "OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.S. fisuración"
$Ratio_{ELS\_fisuracion} := \max(Ratio\_E.L.S.) = 81.382\%$ *OK*
$Verificacion\_fisuracion\_microcompresion =$ "OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.S. fisuración"
$Ratio_{ELS\_microfisuracion} := \max(Ratio_{E.L.S.microfisuracion}) = 84.889\%$ *OK*

$Maxima\_apertura\_fisura := \max(Ancho\_fisura) = 0.24415$ ***mm*** *OK* $w_{max} = 0.3$ ***mm***
$Maxima\_compresión := \max(\sigma_{comp.hormi}) = 15.28001$ ***MPa*** *OK* $0.6 \cdot f_{ck.j\_els} = 18$ ***MPa***

$M_{fis}(min(N_{k\_cp})) = 129.62$ ***m·kN*** $M_{fis}(0\ \mathbf{kN}) = 100.659$ ***m·kN*** $M_{k1.cp} = 230$ ***m·kN***

$CASO.E.L.S. = \begin{bmatrix} \text{"Dip.ple.ELS"} \\ \text{"Dip.ple\_sense\_tracc"} \end{bmatrix}$ $fisura = \begin{bmatrix} \text{"SI"} \\ \text{"SI"} \end{bmatrix}$ $Ancho\_fisura = \begin{bmatrix} 0.244 \\ 0.244 \end{bmatrix}$ ***mm*** $Ratio\_E.L.S. = \begin{bmatrix} 0.814 \\ 0.814 \end{bmatrix}$





Verificación a E.L.U. cortante:

$Verificacion\_cortante =$ "OK. No necesita armadura de cortante"

$Verificacion\_armadura.minima.cortante =$ "No se ha dispuesto armadura de cortante"

$Ratio_{ELU.cort} := \max\left(\max\left(Ratio_{\_VU1}, Ratio_{\_cort}\right)\right) = 110.674\%$ *OK*

$armadura\_cortante = \begin{bmatrix} \text{"No necesaria"} \\ \text{"No necesaria"} \end{bmatrix}$ $Ratio_{\_VU1} = \begin{bmatrix} 0.178 \\ 0.178 \end{bmatrix}$ $Ratio_{\_VU2} = \begin{bmatrix} 0.956 \\ 0.956 \end{bmatrix}$ $Ratio_{\_cort} = \begin{bmatrix} 1.107 \\ 1.107 \end{bmatrix}$

Verificación disposiciones constructivas.

$Verifica_{armadura.minima.traccionada} =$ "OK"
$Verifica_{armadura.minima.reparto} =$ "OK"
$Verifica_{armadura.minima.reparto} =$ "OK"
$Verifica_{separacion.armaduras} =$ "OK"
$Verifica_{disposicion.armadura.de.cortante} =$ "No se dispone armadura de cortante"

Ratio global

$Ratio_{global} = 110.674\%$ *OK*
$Verificación_{global} =$ "ATENCIÓN. NO VERIFICA ALGUNA COMPROBACIÓN"

VERIFICACIÓ DEL MUR CENTRAL
E.L.U. I E.L.S. FLEXO-TRACCIÓ

1. CARACTERÍSTICAS SECCIONALES Y MECÁNICAS

Canto de la sección: $h := 25\ cm$
Ancho de la sección: $b := 100\ cm$
Recubrimiento nominal armadura de compresión: $r_c := 35\ mm$
Recubrimiento nominal armadura de tracción: $r_t := 35\ mm$
Recubrimiento lateral: $r_l := 0\ mm$
Diámetro de la armadura de tracción: $\phi_t := 12\ mm$

Diámetro de la armadura de compresión: $\phi_c := 12\ mm$ Número de barras comprimidas: $n_c := \frac{1}{0.2}$

Diámetro cercos de cortante: $\phi_v := 8\ mm$ $cada := 100\ cm$ Número de ramas: $n_{rv} := \frac{1}{1} = 1$

La armadura de cortante afecta al recubrimiento? $af_v := 0$ (poner 1 si afecta, 0 si no afecta)
Disposición de filas de armado propuestas:

$filas := [1]$ $n_{barra\_fila} := \left[\frac{1}{0.2}\right]$ $\Phi := [12] \cdot mm$ $y_{barra\_fila} := r_t + \phi_v \cdot af_v + [0.5 \cdot \phi_t] = [4.1]\ cm$

Disposición de armadura de refuerzo en cara traccionada barras $\Phi_{ref} := 12\ mm$
intercalando $n_{int} := 0$ barra entre armado principal de tracción propuesto

---

Número total de barras (no cuenta refuerzo): $n_t := |n_{barra\_fila} \cdot id| = 5$
Número total de filas: $n_{filas} := id \cdot id = 1$

Separación armadura traccionada: $sep := 10\ cm$ (poner "CALC" si se quiere considerar la calculada)
Hormigón empleado $f_{ck} := 30\ MPa$ $f_{ck\_els} := 30\ MPa$ $\gamma_c := 1.5$
Acero pasivo $f_{yk} := 500\ MPa$ $\gamma_s := 1.15$
Coeficiente de cansancio del hormigón: $\alpha_{cc} := 1$ Tamaño árido $tma := 20\ mm$
Control indirecto del hormigón? $contr :=$ "NO" (poner "NO si control Estadístico (usual)" sino poner "SI" ., ver Art.86.5.6 EHE-08)
Anchura característica de fisura máxima: $w_{max} := 0.3\ mm$
Edad del hormigón para la verificación seccional: $edad := 28\ day$

Datos del tipo de cemento utilizado:
Coeficiente del tipo de cemento $s_s := 0.25$ (si cemento normal s=0.25; si cemento rápido s=0.2, si cemento lento s=0.38)
Coeficiente de retracción $\alpha_{ds1} := 4$ (si cemento normal α_{ds1} =4; si cemento rápido α_{ds1} =6, si cemento lento α_{ds1} =3)
Coeficiente de retracción $\alpha_{ds2} := 0.12$ (si cemento normal α_{ds2} =0.12; si cemento rápido α_{ds2} =0.11; si cemento lento α_{ds2} =0.13)

Parámetros adicionales de cálculo
Considerar axil en cálculo del momento de fisuración? $axil :=$ "SI"
Considerar resistencia a flexión o flexotraccion del hormigón? $flex := 1$ (poner 0 si flexión, poner 1 si flexotraccion)
Angulo bielas de compresión 45º en cortante? $bielas :=$ "NO" (poner "SI" asume 45º. Poner "NO" calcula el ángulo)
Tipo de elemento? $elemento :=$ "LOSA" ("VIGA","LOSA","PILAR","MURO") $juntas := 9\ m$ (solo en muro)

Solicitación para considerar armadura mínima mecánica? $sol := \text{“FLEX”}$ ("FLEX","COMP","TRAC")

Parámetros auxiliares para el análisis de la fisuración

Coeficiente K1 (0.125 para flexión simple o 0.25 para tracción simple, poner "CALC" para calcular en función de las tensiones del hormigón) $k_1 := \text{“CALC”}$

Coeficiente k2 (1 si carga instantánea o posar 0.5 si carga duradera) $k_2 := 0.5$

Coeficiente β(1.7 si fisuración por cargas o 1.3 si fisuración por deformaciones) $\beta := 1.7$

Tener en cuenta inercia homogeneizada en cálculo de Momento de fisuración? $homo := 1$

(poner 0 si sección bruta, poner 1 si sección homogeneizada)

2. ESFUERZOS

E.L.S. cuasi-permanente *E.L.S. característico* *Esfuerzos E.L.U.*

$CASO.E.L.S.$	N_{k_cp} (kN)	M_{k_cp} $(kN\cdot m)$	N_{k_car} (kN)	M_{k_car} $(kN\cdot m)$
“Dip.ple.ELS”	1100	55	1100	55
“Dip.ple_sense_tracc”	1100	55	1100	55

$CASO$	N_{ed} (kN)	M_{ed} $(kN\cdot m)$	V_{ed} (kN)
“Dip.ple.ELU”	1500	75	100
“Dip.ple_sense_tracc.ELU”	1500	75	100

* Axil negativo indica tracción

$f := \text{if}(elemento = \text{“LOSA”} \vee elemento = \text{“MURO”}, 0, 1) = 0$

3. PARÁMETROS AUXILIARES DE CÁLCULO

Cálculo del armado dispuesto y cantos útiles

Armadura dispuesta en cara traccionada:

$$A_s := \frac{\pi}{4} \cdot \left(\Phi^2 \cdot n_{barra\_fila} + \Phi_{ref}{}^2 \cdot \left(n_{int} \cdot n_{barra\_fila_0} - f \right) \right) = 5.655 \ cm^2$$

Armadura dispuesta en cara comprimida: $A_{s'} := \frac{n_c \cdot \pi}{4} \cdot \phi_c{}^2 = 5.655 \ cm^2$

Recubrimiento mecánico armadura de tracción:

$$r_m := \left| \frac{\left| \overrightarrow{\Phi^2 \cdot n_{barra\_fila}} \cdot y_{barra\_fila} \right| + \left(\left(r_t + \phi_v \cdot af_v + \left[0.5 \cdot \Phi_{ref} \right] \right) \cdot \Phi_{ref}{}^2 \cdot \left(n_{int} \cdot n_{barra\_fila_0} - f \right) \right)}{\left| \overrightarrow{\Phi^2 \cdot n_{barra\_fila}} \cdot id \right| + \Phi_{ref}{}^2 \cdot \left(n_{int} \cdot n_{barra\_fila_0} - f \right)} \right|$$

Recubrimiento mecánico armadura de tracción: $r_m = 4.1 \ cm$

Recubrimiento mecánico armadura de compresión: $r_{m'} := r_c + \phi_v \cdot af_v + \phi_c \cdot 0.5 = 4.1 \ cm$

Canto útil armadura de tracción: $d := h - r_m = 20.9 \ cm$

Canto útil armadura de compresión: $d' := r_{m'} = 4.1 \ cm$

Cálculo de las resistencias de cálculo de los materiales a los $edad = 28 \ day$ *:*

Resistencia característica del hormigón a $edad = 28 \ day$:

$$f_{ck.j} := f_{ck} \cdot e^{s_s \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28 \ day}{edad}} \right)} = 30 \ MPa \qquad f_{ck.j\_els} := f_{ck\_els} \cdot e^{s_s \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28 \ day}{edad}} \right)} = 30 \ MPa$$

$$f_{cd} := \alpha_{cc} \cdot f_{ck.j} \cdot \gamma_c^{-1} = 20\ \textbf{MPa}$$

$$f_{cv} := \begin{cases} 15\ \textbf{MPa} & \text{if } contr = \text{“SI”} \\ f_{ck.j} & \text{if } f_{ck.j} \le 60\ \textbf{MPa} \\ 60\ \textbf{MPa} & \text{otherwise} \end{cases} = 30\ \textbf{MPa}$$

$$f_{1cd} := \begin{cases} 0.6 \cdot f_{cd} & \text{if } f_{ck} \le 60\ \textbf{MPa} \\ \zeta \leftarrow \left(0.9 - \frac{f_{ck.j}}{200\ \textbf{MPa}}\right) \cdot f_{cd} & \text{otherwise} \\ & \quad \text{if } \zeta \le 0.5 \cdot f_{cd} \\ & \quad\quad 0.5 \cdot f_{cd} \\ & \quad \text{otherwise} \\ & \quad\quad \zeta \end{cases} = 12\ \textbf{MPa}$$

$$f_{yd} := f_{yk} \cdot \gamma_s^{-1} = 434.783\ \textbf{MPa}$$

$$f_{ydc} := \begin{cases} 400\ \textbf{MPa} & \text{if } f_{yk} > 400\ \textbf{MPa} \\ f_{yk} \cdot \gamma_s^{-1} & \text{otherwise} \end{cases} = 400\ \textbf{MPa}$$

Deformaciones de rotura contempladas según y valores del diagrama rectangular Art. 39.5 EHE-08

Límite elástico del acero: $E_s := 200\ \textbf{GPa}$

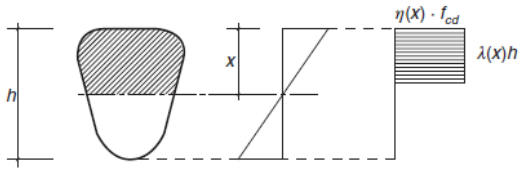
Deformación última del hormigón: $\varepsilon_{cu} := 0.0035$

Deformación de rotura del hormigón a compresión simple: $\varepsilon_{c0} := 0.0020$

Deformación de rotura acero en tracción: $\varepsilon_{s.max} := 0.01$

Deformación del acero al límite elástico: $\varepsilon_{yd} := f_{yd} \cdot \langle E_s \rangle^{-1} = 0.00217$

Intensidad del bloque de compresión: $\eta := \begin{cases} 1 & \text{if } f_{ck.j} \le 50\ \textbf{MPa} \\ 1 - \frac{\langle f_{ck.j} - 50\ \textbf{MPa} \rangle}{200\ \textbf{MPa}} & \text{otherwise} \end{cases}$



Profundidad del rectángulo de compresiones respecto la fibra neutra:

$$\lambda := \begin{cases} 0.8 & \text{if } f_{ck.j} \le 50\ \textbf{MPa} \\ 0.8 - \frac{\langle f_{ck.j} - 50\ \textbf{MPa} \rangle}{400\ \textbf{MPa}} & \text{otherwise} \end{cases}$$

4. CONFECCIÓN DEL DIAGRAMA DE INTERACCIÓN EN E.L.U. A $edad = 28$ ***day***

$M_u(x) :=$ if $x < 0 \cdot h$

$\sigma_s \leftarrow f_{yd}$

$\sigma_{s'} \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(|x| + d')}{|x| + d} \le f_{yd}$

$E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(|x| + d')}{|x| + d}$

else

f_{yd}

$N_u \leftarrow -A_s \cdot \sigma_s - A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

$Ne \leftarrow -A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$

$M_u \leftarrow Ne - N_u \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right)$

else if $x \le \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{s.max} + \varepsilon_{cu}} \cdot d$

$y \leftarrow \lambda \cdot x$

$\sigma_s \leftarrow f_{yd}$

$\sigma_{s'} \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(x - d')}{d - x} \le f_{yd}$

$E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(x - d')}{d - x}$

else

f_{yd}

$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

$Ne \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} \cdot (d - 0.5 \cdot y) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$

$M_u \leftarrow Ne - N_u \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right)$

else if $x \le \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{yd} + \varepsilon_{cu}} \cdot d$

$y \leftarrow \lambda \cdot x$

$\sigma_s \leftarrow f_{yd}$

$\sigma_{s'} \leftarrow f_{yd}$

$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

$Ne \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} \cdot (d - 0.5 \cdot y) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$

$M_u \leftarrow Ne - N_u \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right)$

else if $x \le d$

$y \leftarrow \lambda \cdot x$

$\sigma_s \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{d - x}{x} \le f_{yd}$

$E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{d - x}{x}$

else

f_{yd}

$\sigma_{s'} \leftarrow f_{yd}$

$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

$Ne \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} \cdot (d - 0.5 \cdot y) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$

$M_u \leftarrow Ne - N_u \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right)$

else if $x \le h$

$y \leftarrow \lambda \cdot x$

$\sigma_s \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{x - d}{x} \le f_{ydc}$

$N_u(x) :=$ if $x < 0 \cdot h$

$\sigma_s \leftarrow f_{yd}$

$\sigma_{s'} \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(|x| + d')}{|x| + d} \le f_{yd}$

$E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(|x| + d')}{|x| + d}$

else

f_{yd}

$N_u \leftarrow -A_s \cdot \sigma_s - A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

else if $x \le \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{s.max} + \varepsilon_{cu}} \cdot d$

$y \leftarrow \lambda \cdot x$

$\sigma_s \leftarrow f_{yd}$

$\sigma_{s'} \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(x - d')}{d - x} \le f_{yd}$

$E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(x - d')}{d - x}$

else

f_{yd}

$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

else if $x \le \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{yd} + \varepsilon_{cu}} \cdot d$

$y \leftarrow \lambda \cdot x$

$\sigma_s \leftarrow f_{yd}$

$\sigma_{s'} \leftarrow f_{yd}$

$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

else if $x \le d$

$y \leftarrow \lambda \cdot x$

$\sigma_s \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{d - x}{x} \le f_{yd}$

$E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{d - x}{x}$

else

f_{yd}

$\sigma_{s'} \leftarrow f_{yd}$

$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

else if $x \le h$

$y \leftarrow \lambda \cdot x$

$\sigma_s \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{x - d}{x} \le f_{ydc}$

$E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{x - d}{x}$

else

f_{ydc}

$\sigma_{s'} \leftarrow f_{ydc}$

$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} + A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

else

$y \leftarrow h \cdot \left(1 - (1 - \lambda) \cdot \frac{h}{x}\right)$

$\sigma_s \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{c0} \cdot \frac{x - d}{x - \frac{3 \cdot h}{}} \le f_{ydc}$

$$\left\| \begin{array}{l} \left\| \begin{array}{l} E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \dfrac{x-d}{x} \\ \text{else} \\ \quad f_{ydc} \end{array} \right. \\ \sigma_{s'} \leftarrow f_{ydc} \\ N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} + A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \\ Ne \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} \cdot (d - 0.5 \cdot y) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d') \\ M_u \leftarrow Ne - N_u \cdot \left(d - \dfrac{h}{2}\right) \end{array} \right.$$

else

$$\left\| \begin{array}{l} y \leftarrow h \cdot \left(1 - (1-\lambda) \cdot \dfrac{h}{x}\right) \\ \sigma_s \leftarrow \text{if } E_s \cdot \varepsilon_{c0} \cdot \dfrac{x-d}{x - \frac{3 \cdot h}{7}} \le f_{ydc} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} E_s \cdot \varepsilon_{c0} \cdot \dfrac{x-d}{x - \frac{3 \cdot h}{7}} \\ \text{else} \\ \quad f_{ydc} \end{array} \right. \\ \sigma_{s'} \leftarrow f_{ydc} \\ N_u \leftarrow \left(1 - (1-\eta) \cdot \dfrac{h}{x}\right) \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} + A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \\ Ne \leftarrow \left(1 - (1-\eta) \cdot \dfrac{h}{x}\right) \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} \cdot (0.5\ y - d') + A_s \cdot \sigma_s \cdot (d - d') \\ M_u \leftarrow -Ne + N_u \cdot \left(d - \dfrac{h}{2}\right) \end{array} \right.$$

$$\left\| \begin{array}{l} 7 \\ \left\| \begin{array}{l} E_s \cdot \varepsilon_{c0} \cdot \dfrac{x-d}{x - \frac{3 \cdot h}{7}} \\ \text{else} \\ \quad f_{ydc} \end{array} \right. \\ \sigma_{s'} \leftarrow f_{ydc} \\ N_u \leftarrow \left(1 - (1-\eta) \cdot \dfrac{h}{x}\right) \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} + A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \end{array} \right.$$

NOTA: Se considera que para los dominios de rotura 4a y5 la tensión de las armaduras comprimidas no excede 400MPa.

Puntos característicos del diagrama de interacción

Los puntos indicados seguidamente son las distintas profundidades de la fibra neutra a medida que se va cambiando de dominio de deformación, desde los rangos -∞ a + ∞

$$x_{car} := \begin{bmatrix} -1 \cdot h \\ 0\ \boldsymbol{m} \\ \dfrac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{s.max} + \varepsilon_{cu}} \cdot d \\ \dfrac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{yd} + \varepsilon_{cu}} \cdot d \\ d \\ h \\ 100\ h \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -250 \\ 0 \\ 54.185 \\ 128.923 \\ 209 \\ 250 \\ 25000 \end{bmatrix} \boldsymbol{mm} \qquad i := 0 \,..\, \left(\text{length}\left(x_{car}\right) - 1\right)$$

$$M_{u\_x.car_i} := \text{for } j \in 0 \,..\, \left(\text{length}\left(x_{car}\right) - 1\right) \left\| M_u\left(x_{car_i}\right) \right.$$

$$N_{u\_x.car_i} := \text{for } j \in 0 \,..\, \left(\text{length}\left(x_{car}\right) - 1\right) \left\| N_u\left(x_{car_i}\right) \right.$$

$$M_{u\_x.car} = \begin{bmatrix} 0 \\ 2.016 \\ 118.323 \\ 192.776 \\ 159.094 \\ 113.547 \\ 1.325 \end{bmatrix} \boldsymbol{m \cdot kN} \qquad N_{u\_x.car} = \begin{bmatrix} -491.728 \\ -467.729 \\ 717.421 \\ 2062.774 \\ 3589.864 \\ 4291.113 \\ 5441.464 \end{bmatrix} \boldsymbol{kN}$$

Cálculo de los ratios de trabajo de la sección para cada par de esfuerzos

Discretización: $N := 3000 \quad j := 0 .. N-1 \quad x_j := -1\ h + \frac{j}{N-1} \cdot 50\ h$

$M_{U_j} := \text{for } z \in 0 .. N-1 \ \| \ M_u\left(x_j\right)$

$N_{U_j} := \text{for } z \in 0 .. N-1 \ \| \ N_u\left(x_j\right)$

$w := 0 .. \text{length}\left(M_{ed}\right) - 1$

$\text{length}\left(M_{ed}\right) - 1 = 1$

Distancias eje vertical igualdad de axil

$$x_{N_w} := \text{for } t \in 0 .. \text{length}\left(N_{ed}\right) - 1 \ \| \ \text{for } z \in 0 .. N-1 \ \| \ \text{if } N_{ed_w} \le N_{U_z} \ \| \ pos \leftarrow z \ \| \ \text{break} \ \| \ x_{pos}$$

$$M_u\left(x_{N_w}\right) = \begin{bmatrix} 174.283 \\ 174.283 \end{bmatrix} \boldsymbol{m \cdot kN} \qquad M_{ed_w} = \begin{bmatrix} 75 \\ 75 \end{bmatrix} \boldsymbol{m \cdot kN}$$

$$Ratio_{momento_w} := \frac{M_{ed_w}}{M_u\left(x_{N_w}\right) + 10^{-6} \cdot \boldsymbol{m \cdot kN}} = \begin{bmatrix} 0.43 \\ 0.43 \end{bmatrix} \qquad N_u\left(x_{N_w}\right) = \begin{bmatrix} 1535.178 \\ 1535.178 \end{bmatrix} \boldsymbol{kN} \quad N_{ed_w} = \begin{bmatrix} 1500 \\ 1500 \end{bmatrix} \boldsymbol{kN}$$

Distancias eje horizontal izquierdo a igualdad de momento

$$x_{M_w} := \text{for } t \in 0 .. \text{length}\left(M_{ed}\right) - 1 \ \| \ \text{for } z \in 0 .. N-1 \ \| \ \text{if } M_{ed_w} \le M_{U_z} \ \| \ pos \leftarrow z \ \| \ \text{break} \ \| \ x_{pos}$$

$$M_u\left(x_{M_w}\right) = \begin{bmatrix} 76.259 \\ 76.259 \end{bmatrix} \boldsymbol{m \cdot kN} \qquad M_{ed_w} = \begin{bmatrix} 75 \\ 75 \end{bmatrix} \boldsymbol{m \cdot kN}$$

$$Distancia_{axil.1_w} := N_{ed_w} - N_u\left(x_{M_w}\right) = \begin{bmatrix} 1259.796 \\ 1259.796 \end{bmatrix} \boldsymbol{kN} \qquad N_u\left(x_{M_w}\right) = \begin{bmatrix} 240.204 \\ 240.204 \end{bmatrix} \boldsymbol{kN} \qquad N_{ed_w} = \begin{bmatrix} 1500 \\ 1500 \end{bmatrix} \boldsymbol{kN}$$

Distancias eje horizontal derecho a igualdad de momento

$$x_{MM_w} := \text{for } t \in 0 \,..\, \text{length}\left(M_{ed}\right) - 1 \left| \begin{array}{l} \text{for } z \in N-1 \,..\, 0 \\ \quad \text{if } M_{ed_w} \le M_{U_z} \\ \quad\quad pos \leftarrow z \\ \quad\quad \text{break} \\ x_{pos} \end{array} \right.$$

$$M_u\left(x_{MM_w}\right) = \begin{bmatrix} 75.642 \\ 75.642 \end{bmatrix} \boldsymbol{m \cdot kN} \qquad M_{ed_w} = \begin{bmatrix} 75 \\ 75 \end{bmatrix} \boldsymbol{m \cdot kN}$$

$$Distancia_{axil.2_w} := N_u\left(x_{MM_w}\right) - N_{ed_w} = \begin{bmatrix} 3241.406 \\ 3241.406 \end{bmatrix} \boldsymbol{kN} \quad N_u\left(x_{MM_w}\right) = \begin{bmatrix} 4741.406 \\ 4741.406 \end{bmatrix} \boldsymbol{kN} \qquad N_{ed_w} = \begin{bmatrix} 1500 \\ 1500 \end{bmatrix} \boldsymbol{kN}$$

$$Ratio_{axil_w} := \frac{\max\left(Distancia_{axil.2_w}, Distancia_{axil.1_w}\right)}{Distancia_{axil.2_w} + Distancia_{axil.1_w} + 10^{-3}\ \boldsymbol{N}} = \begin{bmatrix} 0.72 \\ 0.72 \end{bmatrix}$$

$$Ratio_{ELU_w} := \text{if } \max\left(Ratio_{momento_w}\right) \le 100 \wedge \max\left(Ratio_{axil_w}\right) \le 100 \left| \begin{array}{l} \max\left(Ratio_{axil_w}, Ratio_{momento_w}\right) \\ \text{else if } \max\left(Ratio_{momento_w}\right) > 100 \wedge \max\left(Ratio_{axil_w}\right) \le 100 \\ \quad Ratio_{axil_w} \\ \text{else if } \max\left(Ratio_{momento_w}\right) \le 100 \wedge \max\left(Ratio_{axil_w}\right) > 100 \\ \quad Ratio_{momento_w} \\ \text{else} \\ \quad min\left(Ratio_{axil_w}, Ratio_{momento_w}\right) \end{array} \right. = \begin{bmatrix} 72.012\% \\ 72.012\% \end{bmatrix}$$

5. ANÁLISIS DE FISURACIÓN POR FLEXOCOMPRESIÓN EN E.L.S. CASO FLECTOR MÁXIMO PARA $edad = 28$ **day**

Las tensiones en servicio se obtendrán a partir de plantear el equilibrio seccional, despreciando la capacidad a tracción del hormigón.

Se considera un momento de fisuración considerando la influencia del esfuerzo axil si procede ($axil =$ "SI") aunque las tensiones se calcularán sin considerar dicho esfuerzo axil.

Esfuerzos considerados en caso de flector máximo en E.L.S.

Momento flector: $M_{k1.cp} := M_{k\_cp_0} = 55$ **m·kN**

Axil: $N_{k1.cp} := N_{k\_cp_0} = 1100$ **kN**

Cantos útiles:

Canto útil para armado traccionado: $d = 20.9$ **cm**
Canto útil para armado comprimido: $d' = 4.1$ **cm**

Parámetros de cálculo del hormigón a los j días:

$$f_{ctm} := 0.3 \cdot \left(f_{ck.j\_els} \cdot \mathbf{MPa}^{-1}\right)^{\frac{2}{3}} \mathbf{MPa} = 2.896 \ \mathbf{MPa}$$

Se considera el cálculo a flexo-compresión: $flex = 1$

$$f_{ctm.flcomp}(N) := \begin{cases} \max\left(\left(1.6 - \frac{h}{100\ \mathbf{cm}}\right) \cdot flex \cdot f_{ctm}, f_{ctm}\right) + \frac{N}{b \cdot h} & \text{if } axil = \text{"SI"} \\ \max\left(\left(1.6 - \frac{h}{100\ \mathbf{cm}}\right) \cdot flex \cdot f_{ctm}, f_{ctm}\right) + \frac{N \cdot 0}{b \cdot h} & \text{else} \end{cases}$$

$$s_t := \begin{cases} \dfrac{b - 2 \cdot r_l - 2 \cdot \phi_v \cdot af_v - \phi_t \cdot \frac{n_t}{n_{filas}}}{\frac{n_t}{n_{filas}} - 1} & \text{if } sep = \text{"CALC"} \\ \dfrac{}{n_{int} + 1} & \\ sep & \text{else} \end{cases} = 10 \ \mathbf{cm}$$

$$E_{cm} := 8500 \cdot \sqrt[3]{f_{ck.j\_els} \cdot \mathbf{MPa}^{-1} + 8} \cdot \mathbf{MPa} = 28.577 \ \mathbf{GPa}$$

Coeficiente de relación entre módulos elásticos: $n := \frac{E_s}{E_{cm}} = 6.999$ $\quad I_{bruta} := \frac{b \cdot h^3}{12} = 130208.333 \ \mathbf{cm}^4$

$$cdg_{secc} := \frac{b \cdot h \cdot 0.5 \cdot h + \left(A_{s'} \cdot (h - d') + A_s \cdot r_m\right) \cdot (n - 1)}{b \cdot h + \left(A_{s'} + A_s\right) \cdot (n - 1)} = 0.125 \ \mathbf{m}$$

$$I_{homo} := I_{bruta} + \left(\begin{array}{l} \frac{\pi \cdot \left(\Phi^4 \cdot n_{barra\_fila} + \phi_c{}^4 \cdot n_c + \Phi_{ref}{}^4 \cdot n_{barra\_fila_0} \cdot (n_{int})\right)}{64} \\ + A_{s'} \cdot \left((h - d') - cdg_{secc}\right)^2 + A_s \cdot \left(d - cdg_{secc}\right)^2 \end{array} \right) \cdot (n - 1) = 135001.48 \ \mathbf{cm}^4$$

$$\frac{I_{homo}}{I_{bruta}} = 1.037$$

Cálculo del momento de fisuración:

$$M_{fis}(N) := f_{ctm.flcomp}(N) \cdot \mathbf{if}\left(homo = 0, \frac{b \cdot h^2}{6}, \frac{I_{homo}}{min\left(\left|cdg_{secc}\right|, \left|h - cdg_{secc}\right|\right)}\right) \qquad homo = 1$$

$$M_{fis}(N_{k1.cp}) = 89.751 \ \mathbf{m \cdot kN}$$

Cálculo de fibra neutra y tensiones en hormigón y acero a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones

$f := 0.5 \cdot d$ $\sigma_{s'} := 80\ MPa$ $\sigma_s := 100\ MPa$ $\sigma_c := 10\ MPa$

$$N_{k1.cp} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} - A_s \cdot \sigma_s$$

$$M_{k1.cp} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} \cdot \left(d - \frac{f}{3}\right) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$$

$$\sigma_s = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(d - f)}{f}$$

$$\sigma_{s'} = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(f - d')}{f}$$

$$\begin{bmatrix} f \\ \sigma_c \\ \sigma_s \\ \sigma_{s'} \end{bmatrix} := \text{find}\left(f, \sigma_c, \sigma_s, \sigma_{s'}\right) = \begin{bmatrix} 0.481\ m \\ 4465647.44\ Pa \\ -17671717.01\ Pa \\ 28589264.751\ Pa \end{bmatrix}$$

Profundidad de la fibra neutra: $f = 48.093\ cm$ $\frac{f}{d} = 2.301$

Compresión en el hormigón: $\sigma_c = 4.466\ MPa$

Compresión en armadura de compresión: $\sigma_{s'} = 28.589\ MPa$

Tracción en la armadura de tracción: $\sigma_s = -17.672\ MPa$

Cálculo de la tracción en armadura traccionada en el momento que fisura la sección, a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones

$f_r := 0.5 \cdot d$ $\sigma_{s'r} := 80\ MPa$ $\sigma_{sr} := 100\ MPa$ $\sigma_{cr} := 10\ MPa$

$$N_{k1.cp} = \frac{\sigma_{cr} \cdot f_r \cdot b}{2} + A_{s'} \cdot \sigma_{s'r} - A_s \cdot \sigma_{sr}$$

$$M_{fis}\left(N_{k1.cp}\right) = \frac{\sigma_{cr} \cdot f_r \cdot b}{2} \cdot \left(d - \frac{f_r}{3}\right) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'r} \cdot (d - d')$$

$$\sigma_{sr} = n \cdot \sigma_{cr} \cdot \frac{(d - f_r)}{f_r}$$

$$\sigma_{s'r} = n \cdot \sigma_{cr} \cdot \frac{(f_r - d')}{f_r}$$

$$\begin{bmatrix} f_r \\ \sigma_{cr} \\ \sigma_{sr} \\ \sigma_{s'r} \end{bmatrix} := \text{find}\left(f_r, \sigma_{cr}, \sigma_{sr}, \sigma_{s'r}\right) = \begin{bmatrix} 0.385\ m \\ 5564337.944\ Pa \\ -17785411.353\ Pa \\ 34792513.781\ Pa \end{bmatrix}$$

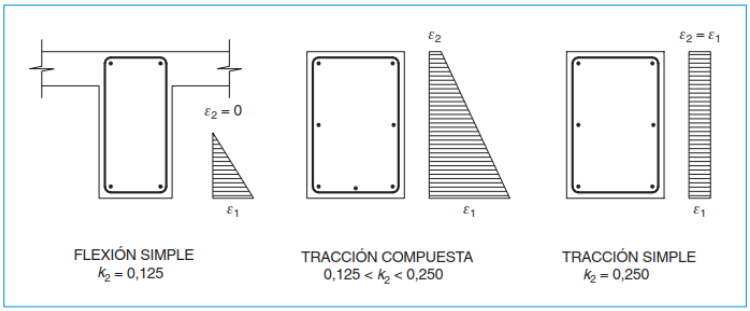
Tensión de la armadura en sección fisurada en instante que fisura el hormigón para M_{fis}: $\sigma_{sr} = -17.785\ MPa$

Parámetros auxiliares para el análisis de la fisuración

Coeficiente K1

$$\varepsilon_1 := \frac{\sigma_s}{E_s} = -8.836 \cdot 10^{-5} \qquad \varepsilon_2 := \text{if } \sigma_{s'} > 0 \cdot MPa \;\; 0 \;\; \text{else} \;\; \frac{-\sigma_{s'}}{E_s} = 0$$

$$k_1 := \text{if } k_1 = \text{“CALC”} \;\; min\left(\frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{8 \cdot \varepsilon_1}, 0.25\right) \;\; \text{else} \;\; k_1 = 0.125$$



$$k_1 = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{8\varepsilon_1}$$

Figura 49.2.4.a.

Parámetros auxiliares para el análisis de la fisuración

Coeficiente K1 (0.125 para flexión simple o 0.25 para tracción simple) $k_1 = 0.125$

Coeficiente k2 (1 si carga instantánea o posar 0.5 si carga duradera) $k_2 = 0.5$

Coeficiente β (1.7 si fisuración por cargas o 1.3 si fisuración por deformaciones) $\beta = 1.7$

Recubrimiento hasta tocar la barra longitudinal: $c := r_c + \phi_v \cdot af_v = 3.5\ cm$

Diámetro de las barras de armado de tracción: $\phi_t = 12\ mm$

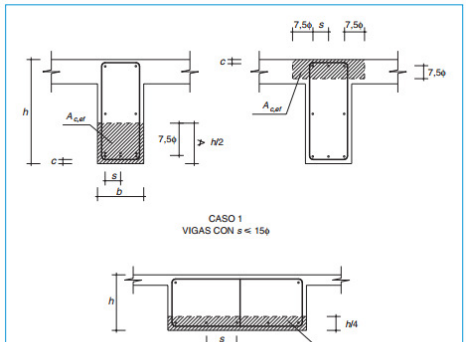
Separación de las barras de armado de tracción: $s_t = 10\ cm$

Cálculo del área de hormigón en la zona del recubrimiento

Si es viga de alma estrecha en negativos poner "0"
Si es viga de alma estrecha en positivos poner "1"
Si es viga de alma ancha, losa o muro poner "2"

$$A_{c.ef} := 2$$

$$A_{c.eff} := \text{if } A_{c.ef} = 0 \;\; A_{c.eff} \leftarrow 7.5 \cdot \phi_t \cdot \left(b + 2 \cdot 7.5 \cdot \phi_t\right) \;\; \text{else if } A_{c.ef} = 1 \;\; A_{c.eff} \leftarrow \text{if } 7.5 \cdot \phi_t \le \frac{h}{2} \;\; A_{c.eff} \leftarrow 7.5 \cdot \phi_t \cdot b \;\; \text{else} \;\; b = 625\ cm^2$$



$$A_{c.eff} \leftarrow \frac{h}{2} \cdot b$$

else if $A_{c.ef} = 2$

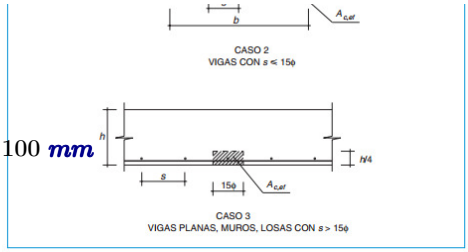
$$A_{c.eff} \leftarrow \text{if } s_t \le 15 \cdot \phi_t$$

$$A_{c.eff} \leftarrow \frac{h}{4} \cdot b$$

else

$$A_{c.eff} \leftarrow \frac{h}{4} \cdot 15 \cdot \phi_t \cdot n_{barra\_fila_0} \cdot (1 + n_{int})$$

$$s := \text{if } s_t > 15 \cdot \phi_t \quad s \leftarrow 15 \cdot \phi_t \quad \text{else} \quad s \leftarrow s_t \quad = 100\ mm$$



Área de les armaduras situadas dentro del área eficaz $A_{s.ef} := A_s = 5.655\ cm^2$

Cálculo de la separación media de fisuras

$$s_m := 2 \cdot c + 0.2 \cdot s + 0.4 \cdot k_1 \cdot \frac{\phi_t \cdot A_{c.eff}}{A_{s.ef}} = 156.315\ mm$$

Cálculo del alargamiento medio de las armaduras

$$\varepsilon_{sm.o} := \text{if } \sigma_s \ge 0 \quad \frac{\sigma_s}{200\ GPa} \cdot \left(1 - k_2 \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s}\right)^2\right) \quad \text{else} \quad 0 \quad = 0$$

$$\varepsilon_{sm} := \text{if } \varepsilon_{sm.o} \ge 0.4 \cdot \frac{\sigma_s}{200\ GPa} \quad \varepsilon_{sm} \leftarrow \varepsilon_{sm.o} \quad \text{else} \quad \varepsilon_{sm} \leftarrow 0.4 \cdot \frac{\sigma_s}{200\ GPa} \quad = 0$$

Cálculo de la apertura característica de fisura

$$\omega_{k\_1} := \text{if } M_{k1.cp} > M_{fis}(N_{k1.cp}) \quad \beta \cdot s_m \cdot \varepsilon_{sm} \quad \text{else} \quad 0\ mm \quad = 0\ mm$$

6. ANÁLISIS DE FISURACIÓN POR FLEXOCOMPRESIÓN EN E.L.S. CASO AXIL MÁXIMO PARA $edad = 28$ **day**

Las tensiones en servicio se obtendrán a partir de plantear el equilibrio seccional, despreciando la capacidad a tracción del hormigón.

Se considera un momento de fisuración considerando la influencia del esfuerzo axil aunque las tensiones se calcularán sin considerar dicho esfuerzo axil.

Esfuerzos considerados en caso de flector máximo en E.L.S.

Momento flector: $M_{k2.cp} := M_{k\_cp_1} = 55$ **m·kN**

Axil: $N_{k2.cp} := N_{k\_cp_1} = 1100$ **kN**

Cálculo del momento de fisuración en flexo-compresión:

$M_{fis}(N_{k2.cp}) = 89.751$ **m·kN**

Cálculo de fibra neutra y tensiones en hormigón y acero a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones

$f := 0.5 \cdot d \qquad \sigma_{s'} := 80$ **MPa** $\qquad \sigma_s := 100$ **MPa** $\qquad \sigma_c := 10$ **MPa**

$$N_{k2.cp} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} - A_s \cdot \sigma_s$$

$$M_{k2.cp} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} \cdot \left(d - \frac{f}{3}\right) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$$

$$\sigma_s = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(d - f)}{f}$$

$$\sigma_{s'} = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(f - d')}{f}$$

$$\begin{bmatrix} f \\ \sigma_c \\ \sigma_s \\ \sigma_{s'} \end{bmatrix} := \text{find}(f, \sigma_c, \sigma_s, \sigma_{s'}) = \begin{bmatrix} 0.481 \text{ m} \\ 4465647.44 \text{ Pa} \\ -17671717.01 \text{ Pa} \\ 28589264.751 \text{ Pa} \end{bmatrix}$$

Profundidad de la fibra neutra: $f = 48.093$ **cm** $\quad \frac{f}{d} = 2.301$

Compresión en el hormigón: $\sigma_c = 4.466$ **MPa**

Compresión en armadura de compresión: $\sigma_{s'} = 28.589$ **MPa**

Tracción en la armadura de tracción: $\sigma_s = -17.672$ **MPa**

Cálculo de la tracción en armadura traccionada en el momento que fisura la sección, a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones

$f_r := 0.5 \cdot d$ $\sigma_{s'r} := 80\ MPa$ $\sigma_{sr} := 100\ MPa$ $\sigma_{cr} := 10\ MPa$

$$N_{k2.cp} = \frac{\sigma_{cr} \cdot f_r \cdot b}{2} + A_{s'} \cdot \sigma_{s'r} - A_s \cdot \sigma_{sr}$$

$$M_{fis}\left(N_{k2.cp}\right) = \frac{\sigma_{cr} \cdot f_r \cdot b}{2} \cdot \left(d - \frac{f_r}{3}\right) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'r} \cdot \left(d - d'\right)$$

$$\sigma_{sr} = n \cdot \sigma_{cr} \cdot \frac{\left(d - f_r\right)}{f_r}$$

$$\sigma_{s'r} = n \cdot \sigma_{cr} \cdot \frac{\left(f_r - d'\right)}{f_r}$$

$$\begin{bmatrix} f_r \\ \sigma_{cr} \\ \sigma_{sr} \\ \sigma_{s'r} \end{bmatrix} := \text{find}\left(f_r, \sigma_{cr}, \sigma_{sr}, \sigma_{s'r}\right) = \begin{bmatrix} 0.385\ m \\ 5564337.944\ Pa \\ -17785411.353\ Pa \\ 34792513.781\ Pa \end{bmatrix}$$

Tensión de la armadura en sección fisurada en instante que fisura el hormigón para M_{fis}:
$\sigma_{sr} = -17.785\ MPa$

Coeficiente K1

$\varepsilon_1 := \frac{\sigma_s}{E_s} = -8.836 \cdot 10^{-5}$

$$\varepsilon_2 := \begin{cases} \text{if } \sigma_{s'} > 0 \cdot MPa \\ \quad 0 \\ \text{else} \\ \quad \frac{-\sigma_{s'}}{E_s} \end{cases} = 0$$

$$k_1 := \begin{cases} \text{if } k_1 = \text{“CALC”} \\ \quad min\left(\frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{8 \cdot \varepsilon_1}, 0.25\right) \\ \text{else} \\ \quad k_1 \end{cases} = 0.125$$

$A_{c.eff} = 625\ cm^2$ $s = 100\ mm$

Área de les armaduras situadas dentro del área eficaz $A_{s.ef} = 5.655\ cm^2$

Cálculo de la separación media de fisuras

$$s_m := 2 \cdot c + 0.2 \cdot s + 0.4 \cdot k_1 \cdot \frac{\phi_t \cdot A_{c.eff}}{A_{s.ef}} = 156.315\ mm$$

Cálculo del alargamiento medio de las armaduras

$$\varepsilon_{sm.o} := \text{if } \sigma_s \geq 0 \left\| \frac{\sigma_s}{200\ \textbf{GPa}} \cdot \left(1 - k_2 \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s}\right)^2\right) \right. \text{else} \left\| 0 \right. = 0$$

$$\varepsilon_{sm} := \text{if } \varepsilon_{sm.o} \geq 0.4 \cdot \frac{\sigma_s}{200\ \textbf{GPa}} \left\| \varepsilon_{sm} \leftarrow \varepsilon_{sm.o} \right. \text{else} \left\| \varepsilon_{sm} \leftarrow 0.4 \cdot \frac{\sigma_s}{200\ \textbf{GPa}} \right. = 0$$

Cálculo de la apertura característica de fisura

$$\omega_{k\_2} := \text{if } M_{k2.cp} > M_{fis}\left(N_{k2.cp}\right) \left\| \beta \cdot s_m \cdot \varepsilon_{sm} \right. \text{else} \left\| 0\ \textbf{mm} \right. = 0\ \textbf{mm}$$

7. ANÁLISIS DE LA FISURACIÓN DE LA SECCIÓN POR MICROCOMPRESIÓN PARA $edad = 28\ \textbf{day}$

$f_{ck.j\_els} = 30\ \textbf{MPa}$

Esfuerzos en servicio combinación característica caso de máximo flector:

$$N_{k1} := N_{k\_car_0} = 1100\ \textbf{kN} \qquad M_{k1} := M_{k\_car_0} = 55\ \textbf{m} \cdot \textbf{kN}$$

Esfuerzos en servicio combinación característica caso de máximo axil:

$$N_{k2} := N_{k\_car_1} = 1100\ \textbf{kN} \qquad M_{k2} := M_{k\_car_1} = 55\ \textbf{m} \cdot \textbf{kN}$$

Cálculo de fibra neutra y tensiones en hormigón y acero a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones. Caso flector máximo

$f := 0.5 \cdot d \qquad \sigma_{s'} := 80\ \textbf{MPa} \qquad \sigma_s := 100\ \textbf{MPa} \qquad \sigma_c := 10\ \textbf{MPa}$

$$N_{k1} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} - A_s \cdot \sigma_s$$

$$M_{k1} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} \cdot \left(d - \frac{f}{3}\right) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot \left(d - d'\right)$$

$$\sigma_s = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(d - f)}{f}$$

$$\sigma_{s'} = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(f - d')}{f}$$

$$\begin{bmatrix} f \\ \sigma_c \\ \sigma_s \\ \sigma_{s'} \end{bmatrix} := \text{find}\left(f, \sigma_c, \sigma_s, \sigma_{s'}\right) = \begin{bmatrix} 0.481\ \textbf{m} \\ 4465647.44\ \textbf{Pa} \\ -17671717.01\ \textbf{Pa} \\ 28589264.751\ \textbf{Pa} \end{bmatrix}$$

Compresión en el hormigón: $\sigma_{c1} := \sigma_c = 4.466\ \textbf{MPa}$

Cálculo de fibra neutra y tensiones en hormigón y acero a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones. Caso axil máximo

$f := 0.5 \cdot d \qquad \sigma_{s'} := 80\ \textbf{MPa} \qquad \sigma_s := 100\ \textbf{MPa} \qquad \sigma_c := 10\ \textbf{MPa}$

$$N_{k2} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} - A_s \cdot \sigma_s$$

$$M_{k2} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} \cdot \left(d - \frac{f}{3}\right) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$$

$$\sigma_s = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(d - f)}{f}$$

$$\sigma_{s'} = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(f - d')}{f}$$

$$\begin{bmatrix} f \\ \sigma_c \\ \sigma_s \\ \sigma_{s'} \end{bmatrix} := \text{find}\left(f, \sigma_c, \sigma_s, \sigma_{s'}\right) = \begin{bmatrix} 0.481\ \textbf{m} \\ 4465647.44\ \textbf{Pa} \\ -17671717.01\ \textbf{Pa} \\ 28589264.751\ \textbf{Pa} \end{bmatrix}$$

Compresión en el hormigón: $\sigma_{c2} := \sigma_c = 4.466\ \textbf{MPa}$

8. DEFINICIÓN DE LA FUNCIÓN DE VERIFICACIÓN A CORTANTE EN E.L.U. PARA $edad = 28\ \textbf{day}$

Análisis del agotamiento del hormigón por compresión oblicua Vu1 y por tracción en el alma Vcu

Se considera un ángulo respecto la directriz de la pieza con el armado de cortante $\alpha := 90°$
Se considera una estructura con influencia del esfuerzo axil.

$$\varepsilon_x(M, N, V) := \frac{\frac{\max(M, 0.9 \cdot d \cdot V)}{0.9 \cdot d} + V - 0.5 \cdot N}{2 \cdot (A_s + A_{s'}) \cdot 200\ \textbf{GPa}} \cdot 1000$$

$$\varepsilon_x(M, N, V)\ \text{if } \varepsilon_x(M, N, V) \le 0 \quad \| \ 0 \quad \text{else} \quad \| \ \varepsilon_x(M, N, V)$$

$$\theta(M, N, V) := \text{if } bielas = \text{“SI”} \quad \| \ 45° \quad \text{else} \quad \| \ \left(\varepsilon_x(M, N, V) \cdot 7 + 29\right) \cdot °$$

$$\sigma'_{cd}(N) := \text{if } \frac{N - A_{s'} \cdot f_{ydc}}{b \cdot h} \le 0.3 \cdot f_{cd} \quad \| \ \frac{N - A_{s'} \cdot f_{ydc}}{b \cdot h} \quad \text{else} \quad \| \ 0.3 \cdot f_{cd}$$

$$K(N) := \text{if } \sigma'_{cd}(N) \le 0 \quad \| \ 1 \quad \text{else if } \sigma'_{cd}(N) \le 0.25 \cdot f_{cd} \quad \| \ 1 + \frac{\sigma'_{cd}(N)}{f_{cd}} \quad \text{else if } \sigma'_{cd}(N) \le 0.5 \cdot f_{cd} \quad \| \ 1.25 \quad \text{else} \quad \| \ 2.5 \cdot \left(1 - \frac{\sigma'_{cd}(N)}{f_{cd}}\right)$$

$$\xi := \text{if } 1 + \sqrt{\frac{200\ \textbf{mm}}{d}} \le 2 \quad \| \ 1 + \sqrt{\frac{200\ \textbf{mm}}{d}} \quad \text{else} \quad \| \ 2$$

Cuantía de armadura en la cara de tracción:

$$\rho_l := \max\left(\frac{A_s}{b \cdot d}, 0.02\right) = 0.02$$

$$\sigma'_{cd}(N) := \begin{cases} \text{if } \frac{N}{b \cdot h} \le min\left(0.3 \cdot f_{cd}, 12\ \textbf{MPa}\right) \\ \quad \frac{N}{b \cdot h} \\ \text{else} \\ \quad min\left(0.3 \cdot f_{cd}, 12\ \textbf{MPa}\right) \end{cases}$$

[Art 44.2.3.1 EHE-08]

$$V_{u1}(M,N,V) := K(N) \cdot f_{1cd} \cdot b \cdot d \cdot \left(\frac{\cot(\theta(M,N,V)) + \cot(\alpha)}{1 + (\cot(\theta(M,N,V)))^2}\right)$$

[Art 44.2.3.2.1.2 EHE-08]

$$V_{cu}(N) := \left(\frac{0.18}{\gamma_c} \cdot \xi \cdot \left(100 \cdot \rho_l \cdot f_{cv} \cdot \textbf{MPa}^{-1}\right)^{\frac{1}{3}} + 0.15 \cdot \sigma'_{cd}(N) \cdot \textbf{MPa}^{-1}\right) \cdot b \cdot d \cdot \textbf{MPa}$$

$$V_{cu.min}(N) := \left(\frac{0.075}{\gamma_c} \cdot \xi^{\frac{3}{2}} \cdot \left(f_{cv} \cdot \textbf{MPa}^{-1}\right)^{\frac{1}{2}} + 0.15 \cdot \sigma'_{cd}(N) \cdot \textbf{MPa}^{-1}\right) \cdot b \cdot d \cdot \textbf{MPa}$$

Capacidad del hormigón por tracción en piezas sin armadura de cortante

$$V_{cu}(N) := \begin{cases} \text{if } V_{cu}(N) \le V_{cu.min}(N) \\ \quad V_{cu.min}(N) \\ \text{else} \\ \quad V_{cu}(N) \end{cases}$$

$$z := 0 \,..\, \text{length}(b\_) - 1$$

$$\theta\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right) = \begin{bmatrix} 25.112 \\ 25.112 \end{bmatrix}^\circ \qquad \cot\left(\theta\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right)\right) = \begin{bmatrix} 2.134 \\ 2.134 \end{bmatrix}$$

$$V_{ed} = \begin{bmatrix} 100 \\ 100 \end{bmatrix} \textbf{kN} \qquad V_{u1}\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right) = \begin{bmatrix} 1204.701 \\ 1204.701 \end{bmatrix} \textbf{kN} \qquad V_{cu}\left(N_{ed_z}\right) = \begin{bmatrix} 382.332 \\ 382.332 \end{bmatrix} \textbf{kN}$$

Definición de funciones auxiliares:

$$Ratio\_VU1_z := \begin{cases} \text{for } i \in 0 \,..\, \text{length}(b\_) - 1 \\ \quad Ratio\_VU1_z \leftarrow \frac{V_{ed_z}}{V_{u1}\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right)} \end{cases}$$

$$Ratio\_VU2_z := \begin{cases} \text{for } i \in 0 \,..\, \text{length}(b\_) - 1 \\ \quad Ratio\_VU1_z \leftarrow \frac{V_{ed_z}}{V_{cu}\left(N_{ed_z}\right)} \end{cases}$$

Análisis de secciones con armadura de cortante

$$V_{cu}(N) := \max\left(\left(\frac{0.15}{\gamma_c} \cdot \xi \cdot \left(100 \cdot \rho_l \cdot f_{cv} \cdot \textbf{MPa}^{-1}\right)^{\frac{1}{3}} + 0.15 \cdot \sigma'_{cd}(N) \cdot \textbf{MPa}^{-1}\right) \cdot b \cdot d \cdot \textbf{MPa}, V_{cu.min}(N)\right)$$

$$V_{su}(M,N,V) := \frac{0.9 \cdot d \cdot n_{rv} \cdot \pi \cdot \frac{\phi_v^{\,2}}{4}}{cada} f_{ydc} \cdot \sin(\alpha) \cdot (\cot(\alpha) + \cot(\theta(M,N,V)))$$

$$V_{cu}\left(N_{ed_z}\right)=\begin{bmatrix}349.96\\349.96\end{bmatrix}\ \textbf{kN} \qquad V_{su}\left(M_{ed_z},N_{ed_z},V_{ed_z}\right)=\begin{bmatrix}8.069\\8.069\end{bmatrix}\ \textbf{kN} \qquad V_{cu}\left(N_{ed_z}\right)+V_{su}\left(M_{ed_z},N_{ed_z},V_{ed_z}\right)=\begin{bmatrix}358.03\\358.03\end{bmatrix}\ \textbf{kN}$$

$$Ratio\_cort_z := \text{for } i \in 0..\text{length}(b\_)-1 \left\| \frac{V_{ed_z}}{V_{cu}\left(N_{ed_z}\right)+V_{su}\left(M_{ed_z},N_{ed_z},V_{ed_z}\right)} \right.$$

$$armadura\_cortante_z := \text{if } Ratio\_VU2_z \le 1 \left\| \text{“No necesaria”} \right. \text{ else if } Ratio\_cort_z \le 1 \left\| Ratio\_cort_z \right. \text{ else if } Ratio\_cort_z > 1 \left\| \text{“No verifica cortante”} \right.$$

Verificacion_cortante = “OK. No necesita armadura de cortante”

$$A_{V.min} := \text{if } \phi_v = 0 \left\| 0 \cdot \frac{\textbf{cm}^2}{\textbf{m}} \right. \text{ else } \left\| \frac{f_{ctm} \cdot b}{7.5 \cdot f_{ydc}} \right. = 9.655\ \frac{\textbf{cm}^2}{\textbf{m}} \qquad A_{V.dispuesta} := \frac{b}{cada \cdot \textbf{m}} \cdot n_{rv} \cdot \pi \cdot \frac{\phi_v^{\,2}}{4} = 0.503\ \frac{\textbf{cm}^2}{\textbf{m}}$$

Verificacion_armadura.minima.cortante = “ATENCIÓN. Armadura de cortante insuficiente”

9. VERIFICACIÓN SECCIONES CRÍTICAS EN E.L.U. MEDIANTE INTERACCIÓN A FLEXIÓN COMPUESTA PARA $edad = 28$ *day*

Discretización: $N = 3000$

$$M_{u_j} := \text{for } z \in 0..N-1 \left\| M_u\left(x_j\right) \right.$$

$$N_{u_j} := \text{for } z \in 0..N-1 \left\| N_u\left(x_j\right) \right.$$

Máximo flector: $\max\left(M_{u\_x.car}\right) = 192.776\ \textbf{m} \cdot \textbf{kN}$
Mínimo flector: $min\left(M_{u\_x.car}\right) = 0\ \textbf{m} \cdot \textbf{kN}$
Máximo axil: $\max\left(N_{u\_x.car}\right) = 5441.464\ \textbf{kN}$
Mínimo axil: $min\left(N_{u\_x.car}\right) = -491.728\ \textbf{kN}$

NOTA: Se considera que para los dominios de rotura 4a y5 la tensión de las armaduras comprimidas no excede 400MPa.

$Ratio_{ELU_w} = \begin{bmatrix} 72.012\% \\ 72.012\% \end{bmatrix}$ $M_{ed} = \begin{bmatrix} 75 \\ 75 \end{bmatrix}$ $m \cdot kN$ $N_{ed} = \begin{bmatrix} 1500 \\ 1500 \end{bmatrix}$ kN

$Verificacion\_flexocompresion =$ "OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.U. flexocompresión recta"

$Ratio_{ELU.MAX} := \max(Ratio_{ELU}) = 72.012\%$ *OK*

NOTA: El ratio de verificación obtenido es el mínimo a axil constante y a momento constante.

10. VERIFICACIÓN DE LAS SECCIONES CRÍTICAS A E.L.S. FISURACIÓN PARA $edad = 28$ *day*

Definición de funciones auxiliares:

$Ancho\_fisura := \begin{bmatrix} \omega_{k\_1} \\ \omega_{k\_2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$ mm $z := 0 .. \text{length}(Ancho\_fisura) - 1$

$fisura_z :=$ for $i \in 0 .. \text{length}(Ancho\_fisura) - 1$
  if $M_{k\_cp_z} > M_{fis}(N_{k\_cp})_z$
    "SI"
  else
    "NO"

$Ratio\_E.L.S._z :=$ for $i \in 0 .. \text{length}(Ancho\_fisura) - 1$
  if $fisura_z =$ "SI"
    $Ratio\_E.L.S._z \leftarrow \dfrac{Ancho\_fisura_z}{w_{max}}$
  else
    0

$id_z :=$ for $i \in 0 .. \text{length}(Ancho\_fisura) - 1$
  $id_z \leftarrow$ if $Ratio\_E.L.S._z > 1$
    $CASO.E.L.S._z$
  else
    "ok"

Resultados del análisis del E.L.S. fisuración por tracción $w_{max} = 0.3$ mm $M_{fis}(0 \cdot kN) = 42.231$ $m \cdot kN$

$CASO.E.L.S. = \begin{bmatrix} \text{"Dip.ple.ELS"} \\ \text{"Dip.ple\_sense\_tracc"} \end{bmatrix}$ $M_{k\_cp} = \begin{bmatrix} 55 \\ 55 \end{bmatrix}$ $m \cdot kN$ $N_{k\_cp} = \begin{bmatrix} 1100 \\ 1100 \end{bmatrix}$ kN $M_{fis}(N_{k\_cp}) = \begin{bmatrix} 89.751 \\ 89.751 \end{bmatrix}$ $m \cdot kN$

$CASO.E.L.S. = \begin{bmatrix} \text{"Dip.ple.ELS"} \\ \text{"Dip.ple\_sense\_tracc"} \end{bmatrix}$ $fisura = \begin{bmatrix} \text{"NO"} \\ \text{"NO"} \end{bmatrix}$ $Ancho\_fisura_z = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$ mm $Ratio\_E.L.S. = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$

$Verificacion\_fisuracion\_traccion =$ "OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.S. fisuración"

Resultados del análisis del E.L.S. fisuración microcompresión

$\sigma_{comp.hormi} := \begin{bmatrix} \sigma_{c1} \\ \sigma_{c2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 4.466 \\ 4.466 \end{bmatrix}$ **MPa** $0.6 \cdot f_{ck.j} = 18$ **MPa** $zz := 0 .. \text{length}(Ancho\_fisura) - 1$

$Ratio_{E.L.S.microfisuracion_{zz}} := \text{for } i \in 0 .. \text{length}(Ancho\_fisura) - 1$
$\quad \dfrac{\sigma_{comp.hormi_{zz}}}{0.6 \cdot f_{ck.j\_els}}$

$\sigma_{comp.hormi} = \begin{bmatrix} 4.466 \\ 4.466 \end{bmatrix}$ **MPa**

$CASO.E.L.S. = \begin{bmatrix} \text{“Dip.ple.ELS”} \\ \text{“Dip.ple\_sense\_tracc”} \end{bmatrix}$ $Ratio_{E.L.S.microfisuracion} = \begin{bmatrix} 0.248 \\ 0.248 \end{bmatrix}$

$Verificacion\_fisuracion\_microcompresion = \text{“OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.S. fisuración”}$

11. VERIFICACIÓN QUANTIAS MINIMAS Y DISPOSICIONES CONSTRUCTIVAS

$elemento = \text{“LOSA”}$

Cuantía mínima geométrica [Art 42.3.5 EHE-08]

Armadura de tracción

$\rho_{g\_t} :=$ if $elemento =$ “PILAR” $\frac{4}{1000}$
else if $elemento =$ “LOSA”
  if $f_{yk} = 400$ **MPa** $\frac{2}{1000} \cdot 0.5$ else $\frac{1.8}{1000} \cdot 0.5$
else if $elemento =$ “VIGA”
  if $f_{yk} = 400$ **MPa** $\frac{3.3}{1000}$ else $\frac{2.8}{1000}$
else if $elemento =$ “MURO”
  if $f_{yk} = 400$ **MPa** $\frac{1.2}{1000}$ else $\frac{0.9}{1000}$
$= 0.001$

Armadura de compresión

$\rho_{g\_c} :=$ if $elemento =$ “PILAR” $\frac{4}{1000}$
else if $elemento =$ “LOSA”
  if $f_{yk} = 400$ **MPa** $\frac{2}{1000} \cdot 0.5$ else $\frac{1.8}{1000} \cdot 0.5$
else if $elemento =$ “VIGA”
  if $f_{yk} = 400$ **MPa** $\frac{3.3}{1000} \cdot 0.3$ else $\frac{2.8}{1000} \cdot 0.3$
else if $elemento =$ “MURO”
  if $f_{yk} = 400$ **MPa** $\frac{1.2}{1000} \cdot 0.3$ else $\frac{0.9}{1000} \cdot 0.3$
$= 0.001$

Armadura de reparto

$\rho_{g\_m} :=$ if $elemento =$ “MURO”
  if $juntas > 7.5$ **m**
    if $f_{yk} = 400$ **MPa** $\frac{4}{1000} \cdot 0.5$ else $\frac{3.2}{1000} \cdot 0.5$
  else $\frac{2}{1000} \cdot 0.5$
else 0
$= 0$

Cuantía mínima mecánica

[Art 42.3.2, Art 42.3.3,Art 42.3.4 EHE-08]

$sol = \text{“FLEX”}$

$$A_{s.mec.min.traccionada} := \begin{cases} \text{if } sol = \text{“FLEX”} \\ \quad \left\| \dfrac{\dfrac{b \cdot h^2}{6} \cdot f_{ctm.flcomp}(0\ kN)}{f_{yd} \cdot 0.8 \cdot h} \right. \\ \text{else if } sol = \text{“COMP”} \\ \quad \left\| \dfrac{0.05 \cdot \max(N_{ed})}{f_{ydc}} \right. \\ \text{else if } sol = \text{“TRAC”} \\ \quad \left\| \dfrac{b \cdot h \cdot f_{ctm}}{f_{yd}} \cdot 0.5 \right. \end{cases}$$

$$A_{s.mec.min.comprimida} := \begin{cases} \text{if } sol = \text{“FLEX”} \\ \quad \left\| \dfrac{0.05 \cdot \max(N_{ed})}{f_{yd}} \right. \\ \text{else if } sol = \text{“COMP”} \\ \quad \left\| \dfrac{0.05 \cdot \max(N_{ed})}{f_{ydc}} \right. \\ \text{else if } sol = \text{“TRAC”} \\ \quad \left\| \left\| \dfrac{b \cdot h \cdot f_{ctm}}{f_{yd}} \cdot 0.5 \right. \right. \end{cases}$$

Verificación armaduras

Armadura mínima geométrica

$$A_{s.geom.min.traccionada} := \rho_{g\_t} \cdot b \cdot h = 2.25\ cm^2$$

$$A_{s.geom.min.comprimida} := \rho_{g\_c} \cdot b \cdot h = 2.25\ cm^2$$

$$A_{s.geom.min.reparto} := \text{if}\left(\phi_v \neq 0, \rho_{g\_m} \cdot b \cdot min(h, 50\ cm), 0\ cm^2\right) = 0\ cm^2$$

Armadura mínima mecánica

$$A_{s.mec.min.traccionada} = 4.684\ cm^2$$

$$A_{s.mec.min.comprimida} = 1.725\ cm^2$$

Armadura dispuesta

$$A_s = 5.655\ cm^2$$

$$A_{s'} = 5.655\ cm^2$$

$$A_{sr} := \frac{\frac{b}{cada} \cdot \pi}{4} \cdot {\phi_v}^2 = 0.503\ cm^2$$

$Verifica_{armadura.minima.traccionada} = \text{“OK”}$
$Verifica_{armadura.minima.reparto} = \text{“OK”}$
$Verifica_{armadura.minima.reparto} = \text{“OK”}$

Cálculo de la separación del armado dispuesto

$$s_{armadura\_tracc} := s_t = 10\ cm$$

$$s_{armadura\_comp} := \begin{cases} \text{if } sep \neq \text{“CALC”} \\ \quad \left\| \dfrac{b}{n_c} \right. \\ \text{else} \\ \quad \left\| \dfrac{b - 2 \cdot r_l - 2 \cdot \phi_v - \phi_c \cdot n_c}{n_c - 1} \right. \end{cases} = 20\ cm$$

Exigencias sobre disposición de armaduras

$$s_{max} := min(30\ cm, h \cdot 3) = 30\ cm$$

$$s_{min} := \max(2\ cm, 1.25 \cdot tma, \max(\phi_c, \phi_t)) = 2.5\ cm$$

$$\phi_{V.min} := \begin{cases} \text{if } \phi_v = 0 \\ \quad \left\| 0\ mm \right. \\ \text{else} \\ \quad \left\| \dfrac{\max(\phi_c, \phi_t)}{4} \right. \end{cases} = 3\ mm$$

$$s_{V.max} := min(30\ cm, 15 \cdot min(\phi_c, \phi_t)) = 18\ cm$$

$Verifica_{separacion.armaduras} = \text{“OK”}$
$Verifica_{disposicion.armadura.de.cortante} = \text{“ATENCIÓN. no verifica separciones de armado de cortante”}$

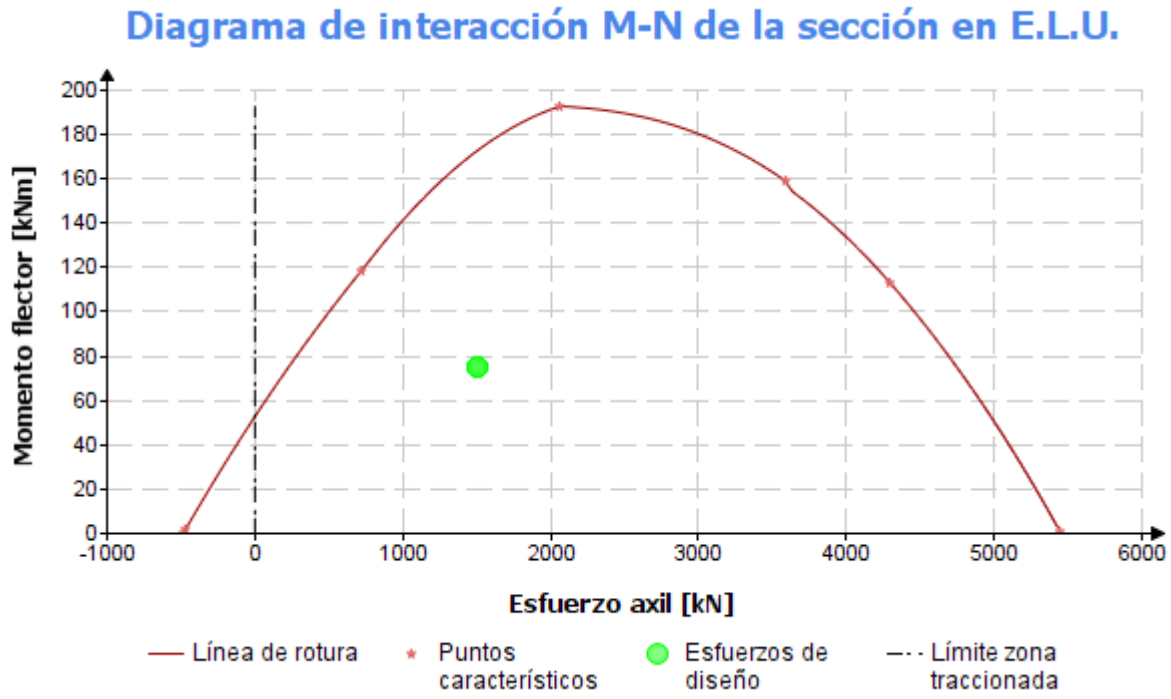
12. RESUMEN DE RESULTADOS.

Todas las verificaciones seccionales se realizan a la $edad = 28$ ***day*** del hormigón.

Verificación a E.L.U. flexocompresión mediante diagrama de interacción:

$Verificacion\_flexocompresion =$ "OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.U. flexocompresión recta"
$Ratio_{ELU.MAX} := \max\left(Ratio_{ELU}\right) = 72.012\%$ *OK*

$$CASO = \begin{bmatrix} \text{"Dip.ple.ELU"} \\ \text{"Dip.ple\_sense\_tracc.ELU"} \end{bmatrix} \quad num = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \end{bmatrix} \quad id\_ELU = \begin{bmatrix} \text{"ok"} \\ \text{"ok"} \end{bmatrix} \quad Ratio_{ELU_w} = \begin{bmatrix} 0.72 \\ 0.72 \end{bmatrix}$$



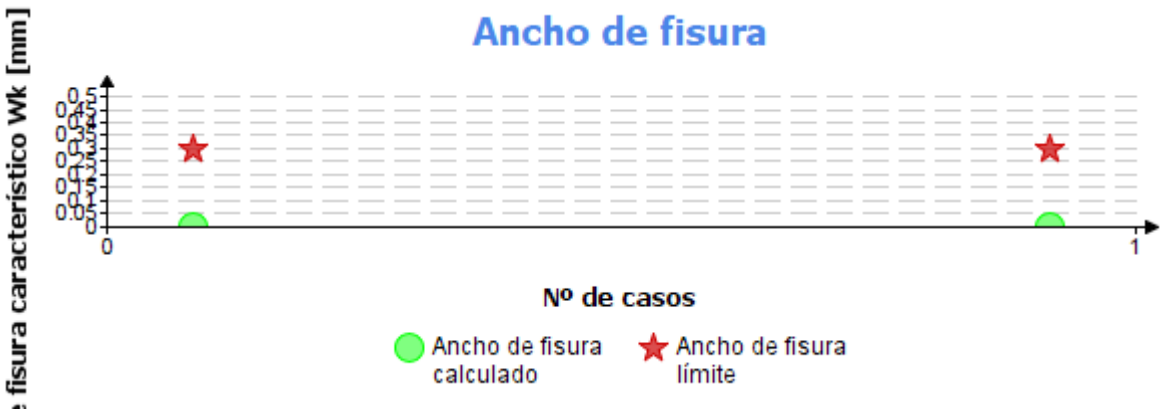
Verificación a E.L.S. fisuración :

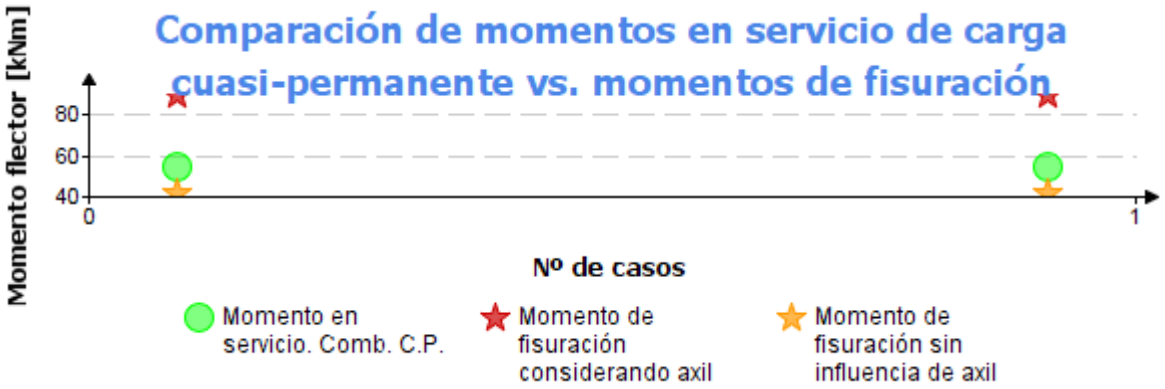
$Verificacion\_fisuracion\_traccion =$ "OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.S. fisuración"
$Ratio_{ELS\_fisuracion} := \max\left(Ratio\_E.L.S.\right) = 0$ *OK*
$Verificacion\_fisuracion\_microcompresion =$ "OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.S. fisuración"
$Ratio_{ELS\_microfisuracion} := \max\left(Ratio_{E.L.S.microfisuracion}\right) = 24.809\%$ *OK*

$Maxima\_apertura\_fisura := \max\left(Ancho\_fisura\right) = 0$ ***mm*** *OK* $w_{max} = 0.3$ ***mm***
$Maxima\_compresión := \max\left(\sigma_{comp.hormi}\right) = 4.46565$ ***MPa*** *OK* $0.6 \cdot f_{ck.j\_els} = 18$ ***MPa***

$M_{fis}\left(min\left(N_{k\_cp}\right)\right) = 89.751$ ***m·kN*** $M_{fis}\left(0\ \textbf{kN}\right) = 42.231$ ***m·kN*** $M_{k1.cp} = 55$ ***m·kN***

$$CASO.E.L.S. = \begin{bmatrix} \text{"Dip.ple.ELS"} \\ \text{"Dip.ple\_sense\_tracc"} \end{bmatrix} \quad fisura = \begin{bmatrix} \text{"NO"} \\ \text{"NO"} \end{bmatrix} \quad Ancho\_fisura = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \textbf{mm} \quad Ratio\_E.L.S. = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$





Verificación a E.L.U. cortante:

$Verificacion\_cortante =$ "OK. No necesita armadura de cortante"

$Verificacion\_armadura.minima.cortante =$ "ATENCIÓN. Armadura de cortante insuficiente"

$Ratio_{ELU.cort} := \max\left(\max\left(Ratio_{\_VU1}, Ratio_{\_cort}\right)\right) = 27.931\%$ *OK*

$armadura\_cortante = \begin{bmatrix} \text{"No necesaria"} \\ \text{"No necesaria"} \end{bmatrix}$ $Ratio_{\_VU1} = \begin{bmatrix} 0.083 \\ 0.083 \end{bmatrix}$ $Ratio_{\_VU2} = \begin{bmatrix} 0.262 \\ 0.262 \end{bmatrix}$ $Ratio_{\_cort} = \begin{bmatrix} 0.279 \\ 0.279 \end{bmatrix}$

Verificación disposiciones constructivas.

$Verifica_{armadura.minima.traccionada} =$ "OK"
$Verifica_{armadura.minima.reparto} =$ "OK"
$Verifica_{armadura.minima.reparto} =$ "OK"
$Verifica_{separacion.armaduras} =$ "OK"
$Verifica_{disposicion.armadura.de.cortante} =$ "ATENCIÓN. no verifica separciones de armado de cortante"

Ratio global

$Ratio_{global} = 72.012\%$ *OK*
$Verificación_{global} =$ "OK"

DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE EN ZAPATA RECTANGULAR. MÉTODO DE BRINCH-HANSEN SEGÚN G.C.O.C.

1. DATOS DE PARTIDA DEL TERRENO

Densidad natural del suelo $\gamma_{nat} := 20\ kN \cdot m^{-3}$
Densidad saturada del suelo $\gamma_{sat} := 20\ kN \cdot m^{-3}$

Ángulo de rozamiento: $\phi := 20\ °$
Cohesión aparente: $c' := 15\ kPa$

Sobrecarga adicional sobre el terreno de cimentación $q_{ad} := 100\ kPa$

Profundidad del nivel freático: $n_f := 10\ m$

Condiciones drenadas? $Drenadas :=$ "SI"
Normalmente consolidada? $Consolidada :=$ "SI"
Despreciar efecto de empotramiento de la zapata y considerarla superficial solamente? $Desp :=$ "NO"

2. PARÁMETROS DE LA CIMENTACIÓN PROPUESTA

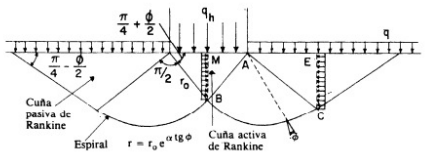
2.1. Parámetros de la cimentación reales

Profundidad de la cimentación $D := 0\ m$

Numeración de las cimentaciones: $Z := [\text{"Zapata\_1"}]$

Ancho de la cimentación: $B := \begin{bmatrix} 1 \\ 10 \end{bmatrix} m$ Longitud de la cimentación: $L := \begin{bmatrix} 10 \\ 100 \end{bmatrix} m$

3. ACCIONES PRINCIPALES EN LA CIMENTACIÓN



3.1. Acciones y ángulos característicos

Carga vertical en zapata: $V := 1100 \cdot \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} kN$
Carga horizontal lado B: $H_B := 0.01 \cdot \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} kN$ Momento sentido hacia B: $M_B := 0.01 \cdot \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} kN \cdot m$
Carga horizontal lado L: $H_L := 0.01 \cdot \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} kN$ Momento sentido hacia L: $M_L := 0.01 \cdot \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} kN \cdot m$

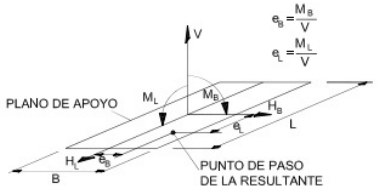
Cálculo de ángulos principales:

$$\delta_B := \operatorname{atan}\left(\frac{H_B}{V}\right) = \begin{bmatrix} 5.209 \cdot 10^{-4} \\ 5.209 \cdot 10^{-4} \end{bmatrix} \delta_L := \operatorname{atan}\left(\frac{H_L}{V}\right) = \begin{bmatrix} 5.209 \cdot 10^{-4} \\ 5.209 \cdot 10^{-4} \end{bmatrix} ° \quad H := \overrightarrow{\sqrt{H_B^{\,2} + H_L^{\,2}}} = \begin{bmatrix} 0.014 \\ 0.014 \end{bmatrix} kN$$

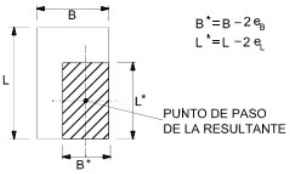
3.2. Parámetros de las zapatas equivalentes en caso de ser excéntricas

Vector de excentricidad lado corto:

$$e_B := \frac{\overrightarrow{M_B + H_B \cdot D}}{V} = \begin{bmatrix} 9.091 \cdot 10^{-6} \\ 9.091 \cdot 10^{-6} \end{bmatrix} m$$



Vector de excentricidad lado largo: $e_L := \frac{\overrightarrow{M_L + H_L \cdot D}}{V} = \begin{bmatrix} 9.091 \cdot 10^{-6} \\ 9.091 \cdot 10^{-6} \end{bmatrix} m_L$



Ancho equivalente: $B' := B - 2 \cdot e_B = \begin{bmatrix} 1 \\ 10 \end{bmatrix} m$

Largo equivalente: $L' := L - 2 \cdot e_L = \begin{bmatrix} 10 \\ 100 \end{bmatrix} m$

3.3. Parámetros del terreno a considerar en el cálculo de la capacidad portante

Peso específico del terreno a considerar:

$$\gamma_j := \text{for } i \in 0 .. \text{length}(B) - 1 \left| \begin{array}{l} \text{if } Drenadas = \text{“SI”} \\ \quad \text{if } n_f \le D \\ \quad\quad \gamma_{sat} - 10\ kN \cdot m^{-3} \\ \quad \text{else if } n_f - D \le B'_i \\ \quad\quad \gamma_{sat} - 10\ kN \cdot m^{-3} + \frac{n_f - D}{B'_i} \cdot \left(\gamma_{nat} - \left(\gamma_{sat} - 10\ kN \cdot m^{-3}\right)\right) \cdot 0.6 \\ \quad \text{else} \\ \quad\quad \gamma_{nat} \\ \text{else} \\ \quad \gamma_{nat} \end{array} \right| = \begin{bmatrix} 20 \\ 20 \end{bmatrix} kN \cdot m^{-3}$$

Ángulo de rozamiento del terreno a considerar:

$$\phi := \text{if } Drenadas = \text{“SI”} \left| \begin{array}{l} \phi \\ \text{else} \\ \quad 0\ ° \end{array} \right| = 20\ °$$

Cohesión efectiva del terreno a considerar:

$$c' := \text{if } Consolidada = \text{“SI”} \wedge Drenadas = \text{“SI”} \left| \begin{array}{l} 0\ kPa \\ \text{else} \\ \quad c' \end{array} \right| = 0\ kPa$$

Carga total uniformemente repartida en el terreno de cimentación:

$q := D \cdot \gamma_{nat} + q_{ad} = 100\ kPa$

Cálculo de la peresión de agua

$$u := \text{if } Drenadas = \text{"SI"} \left\| \begin{array}{l} \text{if } n_f \le D \\ \quad \left\| \left(D - n_f\right) \cdot 10\ kN \cdot m^{-3} \right. \\ \text{else} \\ \quad \left\| 0\ kPa \right. \end{array} \right. \left\| \begin{array}{l} \text{else} \\ \quad \left\| 0\ kPa \right. \end{array} \right. = 0\ kPa$$

Carga efectiva:

$q' := q - u = 100\ kPa$

4. CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA ZAPATA. BRINCH-HANSEN [1970]

Cálculo coeficientes principales formulación de Brinch-Hansen

$$N_q := e^{(\pi \cdot \tan(\phi))} \cdot \frac{1 + \sin(\phi)}{1 - \sin(\phi)} = 6.399 \qquad N_c := \text{if } \phi \neq 0\ ° \left\| \frac{N_q - 1}{\tan(\phi)} \right. \left\| \begin{array}{l} \text{else} \\ \quad \left\| \pi + 2 \right. \end{array} \right. = 14.835 \qquad N_\gamma := 2 \cdot \left(N_q - 1\right) \cdot \tan(\phi) = 3.93$$

Cálculo coeficientes de forma

$$s_q := 1 + \frac{\overrightarrow{N_q}}{N_c} \cdot \frac{\overrightarrow{B'}}{L'} = \begin{bmatrix} 1.043 \\ 1.043 \end{bmatrix} \qquad s_c := 1 + \frac{\overrightarrow{N_q}}{N_c} \cdot \frac{\overrightarrow{B'}}{L'} = \begin{bmatrix} 1.043 \\ 1.043 \end{bmatrix} \qquad s_\gamma := 1 - \overrightarrow{0.3 \cdot \frac{B'}{L'}} = \begin{bmatrix} 0.97 \\ 0.97 \end{bmatrix}$$

Cálculo coeficientes de profundidad

$$jj := 0 \,..\, \text{length}(B) - 1 \qquad D\_{jj} := \text{for } z \in 0 \,..\, \text{length}(B) - 1 \left\| \text{if}\left(D \le 2 \cdot B'_z, D, 2 \cdot B'_z\right) \right. = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} m$$

$$d_q := \text{if } Desp \neq \text{"SI"} \left\| 1 + 2 \cdot \tan(\phi) \cdot \left(\left(1 - \sin(\phi)\right)^2\right) \cdot \text{atan}\left(\frac{D\_}{B'}\right) \right. \left\| \begin{array}{l} \text{else} \\ \quad \left\| 1 \right. \end{array} \right. = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$d_c := \text{if } Desp \neq \text{“SI”} \left\| \begin{array}{l} \text{if } \phi \neq 0\ ^\circ \\ \quad \left\| 1 + 2 \cdot \frac{N_q}{N_c} \cdot \left((1 - \sin(\phi))^2 \right) \cdot \operatorname{atan}\left(\frac{D}{B'} \right) \right. \\ \text{else} \\ \quad \| s_q \\ \text{else} \\ \quad \| 1 \end{array} \right. = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} \qquad d_\gamma := 1$$

Cálculo coeficientes de inclinación de la carga

$$i_q := \text{if } \phi \neq 0 \left\| \begin{array}{l} \left(1 - 0.7 \cdot \frac{\tan(\delta_B)}{1 + \frac{\overrightarrow{B' \cdot L' \cdot c'}}{\overrightarrow{V \cdot \tan(\phi)}}} \right)^3 \cdot \left(1 - \frac{\tan(\delta_L)}{1 + \frac{\overrightarrow{B' \cdot L' \cdot c'}}{\overrightarrow{V \cdot \tan(\phi)}}} \right) \\ \text{else} \\ \quad \| 1 \end{array} \right. = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$i_\gamma := \text{if } \phi \neq 0 \left\| \begin{array}{l} \left(1 - \frac{\tan(\delta_B)}{1 + \frac{\overrightarrow{B' \cdot L' \cdot c'}}{\overrightarrow{V \cdot \tan(\phi)}}} \right)^3 \cdot \left(1 - \frac{\tan(\delta_L)}{1 + \frac{\overrightarrow{B' \cdot L' \cdot c'}}{\overrightarrow{V \cdot \tan(\phi)}}} \right) \\ \text{else} \\ \quad \| 0 \end{array} \right. = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} \qquad i_c := \text{if } \phi \neq 0 \left\| \begin{array}{l} \frac{\overrightarrow{i_q \cdot N_q - 1}}{N_q - 1} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \frac{1}{2} \cdot \left(1 + \sqrt{1 - \frac{\overrightarrow{H}}{\overrightarrow{B' \cdot L' \cdot c'}}} \right) \right. \end{array} \right. = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$$

Cálculo de la tensión de rotura por Brinch-Hansen [1970]

$$q'_h := \overrightarrow{q' \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot N_q} + \overrightarrow{c' \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot N_c} + \frac{1}{2} \cdot \overrightarrow{\gamma \cdot B' \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot N_\gamma} = \begin{bmatrix} 705.65 \\ 1048.76 \end{bmatrix} \textbf{\textit{kPa}}$$

Cálculo de la tensión admisible total

$$q_h := q'_h + u = \begin{bmatrix} 705.649 \\ 1.049 \cdot 10^3 \end{bmatrix} \textbf{\textit{kPa}}$$

Cálculo de la tensión admisible neta

$$q_{h\_neta} := q_h - D \cdot \gamma_{nat} = \begin{bmatrix} 705.649 \\ 1.049 \cdot 10^3 \end{bmatrix} \ kPa$$

Cálculo de la tensión admisible por el terreno, aplicando factor de seguridad $\gamma_R := 2.6$

$$q_{adm} := \frac{q_{h\_neta}}{\gamma_R} + D \cdot \gamma_{nat} = \begin{bmatrix} 271.4 \\ 403.37 \end{bmatrix} \ kPa \quad q_{adm} = \begin{bmatrix} 2.768 \\ 4.113 \end{bmatrix} \frac{kgf}{cm^2}$$

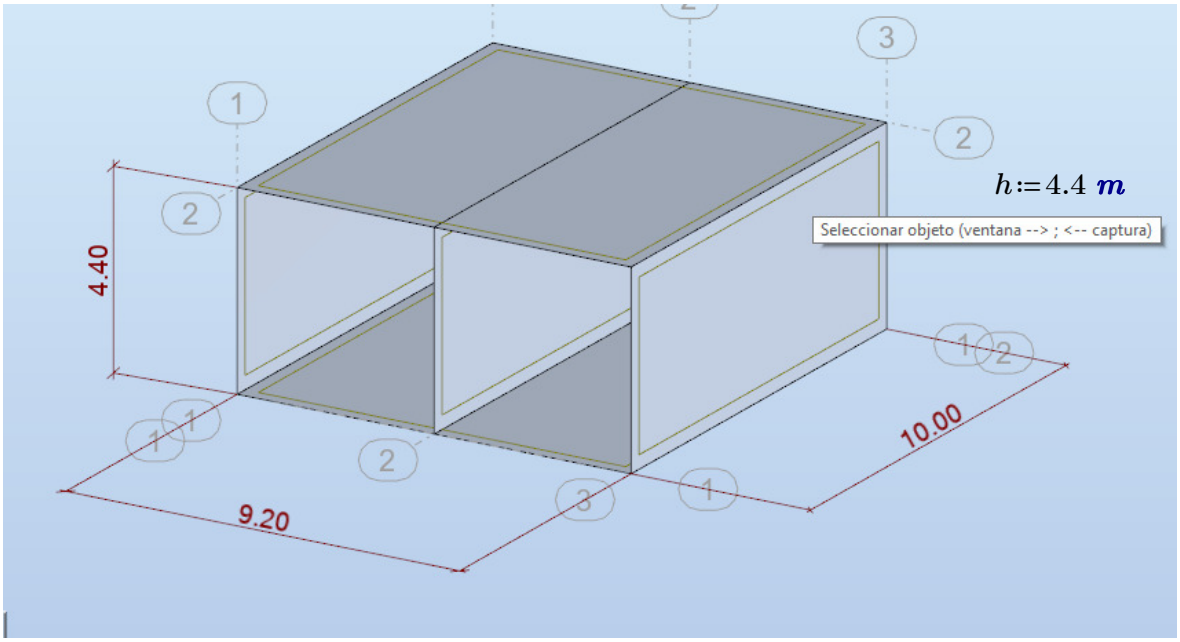
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES

Las zapatas $Z = [\text{“Zapata\_1”}]$ de dimensiones $B = \begin{bmatrix} 1 \\ 10 \end{bmatrix} m$ y $L = \begin{bmatrix} 10 \\ 100 \end{bmatrix} m$ tienen cargas de hundimiento en E.L.U. iguales a $q_{adm} = \begin{bmatrix} 2.77 \\ 4.11 \end{bmatrix} \frac{kgf}{cm^2}$ respectivamente, habiendo aplicado ya el factor de seguridad $\gamma_R = 2.6$ para combinación característica

ANÁLISIS CAJÓN DE HORMIGÓN ARMADO

1. HIPÓTESIS DE PARTIDA

Geometría modelo



Datos materiales

Hormigón: $f_{ck} := 30\ MPa$ $\gamma_c := 1.5$ $\alpha_{cc} := 1$

Acero pasivo: $f_{yk} := 500\ MPa$ $\gamma_s := 1.15$ $f_{ydc} := 400\ MPa$

Edad del hormigón: $j := 28\ day$

Control indirecto del hormigón? $contr :=$ "NO" (poner "NO si control Estadístico (usual)" sino poner "SI" ., ver Art.86.5.6 EHE-08)

Recubrimiento nominal: $r_{nom} := 35\ mm$

Obertura de fisura admisible: $w_{k.max} := 0.3\ mm$

Control indirecto del hormigón? $contr :=$ "NO" (poner "NO si control Estadístico (usual)" sino poner "SI" ., ver Art.86.5.6 EHE-08)

Coeficiente k2 (poner 1 si carga instantánea o poner 0,5 si carga duradera) $k_2 := 0.5$

Coeficiente β (poner 1.7 si es fisuración por cargas o 1.3 si es por deformaciones) $\beta := 1.7$

Datos del tipo de cemento utilizado:

Coeficiente del tipo de cemento $s_{cemento} := 0.25$ (si cemento normal s=0.25; si cemento rápido s=0.2, si cemento lento s=0.38

Coeficiente de retracción $\alpha_{ds1} := 4$ (si cemento normal α_{ds1} =4; si cemento rápido α_{ds1} =6, si cemento lento α_{ds1} =3)

Coeficiente de retracción $\alpha_{ds2} := 0.12$ (si cemento normal α_{ds2} =0.12; si cemento rápido α_{ds2} =0.11; si cemento lento α_{ds2} =0.13)

Datos del terreno

Presión de hundimiento: $\sigma_{adm} := 250\ kPa$

Asiento máximo admisible en servicio: $s_{max} := 1.5\ cm$

Módulo para losa de 10 m x 2,4 m (K min)

$$K_{30} := 8\ \frac{kgf}{cm^3} = \left(7.845 \cdot 10^4\right)\ \frac{kN}{m^3}$$

Resistència compressió simple	Càrrega de trencament (q_u)	2,18 - 2,98 kg/cm²
	Deformació	3,65 - 4,46 %
	Angle de trencament (θ)	53-64º

Valores de K30 en Kg/cm3 por Jimenez Salas		
Tipo Suelo	K30 min	K30 max
Suelo Fangoso	0,5	1,5
Arena seca o húmeda, suelta (Nspt 3 a 9)	1,2	3,6
Arena seca o húmeda, media (Nspt 9 a 30)	3,6	12
Arena seca o húmeda, densa (Nspt 30 a 50)	12	24
Grava fina con arena fina	8	10
Grava media con arena fina	10	12
Grava media con arena gruesa	12	15
Grava gruesa con arena gruesa	15	20
Grava gruesa firmemente estratificada	20	40
Arcilla blanda qu 0,25 a 0,5 kg/cm2	0,65	1,3
Arcilla media qu 0,5 a 2,0 kg/cm2	1,3	4
Arcilla compacta qu 2,0 a 4,0 kg/cm2	4	8
Arcilla margosa dura qu= 4 a 10 kg/cm2	8	21
Marga arenosa rígida	21	44
Arena de miga y tosco	22	110
Marga	22	2200
Caliza margosa alterada	150	220
Caliza sana	885	36000
Granito meteorizado	30	9000
Granito sano	1700	3600

Ancho de la zapata: $B := 10\ m$

Largo de la zapata: $L := 10\ m$

El terreno no tiene comportamiento granular.
Repercusión de granular $R_{gran} := 0\%$

El terreno tiene cierta cohesión.
Repercusión de cohesivos $R_{coh} := 100\%$

Cálculo del módulo de balasto de la zapata:

$$K_{losa} := \frac{2}{3} \cdot K_{30} \cdot \left(\left(\frac{B + 0.3\ m}{2 \cdot B} \right)^2 \cdot R_{gran} + \left(\frac{0.3\ m}{B} \right) \cdot R_{coh} \right) \cdot \left(1 + \frac{B}{2 \cdot L} \right) = 2353.6\ \frac{1}{m^3} \cdot kN$$

Cálculo del módulo de balasto con el módulo de deformación (contraste)

- Fórmula de **Vogt**:

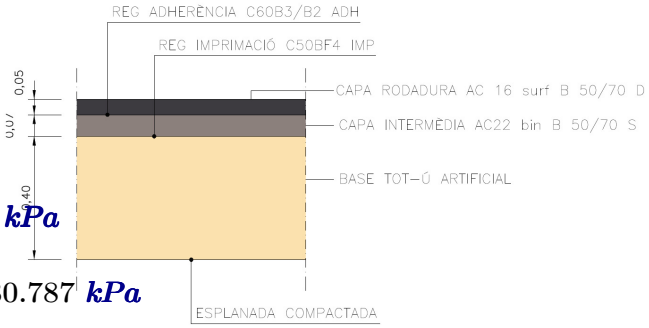
$$k = 1{,}33 \frac{E}{\sqrt[3]{LB^2}} \qquad E := 40\ \frac{MN}{m^2}$$

$$k := 1.33 \cdot \frac{E}{\sqrt[3]{L \cdot B^2}} = 5320\ \frac{kN}{m^3}$$

Módulo según informe de prefabricador (K max)

$$K_{prefabricador} := 34000\ \frac{kN}{m^3}$$

2. ACCIONES CONSIDERADAS



Cargas de tierras introducidas en el modelo:

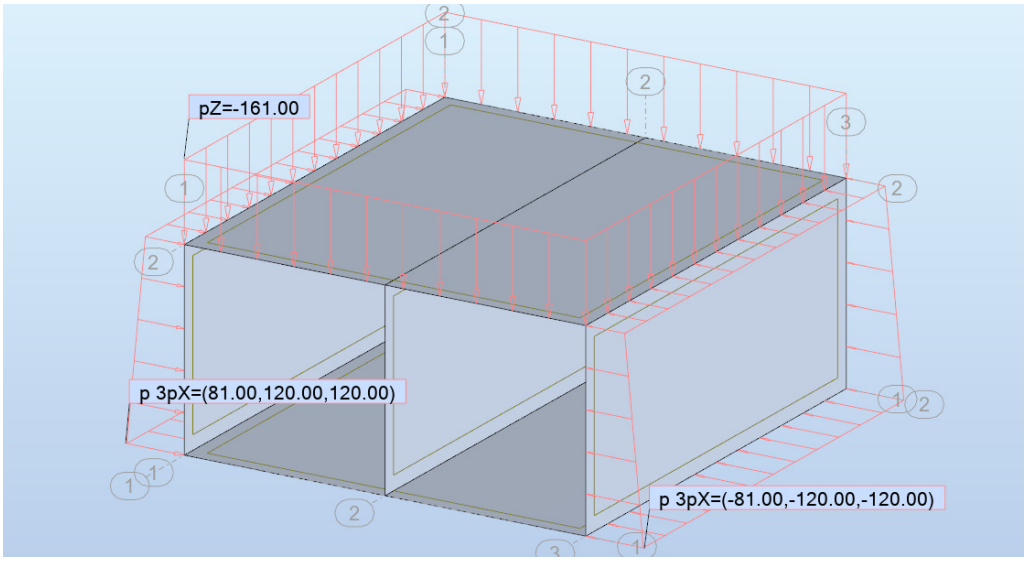
$h_{pavimento} := 0.12\ m$ $\gamma_{pavimento} := 2.3\ \frac{tonnef}{m^3}$

$h_{tierras} := 9\ m$ $\gamma_{tierras} := 1.8\ \frac{tonnef}{m^3}$ $K_0 := 0.5$

$q_{tierras} := h_{tierras} \cdot \gamma_{tierras} + h_{pavimento} \cdot \gamma_{pavimento} = 161.574\ kPa$

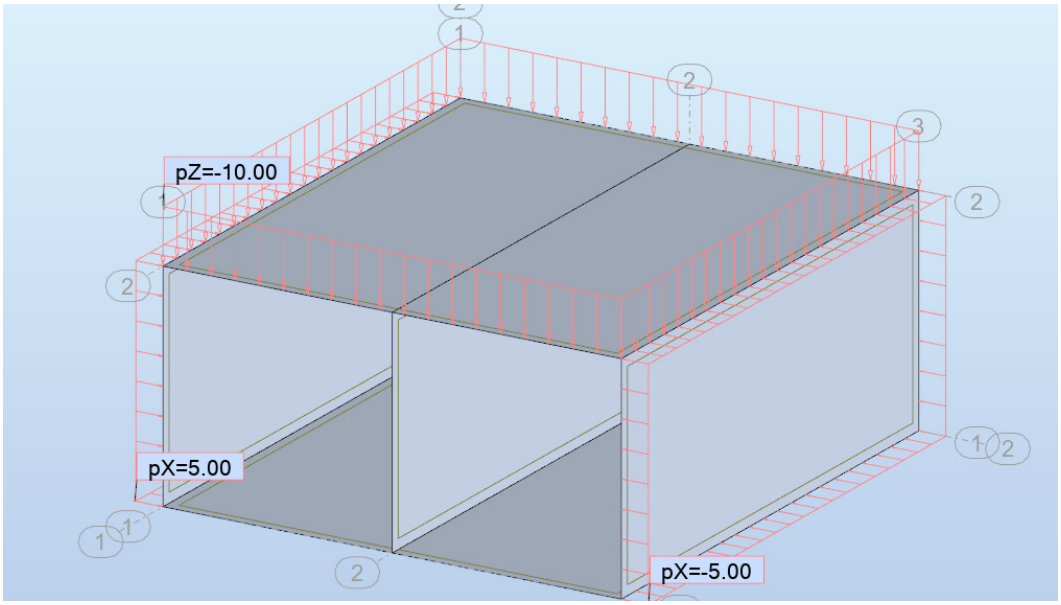
$e_{tierras\_1} := K_0 \cdot \left(h_{tierras} \cdot \gamma_{tierras} + h_{pavimento} \cdot \gamma_{pavimento}\right) = 80.787\ kPa$

$e_{tierras\_2} := K_0 \cdot \left(h_{tierras} + h_{pavimento} + h\right) \cdot \gamma_{tierras} = 119.327\ kPa$



Sobrecarga repartida de tráfico introducida en el modelo

$sc_{uniforme} := 10\ kPa$ $e_{sc} := 10\ kPa \cdot K_0 = 5\ kPa$



Sobrecarga vehículo

Apartado 2.1.4.1 de la instrucción del instituto Eduardo Torroja para tubos de hormigón armado o pretensado

Se admite que una carga concentrada Q, aplicada en la superficie del terreno, se transmite uniformemente en profundidad, en el interior de un tronco de pirámide, de igual pendiente, cuyas aristas están redondeadas y cuyas caras laterales forman un ángulo de 35° con la vertical.

$$\alpha_{reparto} := 35\ °$$

$$sc_{vehiculo} := \frac{150\ kN}{\left(0.4\ m + 2 \cdot \left(h_{tierras} + h_{pavimento}\right) \cdot \tan\left(\alpha_{reparto}\right)\right) \cdot \left(0.4\ m + 2 \cdot \left(h_{tierras} + h_{pavimento}\right) \cdot \tan\left(\alpha_{reparto}\right)\right)}$$

$$huella := \left(0.4\ m + 2 \cdot \left(h_{tierras} + h_{pavimento}\right) \cdot \tan\left(\alpha_{reparto}\right)\right) = 13.172\ m$$

Coeficientes parciales para la mayoración de acciones

Coeficiente parcial de mayoración de acciones permanentes: $\gamma_g := 1.35$

Coeficiente parcial de mayoración de acciones variables: $\gamma_q := 1.5$

Coeficientes de combinación para combinación casi permanente de E.L.S.

Factor de combinación para combinación casi permanente E.L.S. sobrecarga: $\Psi_{2.q} := 0$

Carga axil a largo plazo:

Se considera el cálculo en la losa con un valor de carga axial $N_{k.min} := 0\ tonnef$ por cada metro. Con este valor los cálculos están del lado de la seguridad

3. ESFUERZOS Y DIMENSIONAMIENTO ARMADO EN E.L.U. Y E.L.S.

3.1. Losa inferior

Tipo de elemento: $tip := \text{“losa”}$ ["losa", "muro_vert", "muro_hori"] $juntas := 1.6\ m$ (solo en muro)

Solicitación para considerar armadura mínima mecánica? $sol := \text{“FLEX”}$ ("FLEX","COMP","TRAC") $N_{ed} := 0\ kN$

Cálculo de resistencias del hormigón

$h := 0.4\ m \qquad b := 1\ m$

$$f_{ck.j} := f_{ck} \cdot e^{s_{cemento} \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28\ day}{j}}\right)} = 30\ MPa$$

$$f_{cd} := \alpha_{cc} \cdot f_{ck.j} \cdot \gamma_c^{-1} = 20\ MPa \qquad f_{ctm} := 0.3 \cdot \left(f_{ck} \cdot MPa^{-1}\right)^{\frac{2}{3}} MPa = 2.896\ MPa$$

$$f_{ct.m.j} := f_{ctm} \cdot e^{s_{cemento} \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28\ day}{j}}\right)} = 2.896\ MPa$$

$$f_{ctm.fl} := \max\left(\left(1.6 - \frac{h}{100\ cm}\right) \cdot f_{ct.m.j}, f_{ct.m.j}\right) = 3.476\ MPa$$

Cálculo de resistencias del hormigón considerando la compresión del tablero

$$f_{ctm.fl\_N} := f_{ctm.fl} + \frac{N_{k.min}}{b \cdot h} = 3.476\ MPa$$

Cálculo de módulos de deformación del hormigón:

$$E_{cm} := 8500 \cdot \sqrt[3]{f_{ck} \cdot MPa^{-1} + 8} \cdot MPa = 28.577\ GPa$$

$$E_{cm.j} := \left(e^{s_{cemento} \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28\ day}{j}}\right)}\right)^{0.3} \cdot E_{cm} = 28.577\ GPa$$

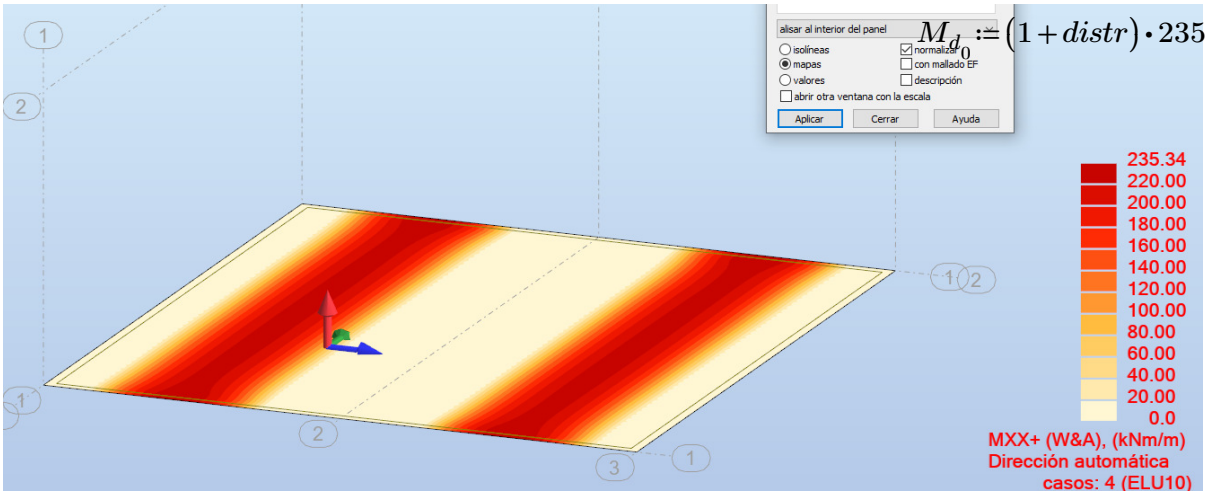
Cálculo de la inercia bruta de la sección:

$$I := \frac{b \cdot h^3}{12} = \left(5.333 \cdot 10^5\right)\ cm^4$$

Esfuerzos en ELU:

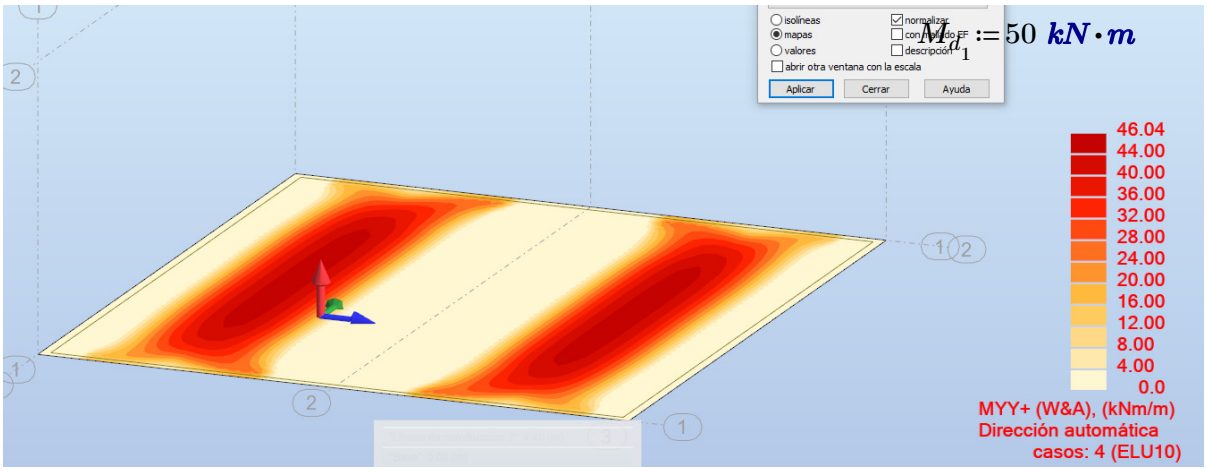
Los esfuerzos son obtenidos mediante el software de elementos finitos Robot Structural.
A continuación se muestran los momentos Wood and Armer obtenidos para el dimensionamiento de la armadura. En el cálculo de dichos momentos W&A se tiene en cuenta los momentos torsores de lámina.
Se considera una redistribución de los momentos flectores de un 15% $distr := 15\%$

Momento flector My W&A en ELU. (Armadura cara superior X)



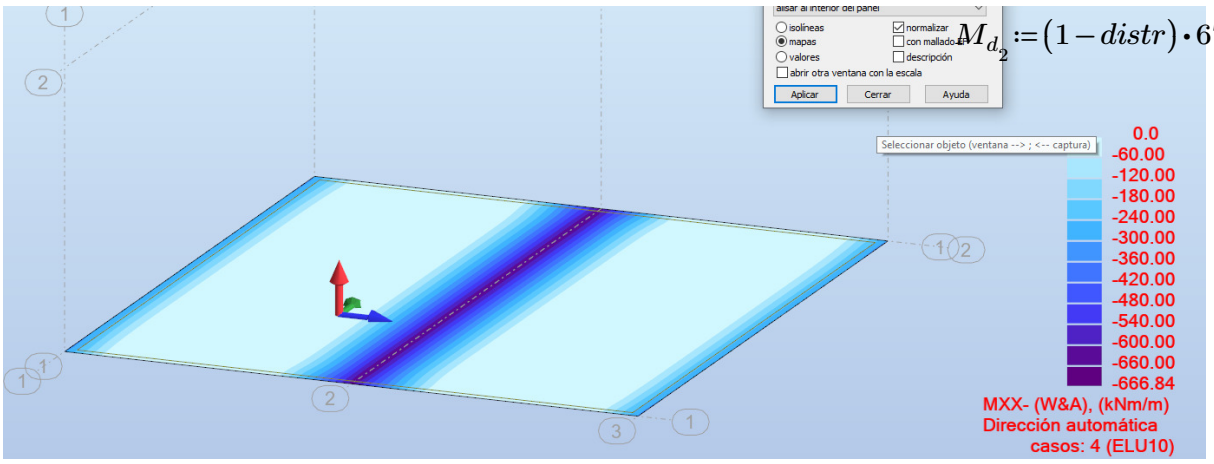
$$M_{d_0} := (1 + distr) \cdot 235 \ kN \cdot m$$

Momento flector Mx W&A en ELU. (Armadura cara superior Y)



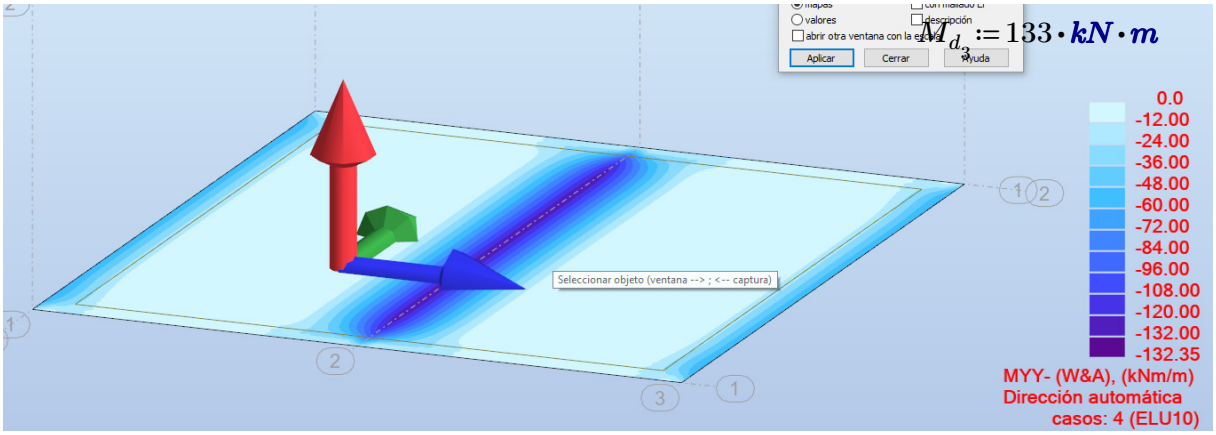
$$M_{d_1} := 50 \ kN \cdot m$$

Momento flector My W&A en ELU. (Armadura cara inferior X)

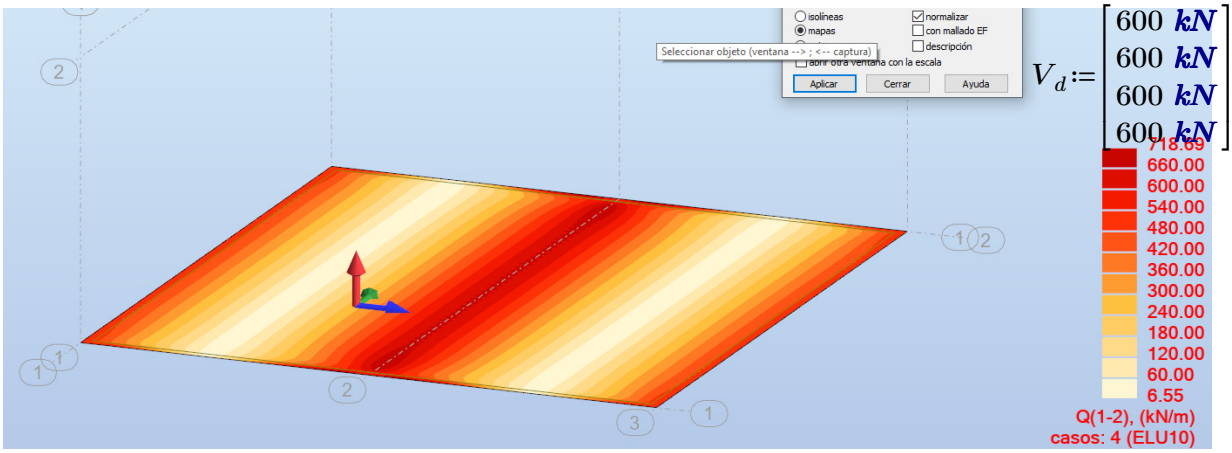


$$M_{d_2} := (1 - distr) \cdot 670 \cdot kN \cdot m$$

Momento flector Mx W&A en ELU. (Armadura cara inferior Y)



Cortante Q de cálculo en ELU



Verificación ELU. Dimensionamiento armado.

Armaduras transversales y longitudinales previstas:

id	ϕ_{l_base} (mm)	sep_{base} (cm)	ϕ_{l_ref} (mm)	$intercalar_{ref}$	ϕ_{COMP} (mm)	sep_{COMP} (cm)
"Cara_superior_X"	16	10	0	0	25	10
"Cara_superior_Y"	16	20	0	0	16	20
"Cara_inferior_X"	25	10	6	0	25	10
"Cara_inferior_Y"	16	20	0	0	16	20

Armadura de cortante:

$id\_cortante$	ϕ_v (mm)	$cada$ (cm)	n_{rv}
"Cara_inferior_Y"	12	20	5
"Cara_inferior_X"	12	20	5
"Cara_superior_Y"	12	20	5
"Cara_superior_X"	12	20	5

id : Identificación armado
ϕ_{l_base} : Diámetro armado base de tracción
sep_{base} : Separación armado base de tracción
ϕ_{l_ref} : Diámetro armado refuerzo supletorio de tracción
$intercalar_{ref}$: Barras de refuerzo intercaladas al armado base
ϕ_{COMP} : Diámetro armado de compresión
sep_{COMP} : Separación armado de compresión
Nota: La armadura de compresión solo se usa para el análisis de fisuración

$id\_cortante$: Identificación armado cortante
$cada$: Separación entre alineación de cercos/ramas
ϕ_v : Diámetro de los cercos/ramas
n_{rv} : Número de ramas

Diseño a flexión simple EHE-08

$$M_u = \begin{bmatrix} 292.97 \\ 151.26 \\ 638.44 \\ 151.26 \end{bmatrix} m \cdot kN \qquad As_{disp\_tracc} = \begin{bmatrix} 20.11 \\ 10.05 \\ 49.09 \\ 10.05 \end{bmatrix} cm^2$$

Diseño a cortante

$$V_{u1} = \begin{bmatrix} 3.379 \cdot 10^3 \\ 3.379 \cdot 10^3 \\ 3.336 \cdot 10^3 \\ 3.379 \cdot 10^3 \end{bmatrix} kN \qquad V_{cu.min} = \begin{bmatrix} 226.04 \\ 226.04 \\ 224.1 \\ 226.04 \end{bmatrix} kN \qquad V_{cu} + V_{su} = \begin{bmatrix} 743.819 \\ 760.701 \\ 686.259 \\ 760.701 \end{bmatrix} kN$$

Armadura mínima

$$A_{s.min.geom.cara\_tracc} = \begin{bmatrix} 3.6 \\ 3.6 \\ 3.6 \\ 3.6 \end{bmatrix} cm^2 \qquad A_{s.min.mec.flex\_tracc} = \begin{bmatrix} 5.947 \\ 4.282 \\ 0 \\ 6.16 \end{bmatrix} cm^2$$

Tabla de armado transversal, longitudinal y de cortante

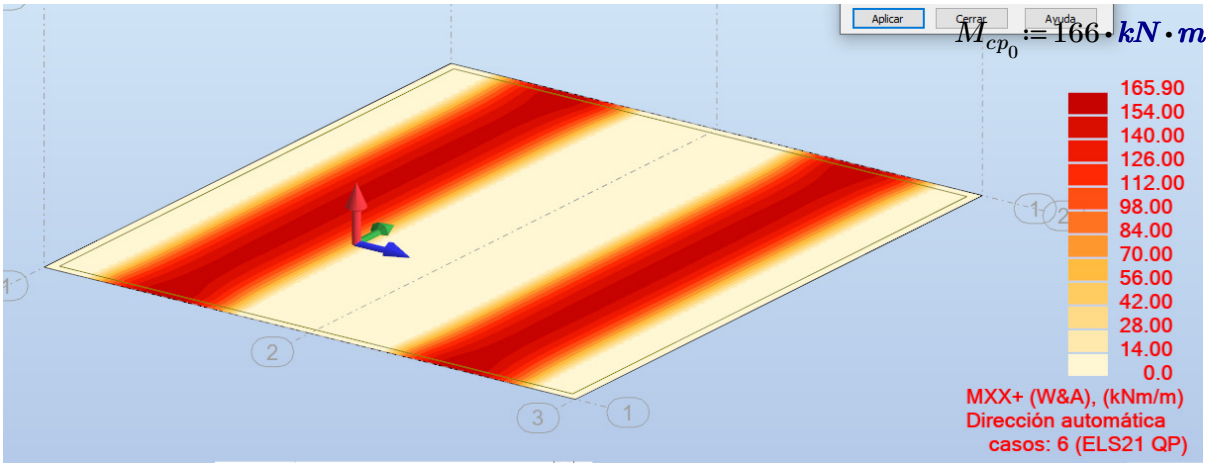
TABLA DE ARMADO DE LÁMINAS A FLEXIÓN SIMPLE CONFORME EHE-08								
Espesor [mm]	400	Ancho [mm]	1000	Tipo elemento	losa	rec.nom [mm]	35	
fck [MPa]	30	fyk [MPa]	500	wk_adm [mm]	0.3			
yc	1.5	ys	1.15	fyd.c [MPa]	400	θ bielas [°]	45	als_2020

ID	Ø armado.base.tracción [mm]	separacion armado.base.tracción [cm]	Momento de cálculo Md(kNm)	Momento último flexión simple Mu [kNm]	Ratio de trabajo armadura flexión	Armadura dispuesta (cm2)	Armadura requerida (cm2)	
Cara_superior_X	16	10	270.25	292.97	0.92	20.11	18.55	
Cara_superior_Y	16	20	50	151.26	0.43	10.05	3.32	
Cara_inferior_X	25	10	569.5	638.44	0.89	49.09	43.79	
Cara_inferior_Y	16	20	133	151.26	0.88	10.05	8.84	

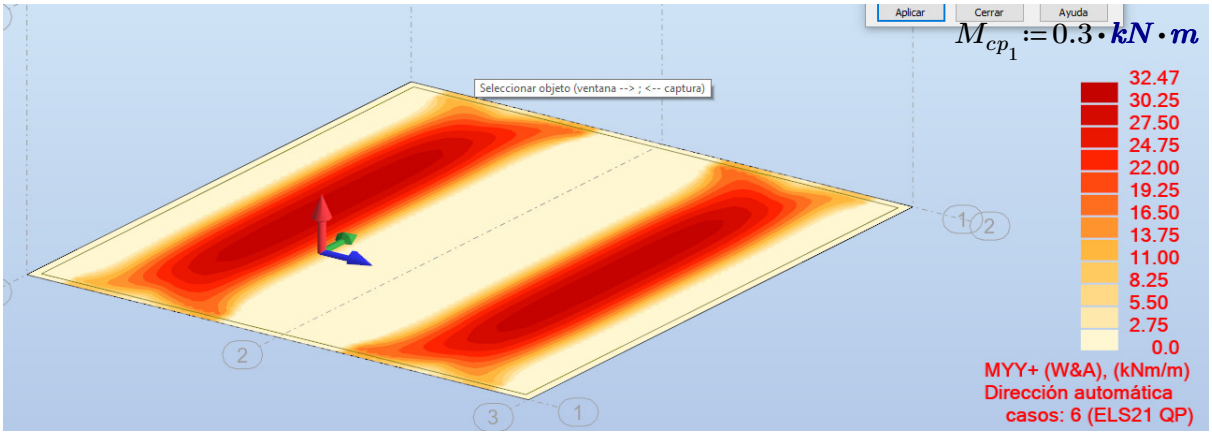
ID	Cortante de cálculo Vd [kN]	Cortante último biela comprimida Vu1 [kN]	Cortante para no requerir armdura de cortante Vcu [kN]	Cortante resistente con armadura de cortante Vu2 [kN]	Ratio de trabajo armadura cortante		Armadura mínima geométrica cara traccionada As_min.geom [cm2]	Armadura mínima mecánica cara traccionada As_min.mec [cm2]
Cara_superior_X	600.00	3378.68	226.04	743.82	0.81		3.60	5.95
Cara_superior_Y	600.00	3378.68	226.04	760.70	0.79		3.60	4.28
Cara_inferior_X	600.00	3336.10	257.33	686.26	0.87		3.60	0.00
Cara_inferior_Y	600.00	3378.68	226.04	760.70	0.79		3.60	6.16

Esfuerzos E.L.S. Combinación cuasipermanente

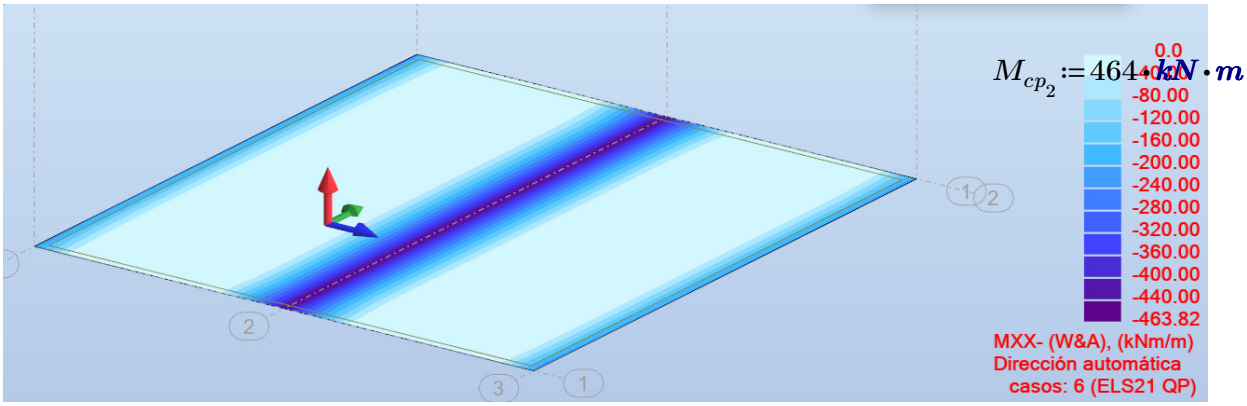
Momento flector X W&A en ELS cuasipermanente. (cara superior x)



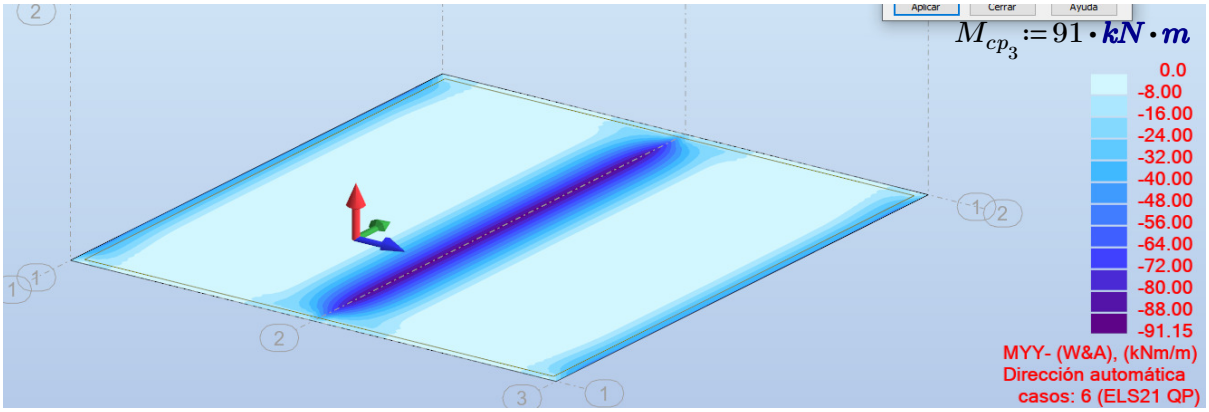
Momento flector Y W&A en ELS cuasipermanente. (cara superior y)



Momento flector X W&A en ELS cuasipermanente. (cara inferior x)



Momento flector Y W&A en ELS cuasipermanente. (cara inferior y)



Verificación ELS fisuración

Diseño a fisuración

$$M_{fis} = \begin{bmatrix} 92.69 \\ 92.69 \\ 92.69 \\ 92.69 \end{bmatrix} m \cdot kN \qquad M_{u\_fis} = \begin{bmatrix} 43.254 \\ 43.254 \\ 43.254 \\ 43.254 \end{bmatrix} m \cdot kN$$

Diseño apertura de fisuras

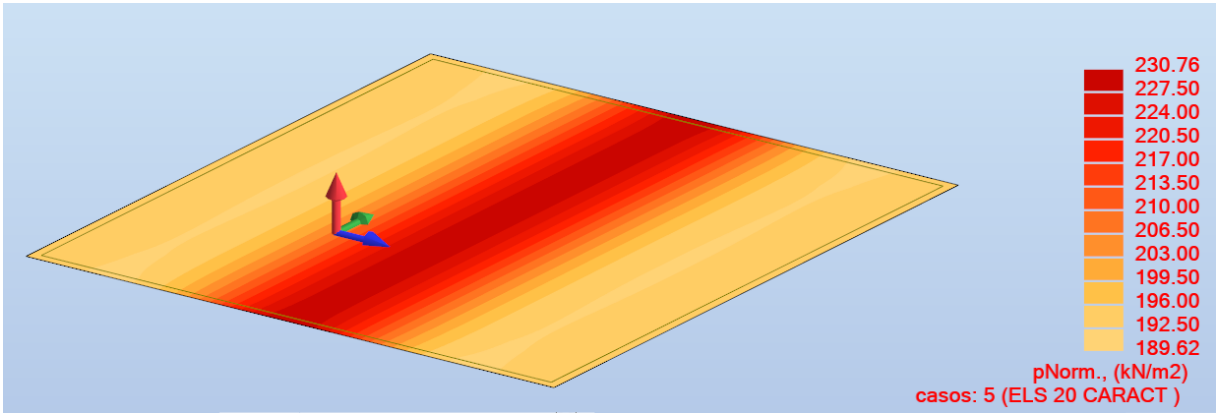
$$Mk = \begin{bmatrix} 200.15 \\ 103.97 \\ 478.34 \\ 103.97 \end{bmatrix} m \cdot kN \qquad w_{calc} = \begin{bmatrix} 0.3 \\ 0.3 \\ 0.3 \\ 0.3 \end{bmatrix} mm$$

Tabla de verificación del ELS fisuración

TABLA DE ARMADO DE LÁMINAS A FLEXIÓN SIMPLE CONFORME EHE-08								
Espesor [mm]	400	Ancho [mm]	1000	Tipo elemento	losa	rec.nom [mm]	35	
fck [MPa]	30	fyk [MPa]	500	wk_adm [mm]	0.3	k2 fisuracion	0.5	
γc	1.5	γs	1.15	fyd.c [MPa]	400	θ bielas [°]	45	als_2020
ID	Ø armado.base. tracción [mm]	separacion armado.base. tracción [cm]	Momento de fisuración flexo-tracción Mfis [kNm]	Momento en servicio que alcanza el límite de fisura M_wk.adm [kNm]	Momento en combinación cuasipermnente Mcp(kNm)	Ratio de trabajo ELS fisuración		
Cara_superior_X	16	10	92.69	200.15	166	0.83		
Cara_superior_Y	16	20	92.69	103.97	0.3	no_fisura		
Cara_inferior_X	25	10	92.69	478.34	464	0.97		
Cara_inferior_Y	16	20	92.69	103.97	91	no_fisura		

4. PRESIONES TRANSMITIDAS AL TERRENO

Transmisión de presiones al terreno



$\sigma := 231\ \boldsymbol{kPa} < \sigma_{adm} = 250\ \boldsymbol{kPa}$ *OK*

VERIFICACIÓ DE HASTIAL CENTRAL
E.L.U. I E.L.S. FLEXO-TRACCIÓ

1. CARACTERÍSTICAS SECCIONALES Y MECÁNICAS

Canto de la sección: $h := 40\ cm$
Ancho de la sección: $b := 100\ cm$
Recubrimiento nominal armadura de compresión: $r_c := 35\ mm$
Recubrimiento nominal armadura de tracción: $r_t := 90\ mm$
Recubrimiento lateral: $r_l := 0\ mm$
Diámetro de la armadura de tracción: $\phi_t := 16\ mm$

Diámetro de la armadura de compresión: $\phi_c := 25\ mm$ Número de barras comprimidas: $n_c := \frac{1}{0.1}$

Diámetro cercos de cortante: $\phi_v := 12\ mm$ $cada := 20\ cm$ Número de ramas: $n_{rv} := \frac{1}{0.2} = 5$

La armadura de cortante afecta al recubrimiento? $af_v := 0$ (poner 1 si afecta, 0 si no afecta)
Disposición de filas de armado propuestas:

$filas := [1]$ $n_{barra\_fila} := \left[\frac{1}{0.1}\right]$ $\Phi := [16] \cdot mm$ $y_{barra\_fila} := r_t + \phi_v \cdot af_v + [0.5 \cdot \phi_t] = [9.8]\ cm$

Disposición de armadura de refuerzo en cara traccionada barras $\Phi_{ref} := 12\ mm$
intercalando $n_{int} := 0$ barra entre armado principal de tracción propuesto

---

Número total de barras (no cuenta refuerzo): $n_t := |n_{barra\_fila} \cdot id| = 10$
Número total de filas: $n_{filas} := id \cdot id = 1$

Separación armadura traccionada: $sep := 10\ cm$ (poner "CALC" si se quiere considerar la calculada)
Hormigón empleado $f_{ck} := 30\ MPa$ $f_{ck\_els} := 30\ MPa$ $\gamma_c := 1.5$
Acero pasivo $f_{yk} := 500\ MPa$ $\gamma_s := 1.15$
Coeficiente de cansancio del hormigón: $\alpha_{cc} := 1$ Tamaño árido $tma := 20\ mm$
Control indirecto del hormigón? $contr := \text{“NO”}$ (poner "NO si control Estadístico (usual)" sino poner "SI" ., ver Art.86.5.6 EHE-08)
Anchura característica de fisura máxima: $w_{max} := 0.3\ mm$
Edad del hormigón para la verificación seccional: $edad := 28\ day$

Datos del tipo de cemento utilizado:
Coeficiente del tipo de cemento $s_s := 0.25$ (si cemento normal s=0.25; si cemento rápido s=0.2, si cemento lento s=0.38)
Coeficiente de retracción $\alpha_{ds1} := 4$ (si cemento normal α_{ds1} =4; si cemento rápido α_{ds1} =6, si cemento lento α_{ds1} =3)
Coeficiente de retracción $\alpha_{ds2} := 0.12$ (si cemento normal α_{ds2} =0.12; si cemento rápido α_{ds2} =0.11; si cemento lento α_{ds2} =0.13)

Parámetros adicionales de cálculo
Considerar axil en cálculo del momento de fisuración? $axil := \text{“SI”}$
Considerar resistencia a flexión o flexotraccion del hormigón? $flex := 1$ (poner 0 si tracción, poner 1 si flexotraccion)
Angulo bielas de compresión 45º en cortante? $bielas := \text{“NO”}$ (poner "SI" asume 45º. Poner "NO" calcula el ángulo)
Tipo de elemento? $elemento := \text{“LOSA”}$ ("VIGA","LOSA","PILAR","MURO") $juntas := 9\ m$ (solo en muro)

Solicitación para considerar armadura mínima mecánica? $sol := \text{“FLEX”}$ ("FLEX","COMP","TRAC")

Parámetros auxiliares para el análisis de la fisuración

Coeficiente K1 (0.125 para flexión simple o 0.25 para tracción simple, poner "CALC" para calcular en función de las tensiones del hormigón) $k_1 := \text{“CALC”}$

Coeficiente k2 (1 si carga instantánea o posar 0.5 si carga duradera) $k_2 := 0.5$

Coeficiente β (1.7 si fisuración por cargas o 1.3 si fisuración por deformaciones) $\beta := 1.7$

Tener en cuenta inercia homogeneizada en cálculo de Momento de fisuración? $homo := 1$
(poner 0 si sección bruta, poner 1 si sección homogeneizada)

2. ESFUERZOS

E.L.S. cuasi-permanente *E.L.S. característico* *Esfuerzos E.L.U.*

$CASO.E.L.S.$	N_{k_cp} (kN)	M_{k_cp} $(kN \cdot m)$	N_{k_car} (kN)	M_{k_car} $(kN \cdot m)$
“Dip.ple.ELS”	50	170	50	170
“Dip.ple_sense_tracc”	50	170	50	170

$CASO$	N_{ed} (kN)	M_{ed} $(kN \cdot m)$	V_{ed} (kN)
“Dip.ple.ELU”	150	170	600
“Dip.ple_sense_tracc.ELU”	150	170	600

* Axil negativo indica tracción

$f := \text{if}(elemento = \text{“LOSA”} \vee elemento = \text{“MURO”}, 0, 1) = 0$

3. PARÁMETROS AUXILIARES DE CÁLCULO

Cálculo del armado dispuesto y cantos útiles

Armadura dispuesta en cara traccionada:

$$A_s := \frac{\pi}{4} \cdot \left(\Phi^2 \cdot n_{barra\_fila} + \Phi_{ref}{}^2 \cdot \left(n_{int} \cdot n_{barra\_fila_0} - f \right) \right) = 20.106 \ cm^2$$

Armadura dispuesta en cara comprimida: $A_{s'} := \frac{n_c \cdot \pi}{4} \cdot \phi_c{}^2 = 49.087 \ cm^2$

Recubrimiento mecánico armadura de tracción:

$$r_m := \left| \frac{\left| \overrightarrow{\Phi^2 \cdot n_{barra\_fila}} \cdot y_{barra\_fila} \right| + \left(\left(r_t + \phi_v \cdot af_v + \left[0.5 \cdot \Phi_{ref} \right] \right) \cdot \Phi_{ref}{}^2 \cdot \left(n_{int} \cdot n_{barra\_fila_0} - f \right) \right)}{\left| \overrightarrow{\Phi^2 \cdot n_{barra\_fila}} \cdot id \right| + \Phi_{ref}{}^2 \cdot \left(n_{int} \cdot n_{barra\_fila_0} - f \right)} \right|$$

Recubrimiento mecánico armadura de tracción: $r_m = 9.8 \ cm$

Recubrimiento mecánico armadura de compresión: $r_{m'} := r_c + \phi_v \cdot af_v + \phi_c \cdot 0.5 = 4.75 \ cm$

Canto útil armadura de tracción: $d := h - r_m = 30.2 \ cm$

Canto útil armadura de compresión: $d' := r_{m'} = 4.75 \ cm$

Cálculo de las resistencias de cálculo de los materiales a los $edad = 28 \ day$ *:*

Resistencia característica del hormigón a $edad = 28 \ day$:

$$f_{ck.j} := f_{ck} \cdot e^{s_s \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28 \ day}{edad}} \right)} = 30 \ MPa \qquad f_{ck.j\_els} := f_{ck\_els} \cdot e^{s_s \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28 \ day}{edad}} \right)} = 30 \ MPa$$

$$f_{cd} := \alpha_{cc} \cdot f_{ck.j} \cdot \gamma_c{}^{-1} = 20 \ MPa$$

$$f_{cv} := \begin{array}{l} \text{if } contr = \text{“SI”} \\ \quad 15 \ MPa \\ \text{else} \\ \quad \text{if } f_{ck.j} \le 60 \ MPa \\ \quad\quad f_{ck.j} \\ \quad \text{else} \\ \quad\quad 60 \ MPa \end{array} = 30 \ MPa$$

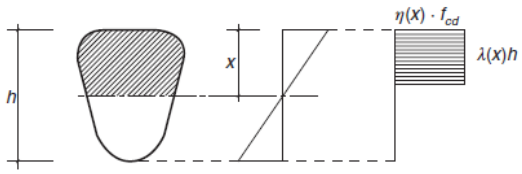
$$f_{1cd} := \text{if } f_{ck} \le 60\ \textit{MPa} \quad 0.6 \cdot f_{cd} \quad \text{else} \quad \zeta \leftarrow \left(0.9 - \frac{f_{ck.j}}{200\ \textit{MPa}}\right) \cdot f_{cd} \quad \text{if } \zeta \le 0.5 \cdot f_{cd} \quad 0.5 \cdot f_{cd} \quad \text{else} \quad \zeta = 12\ \textit{MPa}$$

$$f_{yd} := f_{yk} \cdot \gamma_s^{-1} = 434.783\ \textit{MPa}$$

$$f_{ydc} := \text{if } f_{yk} > 400\ \textit{MPa} \quad 400\ \textit{MPa} \quad \text{else} \quad f_{yk} \cdot \gamma_s^{-1} = 400\ \textit{MPa}$$

Deformaciones de rotura contempladas según y valores del diagrama rectangular Art. 39.5 EHE-08

Intensidad del bloque de compresión: $\eta := \text{if } f_{ck.j} \le 50\ \textit{MPa} \quad 1 \quad \text{else} \quad 1 - \frac{(f_{ck.j} - 50\ \textit{MPa})}{200\ \textit{MPa}}$



$E_s := 200\ \textit{GPa}$

$\varepsilon_{cu} := 0.0035$

$\varepsilon_{c0} := 0.0020$

$\varepsilon_{s.max} := 0.01$

$\varepsilon_{yd} := f_{yd} \cdot (E_s)^{-1} = 0.00217$

Deformación de rotura acero en tracción:

Profundidad del rectángulo de compresiones respecto la fibra neutra:

Deformación del acero al límite elástico:

$$\lambda := \text{if } f_{ck.j} \le 50\ \textit{MPa} \quad 0.8 \quad \text{else} \quad 0.8 - \frac{(f_{ck.j} - 50\ \textit{MPa})}{400\ \textit{MPa}}$$

4. CONFECCIÓN DEL DIAGRAMA DE INTERACCIÓN EN E.L.U. A $edad = 28\ \textit{day}$

$$M_u(x) := \text{if } x < 0 \cdot h \quad \sigma_s \leftarrow f_{yd} \quad \sigma_{s'} \leftarrow \text{if } E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(|x| + d')}{|x| + d} \le f_{yd} \quad E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(|x| + d')}{|x| + d} \quad \text{else} \quad f_{yd} \quad N_u \leftarrow -A_s \cdot \sigma_s - A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \quad Ne \leftarrow -A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d') \quad M_u \leftarrow Ne - N_u \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right) \quad \text{else if } x \le \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{s.max} + \varepsilon_{cu}} \cdot d \quad y \leftarrow \lambda \cdot x \quad \sigma_s \leftarrow f_{yd} \quad (x - d')$$

$$N_u(x) := \text{if } x < 0 \cdot h \quad \sigma_s \leftarrow f_{yd} \quad \sigma_{s'} \leftarrow \text{if } E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(|x| + d')}{|x| + d} \le f_{yd} \quad E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(|x| + d')}{|x| + d} \quad \text{else} \quad f_{yd} \quad N_u \leftarrow -A_s \cdot \sigma_s - A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \quad \text{else if } x \le \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{s.max} + \varepsilon_{cu}} \cdot d \quad y \leftarrow \lambda \cdot x \quad \sigma_s \leftarrow f_{yd} \quad \sigma_{s'} \leftarrow \text{if } E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(x - d')}{d - x} \le f_{yd} \quad E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(x - d')}{}$$

$\sigma_{s'} \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(\quad)}{d-x} \le f_{yd}$
  $E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(x-d')}{d-x}$
  else
    f_{yd}
$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$
$Ne \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} \cdot (d - 0.5 \cdot y) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$
$M_u \leftarrow Ne - N_u \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right)$

else if $x \le \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{yd} + \varepsilon_{cu}} \cdot d$
$y \leftarrow \lambda \cdot x$
$\sigma_s \leftarrow f_{yd}$
$\sigma_{s'} \leftarrow f_{yd}$
$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$
$Ne \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} \cdot (d - 0.5 \cdot y) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$
$M_u \leftarrow Ne - N_u \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right)$

else if $x \le d$
$y \leftarrow \lambda \cdot x$
$\sigma_s \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{d-x}{x} \le f_{yd}$
  $E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{d-x}{x}$
  else
    f_{yd}
$\sigma_{s'} \leftarrow f_{yd}$
$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$
$Ne \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} \cdot (d - 0.5 \cdot y) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$
$M_u \leftarrow Ne - N_u \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right)$

else if $x \le h$
$y \leftarrow \lambda \cdot x$
$\sigma_s \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{x-d}{x} \le f_{ydc}$
  $E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{x-d}{x}$
  else
    f_{ydc}
$\sigma_{s'} \leftarrow f_{ydc}$
$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} + A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$
$Ne \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} \cdot (d - 0.5 \cdot y) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$
$M_u \leftarrow Ne - N_u \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right)$

else
$y \leftarrow h \cdot \left(1 - (1 - \lambda) \cdot \frac{h}{x}\right)$
$\sigma_s \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{c0} \cdot \frac{x-d}{x - \frac{3 \cdot h}{7}} \le f_{ydc}$
  $E_s \cdot \varepsilon_{c0} \cdot \frac{x-d}{x - \frac{3 \cdot h}{7}}$
  else
    f_{ydc}
$\sigma_{s'} \leftarrow f_{ydc}$
$N_u \leftarrow \left(1 - (1 - \eta) \cdot \frac{h}{x}\right) \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} + A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

$\sigma_{s'} \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(\quad)}{d-x} \le f_{yd}$
  $E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(x-d')}{d-x}$
  else
    f_{yd}
$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

else if $x \le \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{yd} + \varepsilon_{cu}} \cdot d$
$y \leftarrow \lambda \cdot x$
$\sigma_s \leftarrow f_{yd}$
$\sigma_{s'} \leftarrow f_{yd}$
$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

else if $x \le d$
$y \leftarrow \lambda \cdot x$
$\sigma_s \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{d-x}{x} \le f_{yd}$
  $E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{d-x}{x}$
  else
    f_{yd}
$\sigma_{s'} \leftarrow f_{yd}$
$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

else if $x \le h$
$y \leftarrow \lambda \cdot x$
$\sigma_s \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{x-d}{x} \le f_{ydc}$
  $E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{x-d}{x}$
  else
    f_{ydc}
$\sigma_{s'} \leftarrow f_{ydc}$
$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} + A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

else
$y \leftarrow h \cdot \left(1 - (1 - \lambda) \cdot \frac{h}{x}\right)$
$\sigma_s \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{c0} \cdot \frac{x-d}{x - \frac{3 \cdot h}{7}} \le f_{ydc}$
  $E_s \cdot \varepsilon_{c0} \cdot \frac{x-d}{x - \frac{3 \cdot h}{7}}$
  else
    f_{ydc}
$\sigma_{s'} \leftarrow f_{ydc}$
$N_u \leftarrow \left(1 - (1 - \eta) \cdot \frac{h}{x}\right) \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} + A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

NOTA: Se considera que para los dominios de rotura 4a y5 la tensión de las armaduras comprimidas no excede 400MPa.

$$\left\| \begin{array}{l} N_u \leftarrow \left(1-(1-\eta)\cdot\frac{h}{x}\right)\cdot b\cdot y\cdot f_{cd}+A_s\cdot\sigma_s+A_{s'}\cdot\sigma_{s'} \\ Ne \leftarrow \left(1-(1-\eta)\cdot\frac{h}{x}\right)\cdot b\cdot y\cdot f_{cd}\cdot(0.5\ y-d')+A_s\cdot\sigma_s\cdot(d-d') \\ M_u \leftarrow -Ne+N_u\cdot\left(d-\frac{h}{2}\right) \end{array} \right.$$

Puntos característicos del diagrama de interacción

Los puntos indicados seguidamente son las distintas profundidades de la fibra neutra a medida que se va cambiando de dominio de deformación, desde los rangos -∞ a + ∞

$$x_{car} := \begin{bmatrix} -1\cdot h \\ 0\ \boldsymbol{m} \\ \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{s.max}+\varepsilon_{cu}}\cdot d \\ \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{yd}+\varepsilon_{cu}}\cdot d \\ d \\ h \\ 100\ h \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -400 \\ 0 \\ 78.296 \\ 186.291 \\ 302 \\ 400 \\ 40000 \end{bmatrix} \boldsymbol{mm} \qquad i := 0\,..\,(\text{length}(x_{car})-1)$$

$$M_{u\_x.car_i} := \text{for } j \in 0\,..\,(\text{length}(x_{car})-1) \left\| M_u\left(x_{car_i}\right) \right.$$

$$N_{u\_x.car_i} := \text{for } j \in 0\,..\,(\text{length}(x_{car})-1) \left\| N_u\left(x_{car_i}\right) \right.$$

$$M_{u\_x.car} = \begin{bmatrix} -236.304 \\ -146.315 \\ 506.589 \\ 788.661 \\ 708.165 \\ 520.261 \\ -321.968 \end{bmatrix} \boldsymbol{m\cdot kN} \qquad N_{u\_x.car} = \begin{bmatrix} -3008.416 \\ -2418.322 \\ 1730.087 \\ 4240.711 \\ 6966.234 \\ 8708.317 \\ 10749.107 \end{bmatrix} \boldsymbol{kN}$$

Cálculo de los ratios de trabajo de la sección para cada par de esfuerzos

Discretización: $N := 3000 \quad j := 0\,..\,N-1 \quad x_j := -1\ h+\frac{j}{N-1}\cdot 50\ h$

$$M_{U_j} := \text{for } z \in 0\,..\,N-1 \left\| M_u\left(x_j\right) \right.$$

$$N_{U_j} := \text{for } z \in 0\,..\,N-1 \left\| N_u\left(x_j\right) \right.$$

$w := 0\,..\,\text{length}(M_{ed})-1$

$\text{length}(M_{ed})-1 = 1$

Distancias eje vertical igualdad de axil

$$x_{N_w} := \text{for } t \in 0\,..\,\text{length}(N_{ed})-1 \left\| \text{for } z \in 0\,..\,N-1 \left\| \text{if } N_{ed_w} \le N_{U_z} \left\| pos \leftarrow z \right. \right. \right.$$

$M_{u}(x_{N}) = \begin{bmatrix} 278.062 \end{bmatrix} \boldsymbol{m\cdot kN} \qquad M_{ed} = \begin{bmatrix} 170 \end{bmatrix} \boldsymbol{m\cdot kN}$

break

x_{pos}

$[278.062]$ $[170]$

$$Ratio_{momento_w} := \frac{M_{ed_w}}{M_u\left(x_{N_w}\right) + 10^{-6} \cdot m \cdot kN} = \begin{bmatrix} 0.611 \\ 0.611 \end{bmatrix} \qquad N_u\left(x_{N_w}\right) = \begin{bmatrix} 217.984 \\ 217.984 \end{bmatrix} kN \quad N_{ed_w} = \begin{bmatrix} 150 \\ 150 \end{bmatrix} kN$$

Distancias eje horizontal izquierdo a igualdad de momento

$$x_{M_w} := \text{for } t \in 0 .. \text{length}\left(M_{ed}\right) - 1 \left| \begin{array}{l} \text{for } z \in 0 .. N-1 \\ \quad \text{if } M_{ed_w} \le M_{U_z} \\ \quad\quad pos \leftarrow z \\ \quad\quad \text{break} \\ x_{pos} \end{array} \right.$$

$$M_u\left(x_{M_w}\right) = \begin{bmatrix} 220.934 \\ 220.934 \end{bmatrix} m \cdot kN \qquad M_{ed_w} = \begin{bmatrix} 170 \\ 170 \end{bmatrix} m \cdot kN$$

$$Distancia_{axil.1_w} := N_{ed_w} - N_u\left(x_{M_w}\right) = \begin{bmatrix} 301.463 \\ 301.463 \end{bmatrix} kN \qquad N_u\left(x_{M_w}\right) = \begin{bmatrix} -151.463 \\ -151.463 \end{bmatrix} kN \qquad N_{ed_w} = \begin{bmatrix} 150 \\ 150 \end{bmatrix} kN$$

Distancias eje horizontal derecho a igualdad de momento

$$x_{MM_w} := \text{for } t \in 0 .. \text{length}\left(M_{ed}\right) - 1 \left| \begin{array}{l} \text{for } z \in N-1 .. 0 \\ \quad \text{if } M_{ed_w} \le M_{U_z} \\ \quad\quad pos \leftarrow z \\ \quad\quad \text{break} \\ x_{pos} \end{array} \right.$$

$$M_u\left(x_{MM_w}\right) = \begin{bmatrix} 534.054 \\ 534.054 \end{bmatrix} m \cdot kN \qquad M_{ed_w} = \begin{bmatrix} 170 \\ 170 \end{bmatrix} m \cdot kN$$

$$Distancia_{axil.2_w} := N_u\left(x_{MM_w}\right) - N_{ed_w} = \begin{bmatrix} 8438.598 \\ 8438.598 \end{bmatrix} kN \quad N_u\left(x_{MM_w}\right) = \begin{bmatrix} 8588.598 \\ 8588.598 \end{bmatrix} kN \qquad N_{ed_w} = \begin{bmatrix} 150 \\ 150 \end{bmatrix} kN$$

$$Ratio_{axil_w} := \frac{\max\left(Distancia_{axil.2_w}, Distancia_{axil.1_w}\right)}{Distancia_{axil.2_w} + Distancia_{axil.1_w} + 10^{-3}\ N} = \begin{bmatrix} 0.966 \\ 0.966 \end{bmatrix}$$

$$Ratio_{ELU_w} := \begin{cases} \max\left(Ratio_{momento_w}, Ratio_{axil_w}\right) & \text{if } \max\left(Ratio_{momento_w}\right) \le 100 \wedge \max\left(Ratio_{axil_w}\right) \le 100 \\ Ratio_{axil_w} & \text{else if } \max\left(Ratio_{momento_w}\right) > 100 \wedge \max\left(Ratio_{axil_w}\right) \le 100 \\ Ratio_{momento_w} & \text{else if } \max\left(Ratio_{momento_w}\right) \le 100 \wedge \max\left(Ratio_{axil_w}\right) > 100 \\ min\left(Ratio_{axil_w}, Ratio_{momento_w}\right) & \text{else} \end{cases} = \begin{bmatrix} 96.551\% \\ 96.551\% \end{bmatrix}$$

5. ANÁLISIS DE FISURACIÓN POR FLEXOCOMPRESIÓN EN E.L.S. CASO FLECTOR MÁXIMO PARA $edad = 28$ ***day***

Las tensiones en servicio se obtendrán a partir de plantear el equilibrio seccional, despreciando la capacidad a tracción del hormigón.

Se considera un momento de fisuración considerando la influencia del esfuerzo axil si procede ($axil =$ "SI") aunque las tensiones se calcularán sin considerar dicho esfuerzo axil.

Esfuerzos considerados en caso de flector máximo en E.L.S.

Momento flector: $M_{k1.cp} := M_{k\_cp_0} = 170$ ***m·kN***

Axil: $N_{k1.cp} := N_{k\_cp_0} = 50$ ***kN***

Cantos útiles:

Canto útil para armado traccionado: $d = 30.2$ ***cm***
Canto útil para armado comprimido: $d' = 4.75$ ***cm***

Parámetros de cálculo del hormigón a los j días:

$$f_{ctm} := 0.3 \cdot \left(f_{ck.j\_els} \cdot MPa^{-1}\right)^{\frac{2}{3}} MPa = 2.896\ MPa$$

Se considera el cálculo a flexo-compresión: $flex = 1$

$$f_{ctm.flcomp}(N) := \begin{cases} \max\left(\left(1.6 - \frac{h}{100\ cm}\right) \cdot flex \cdot f_{ctm}, f_{ctm}\right) + \frac{N}{b \cdot h} & \text{if } axil = \text{“SI”} \\ \max\left(\left(1.6 - \frac{h}{100\ cm}\right) \cdot flex \cdot f_{ctm}, f_{ctm}\right) + \frac{N \cdot 0}{b \cdot h} & \text{else} \end{cases}$$

$$s_t := \begin{cases} \dfrac{b - 2 \cdot r_l - 2 \cdot \phi_v \cdot af_v - \phi_t \cdot \frac{n_t}{n_{filas}}}{\frac{\frac{n_t}{n_{filas}} - 1}{n_{int} + 1}} & \text{if } sep = \text{“CALC”} \\ sep & \text{else} \end{cases} = 10\ cm$$

$$E_{cm} := 8500 \cdot \sqrt[3]{f_{ck.j\_els} \cdot MPa^{-1} + 8} \cdot MPa = 28.577\ GPa$$

Coeficiente de relación entre módulos elásticos: $n := \frac{E_s}{E_{cm}} = 6.999$

$$I_{bruta} := \frac{b \cdot h^3}{12} = 533333.333\ cm^4$$

$$cdg_{secc} := \frac{b \cdot h \cdot 0.5 \cdot h + \left(A_{s'} \cdot \left(h - d'\right) + A_s \cdot r_m\right) \cdot \left(n - 1\right)}{b \cdot h + \left(A_{s'} + A_s\right) \cdot \left(n - 1\right)} = 0.207\ m$$

$$I_{homo} := I_{bruta} + \left(\begin{array}{l} \dfrac{\pi \cdot \left(\Phi^4 \cdot n_{barra\_fila} + \phi_c{}^4 \cdot n_c + \Phi_{ref}{}^4 \cdot n_{barra\_fila_0} \cdot \left(n_{int}\right)\right)}{64} \\ + A_{s'} \cdot \left(\left(h - d'\right) - cdg_{secc}\right)^2 + A_s \cdot \left(d - cdg_{secc}\right)^2 \end{array} \right) \cdot \left(n - 1\right) = 606273.753\ cm^4$$

$$\frac{I_{homo}}{I_{bruta}} = 1.137$$

Cálculo del momento de fisuración:

$$M_{fis}(N) := f_{ctm.flcomp}(N) \cdot \text{if}\left(homo = 0, \frac{b \cdot h^2}{6}, \frac{I_{homo}}{min\left(\left|cdg_{secc}\right|, \left|h - cdg_{secc}\right|\right)}\right) \qquad homo = 1$$

$$M_{fis}\left(N_{k1.cp}\right) = 113.337\ m \cdot kN$$

Cálculo de fibra neutra y tensiones en hormigón y acero a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones

$$f := 0.5 \cdot d \qquad \sigma_{s'} := 80\ MPa \qquad \sigma_s := 100\ MPa \qquad \sigma_c := 10\ MPa$$

$$N_{k1.cp} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} - A_s \cdot \sigma_s$$

$$M_{k1.cp} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} \cdot \left(d - \frac{f}{3}\right) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot \left(d - d'\right)$$

$$\sigma_s = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{\left(d - f\right)}{f}$$

$$\sigma_{s'} = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{\left(f - d'\right)}{f}$$

$$\begin{bmatrix} f \\ \sigma_c \\ \sigma_s \\ \sigma_{s'} \end{bmatrix} := \text{find}\left(f, \sigma_c, \sigma_s, \sigma_{s'}\right) = \begin{bmatrix} 0.073\ m \\ 12951794.753\ Pa \\ 285949386.902\ Pa \\ 31412903.143\ Pa \end{bmatrix}$$

Profundidad de la fibra neutra: $f = 7.269\ cm$ $\frac{f}{d} = 0.241$

Compresión en el hormigón: $\sigma_c = 12.952\ MPa$

Compresión en armadura de compresión: $\sigma_{s'} = 31.413\ MPa$

Tracción en la armadura de tracción: $\sigma_s = 285.949\ MPa$

Cálculo de la tracción en armadura traccionada en el momento que fisura la sección, a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones

$f_r := 0.5 \cdot d \qquad \sigma_{s'r} := 80\ MPa \qquad \sigma_{sr} := 100\ MPa \qquad \sigma_{cr} := 10\ MPa$

$$N_{k1.cp} = \frac{\sigma_{cr} \cdot f_r \cdot b}{2} + A_{s'} \cdot \sigma_{s'r} - A_s \cdot \sigma_{sr}$$

$$M_{fis}\left(N_{k1.cp}\right) = \frac{\sigma_{cr} \cdot f_r \cdot b}{2} \cdot \left(d - \frac{f_r}{3}\right) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'r} \cdot \left(d - d'\right)$$

$$\sigma_{sr} = n \cdot \sigma_{cr} \cdot \frac{\left(d - f_r\right)}{f_r}$$

$$\sigma_{s'r} = n \cdot \sigma_{cr} \cdot \frac{\left(f_r - d'\right)}{f_r}$$

$$\begin{bmatrix} f_r \\ \sigma_{cr} \\ \sigma_{sr} \\ \sigma_{s'r} \end{bmatrix} := \text{find}\left(f_r, \sigma_{cr}, \sigma_{sr}, \sigma_{s'r}\right) = \begin{bmatrix} 0.074\ m \\ 8466115.029\ Pa \\ 182643907.673\ Pa \\ 21205192.472\ Pa \end{bmatrix}$$

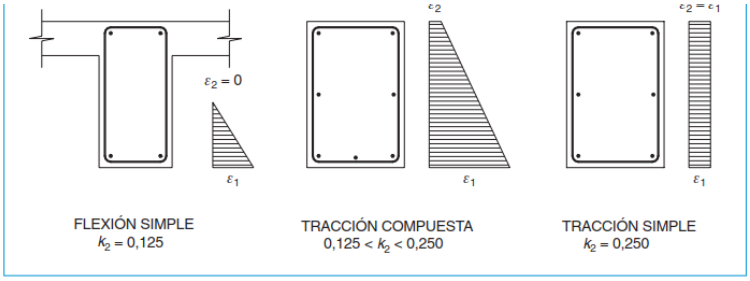
Tensión de la armadura en sección fisurada en instante que fisura el hormigón para M_{fis}: $\sigma_{sr} = 182.644\ MPa$

Parámetros auxiliares para el análisis de la fisuración

Coeficiente K1

$$\varepsilon_1 := \frac{\sigma_s}{E_s} = 1.43 \cdot 10^{-3} \qquad \varepsilon_2 := \text{if } \sigma_{s'} > 0 \cdot MPa \ \| \ 0 \ \text{else} \ \left\| \frac{-\sigma_{s'}}{E_s} \right. = 0$$

$$k_1 := \text{if } k_1 = \text{“CALC”} \ \left\| \ min\left(\frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{8 \cdot \varepsilon_1}, 0.25\right) \ \text{else} \ \right\| k_1 = 0.125$$



$$k_1 = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{8\varepsilon_1}$$

Figura 49.2.4.a.

Parámetros auxiliares para el análisis de la fisuración

Coeficiente K1 (0.125 para flexión simple o 0.25 para tracción simple) $k_1 = 0.125$

Coeficiente k2 (1 si carga instantánea o posar 0.5 si carga duradera) $k_2 = 0.5$

Coeficiente β(1.7 si fisuración por cargas o 1.3 si fisuración por deformaciones) $\beta = 1.7$

Recubrimiento hasta tocar la barra longitudinal: $c := r_c + \phi_v \cdot af_v = 3.5\ cm$

Diámetro de las barras de armado de tracción: $\phi_t = 16\ mm$

Separación de las barras de armado de tracción: $s_t = 10\ cm$

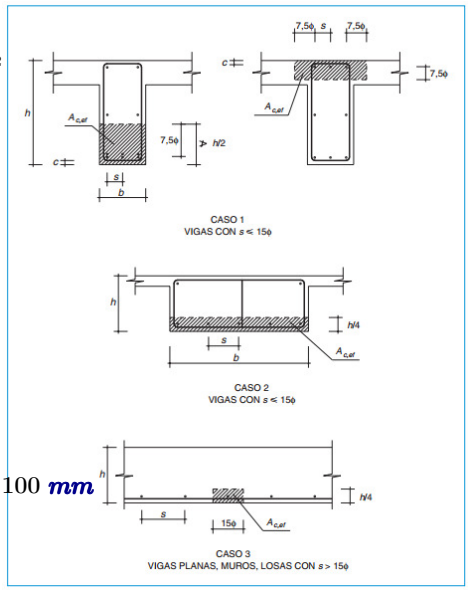
Cálculo del área de hormigón en la zona del recubrimiento

Si es viga de alma estrecha en negativos poner "0"
Si es viga de alma estrecha en positivos poner "1"
Si es viga de alma ancha, losa o muro poner "2"

$A_{c.ef} := 2$

$$A_{c.eff} := \begin{cases} \text{if } A_{c.ef} = 0 \\ \quad A_{c.eff} \leftarrow 7.5 \cdot \phi_t \cdot \left(b + 2 \cdot 7.5 \cdot \phi_t\right) \\ \text{else if } A_{c.ef} = 1 \\ \quad A_{c.eff} \leftarrow \text{if } 7.5 \cdot \phi_t \le \frac{h}{2} \\ \qquad A_{c.eff} \leftarrow 7.5 \cdot \phi_t \cdot b \\ \quad \text{else} \\ \qquad A_{c.eff} \leftarrow \frac{h}{2} \cdot b \\ \text{else if } A_{c.ef} = 2 \\ \quad A_{c.eff} \leftarrow \text{if } s_t \le 15 \cdot \phi_t \\ \qquad A_{c.eff} \leftarrow \frac{h}{4} \cdot b \\ \quad \text{else} \\ \qquad A_{c.eff} \leftarrow \frac{h}{4} \cdot 15 \cdot \phi_t \cdot n_{barra\_fila_0} \cdot \left(1 + n_{int}\right) \end{cases} = 1000\ cm^2$$

$$s := \begin{cases} \text{if } s_t > 15 \cdot \phi_t \\ \quad s \leftarrow 15 \cdot \phi_t \\ \text{else} \\ \quad s \leftarrow s_t \end{cases} = 100\ mm$$



Área de les armaduras situadas dentro del área eficaz $A_{s.ef} := A_s = 20.106\ cm^2$

Cálculo de la separación media de fisuras

$$s_m := 2 \cdot c + 0.2 \cdot s + 0.4 \cdot k_1 \cdot \frac{\phi_t \cdot A_{c.eff}}{} = 129.789\ mm$$

$A_{s.ef}$

Cálculo del alargamiento medio de las armaduras

$$\varepsilon_{sm.o} := \text{if } \sigma_s \geq 0 \left\| \frac{\sigma_s}{200\ \textbf{GPa}} \cdot \left(1 - k_2 \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s}\right)^2\right) \right. \text{else} \left\| 0 \right. = 0.00114$$

$$\varepsilon_{sm} := \text{if } \varepsilon_{sm.o} \geq 0.4 \cdot \frac{\sigma_s}{200\ \textbf{GPa}} \left\| \varepsilon_{sm} \leftarrow \varepsilon_{sm.o} \right. \text{else} \left\| \varepsilon_{sm} \leftarrow 0.4 \cdot \frac{\sigma_s}{200\ \textbf{GPa}} \right. = 0.001$$

Cálculo de la apertura característica de fisura

$$\omega_{k\_1} := \text{if } M_{k1.cp} > M_{fis}\left(N_{k1.cp}\right) \left\| \beta \cdot s_m \cdot \varepsilon_{sm} \right. \text{else} \left\| 0\ \textbf{mm} \right. = 0.251\ \textbf{mm}$$

6. ANÁLISIS DE FISURACIÓN POR FLEXOCOMPRESIÓN EN E.L.S. CASO AXIL MÁXIMO PARA $edad = 28\ \textbf{day}$

Las tensiones en servicio se obtendrán a partir de plantear el equilibrio seccional, despreciando la capacidad a tracción del hormigón.

Se considera un momento de fisuración considerando la influencia del esfuerzo axil aunque las tensiones se calcularán sin considerar dicho esfuerzo axil.

Esfuerzos considerados en caso de flector máximo en E.L.S.

Momento flector: $M_{k2.cp} := M_{k\_cp_1} = 170\ \textbf{m} \cdot \textbf{kN}$

Axil: $N_{k2.cp} := N_{k\_cp_1} = 50\ \textbf{kN}$

Cálculo del momento de fisuración en flexo-compresión:

$$M_{fis}\left(N_{k2.cp}\right) = 113.337\ \textbf{m} \cdot \textbf{kN}$$

Cálculo de fibra neutra y tensiones en hormigón y acero a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones

$f := 0.5 \cdot d$ $\sigma_{s'} := 80\ \mathbf{MPa}$ $\sigma_s := 100\ \mathbf{MPa}$ $\sigma_c := 10\ \mathbf{MPa}$

$$N_{k2.cp} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} - A_s \cdot \sigma_s$$

$$M_{k2.cp} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} \cdot \left(d - \frac{f}{3}\right) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$$

$$\sigma_s = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(d - f)}{f}$$

$$\sigma_{s'} = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(f - d')}{f}$$

$$\begin{bmatrix} f \\ \sigma_c \\ \sigma_s \\ \sigma_{s'} \end{bmatrix} := \mathbf{find}(f, \sigma_c, \sigma_s, \sigma_{s'}) = \begin{bmatrix} 0.073\ \mathbf{m} \\ 12951794.753\ \mathbf{Pa} \\ 285949386.902\ \mathbf{Pa} \\ 31412903.143\ \mathbf{Pa} \end{bmatrix}$$

Profundidad de la fibra neutra: $f = 7.269\ \mathbf{cm}$ $\frac{f}{d} = 0.241$

Compresión en el hormigón: $\sigma_c = 12.952\ \mathbf{MPa}$

Compresión en armadura de compresión: $\sigma_{s'} = 31.413\ \mathbf{MPa}$

Tracción en la armadura de tracción: $\sigma_s = 285.949\ \mathbf{MPa}$

Cálculo de la tracción en armadura traccionada en el momento que fisura la sección, a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones

$f_r := 0.5 \cdot d$ $\sigma_{s'r} := 80\ \mathbf{MPa}$ $\sigma_{sr} := 100\ \mathbf{MPa}$ $\sigma_{cr} := 10\ \mathbf{MPa}$

$$N_{k2.cp} = \frac{\sigma_{cr} \cdot f_r \cdot b}{2} + A_{s'} \cdot \sigma_{s'r} - A_s \cdot \sigma_{sr}$$

$$M_{fis}(N_{k2.cp}) = \frac{\sigma_{cr} \cdot f_r \cdot b}{2} \cdot \left(d - \frac{f_r}{3}\right) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'r} \cdot (d - d')$$

$$\sigma_{sr} = n \cdot \sigma_{cr} \cdot \frac{(d - f_r)}{f_r}$$

$$\sigma_{s'r} = n \cdot \sigma_{cr} \cdot \frac{(f_r - d')}{f_r}$$

$$\begin{bmatrix} f_r \\ \sigma_{cr} \\ \sigma_{sr} \\ \sigma_{s'r} \end{bmatrix} := \mathbf{find}(f_r, \sigma_{cr}, \sigma_{sr}, \sigma_{s'r}) = \begin{bmatrix} 0.074\ \mathbf{m} \\ 8466115.029\ \mathbf{Pa} \\ 182643907.673\ \mathbf{Pa} \\ 21205192.472\ \mathbf{Pa} \end{bmatrix}$$

Tensión de la armadura en sección fisurada en instante que fisura el hormigón para M_{fis}:
$\sigma_{sr} = 182.644\ \boldsymbol{MPa}$

Coeficiente K1

$$\varepsilon_1 := \frac{\sigma_s}{E_s} = 1.43 \cdot 10^{-3} \qquad \varepsilon_2 := \begin{cases} 0 & \text{if } \sigma_{s'} > 0 \cdot \boldsymbol{MPa} \\ \dfrac{-\sigma_{s'}}{E_s} & \text{else} \end{cases} = 0$$

$$k_1 := \begin{cases} \min\left(\dfrac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{8 \cdot \varepsilon_1}, 0.25\right) & \text{if } k_1 = \text{“CALC”} \\ k_1 & \text{else} \end{cases} = 0.125$$

$A_{c.eff} = 1000\ \boldsymbol{cm}^2$ $\qquad s = 100\ \boldsymbol{mm}$

Área de les armaduras situadas dentro del área eficaz $A_{s.ef} = 20.106\ \boldsymbol{cm}^2$

Cálculo de la separación media de fisuras

$$s_m := 2 \cdot c + 0.2 \cdot s + 0.4 \cdot k_1 \cdot \frac{\phi_t \cdot A_{c.eff}}{A_{s.ef}} = 129.789\ \boldsymbol{mm}$$

Cálculo del alargamiento medio de las armaduras

$$\varepsilon_{sm.o} := \begin{cases} \dfrac{\sigma_s}{200\ \boldsymbol{GPa}} \cdot \left(1 - k_2 \cdot \left(\dfrac{\sigma_{sr}}{\sigma_s}\right)^2\right) & \text{if } \sigma_s \geq 0 \\ 0 & \text{else} \end{cases} = 0.00114$$

$$\varepsilon_{sm} := \begin{cases} \varepsilon_{sm} \leftarrow \varepsilon_{sm.o} & \text{if } \varepsilon_{sm.o} \geq 0.4 \cdot \dfrac{\sigma_s}{200\ \boldsymbol{GPa}} \\ \varepsilon_{sm} \leftarrow 0.4 \cdot \dfrac{\sigma_s}{200\ \boldsymbol{GPa}} & \text{else} \end{cases} = 0.001$$

Cálculo de la apertura característica de fisura

$$\omega_{k\_2} := \begin{cases} \beta \cdot s_m \cdot \varepsilon_{sm} & \text{if } M_{k2.cp} > M_{fis}\left(N_{k2.cp}\right) \\ 0\ \boldsymbol{mm} & \text{else} \end{cases} = 0.251\ \boldsymbol{mm}$$

7. ANÁLISIS DE LA FISURACIÓN DE LA SECCIÓN POR MICROCOMPRESIÓN PARA $edad = 28$ ***day***

$f_{ck.j\_els} = 30$ ***MPa***

Esfuerzos en servicio combinación característica caso de máximo flector:

$$N_{k1} := N_{k\_car_0} = 50 \ \textbf{kN} \qquad M_{k1} := M_{k\_car_0} = 170 \ \textbf{m} \cdot \textbf{kN}$$

Esfuerzos en servicio combinación característica caso de máximo axil:

$$N_{k2} := N_{k\_car_1} = 50 \ \textbf{kN} \qquad M_{k2} := M_{k\_car_1} = 170 \ \textbf{m} \cdot \textbf{kN}$$

Cálculo de fibra neutra y tensiones en hormigón y acero a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones. Caso flector máximo

$f := 0.5 \cdot d \qquad \sigma_{s'} := 80 \ \textbf{MPa} \qquad \sigma_s := 100 \ \textbf{MPa} \qquad \sigma_c := 10 \ \textbf{MPa}$

$$N_{k1} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} - A_s \cdot \sigma_s$$

$$M_{k1} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} \cdot \left(d - \frac{f}{3} \right) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$$

$$\sigma_s = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(d - f)}{f}$$

$$\sigma_{s'} = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(f - d')}{f}$$

$$\begin{bmatrix} f \\ \sigma_c \\ \sigma_s \\ \sigma_{s'} \end{bmatrix} := \text{find}\left(f, \sigma_c, \sigma_s, \sigma_{s'}\right) = \begin{bmatrix} 0.073 \ \textbf{m} \\ 12951794.753 \ \textbf{Pa} \\ 285949386.902 \ \textbf{Pa} \\ 31412903.143 \ \textbf{Pa} \end{bmatrix}$$

Compresión en el hormigón: $\sigma_{c1} := \sigma_c = 12.952$ ***MPa***

Cálculo de fibra neutra y tensiones en hormigón y acero a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones. Caso axil máximo

$f := 0.5 \cdot d \qquad \sigma_{s'} := 80 \ \textbf{MPa} \qquad \sigma_s := 100 \ \textbf{MPa} \qquad \sigma_c := 10 \ \textbf{MPa}$

$$N_{k2} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} - A_s \cdot \sigma_s$$

$$M_{k2} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} \cdot \left(d - \frac{f}{3} \right) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$$

$$\sigma_s = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(d - f)}{f}$$

$$\sigma_{s'} = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(f - d')}{f}$$

$$\begin{bmatrix} f \end{bmatrix} \qquad \begin{bmatrix} 0.073 \ \textbf{m} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix}\sigma_c\\ \sigma_s\\ \sigma_{s'}\end{bmatrix} := \text{find}\left(f,\sigma_c,\sigma_s,\sigma_{s'}\right) = \begin{bmatrix}12951794.753\ \textbf{Pa}\\ 285949386.902\ \textbf{Pa}\\ 31412903.143\ \textbf{Pa}\end{bmatrix}$$

Compresión en el hormigón: $\sigma_{c2} := \sigma_c = 12.952\ \textbf{MPa}$

8. DEFINICIÓN DE LA FUNCIÓN DE VERIFICACIÓN A CORTANTE EN E.L.U. PARA $edad = 28\ \textbf{day}$

Análisis del agotamiento del hormigón por compresión oblicua Vu1 y por tracción en el alma Vcu

Se considera un ángulo respecto la directriz de la pieza con el armado de cortante $\alpha := 60\ °$
Se considera una estructura con influencia del esfuerzo axil.

$$\varepsilon_x(M,N,V) := \frac{\frac{\max\left(M,0.9\cdot d\cdot V\right)}{0.9\cdot d}+V-0.5\cdot N}{2\cdot\left(A_s+A_{s'}\right)\cdot 200\ \textbf{GPa}}\cdot 1000$$

$$\varepsilon_x(M,N,V)\ \text{if}\ \varepsilon_x(M,N,V)\le 0 \;\|\; 0 \;\text{else}\; \|\; \varepsilon_x(M,N,V)$$

$$\theta(M,N,V) := \text{if}\ bielas = \text{“SI”} \;\|\; 45\ ° \;\text{else}\; \|\; \left(\varepsilon_x(M,N,V)\cdot 7+29\right)\ °$$

$$\sigma'_{cd}(N) := \text{if}\ \frac{N-A_{s'}\cdot f_{ydc}}{b\cdot h}\le 0.3\cdot f_{cd} \;\|\; \frac{N-A_{s'}\cdot f_{ydc}}{b\cdot h} \;\text{else}\; \|\; 0.3\cdot f_{cd}$$

$$K(N) := \text{if}\ \sigma'_{cd}(N)\le 0 \;\|\; 1 \;\text{else if}\ \sigma'_{cd}(N)\le 0.25\cdot f_{cd} \;\|\; 1+\frac{\sigma'_{cd}(N)}{f_{cd}} \;\text{else if}\ \sigma'_{cd}(N)\le 0.5\cdot f_{cd} \;\|\; 1.25 \;\text{else}\; \|\; 2.5\cdot\left(1-\frac{\sigma'_{cd}(N)}{f_{cd}}\right)$$

$$\xi := \text{if}\ 1+\sqrt{\frac{200\ \textbf{mm}}{d}}\le 2 \;\|\; 1+\sqrt{\frac{200\ \textbf{mm}}{d}} \;\text{else}\; \|\; 2$$

Cuantía de armadura en la cara de tracción:

$$\rho_l := \max\left(\frac{A_s}{b\cdot d}, 0.02\right) = 0.02$$

$$\sigma'_{cd}(N) := \text{if}\ \frac{N}{b\cdot h}\le min\left(0.3\cdot f_{cd}, 12\ \textbf{MPa}\right) \;\|\; \frac{N}{b\cdot h} \;\text{else}\; \|\; min\left(0.3\cdot f_{cd}, 12\ \textbf{MPa}\right)$$

[Art 44.2.3.1 EHE-08]

$$V_{u1}(M,N,V) := K(N)\cdot f_{1cd}\cdot b\cdot d\cdot\left(\frac{\cot\left(\theta(M,N,V)\right)+\cot(\alpha)}{1+\left(\cot\left(\theta(M,N,V)\right)\right)^2}\right)$$

[Art 44.2.3.2.1.2 EHE-08]

$$V_{cu}(N) := \left(\frac{0.18}{\gamma_c}\cdot\xi\cdot\left(100\cdot\rho_l\cdot f_{cv}\cdot\textbf{MPa}^{-1}\right)^{\frac{1}{3}}+0.15\cdot\sigma'_{cd}(N)\cdot\textbf{MPa}^{-1}\right)\cdot b\cdot d\cdot\textbf{MPa}$$

$$V_{cu.min}(N) := \left|\frac{0.075}{\gamma_c}\cdot\xi^{\frac{3}{2}}\cdot\left(f_{cv}\cdot\textbf{MPa}^{-1}\right)^{\frac{1}{2}}+0.15\cdot\sigma'_{cd}(N)\cdot\textbf{MPa}^{-1}\right|\cdot b\cdot d\cdot\textbf{MPa}$$

$\backslash \quad \gamma_c \qquad\qquad /$

Capacidad del hormigón por tracción en piezas sin armadura de cortante

$$V_{cu}(N) := \text{if } V_{cu}(N) \le V_{cu.min}(N) \;\|\; V_{cu.min}(N) \;\text{else}\; \|\; V_{cu}(N) \qquad z := 0 \,..\, \text{length}(b\_) - 1$$

$$\theta\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right) = \begin{bmatrix} 31.91 \\ 31.91 \end{bmatrix}° \qquad \cot\left(\theta\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right)\right) = \begin{bmatrix} 1.606 \\ 1.606 \end{bmatrix}$$

$$V_{ed} = \begin{bmatrix} 600 \\ 600 \end{bmatrix} \textbf{kN} \qquad V_{u1}\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right) = \begin{bmatrix} 2210.692 \\ 2210.692 \end{bmatrix} \textbf{kN} \qquad V_{cu}\left(N_{ed_z}\right) = \begin{bmatrix} 274.318 \\ 274.318 \end{bmatrix} \textbf{kN}$$

Definición de funciones auxiliares:

$$Ratio\_VU1_z := \text{for } i \in 0 \,..\, \text{length}(b\_) - 1 \;\|\; Ratio\_VU1_z \leftarrow \frac{V_{ed_z}}{V_{u1}\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right)}$$

$$Ratio\_VU2_z := \text{for } i \in 0 \,..\, \text{length}(b\_) - 1 \;\|\; Ratio\_VU1_z \leftarrow \frac{V_{ed_z}}{V_{cu}\left(N_{ed_z}\right)}$$

Análisis de secciones con armadura de cortante

$$V_{cu}(N) := \max\left(\left(\frac{0.15}{\gamma_c} \cdot \xi \cdot \left(100 \cdot \rho_l \cdot f_{cv} \cdot \textbf{MPa}^{-1}\right)^{\frac{1}{3}} + 0.15 \cdot \sigma'_{cd}(N) \cdot \textbf{MPa}^{-1}\right) \cdot b \cdot d \cdot \textbf{MPa}, V_{cu.min}(N)\right)$$

$$V_{su}(M, N, V) := \frac{0.9 \cdot d \cdot n_{rv} \cdot \pi \cdot \frac{\phi_v{}^2}{4}}{cada} f_{ydc} \cdot \sin(\alpha) \cdot \left(\cot(\alpha) + \cot\left(\theta(M, N, V)\right)\right)$$

$$V_{cu}\left(N_{ed_z}\right) = \begin{bmatrix} 231.43 \\ 231.43 \end{bmatrix} \textbf{kN} \qquad V_{su}\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right) = \begin{bmatrix} 581.231 \\ 581.231 \end{bmatrix} \textbf{kN} \quad V_{cu}\left(N_{ed_z}\right) + V_{su}\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right) = \begin{bmatrix} 812.661 \\ 812.661 \end{bmatrix} \textbf{kN}$$

$$Ratio\_cort_z := \text{for } i \in 0 \,..\, \text{length}(b\_) - 1 \;\|\; \frac{V_{ed_z}}{V_{cu}\left(N_{ed_z}\right) + V_{su}\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right)}$$

$$armadura\_cortante_z := \text{if } Ratio\_VU2_z \le 1 \;\|\; \text{“No necesaria”} \;\text{else if}\; Ratio\_cort_z \le 1 \;\|\; Ratio\_cort_z \;\text{else if}\; Ratio\_cort_z > 1$$

"No verifica cortante"

Verificacion_cortante = "ATENCIÓN. necesita armadura de cortante"

$$A_{V.min} := \text{if } \phi_v = 0 \;\; 0 \cdot \frac{cm^2}{m} \;\; \text{else} \;\; \frac{f_{ctm} \cdot b}{7.5 \cdot f_{ydc}} = 9.655 \; \frac{cm^2}{m} \qquad A_{V.dispuesta} := \frac{b}{cada \cdot m} \cdot n_{rv} \cdot \pi \cdot \frac{\phi_v^{\,2}}{4} = 28.274 \; \frac{cm^2}{m}$$

Verificacion_armadura.minima.cortante = "OK."

9. VERIFICACIÓN SECCIONES CRÍTICAS EN E.L.U. MEDIANTE INTERACCIÓN A FLEXIÓN COMPUESTA PARA $edad = 28$ *day*

Discretización: $N = 3000$

$$M_{u_j} := \text{for } z \in 0..N-1 \;\; M_u\left(x_j\right) \qquad N_{u_j} := \text{for } z \in 0..N-1 \;\; N_u\left(x_j\right)$$

Máximo flector: $\max\left(M_{u\_x.car}\right) = 788.661$ *m · kN*
Mínimo flector: $min\left(M_{u\_x.car}\right) = -321.968$ *m · kN*
Máximo axil: $\max\left(N_{u\_x.car}\right) = 10749.107$ *kN*
Mínimo axil: $min\left(N_{u\_x.car}\right) = -3008.416$ *kN*

NOTA: Se considera que para los dominios de rotura 4a y5 la tensión de las armaduras comprimidas no excede 400MPa.

$$Ratio_{ELU_w} = \begin{bmatrix} 96.551\% \\ 96.551\% \end{bmatrix} \qquad M_{ed} = \begin{bmatrix} 170 \\ 170 \end{bmatrix} \; m \cdot kN \qquad N_{ed} = \begin{bmatrix} 150 \\ 150 \end{bmatrix} \; kN$$

Verificacion_flexocompresion = "OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.U. flexocompresión recta"

$Ratio_{ELU.MAX} := \max\left(Ratio_{ELU}\right) = 96.551\%$ *OK*

NOTA: El ratio de verificación obtenido es el mínimo a axil constante y a momento constante.

10. VERIFICACIÓN DE LAS SECCIONES CRÍTICAS A E.L.S. FISURACIÓN PARA $edad = 28$ *day*

Definición de funciones auxiliares:

$$Ancho\_fisura := \begin{bmatrix} \omega_{k\_1} \\ \omega_{k\_2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.251 \\ 0.251 \end{bmatrix} \; mm \qquad z := 0 .. \text{length}\left(Ancho\_fisura\right) - 1$$

$$fisura_z := \text{for } i \in 0..\text{length}(Ancho\_fisura)-1 \left\| \begin{array}{l} \text{if } M_{k\_cp_z} > M_{fis}(N_{k\_cp})_z \\ \quad \left\| \text{“SI”} \right. \\ \text{else} \\ \quad \left\| \text{“NO”} \right. \end{array} \right.$$

$$Ratio\_E.L.S._z := \text{for } i \in 0..\text{length}(Ancho\_fisura)-1 \left\| \begin{array}{l} \text{if } fisura_z = \text{“SI”} \\ \quad \left\| Ratio\_E.L.S._z \leftarrow \frac{Ancho\_fisura_z}{w_{max}} \right. \\ \text{else} \\ \quad \left\| 0 \right. \end{array} \right.$$

$$id_z := \text{for } i \in 0..\text{length}(Ancho\_fisura)-1 \left\| \begin{array}{l} id_z \leftarrow \text{if } Ratio\_E.L.S._z > 1 \\ \quad \left\| CASO.E.L.S._z \right. \\ \text{else} \\ \quad \left\| \text{“ok”} \right. \end{array} \right.$$

Resultados del análisis del E.L.S. fisuración por tracción $w_{max} = 0.3\ mm$ $M_{fis}(0 \cdot kN) = 109.403\ m \cdot kN$

$$CASO.E.L.S. = \begin{bmatrix} \text{“Dip.ple.ELS”} \\ \text{“Dip.ple\_sense\_tracc”} \end{bmatrix} \quad M_{k\_cp} = \begin{bmatrix} 170 \\ 170 \end{bmatrix} m \cdot kN \quad N_{k\_cp} = \begin{bmatrix} 50 \\ 50 \end{bmatrix} kN \quad M_{fis}(N_{k\_cp}) = \begin{bmatrix} 113.337 \\ 113.337 \end{bmatrix} m \cdot kN$$

$$CASO.E.L.S. = \begin{bmatrix} \text{“Dip.ple.ELS”} \\ \text{“Dip.ple\_sense\_tracc”} \end{bmatrix} \quad fisura = \begin{bmatrix} \text{“SI”} \\ \text{“SI”} \end{bmatrix} \quad Ancho\_fisura_z = \begin{bmatrix} 0.251 \\ 0.251 \end{bmatrix} mm \quad Ratio\_E.L.S. = \begin{bmatrix} 0.837 \\ 0.837 \end{bmatrix}$$

$Verificacion\_fisuracion\_traccion = \text{“OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.S. fisuración”}$

Resultados del análisis del E.L.S. fisuración microcompresión

$$\sigma_{comp.hormi} := \begin{bmatrix} \sigma_{c1} \\ \sigma_{c2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 12.952 \\ 12.952 \end{bmatrix} MPa \quad 0.6 \cdot f_{ck.j} = 18\ MPa \quad zz := 0..\text{length}(Ancho\_fisura)-1$$

$$Ratio_{E.L.S.microfisuracion_{zz}} := \text{for } i \in 0..\text{length}(Ancho\_fisura)-1 \left\| \frac{\sigma_{comp.hormi_{zz}}}{0.6 \cdot f_{ck.j\_els}} \right. \quad \sigma_{comp.hormi} = \begin{bmatrix} 12.952 \\ 12.952 \end{bmatrix} MPa$$

$$CASO.E.L.S. = \begin{bmatrix} \text{“Dip.ple.ELS”} \\ \text{“Dip.ple\_sense\_tracc”} \end{bmatrix} \quad Ratio_{E.L.S.microfisuracion} = \begin{bmatrix} 0.72 \\ 0.72 \end{bmatrix}$$

$Verificacion\_fisuracion\_microcompresion = \text{“OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.S. fisuración”}$

11. VERIFICACIÓN QUANTIAS MINIMAS Y DISPOSICIONES CONSTRUCTIVAS

$elemento = \text{“LOSA”}$

Cuantía mínima geométrica

[Art 42.3.5 EHE-08]

Armadura de tracción

$$\rho_{g\_t} := \begin{cases} \dfrac{4}{1000} & \text{if } elemento = \text{“PILAR”} \\ \begin{cases} \dfrac{2}{1000} \cdot 0.5 & \text{if } f_{yk} = 400\ \textbf{MPa} \\ \dfrac{1.8}{1000} \cdot 0.5 & \text{else} \end{cases} & \text{else if } elemento = \text{“LOSA”} \\ \begin{cases} \dfrac{3.3}{1000} & \text{if } f_{yk} = 400\ \textbf{MPa} \\ \dfrac{2.8}{1000} & \text{else} \end{cases} & \text{else if } elemento = \text{“VIGA”} \\ \begin{cases} \dfrac{1.2}{1000} & \text{if } f_{yk} = 400\ \textbf{MPa} \\ \dfrac{0.9}{1000} & \text{else} \end{cases} & \text{else if } elemento = \text{“MURO”} \end{cases} = 0.001$$

Armadura de compresión

$$\rho_{g\_c} := \begin{cases} \dfrac{4}{1000} & \text{if } elemento = \text{“PILAR”} \\ \begin{cases} \dfrac{2}{1000} \cdot 0.5 & \text{if } f_{yk} = 400\ \textbf{MPa} \\ \dfrac{1.8}{1000} \cdot 0.5 & \text{else} \end{cases} & \text{else if } elemento = \text{“LOSA”} \\ \begin{cases} \dfrac{3.3}{1000} \cdot 0.3 & \text{if } f_{yk} = 400\ \textbf{MPa} \\ \dfrac{2.8}{1000} \cdot 0.3 & \text{else} \end{cases} & \text{else if } elemento = \text{“VIGA”} \\ \begin{cases} \dfrac{1.2}{1000} \cdot 0.3 & \text{if } f_{yk} = 400\ \textbf{MPa} \\ \dfrac{0.9}{1000} \cdot 0.3 & \text{else} \end{cases} & \text{else if } elemento = \text{“MURO”} \end{cases} = 0.001$$

Armadura de reparto

$$\rho_{g\_m} := \begin{cases} \begin{cases} \begin{cases} \dfrac{4}{1000} \cdot 0.5 & \text{if } f_{yk} = 400\ \textbf{MPa} \\ \dfrac{3.2}{1000} \cdot 0.5 & \text{else} \end{cases} & \text{if } juntas > 7.5\ \textbf{m} \\ \dfrac{2}{1000} \cdot 0.5 & \text{else} \end{cases} & elemento = \text{“MURO”} \\ 0 & \text{else} \end{cases} = 0$$

Cuantía mínima mecánica

[Art 42.3.2, Art 42.3.3,Art 42.3.4 EHE-08]

$sol = \text{“FLEX”}$

$$A_{s.mec.min.traccionada} := \begin{cases} \dfrac{\dfrac{b \cdot h^2}{6} \cdot f_{ctm.flcomp}(0\ \textbf{kN})}{f_{yd} \cdot 0.8 \cdot h} & sol = \text{“FLEX”} \\ \dfrac{0.05 \cdot \max(N_{ed})}{f_{ydc}} & \text{else if } sol = \text{“COMP”} \\ \dfrac{b \cdot h \cdot f_{ctm}}{f_{yd}} \cdot 0.5 & \text{else if } sol = \text{“TRAC”} \end{cases}$$

$$A_{s.mec.min.comprimida} := \begin{cases} \dfrac{0.05 \cdot \max(N_{ed})}{f_{yd}} & sol = \text{“FLEX”} \\ \dfrac{0.05 \cdot \max(N_{ed})}{f_{ydc}} & \text{else if } sol = \text{“COMP”} \\ \dfrac{b \cdot h \cdot f_{ctm}}{f_{yd}} \cdot 0.5 & \text{else if } sol = \text{“TRAC”} \end{cases}$$

Verificación armaduras

Armadura mínima geométrica | Armadura mínima mecánica | Armadura dispuesta

$A_{s.geom.min.traccionada} := \rho_{g\_t} \cdot b \cdot h = 3.6\ cm^2$ $A_{s.mec.min.traccionada} = 6.662\ cm^2$ $A_s = 20.106\ cm^2$

$A_{s.geom.min.comprimida} := \rho_{g\_c} \cdot b \cdot h = 3.6\ cm^2$ $A_{s.mec.min.comprimida} = 0.173\ cm^2$ $A_{s'} = 49.087\ cm^2$

$A_{s.geom.min.reparto} := \text{if}\left(\phi_v \neq 0, \rho_{g\_m} \cdot b \cdot min\left(h, 50\ cm\right), 0\ cm^2\right) = 0\ cm^2$ $A_{sr} := \frac{\frac{b}{cada} \cdot \pi}{4} \cdot \phi_v{}^2 = 5.655\ cm^2$

$Verifica_{armadura.minima.traccionada} = \text{“OK”}$
$Verifica_{armadura.minima.reparto} = \text{“OK”}$

Cálculo de la separación del armado dispuesto

$s_{armadura\_tracc} := s_t = 10\ cm$

$$s_{armadura\_comp} := \begin{cases} \text{if } sep \neq \text{“CALC”} \\ \quad \left\| \frac{b}{n_c} \right. \\ \text{else} \\ \quad \left\| \frac{b - 2 \cdot r_l - 2 \cdot \phi_v - \phi_c \cdot n_c}{n_c - 1} \right. \end{cases} = 10\ cm$$

Exigencias sobre disposición de armaduras

$s_{max} := min\left(30\ cm, h \cdot 3\right) = 30\ cm$ $s_{min} := \max\left(2\ cm, 1.25 \cdot tma, \max\left(\phi_c, \phi_t\right)\right) = 2.5\ cm$

$$\phi_{V.min} := \begin{cases} \text{if } \phi_v = 0 \\ \quad \left\| 0\ mm \right. \\ \text{else} \\ \quad \left\| \frac{\max\left(\phi_c, \phi_t\right)}{4} \right. \end{cases} = 6.25\ mm$$

$s_{V.max} := min\left(30\ cm, 15 \cdot min\left(\phi_c, \phi_t\right)\right) = 24\ cm$

$Verifica_{separacion.armaduras} = \text{“OK”}$
$Verifica_{disposicion.armadura.de.cortante} = \text{“OK”}$

12. RESUMEN DE RESULTADOS.

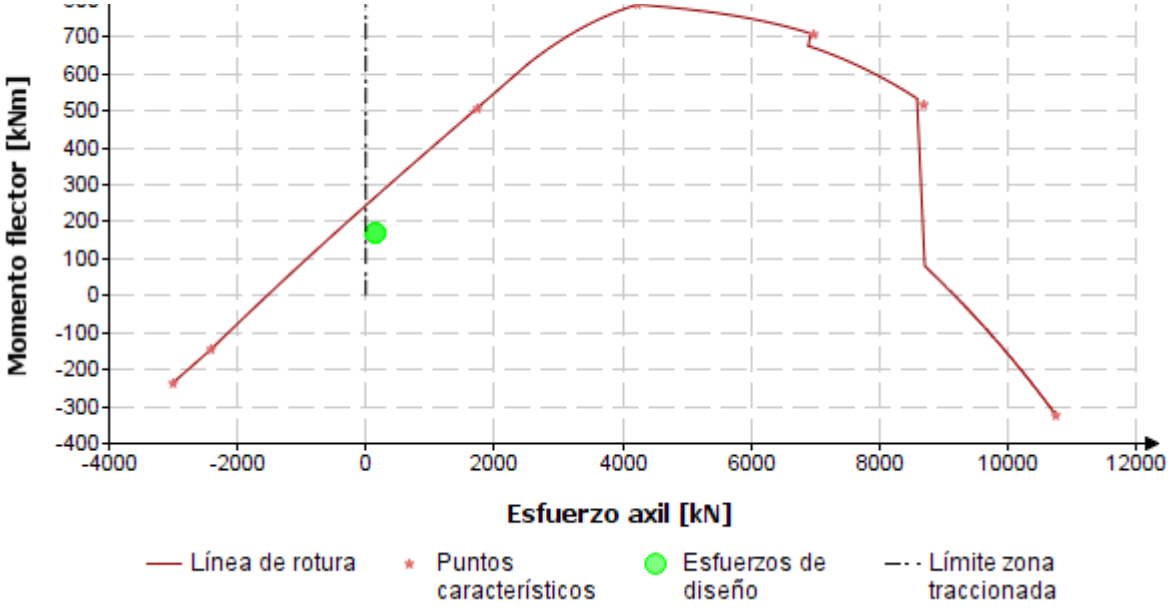
Todas las verificaciones seccionales se realizan a la $edad = 28\ day$ del hormigón.

Verificación a E.L.U. flexocompresión mediante diagrama de interacción:

$Verificacion\_flexocompresion = \text{“OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.U. flexocompresión recta”}$
$Ratio_{ELU.MAX} := \max\left(Ratio_{ELU}\right) = 96.551\%$ *OK*

$$CASO = \begin{bmatrix} \text{“Dip.ple.ELU”} \\ \text{“Dip.ple\_sense\_tracc.ELU”} \end{bmatrix} \quad num = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \end{bmatrix} \quad id\_ELU = \begin{bmatrix} \text{“ok”} \\ \text{“ok”} \end{bmatrix} \quad Ratio_{ELU_w} = \begin{bmatrix} 0.966 \\ 0.966 \end{bmatrix}$$

Diagrama de interacción M-N de la sección en E.L.U.



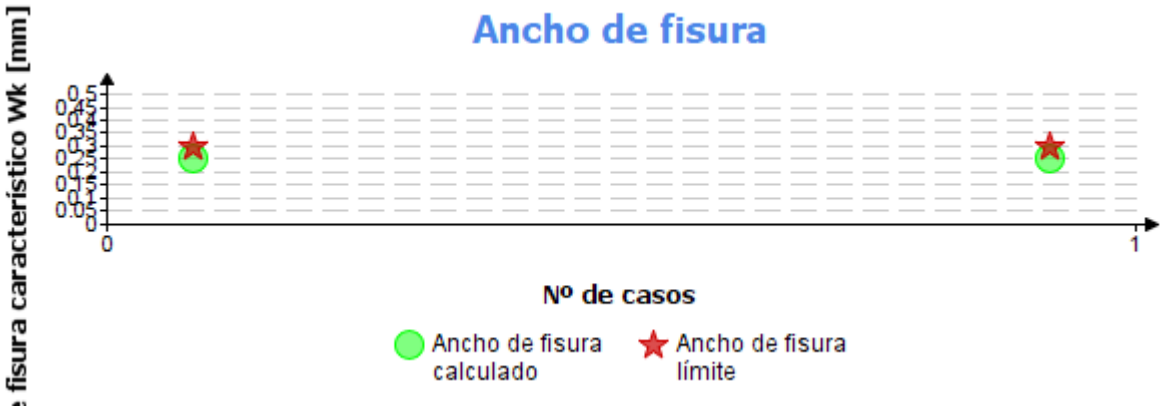
Verificación a E.L.S. fisuración :

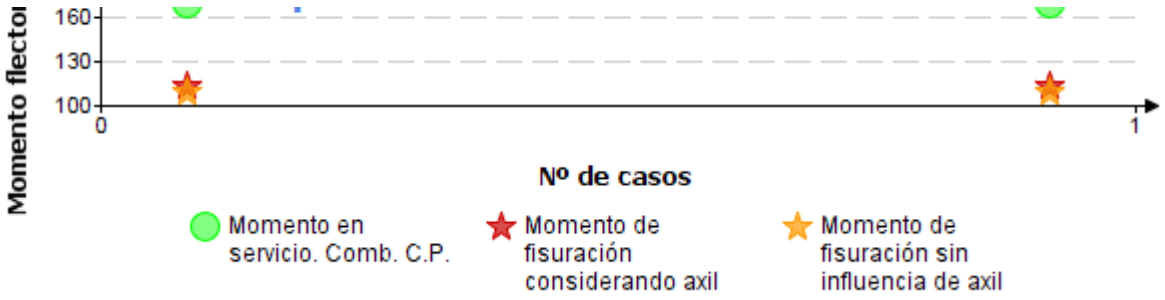
$Verificacion\_fisuracion\_traccion$ = "OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.S. fisuración"
$Ratio_{ELS\_fisuracion} := \max(Ratio\_E.L.S.) = 83.704\%$ *OK*
$Verificacion\_fisuracion\_microcompresion$ = "OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.S. fisuración"
$Ratio_{ELS\_microfisuracion} := \max(Ratio_{E.L.S.microfisuracion}) = 71.954\%$ *OK*

$Maxima\_apertura\_fisura := \max(Ancho\_fisura) = 0.25111$ ***mm*** *OK* $w_{max} = 0.3$ ***mm***
$Maxima\_compresión := \max(\sigma_{comp.hormi}) = 12.95179$ ***MPa*** *OK* $0.6 \cdot f_{ck.j\_els} = 18$ ***MPa***

$M_{fis}(min(N_{k\_cp})) = 113.337$ ***m·kN*** $M_{fis}(0\ \mathbf{kN}) = 109.403$ ***m·kN*** $M_{k1.cp} = 170$ ***m·kN***

$CASO.E.L.S. = \begin{bmatrix} \text{"Dip.ple.ELS"} \\ \text{"Dip.ple\_sense\_tracc"} \end{bmatrix}$ $fisura = \begin{bmatrix} \text{"SI"} \\ \text{"SI"} \end{bmatrix}$ $Ancho\_fisura = \begin{bmatrix} 0.251 \\ 0.251 \end{bmatrix}$ ***mm*** $Ratio\_E.L.S. = \begin{bmatrix} 0.837 \\ 0.837 \end{bmatrix}$





Verificación a E.L.U. cortante:

$Verificacion\_cortante = \text{“ATENCIÓN. necesita armadura de cortante”}$

$Verificacion\_armadura.minima.cortante = \text{“OK.”}$

$Ratio_{ELU.cort} := \max\left(\max\left(Ratio_{\_VU1}, Ratio_{\_cort}\right)\right) = 73.832\% \qquad OK$

$armadura\_cortante = \begin{bmatrix} 0.738 \\ 0.738 \end{bmatrix} \qquad Ratio_{\_VU1} = \begin{bmatrix} 0.271 \\ 0.271 \end{bmatrix} \quad Ratio_{\_VU2} = \begin{bmatrix} 2.187 \\ 2.187 \end{bmatrix} \quad Ratio_{\_cort} = \begin{bmatrix} 0.738 \\ 0.738 \end{bmatrix}$

Verificación disposiciones constructivas.

$Verifica_{armadura.minima.traccionada} = \text{“OK”}$
$Verifica_{armadura.minima.reparto} = \text{“OK”}$
$Verifica_{armadura.minima.reparto} = \text{“OK”}$
$Verifica_{separacion.armaduras} = \text{“OK”}$
$Verifica_{disposicion.armadura.de.cortante} = \text{“OK”}$

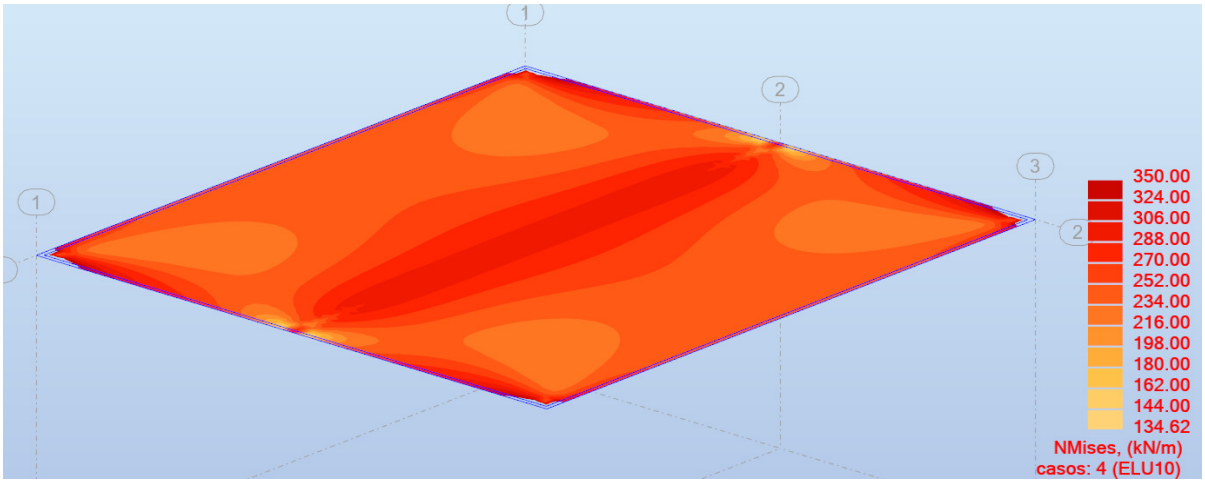
Ratio global

$Ratio_{global} = 96.551\% \qquad OK$
$Verificación_{global} = \text{“OK”}$

ANÁLISIS DE LA CONEXIÓN A CORTANTE RAMPA EN ENTRONQUE MURETE - LOSA DE FONDO

1. REACCIONES DE LA LOSA DEL MODELO GLOBAL

Del modelo global se obtienen las siguientes reacciones en E.L.U. sobre hastiales:



$R_{ed\_max} := 350 \ \frac{kN}{m}$ $M_{ed\_max} := 20 \ \frac{kN \cdot m}{m}$

$coef_{acciones} := 1.5$

2. MATERIALES

Canto de losa: $h := 40 \ cm$

Recubrimiento mínimo del anclaje al borde de hormigón:

$r := 5 \ cm = 50 \ mm$

$f_{yk} := 500 \ MPa$ $f_{yd} := f_{yk} \cdot 1.15^{-1} = 434.783 \ MPa$

Tensión de cálculo del acero para controlar fisuración

$\sigma_{sk} := 155 \ MPa$

MÁXIMO DIÁMETRO DE LAS BARRAS PARA CONTROLAR LA FISURACIÓN

Tensión del acero[1] [N/mm²]	Diámetro máximo de la barra [mm]		
	w_k = 0,4 mm	w_k = 0,3 mm	w_k = 0,2 mm
160	40	32	25
200	32	25	16
240	20	16	12
280	16	12	8
320	12	10	6
360	10	8	5
400	8	6	4
450	6	5	–

[1] La tensión del acero se calcula en sección fisurada bajo la combinación de acciones relevante

Resistencia característica de cálculo $f_{ck} := 30 \ MPa$ $f_{cd} := f_{ck} \cdot 1.5^{-1} = 20 \ MPa$

Apertura característica de fisura: $w_{k\_max} := 0.3 \ mm$

$$f_{ctm.fl} := 0.3 \cdot \left(f_{ck} \cdot MPa^{-1}\right)^{\frac{2}{3}} MPa \cdot \max\left(\max\left(\left(1.6 - \frac{h}{100 \ cm}\right), 1\right)\right) = 3.476 \ MPa$$

$$M_{fis} := \frac{f_{ctm.fl} \cdot h^2}{6} = 92.687 \ \frac{kN \cdot m}{m}$$

3. ESFUERZOS DE CÁLCULO DEL ANCLAJE

Supondremos espaciamiento de anclajes $\phi := 20\ mm$ cada $s := 20\ cm$ en acero B500S con un número $n := 1$ de pernos en cada alineación

Supondremos que el anclaje penetra $l := 20\ cm$
Posición barra I, II $pos := \text{“II”}$ ["I" --> Buena, "II" --> mala]

$\beta_1 := 0.25$ [valor entre 0.25 y 0 según empotramiento parcial parásito considerado]

Cortante que recibe un anclaje: $V_{ed\_anclaje} := \frac{R_{ed\_max} \cdot s}{n} = 70\ kN$

Momento de cálculo en sección de anclaje: $M_{ed\_secc\_anclaje} := M_{ed\_max} \cdot \beta_1 \cdot s = 1\ kN \cdot m$

Cálculo de la tracción a la que se ve sometido el anclaje debido al empotramiento parcial

$r_m := r + \frac{\phi}{2} = 60\ mm$ $d := h - r_m = 340\ mm$

$$fisura := \text{if}\left(\frac{M_{ed\_secc\_anclaje}}{coef_{acciones}} \geq M_{fis} \cdot s, \text{“SI”}, \text{“NO”}\right) = \text{“NO”}$$

Modelo de cálculo de la tracción:
$modelo := \text{“E”}$ ["P" --> Plastificación hormigón , "E" --> Régimen elástico , "A" --> Sólo contribuye acero]

$y := 1\ cm$ $T := 1\ kN$

$T = y \cdot s \cdot f_{cd}$ $T \leq \frac{\pi \cdot \phi^2}{4} \cdot f_{yd}$

$M_{ed\_secc\_anclaje} = T \cdot \left(d - \frac{y}{2}\right)$ $y \leq d \cdot 0.625$

$$\begin{bmatrix} y \\ T \end{bmatrix} := \text{find}(y, T) = \begin{bmatrix} (7.361 \cdot 10^{-4})\ m \\ (2.944 \cdot 10^{3})\ N \end{bmatrix}$$

$T_{ed\_anclaje\_plástico} := \text{if}(T \leq 1\ N, 0, T) = 2.944\ kN$

$\sigma := 1\ MPa$ $T := 1\ kN$ $y := \frac{h}{2}$

$T = \frac{y}{2} \cdot s \cdot \sigma$ $T \leq \frac{\pi \cdot \phi^2}{4} \cdot f_{yd}$ $\sigma \leq f_{cd}$

$M_{ed\_secc\_anclaje} = T \cdot \left(d - \frac{y}{3}\right)$

$$\begin{bmatrix} \sigma \\ T \end{bmatrix} := \text{find}(\sigma, T) = \begin{bmatrix} (1.829 \cdot 10^{5})\ Pa \\ (3.659 \cdot 10^{3})\ N \end{bmatrix}$$

$$T_{ed\_anclaje\_elástico} := \text{if}\left(T \le 1\ \boldsymbol{N}, 0, T\right) = 3.659\ \boldsymbol{kN}$$

$$T_{ed\_anclaje\_acero} := \frac{M_{ed\_secc\_anclaje}}{d - r_m} = 3.571\ \boldsymbol{kN}$$

$$T_{ed\_anclaje} := \begin{array}{l} \text{if } modelo = \text{“P”} \\ \quad \| \ T_{ed\_anclaje\_plástico} \\ \text{else if } modelo = \text{“E”} \\ \quad \| \ T_{ed\_anclaje\_elástico} \\ \text{else} \\ \quad \| \ T_{ed\_anclaje\_acero} \end{array} = 3.659\ \boldsymbol{kN}$$

Esfuerzos de cálculo de un anclaje

$V_{ed\_anclaje} = 70\ \boldsymbol{kN}$ $T_{ed\_anclaje} = 3.659\ \boldsymbol{kN}$

4. SISTEMA DE CONEXIÓN A CORTANTE

Máximo cortante resistido por la barra del anclaje:

$$V_{rd} := \frac{\pi \cdot \phi^2}{4} \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} = 78.861\ \boldsymbol{kN}$$

$$Ratio_{E.L.U.\_anclaje\_V} := \frac{V_{ed\_anclaje}}{V_{rd}} = 88.76\% \quad \textbf{OK}$$

Tensión localizada de plastificación bajo el anclaje

$$\sigma_{plastif} := \frac{V_{ed\_anclaje}}{l \cdot \phi} = 17.5\ \boldsymbol{MPa}$$

$$Ratio_{E.L.U.\_plastificacion\_hormigón\_V} := \frac{\sigma_{plastif}}{f_{cd}} = 87.5\% \quad \textbf{OK}$$

5. SISTEMA DE CONNEXIÓN A TRACCIÓN

Tracción máxima resistida por la barra del anclaje en E.L.U.:

$$N_{rd} := \frac{\pi \cdot \phi^2}{4} \cdot f_{yd} = 136.591\ \boldsymbol{kN}$$

$$Ratio_{E.L.U.\_anclaje\_N} := \frac{T_{ed\_anclaje}}{N_{rd}} = 2.68\% \quad \textbf{OK}$$

Tracción máxima resistida por la barra del anclaje en E.L.S. para garantizar cumplimiento E.L.S. fisuración:

$$N_{rk\_fis} := \frac{\pi \cdot \phi^2}{4} \cdot \sigma_{sk} = 48.695\ \textbf{kN}$$

$$Ratio_{E.L.S.\_anclaje\_N} := \frac{\frac{T_{ed\_anclaje}}{coef_{acciones}}}{N_{rk\_fis}} = 5.01\% \qquad \textbf{OK}$$

Tracción máxima resistida por el hormigón:

$$f_{ctd} := 0.7 \cdot \frac{0.3}{1.5} \cdot \left(f_{ck} \cdot \textbf{MPa}^{-1}\right)^{\frac{2}{3}} \cdot \textbf{MPa} = 1.352\ \textbf{MPa}$$

$$\eta_1 := \text{if}\left(pos = \text{“II”}, 0.7, 1\right) = 0.7 \qquad \eta_2 := \text{if}\left(\phi \le 32\ \textbf{mm}, 1, \frac{(132\ \textbf{mm} - \phi)}{100\ \textbf{mm}}\right) = 1$$

$$\tau_{bd} := 2.25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 2.129\ \textbf{MPa}$$

$$N_{rd\_adherencia} := \tau_{bd} \cdot \phi \cdot l \cdot \pi = 26.753\ \textbf{kN}$$

$$\sigma_{sd} := \frac{4 \cdot T_{ed\_anclaje}}{\pi \cdot \phi^2} = 11.645\ \textbf{MPa}$$

$$Ratio_{E.L.U.\_anclaje\_adherencia\_hormigon\_N} := \frac{T_{ed\_anclaje}}{N_{rd\_adherencia}} = 13.68\% \qquad \textbf{OK}$$

6. COMPROBACIÓN LONGITUD MÍNIMA DEL ANCLAJE

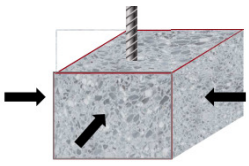
$\alpha_1 := 1$ [Factor de forma]

$$c_d := min\left(r, \text{if}\left(n = 1, r, \frac{h - (2\ r + n \cdot \phi)}{n - 1} \cdot 0.5\right)\right) = 50\ \textbf{mm}$$

$$\alpha_2 := \max\left(0.7, min\left(1 - \frac{0.15 \cdot (c_d - \phi)}{\phi}, 1\right)\right) = 0.775$$ [Factor de recubrimiento]

$\alpha_3 := 1$ [Factor de confinamiento armadura transversal]

$\alpha_4 := 1$ [no hay barra soldada]



$presion_{transversal\_ELU} := 0\ \textbf{MPa}$ [Factor de presión]

$$\alpha_5 := \max\left(1 - \frac{0.04 \cdot presion_{transversal\_ELU}}{\textbf{MPa}}, 0.7\right) = 1$$

Coeficiente de reducción de longitud de anclaje:

$$\beta := min\left(\max\left(\alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5, 0.7\right), 1\right) = 0.775$$

$$l_{b\_neta} := \frac{\phi \cdot \sigma_{sd}}{4 \cdot \tau_{bd}} \cdot \beta = 21.197 \ mm \qquad l_b := \frac{\phi \cdot f_{yd}}{4 \cdot \tau_{bd}} = \left(1.021 \cdot 10^3\right) \ mm$$

$$l_{b\_min} := min\left(10 \cdot \phi, 150 \ mm, \frac{l_b}{3}\right) = 150 \ mm$$

$$l_{min} := \max\left(l_{b\_neta}, l_{b\_min}\right) = 150 \ mm$$

$$Ratio_{E.L.U.\_long\_anclaje} := \frac{l_{min}}{l} = 75\% \qquad \textbf{OK}$$

7. COMPROBACIÓN INTERACCIÓN

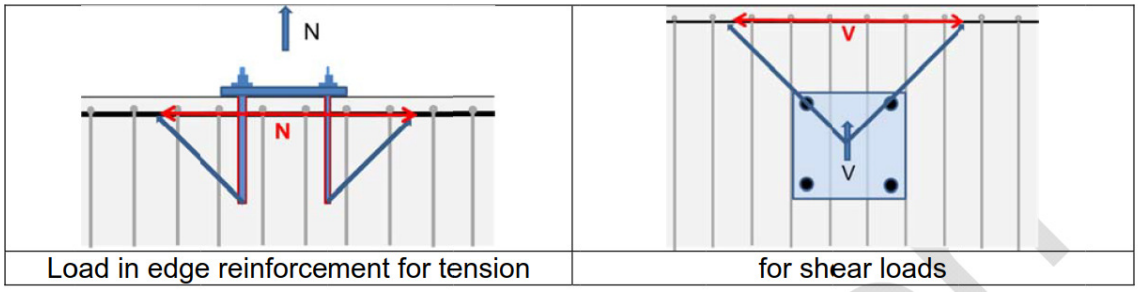
$$Ratio_{E.L.U.\_interaccion\_acero} := Ratio_{E.L.U.\_anclaje\_V} + Ratio_{E.L.U.\_anclaje\_N} = 0.914$$

8. VERIFICACIÓN FALLOS EN EL HORMIGÓN POR PROXIMIDAD DE CARGAS EN BORDE

Modelo de bielas y tirantes para garantizar que no se produce fallo por desconchamiento.

Los fallos por desconche, rotura por cono u otros mecanismos no se pueden producir en la práctica si existe un zuncho o armadura que garantice la formación de mecanismos de bielas y tirantes que prevengan o impidan dichas roturas. Seguidamente se analiza el armado requerido a disponer mediante un modelo de bielas y tirantes, de tal forma que el anclaje disponga de un armado supletorio para prevenir fallos por rotura del hormigón

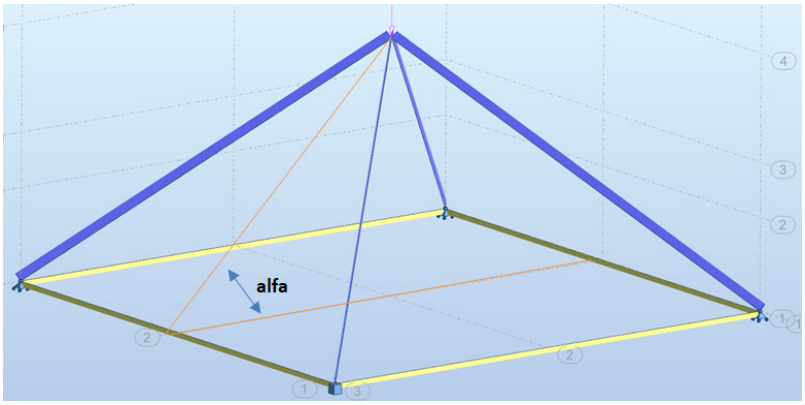
- A surface or edge reinforcement perpendicular to the anchor load is required to take up the splitting forces. The stress induced into this edge reinforcement can be estimated by a 45° strut and tie model:



Load in edge reinforcement for tension | for shear loads

Tipo de análisis para la tracción $analisis_{tracc} := \text{“2D”}$ ["2D", "3D"]

Tipo de análisis para el cortante $analisis_{cort} := \text{“2D”}$ ["2D", "3D"]



Celosía espacial con ángulo plano de bielas:

$\alpha := 45\ ° = 45\ °$

$\alpha' := \operatorname{atan}\left(\frac{\tan(\alpha)}{\sqrt{2}}\right) = 35.264\ °$

$V := V_{ed\_anclaje} = 70\ \boldsymbol{kN}$ $N := T_{ed\_anclaje} = 3.659\ \boldsymbol{kN}$

Tracción estimada en el tirante:

$$T_{tracc} := \text{if } analisis_{tracc} = \text{“2D”} \left\| 0.5\ N \cdot \tan(\alpha)^{-1} \right. \text{ else } \left\| 0.25\ N \cdot \tan(\alpha)^{-1} \right.$$

$T_{cort} := 0.5\ V \cdot \tan(\alpha)^{-1}$

$T_{tracc} = 1.829\ \boldsymbol{kN}$

$T_{cort} = 35\ \boldsymbol{kN}$

Compresión estimada en la biela:

$$C_{tracc} := \text{if } analisis_{tracc} = \text{“2D”} \left\| 0.5\ N \cdot \sin(\alpha)^{-1} \right. \text{ else } \left\| 0.25\ N \cdot \sin(\alpha')^{-1} \right.$$

$C_{cort} := 0.5\ V \cdot \sin(\alpha)^{-1}$

$C_{tracc} = 2.587\ \boldsymbol{kN}$

$C_{cort} = 49.497\ \boldsymbol{kN}$

$C := \max(C_{tracc}, C_{cort}) = 49.497\ \boldsymbol{kN}$

Tensiones en biela:

ancho biela: $a_{biela} := 2 \cdot r = 10\ \boldsymbol{cm}$

canto biela: $h_{biela} := 2 \cdot r = 10\ \boldsymbol{cm}$

$\sigma_{biela} := \frac{C}{a_{biela} \cdot h_{biela}} = 4.95\ \boldsymbol{MPa}$ $\sigma_{2c} := 0.7 \cdot f_{cd} = 14\ \boldsymbol{MPa}$

$Ratio_{biela} := \frac{\sigma_{biela}}{\sigma_{2c}} = 35.355\%$ *ok*

Armadura requerida en tirante:

Tensión considerada de trabajo: $f_{y\_considerada} := 150\ MPa$

$$A_{S.nec\_traccion} := \frac{T_{tracc}}{f_{y\_considerada}} = 0.122\ cm^2$$

$$A_{S.nec\_cortante} := \frac{T_{cort}}{f_{y\_considerada}} = 2.333\ cm^2$$

Propuesta de armadura a disponer para prevenir roturas en el hormigón por la presencia del anclaje:

$\phi_{barra\_tracc} := 16\ mm$ $n_{barras\_tracc} := 2$

$\phi_{barra\_cort} := 16\ mm$ $n_{barras\_cort} := 2$

$$A_{S\_dispuesto\_tirante\_tracc} := \frac{\pi}{4} \cdot \phi_{barra\_tracc}^{\ 2} \cdot n_{barras\_tracc} = 4.021\ cm^2$$

$$A_{S\_dispuesto\_tirante\_cort} := \frac{\pi}{4} \cdot \phi_{barra\_cort}^{\ 2} \cdot n_{barras\_cort} = 4.021\ cm^2$$

$$Ratio_{tirante\_traccion\_anclaje} := \frac{A_{S.nec\_traccion}}{A_{S\_dispuesto\_tirante\_tracc}} = 3.033\% \quad ok$$

$$Ratio_{tirante\_cortante\_anclaje} := \frac{A_{S.nec\_cortante}}{A_{S\_dispuesto\_tirante\_cort}} = 58.025\% \quad ok$$

MÁXIMO DIÁMETRO DE LAS BARRAS PARA CONTROLAR LA FISURACIÓN

Tensión del acero[1] [N/mm²]	*Diámetro máximo de la barra [mm]*		
	w_k = 0,4 mm	w_k = 0,3 mm	w_k = 0,2 mm
160	40	32	25
200	32	25	16
240	20	16	12
280	16	12	8
320	12	10	6
360	10	8	5
400	8	6	4
450	6	5	–

[1] La tensión del acero se calcula en sección fisurada bajo la combinación de acciones relevante

9. RECAPITULACIÓN DE RESULTADOS

Se plantea un anclaje compuesto por $n=1$ barra $\phi=20$ mm cada $s=20$ cm en acero de límite elástico $f_{yk}=500$ MPa
Recubrimiento pésimo del anclaje: $r=5$ cm

Ratios de trabajo del anclaje

$Ratio_{E.L.U.\_anclaje\_V}=0.888$
$Ratio_{E.L.U.\_plastificacion\_hormigón\_V}=0.875$
$Ratio_{E.L.U.\_anclaje\_N}=0.027$
$Ratio_{E.L.S.\_anclaje\_N}=0.05$
$Ratio_{E.L.U.\_anclaje\_adherencia\_hormigon\_N}=0.137$
$Ratio_{E.L.U.\_long\_anclaje}=0.75$
$Ratio_{E.L.U.\_interaccion\_acero}=0.914$
$Ratio_{biela}=0.354$
$Ratio_{tirante\_traccion\_anclaje}=0.03$
$Ratio_{tirante\_cortante\_anclaje}=0.58$

La disposición de una armadura compuesta como mínimo por $n_{barras\_tracc}=2$ $\phi_{barra\_tracc}=16$ mm situada en cada tirante del modelo $analisis_{tracc}=$ "2D" para el análisis de la tracción, así como la disposición de una armadura compuesta como mínimo por $n_{barras\_cort}=2$ $\phi_{barra\_cort}=16$ mm situada en el borde más solicitado para el análisis del cortante es suficiente para absorber los esfuerzos en el hormigón garantizando que no aparecerá rotura del hormigón por la presencia del anclaje, así como garantizando un nivel de fisuración con apertura característica inferior a $w_{k\_max}=0.3$ mm

$Ratio_{global\_anclaje}=0.914$ < 1 $Verifica_{anclaje}=$ "SI"

VERIFICACIÓN DE LOS APOYOS ELASTOMÉRICOS

1. DATOS DE PARTIDA

Cálculo de módulos de deformación del hormigón:

$f_{ck} := 30\ \boldsymbol{MPa}$

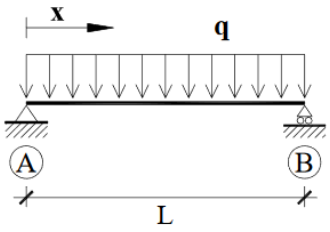
$E_{cm} := 8500 \cdot \sqrt[3]{f_{ck} \cdot \boldsymbol{MPa}^{-1} + 8} \cdot \boldsymbol{MPa} = 28.577\ \boldsymbol{GPa}$

Cálculo de la inercia bruta de la sección:

$b := 1\ \boldsymbol{m} \qquad h := 45\ \boldsymbol{cm}$

$I := \frac{b \cdot h^3}{12} = \left(7.594 \cdot 10^5\right)\ \boldsymbol{cm}^4$

Giro en el apoyo



Giros: $\varphi_A = -\frac{qL^3}{24EI}$ $\varphi_B = \frac{qL^3}{24EI}$

$L_{tablero\_calc} := 4.6\ \boldsymbol{m} \qquad b_{\_calc} := 1\ \boldsymbol{m}$

$\varphi_A := \frac{190\ \frac{\boldsymbol{kN}}{\boldsymbol{m}} \cdot L_{tablero\_calc}^{\ 3}}{24 \cdot E_{cm} \cdot I} = 0.004\ \boldsymbol{rad}$

Reacción en el apoyo

$R_A := 1100\ \boldsymbol{kN}$

2. DISEÑO DE LA BANDA ELASTOMÉRICA

Características de la banda elastomérica

Longitud apoyo de cálculo: $l_{calc} := 1\ m$
Ancho del apoyo: $b := 150\ cm$
Canto banda elastomérica: $espesor := 5\ mm$

Módulo deformación del material: $E_b := 2000\ MPa$
Modulo de cizalladura del apoyo: $G_{apoyo} := 0.9\ MPa$

APOYO		Δ	Giro	CARGA DE TRABAJO (kN)													
				longitud del apoyo													
Espesor	Ancho	mm	rad.	50	60	80	100	120	150	200	250	300	350	400	450	500	por ml
5	50	1,8	0,050	6,8	8,8	13,3	18,0	21,6	27,0	36,0	45,0	54,0	63,0	72,0	81,0	90,0	180,0
	60		0,042		11,7	17,8	24,3	31,1	38,9	51,8	64,8	77,8	90,7	103,7	116,6	129,6	259,2
	80		0,031			27,6	38,4	49,8	67,6	92,2	115,2	138,2	161,3	184,3	207,4	230,4	426,7
	100		0,025				54,0	70,7	97,2	144,0	180,0	216,0	252,0	288,0	324,0	360,0	720,0
	120		0,021					93,3	129,6	194,4	259,2	311,0	362,9	414,7	466,6	518,4	1036,8
	150		0,017						182,3	277,7	379,7	486,0	567,0	648,0	729,0	810,0	1620,0
10	100	4,8	0,050				27,0	35,3	48,6	72,0	90,0	108,0	126,0	144,0	162,0	180,0	360,0
	120		0,042					46,7	64,8	97,2	129,6	155,5	181,4	207,4	233,3	259,2	518,4
	150		0,033						91,1	138,9	189,8	243,0	283,5	324,0	364,5	405,0	810,0
	200		0,025							216,0	300,0	388,8	481,1	576,0	648,0	720,0	1440,0
	250		0,020								421,9	552,3	689,1	830,8	976,3	1125,0	2250,0
15	150	7,8	0,050						60,8	92,6	126,6	162,0	189,0	216,0	243,0	270,0	540,0
	200		0,038							144,0	200,0	259,2	320,7	384,0	432,0	480,0	960,0
	250		0,030								281,3	368,2	459,4	553,8	650,9	750,0	1500,0
20	200	10,8	0,050							108,0	150,0	194,4	240,5	288,0	324,0	360,0	720,0
	250		0,040								210,9	276,1	344,5	415,4	488,2	562,5	1125,0

Flecha vertical de la banda

Carga de diseño $F_{zd} := R_A \cdot 1.35 = (1.485 \cdot 10^3)\ kN$

Área del apoyo $A := l_{calc} \cdot b = (1.5 \cdot 10^4)\ cm^2$

Modulo de cizalladura del apoyo $G_{apoyo} = 0.9\ MPa$

Factor de forma $S := \frac{A}{(l_{calc} + b) \cdot 2 \cdot espesor} = 60$

$$v_c := \frac{F_{zd} \cdot espesor}{A} \cdot \left(\frac{1}{5 \cdot G_{apoyo} \cdot S^2} + \frac{1}{E_b} \right) = 0.003\ mm$$

Flecha total del tablero en el extremo del estribo

$$f_{deformacion\_apoyo} := 2\ mm + v_c = 2.003\ mm$$

$$f_{giro} := \varphi_A \cdot 15\ cm = 0.533\ mm$$

$$f_{inclinación} := 0\% \cdot 15\ cm = 0\ mm$$

$$f_{total} := f_{inclinación} + f_{giro} + f_{deformacion\_apoyo} = 2.535\ mm$$

La flecha total del tablero en la punta del estribo (2.5 mm) es menor que el espesor de la banda elastomérica. Por tanto, el espesor de la banda es suficiente y el tablero no intersecará con la punta del estribo.

Programa: CivilEstudio

Versión: 34 - 6
Barcelona, 2018

CivilEstudio, software propiedad de CivilCAD Consultores, S.L.
Autores: L.M.Callís, J.M.Roig, I.Callís, P.Reinés
Licencia de uso concedida a: Most Enginyers, S.L.
Número de usuario: 12202

Proyecto:

Nombre del proyecto: *PRECÀLCUL DE LES ESTRUCTURES DEL PROJECTE D'OBRES BÀSIQUES D'URBANITZACIÓ DEL PLA DIRECTOR URBANÍSTIC DEL CENTRE DIRECCIONAL DE CERDANYOLA DEL VALLÈS*
Nombre de la estructura: *1- ENDEGAMENT TORRENT DE MAGRANS*
Nombre del elemento estructural: *ALETES SORTIDA*
Tipo de estructura: *Muro in situ*
Funcionalidad de la estructura: *Muro de contención*
Clase de estructura: *Canto variable*
Vida útil: *100 años*

Normativas:

Ámbito: *Normas españolas*

Unidades:

Sistema *S.I.*

Despiece:

Sistema Métrico Europeo

Módulo del programa:

Módulo Muro superficial
Nombre del archivo de proyecto: *aletes endegament torrent_v1.mur*
Ruta de acceso: *p:\parc de l'alba\estructures\1. endegament torrent de magrans. calaix\aletes*

Informe:

Tipo de informe: *Informe de la Memoria de cálculo*
Informe generado el día 11-12-2020 a las 12:57:04

Índice

1 RESUMEN DE VERIFICACIONES

2 DEFINICIÓN DEL PROYECTO

2.1 Normativas
2.2 Geometría
2.2.1 Planta del paramento
2.2.2 Zapata
2.2.3 Alzado
2.3 Materiales
2.3.1 Hormigón Alzado
2.3.2 Hormigón Zapata
2.3.3 Hormigón Capa de nivelación
2.3.4 Armadura pasiva Alzado
2.3.5 Armadura pasiva Zapata
2.4 Recubrimientos geométricos
2.5 Fisuración
2.6 Terreno
2.7 Acciones
2.7.1 Acciones permanentes
2.7.2 Acciones variables
2.7.3 Acciones accidentales
2.8 Coeficientes de seguridad
2.8.1 Coeficientes de mayoración de las acciones, γ_F
2.8.2 Coeficientes de seguridad y combinación
2.9 Configuración del cálculo

3 ESFUERZOS EN ALZADO Y ACCIONES EN ZAPATA

3.1 Módulo 1
3.1.1 Sección 1 (x = 1.335 m)
3.1.2 Sección 2 (x = 4.005 m)
3.1.3 Sección 3 (x = 6.675 m)
3.1.4 Sección 4 (x = 9.345 m)
3.1.5 Sección 5 (x = 12.015 m)

4 ESTADO LÍMITE DE DESLIZAMIENTO

4.1 Módulo 1
4.1.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente
4.1.2 Situación persistente. Combinación característica
4.1.3 Situación accidental. Combinación sísmica
4.2 Resumen de verificaciones

5 ESTADO LÍMITE DE VUELCO

5.1 Módulo 1
5.1.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente
5.1.2 Situación persistente. Combinación característica
5.1.3 Situación accidental. Combinación sísmica
5.2 Resumen de verificaciones

6 ESTADO LÍMITE DE ESTABILIDAD GLOBAL

6.1 Módulo 1
6.1.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente
6.1.2 Situación persistente. Combinación característica
6.1.3 Situación accidental. Combinación sísmica
6.2 Resumen de verificaciones

7 ESTADO LÍMITE ÚLTIMO DE HUNDIMIENTO DEL TERRENO

7.1 Módulo 1
7.1.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente
7.1.2 Situación persistente. Combinación característica
7.1.3 Situación accidental. Combinación sísmica
7.2 Resumen de verificaciones

8 ESTADO LÍMITE ÚLTIMO DE ROTURA POR FLEXIÓN

8.1 Módulo 1
8.1.1 Alzado
8.1.1.1 Situación persistente. Combinación fundamental
8.1.1.2 Situación accidental. Combinación sísmica
8.1.1.3 Envolvente de armaduras
8.1.2 Zapata
8.1.2.1 Situación persistente. Combinación fundamental
8.1.2.2 Situación accidental. Combinación sísmica
8.1.2.3 Envolvente de armaduras
8.2 Resumen de verificaciones

9 ESTADO LÍMITE DE FISURACIÓN

9.1 Módulo 1
9.1.1 Alzado
9.1.1.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente
9.1.2 Zapata
9.1.2.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente
9.2 Resumen de verificaciones

10 ESTADO LÍMITE ÚLTIMO DE ROTURA POR CORTANTE

10.1 Módulo 1
10.1.1 Alzado
10.1.1.1 Situación persistente. Combinación fundamental
10.1.1.2 Situación accidental. Combinación sísmica
10.1.1.3 Envolvente de armaduras
10.1.2 Zapata
10.1.2.1 Situación persistente. Combinación fundamental
10.1.2.2 Situación accidental. Combinación sísmica
10.1.2.3 Envolvente de armaduras
10.2 Resumen de verificaciones

11 ESTADO LÍMITE DE DEFORMACIONES

11.1 Módulo 1
11.2 Resumen de verificaciones

12 VERIFICACIÓN DEL DESPIECE

1 RESUMEN DE VERIFICACIONES

Nombre del proyecto: *PRECÀLCUL DE LES ESTRUCTURES DEL PROJECTE D'OBRES BÀSIQUES D'URBANITZACIÓ DEL PLA DIRECTOR URBANÍSTIC DEL CENTRE DIRECCIONAL DE CERDANYOLA DEL VALLÈS*
Nombre de la estructura: *1- ENDEGAMENT TORRENT DE MAGRANS*
Nombre del elemento estructural: *ALETES SORTIDA*
Tipo de estructura: *Muro in situ*
Funcionalidad de la estructura: *Muro de contención*
Clase de estructura: *Canto variable*
Vida útil: *100 años*

Módulo 1		
Estado límite de deslizamiento zapata - terreno		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Situación accidental	Combinación sísmica	Cumple
Estado límite de vuelco rígido		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Situación accidental	Combinación sísmica	Cumple
Estado límite geotécnico último de hundimiento		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Situación accidental	Combinación sísmica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por flexión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Situación accidental	Combinación sísmica	Cumple
Estado límite estructural de servicio de fisuración		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por cortante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Situación accidental	Combinación sísmica	Cumple
Estado límite estructural de servicio de deformaciones		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple

Estado límite de estabilidad global		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Situación accidental	Combinación sísmica	Cumple
Obtención del despiece de la armadura		
Generación del armado	.	Cumple

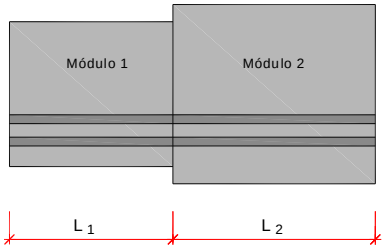
2 DEFINICIÓN DEL PROYECTO

2.1 Normativas

IAP. Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera. V. 2011
IAPF. Instrucción de Acciones a considerar en puentes de ferrocarril. V. 2007
Guía. Guía de cimentaciones. V. 2009
CTE. Código Técnico de la Edificación. V. 2006
EHE. Instrucción Española del Hormigón Estructural. V. 2008

2.2 Geometría

2.2.1 Planta del paramento

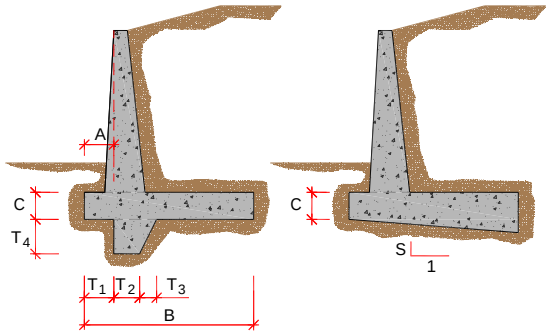


	Coordenadas Paramento				Longitud
	Punto inicial		Punto final		L
Módulo	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)	(m)
1	0.000	0.000	13.350	0.000	13.350

Ángulo inicial de la zapata con el paramento α_1 : 100.000 g
Ángulo final de la zapata con el paramento α_2 : 100.000 g

2.2.2 Zapata

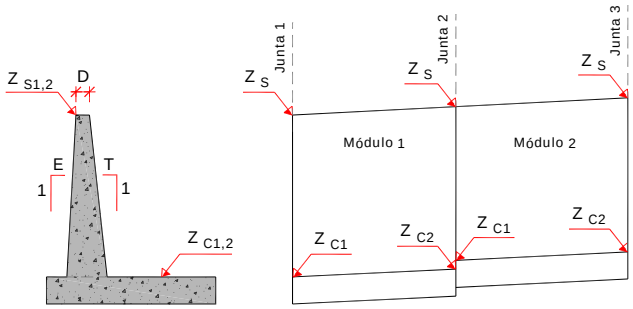
Dimensiones de la zapata



Módulo	A (m)	Ancho B (m)	Canto C (m)	Pendiente S
1	0.400	2.000	0.400	0.000

Espesor del hormigón de limpieza : 0.100 m

2.2.3 Alzado



Junta	Cota coronación Z_S (m)	Pendiente E (tanto por uno)	Canto coronación D (m)
1	4.450	0.000	0.300
2	0.500	0.000	0.300

Módulo	Cota zapata Z_{c1} (m)	Cota zapata Z_{c2} (m)	Pendiente trasdós T_1 (tanto por uno)	Pendiente trasdós T_2 (tanto por uno)
1	0.000	0.000	0.000	0.000

2.3 Materiales

2.3.1 Hormigón Alzado

Denominación: HA-30

Resistencia característica a compresión, f_{ck}	:	30.0	MPa
Resistencia media a compresión, f_{cm}	:	38.0	MPa
Resistencia característica a tracción, $f_{ct,k}$	:	-2.0	MPa
Resistencia media a tracción, $f_{ct,m}$	:	-2.9	MPa
Módulo elástico secante, E_{cm}	:	28576.8	MPa
Módulo elástico inicial (tangente), E_c	:	33577.7	MPa
Coeficiente de Poisson, ν	:	0.20	
Peso específico, γ	:	25.0	kN/m^3
Coeficiente del tipo de cemento, s	:	0.25	
Coeficiente de la naturaleza del árido, α	:	1.0	
Coeficiente de dilatación térmica, α	:	0.00001000	$^oC^{-1}$

Diagrama parábola-rectángulo:

Grado de la parábola, n	:	2.00
Deformación de rotura a compresión simple, ε_{c0}	:	0.00200
Deformación de rotura en flexión, ε_{cu}	:	0.00350
Deformación máxima en armadura traccionada, ε_s	:	-0.01000
Coeficiente de intensidad del bloque de compresión, k	:	1.00

Diagrama rectangular:

Coeficiente profundidad del bloque de compresión, λ	:	0.80
Coeficiente intensidad del bloque de compresión, η	:	1.00

Endurecimiento : Normal
Tipo de cemento para Alzado : CEM II/A-S (según RC-08).

2.3.2 Hormigón Zapata

Denominación: HA-30

Resistencia característica a compresión, f_{ck}	:	30.0	MPa
Resistencia media a compresión, f_{cm}	:	38.0	MPa
Resistencia característica a tracción, $f_{ct,k}$	:	-2.0	MPa
Resistencia media a tracción, $f_{ct,m}$	:	-2.9	MPa
Módulo elástico secante, E_{cm}	:	28576.8	MPa
Módulo elástico inicial (tangente), E_c	:	33577.7	MPa
Coeficiente de Poisson, ν	:	0.20	
Peso específico, γ	:	25.0	kN/m^3
Coeficiente del tipo de cemento, s	:	0.25	
Coeficiente de la naturaleza del árido, α	:	1.0	
Coeficiente de dilatación térmica, α	:	0.00001000	$^oC^{-1}$

Diagrama parábola-rectángulo:

Grado de la parábola, n	:	2.00
Deformación de rotura a compresión simple, ε_{c0}	:	0.00200
Deformación de rotura en flexión, ε_{cu}	:	0.00350
Deformación máxima en armadura traccionada, ε_s	:	-0.01000
Coeficiente de intensidad del bloque de compresión, k	:	1.00

Diagrama rectangular:

Coeficiente profundidad del bloque de compresión, λ	:	0.80
Coeficiente intensidad del bloque de compresión, η	:	1.00

Endurecimiento : Normal
Tipo de cemento para Zapata : CEM II/A-S (según RC-08).

2.3.3 Hormigón Capa de nivelación

Denominación: HM-15

Resistencia característica a compresión, f_{ck}	:	15.0	MPa

Tipo de cemento para Capa de nivelación : CEM I (según RC-08).

2.3.4 Armadura pasiva Alzado

Denominación: AP500 S

Límite elástico característico, f_{yk}	:	500	MPa
Tensión unitaria de rotura , f_s	:	550	MPa
Módulo de deformación longitudinal del acero, E_s	:	200000	MPa
Deformación última en compresión, $\varepsilon_{max,1}$	:	0.01000	
Deformación última en tracción, $\varepsilon_{max,2}$	:	-0.01000	
Densidad del acero, γ	:	77.0	kN/m^3

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_s	:	1.00
ELU, situación persistente, γ_s	:	1.15
ELU, situación accidental, γ_s	:	1.00

2.3.5 Armadura pasiva Zapata

Denominación: AP500 S

Límite elástico característico, f_{yk}	:	500	MPa
Tensión unitaria de rotura , f_s	:	550	MPa
Módulo de deformación longitudinal del acero, E_S	:	200000	MPa
Deformación última en compresión, $\varepsilon_{max,1}$	:	0.01000	
Deformación última en tracción, $\varepsilon_{max,2}$	:	-0.01000	
Densidad del acero, γ	:	77.0	kN/m^3

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_S	:	1.00
ELU, situación persistente, γ_S	:	1.15
ELU, situación accidental, γ_S	:	1.00

2.4 Recubrimientos geométricos

Alzado	:	35	mm
Zapata	:	35	mm

2.5 Fisuración

Alzado

Clase de exposición: IIa

Anchura de fisura admisible : 0.30 mm

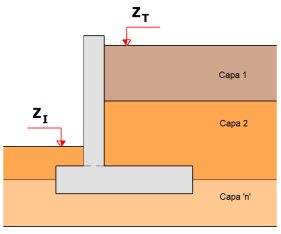
Zapata

Clase de exposición: IIa

Anchura de fisura admisible : 0.30 mm

2.6 Terreno

Definición de las cotas del terreno



Junta	Cota terreno en puntera Z_I (m)	Cota terreno trasdós Z_T (m)
1	0.000	4.450
2	0.000	0.500

Definición de parámetros geotécnicos de las capas del terreno

Capa	Nombre	Tipo	Cota inferior (m)	Densidad natural (kN/m^3)	Densidad saturada (kN/m^3)
1	REB	Granular	0.000	18.0	0.0
2	FONS	Cohesivo	-10000.000	20.0	20.0

Capa	Nombre	Tipo	Ángulo de rozamiento (°)	Cohesión (kN/m^2)	Presión de hundimiento (kN/m^2)

1	REB	Granular	30.0	0.0	0.0
2	FONS	Cohesivo	20.0	40.0	600.0

Definición de los parámetros contacto hormigón-terreno

Capa	Nombre	Áng. roz. zapata-terreno (º)	Adherencia (kN/m2)	Áng. roz. alzado-terreno (º)
1	REB	30.0	0.0	10.0
2	FONS	20.0	20.0	6.0

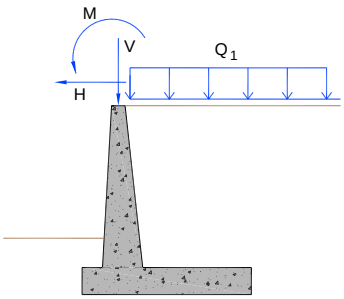
2.7 Acciones

2.7.1 Acciones permanentes

Empuje de tierras :

En el trasdós del muro se aplica el empuje activo.
No se considera la componente vertical del empuje activo en el contacto terreno-terreno.
No se considera el empuje pasivo en la puntera.

2.7.2 Acciones variables



Acción del tráfico

- Sobrecarga en trasdós :

Sobrecarga uniforme en trasdós, Q_1 : 5.00 kN/m2

2.7.3 Acciones accidentales

Sismo :

Definición del sismo

Definición de la acción sísmica :

Tipo de sismo : Sismo último de cálculo

Aceleración básica, a_b	:	0.392	m/s2
Factor de importancia, γ_I	:	1.000	
Periodo de retorno	:	500	años
Coeficiente C del terreno	:	1.000	
Aceleración de cálculo	:	0.314	m/s2

Parámetros sísmicos del empuje de tierras

Coeficiente sísmico horizontal :

$K_h = a_c / r \cdot g$
r : 2.000

Coeficiente sísmico vertical :

$K_v = K_h / \beta$
β : 2.000

Empujes sísmicos sobre estructuras de contención de tierras :

El agua intersticial vibra conjuntamente con el esqueleto sólido del suelo.

Combinaciones de sismo :

$SI_1 = 1.0 \cdot SI\_H + 0.3 \cdot SI\_V$
$SI_2 = 0.3 \cdot SI\_H + 1.0 \cdot SI\_V$

2.8 Coeficientes de seguridad

2.8.1 Coeficientes de mayoración de las acciones, γ_F

ESTADOS LÍMITE ESTRUCTURALES						
	Estado límite de Servicio		Estado límite Último			
			Situación Persistente		Situación Accidental	
	Coeficiente favorable	Coeficiente desfavorable	Coeficiente favorable	Coeficiente desfavorable	Coeficiente favorable	Coeficiente desfavorable
Peso propio muro	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Peso tierras trasdós	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Peso tierras puntera	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Empuje activo trasdós	1.00	1.00	1.00	1.50	1.00	1.00
Empuje pasivo puntera	1.00	1.00	1.00	1.50	1.00	1.00
Sobrecarga permanente trasdós. Empuje	1.00	1.00	1.00	1.50	1.00	1.00
Sobrecarga permanente trasdós. Acción vertical	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Carga permanente en coronación	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Carga permanente en faja. Empuje	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Carga permanente en faja. Acción vertical	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Sobrecarga de tráfico. Empuje	0.00	1.00	0.00	1.50	0.00	1.00
Sobrecarga de tráfico. Acción vertical	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Carga de tráfico en coronación	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Viento	0.00	1.00	0.00	1.50	0.00	1.00
Nivel freático	0.00	1.00	0.00	1.50	0.00	1.00
Sismo	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
Impacto	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00

ESTADOS LÍMITE GEOTÉCNICOS				
	Estado límite Último			
	Situación Persistente		Situación Accidental	
	Coeficiente favorable	Coeficiente desfavorable	Coeficiente favorable	Coeficiente desfavorable
Peso propio muro	1.00	1.00	1.00	1.00
Peso tierras trasdós	1.00	1.00	1.00	1.00
Peso tierras puntera	1.00	1.00	1.00	1.00
Empuje activo trasdós	1.00	1.00	1.00	1.00
Empuje pasivo puntera	1.00	1.00	1.00	1.00
Sobrecarga permanente trasdós. Empuje	1.00	1.00	1.00	1.00
Sobrecarga permanente trasdós. Acción vertical	1.00	1.00	1.00	1.00
Carga permanente en coronación	1.00	1.00	1.00	1.00
Carga permanente en faja. Empuje	1.00	1.00	1.00	1.00

Carga permanente en faja. Acción vertical	1.00	1.00	1.00	1.00
Sobrecarga de tráfico. Empuje	0.00	1.00	0.00	1.00
Sobrecarga de tráfico. Acción vertical	0.00	1.00	0.00	1.00
Carga de tráfico en coronación	0.00	1.00	0.00	1.00
Viento	0.00	1.00	0.00	1.00
Nivel freático	0.00	1.00	0.00	1.00
Sismo	0.00	0.00	1.00	1.00
Impacto	0.00	0.00	1.00	1.00

2.8.2 Coeficientes de seguridad y combinación

Coeficientes de combinación

	ψ0	ψ1	ψ2
Sobrecarga de tráfico	1.00	1.00	1.00
Viento	0.60	0.20	0.00
Nivel freático	1.00	1.00	1.00

Movimientos admisibles

Desplazamiento máximo horizontal en coronación, U_x : 4 mm

Factores de seguridad. EL geotécnico de Hundimiento

Situación persistente. Combinación característica	:	2.600
Situación persistente. Combinación cuasi permanente	:	3.000
Situación accidental. Combinación sísmica	:	2.200
Situación accidental. Combinación de impacto	:	2.200

Factores de seguridad. EL geotécnico de Deslizamiento

Situación persistente. Combinación característica	:	1.300
Situación persistente. Combinación cuasi permanente	:	1.500
Situación accidental. Combinación sísmica	:	1.100
Situación accidental. Combinación de impacto	:	1.100

Factores de seguridad. EL geotécnico de Vuelco rígido

Situación persistente. Combinación característica	:	1.800
Situación persistente. Combinación cuasi permanente	:	2.000
Situación accidental. Combinación sísmica	:	1.500
Situación accidental. Combinación de impacto	:	1.500

Factores de seguridad. EL geotécnico de Estabilidad global

Situación persistente. Combinación característica	:	1.300
Situación persistente. Combinación cuasi permanente	:	1.500
Situación accidental. Combinación sísmica	:	1.100
Situación accidental. Combinación de impacto	:	1.100

2.9 Configuración del cálculo

El cálculo de cada módulo se realiza considerando 5 secciones transversales del muro.

Las verificaciones de deslizamiento, vuelco y estabilidad global se realizan en las secciones transversales definidas, obteniéndose a partir de ellas un coeficiente de seguridad global del módulo ponderando cada sección por su anchura contributiva.

Para la verificación del estado límite de hundimiento, el cálculo se realiza para cada sección transversal definida, adoptándose para la verificación la presión máxima de entre todas las secciones transversales.

Para la obtención de las armaduras de flexión, cortante y fisuración, se realiza el cálculo de las mismas en cada una de las secciones transversales definidas, adoptándose la armadura máxima de entre todas ellas.

Las secciones transversales consideradas en cada módulo son :

Sección transversal	s / L (tanto por uno)
1	0.100
2	0.300
3	0.500
4	0.700
5	0.900

s : Distancia de la sección transversal al inicio del módulo.
L : Longitud del módulo.

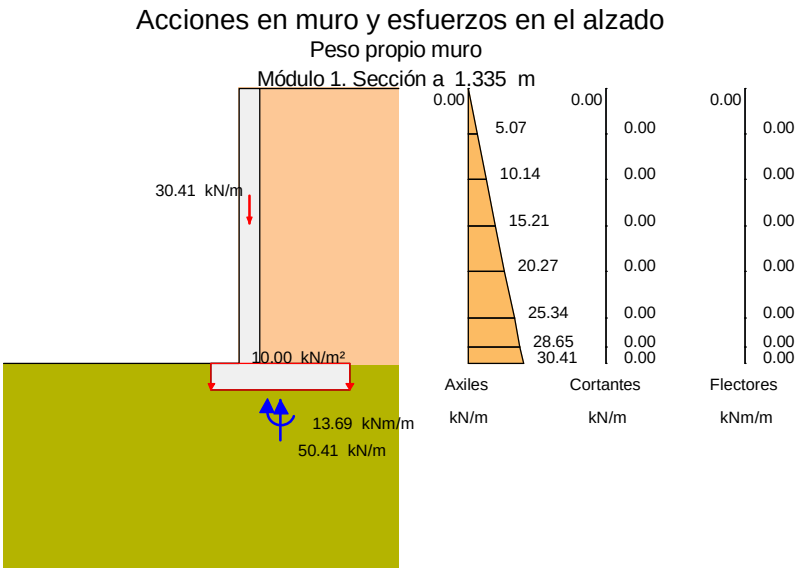
3 ESFUERZOS EN ALZADO Y ACCIONES EN ZAPATA

En este apartado se presentan los esfuerzos característicos (sin mayorar) correspondientes a cada acción. Así mismo, los parámetros geotécnicos utilizados corresponden también a los valores característicos.

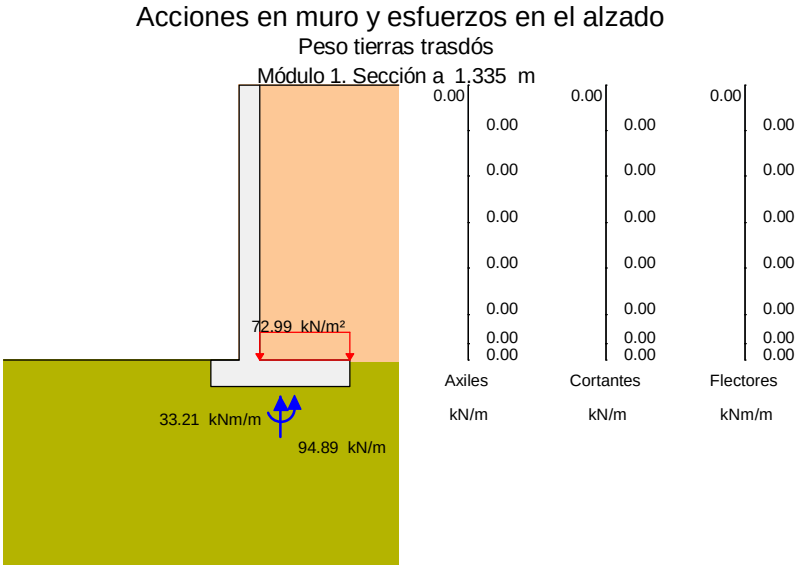
3.1 Módulo 1

3.1.1 Sección 1 (x = 1.335 m)

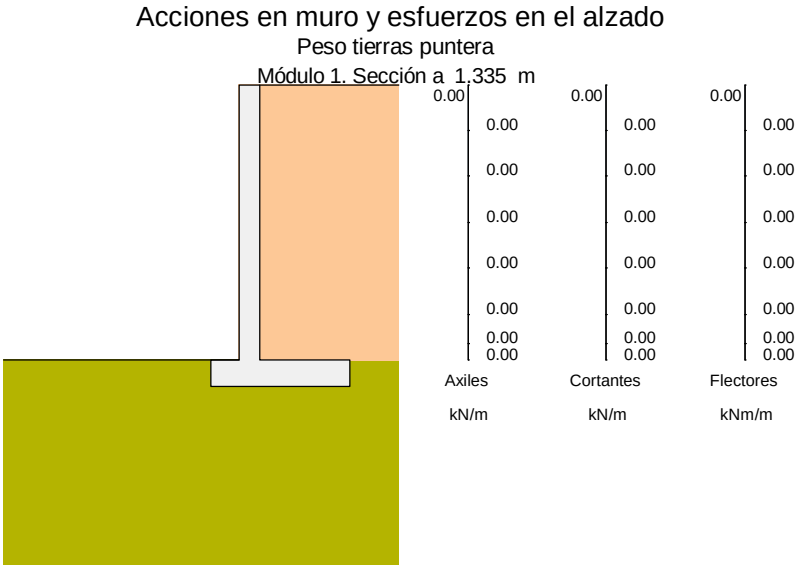
Peso propio muro



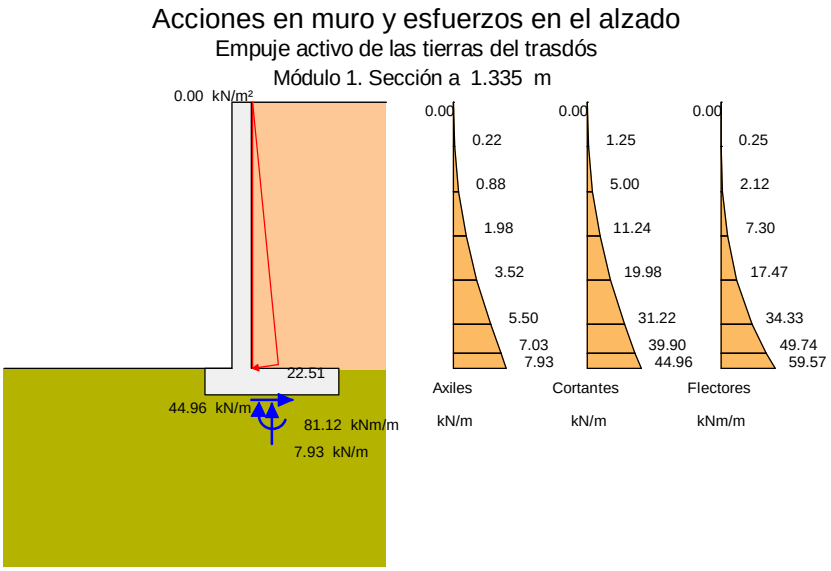
Peso tierras trasdós



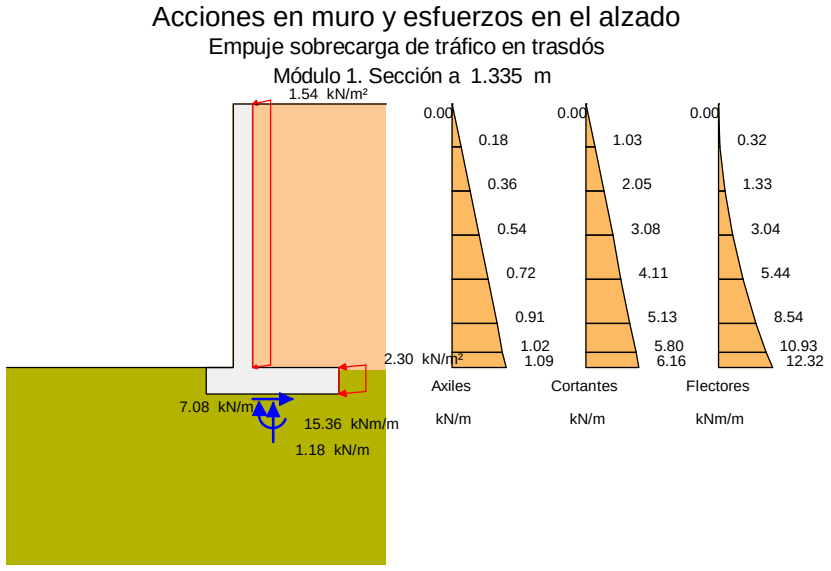
Peso tierras puntera



Empuje activo de las tierras del trasdós



Empuje sobrecarga de tráfico en trasdós

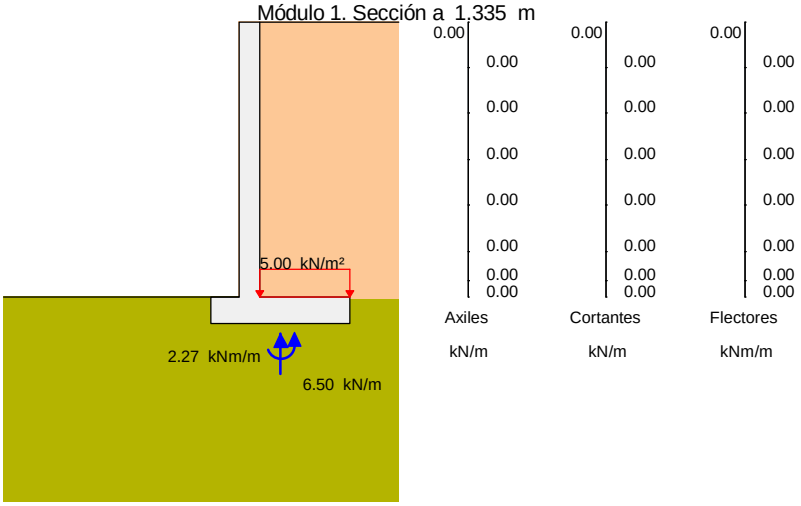


Acción vertical sobrecarga de tráfico en trasdós

Acciones en muro y esfuerzos en el alzado

Acción vertical sobrecarga de tráfico en trasdós

Módulo 1. Sección a 1.335 m

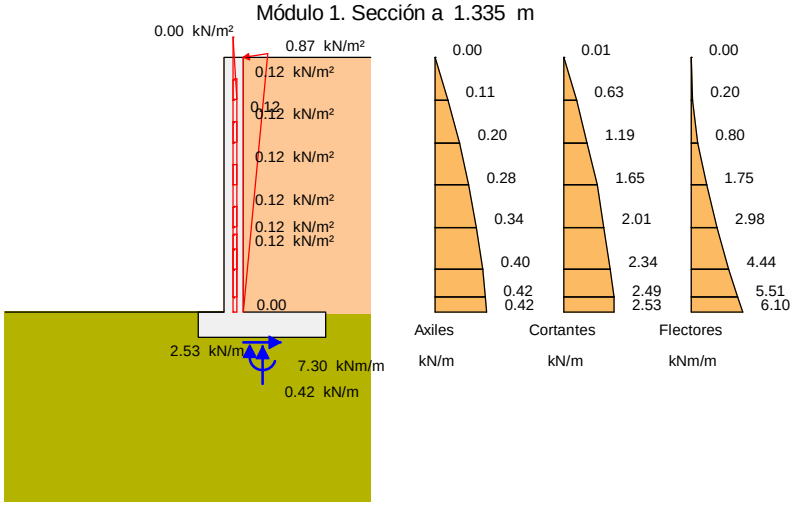


Sismo

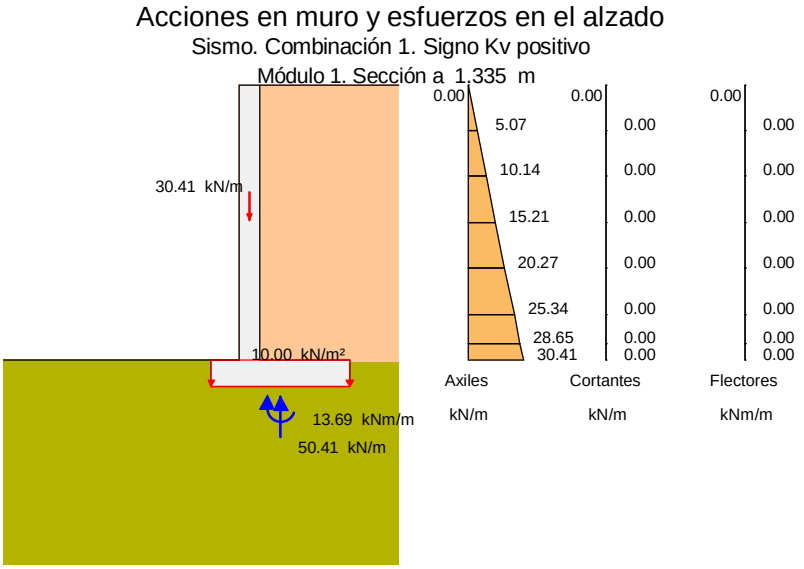
Acciones en muro y esfuerzos en el alzado

Sismo. Combinación 1. Signo Kv positivo

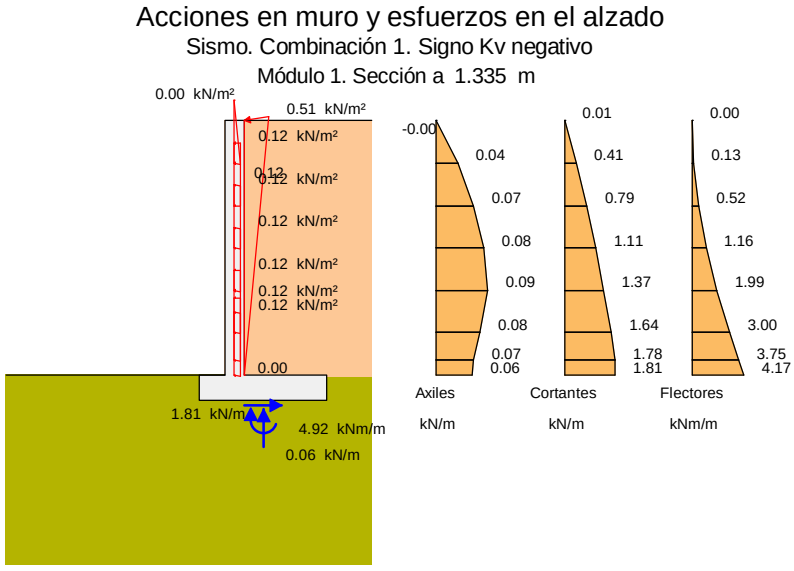
Módulo 1. Sección a 1.335 m



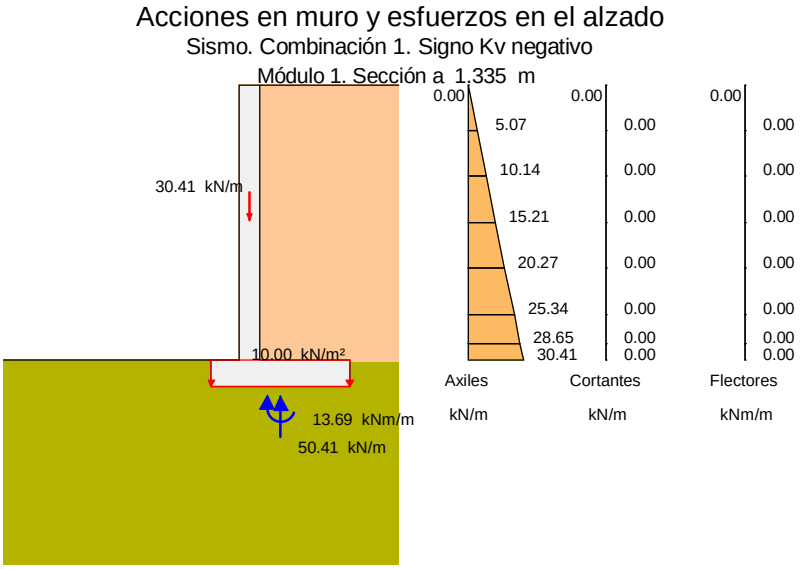
Sismo


Acciones en muro y esfuerzos en el alzado
Sismo. Combinación 1. Signo Kv positivo
Módulo 1. Sección a 1.335 m
30.41 kN/m
10.00 kN/m²
13.69 kNm/m
50.41 kN/m
0.00
5.07
10.14
15.21
20.27
25.34
28.65
30.41
Axiles
kN/m
Cortantes
kN/m
Flectores
kNm/m

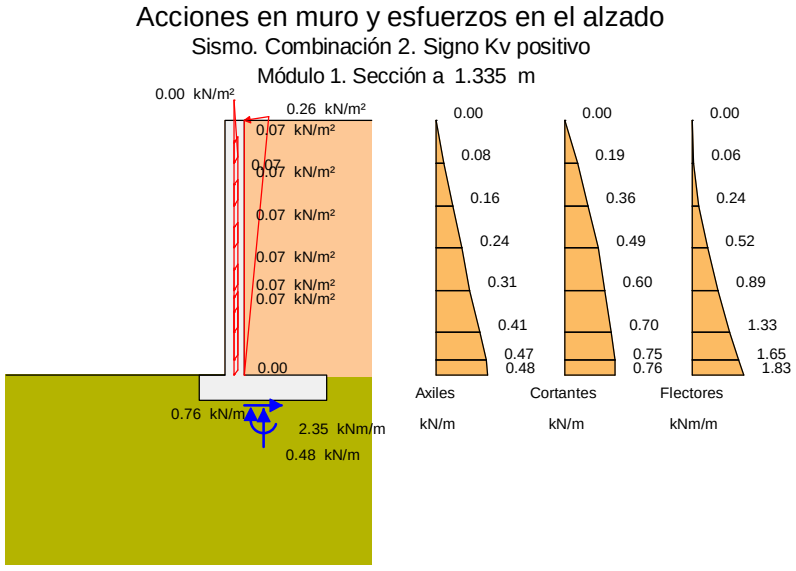
Sismo


Acciones en muro y esfuerzos en el alzado
Sismo. Combinación 1. Signo Kv negativo
Módulo 1. Sección a 1.335 m
0.00 kN/m²
0.51 kN/m²
0.12 kN/m²
0.12 kN/m²
0.12 kN/m²
0.12 kN/m²
0.12 kN/m²
0.12 kN/m²
0.00
1.81 kN/m
4.92 kNm/m
0.06 kN/m
-0.00
0.04
0.07
0.08
0.09
0.08
0.07
0.06
0.01
0.41
0.79
1.11
1.37
1.64
1.78
1.81
0.00
0.13
0.52
1.16
1.99
3.00
3.75
4.17
Axiles
kN/m
Cortantes
kN/m
Flectores
kNm/m

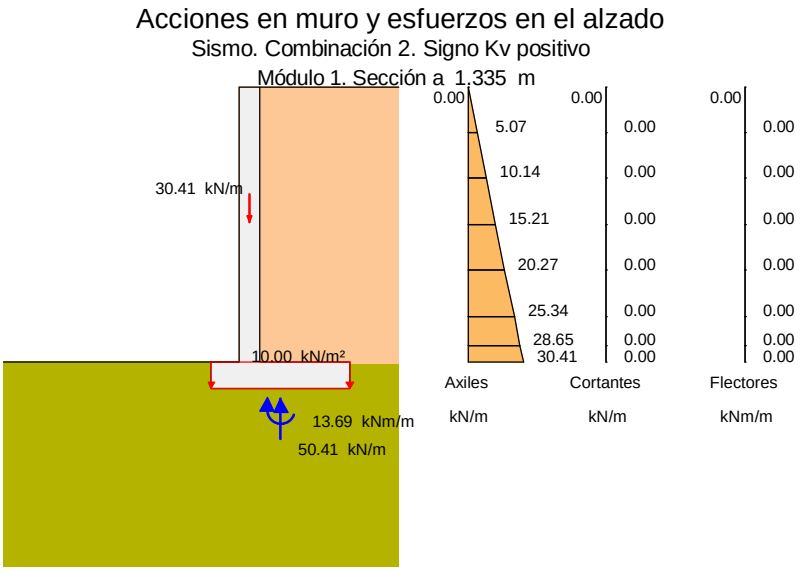
Sismo


Acciones en muro y esfuerzos en el alzado
Sismo. Combinación 1. Signo Kv negativo
Módulo 1. Sección a 1.335 m
30.41 kN/m
10.00 kN/m²
13.69 kNm/m
50.41 kN/m
0.00
5.07
10.14
15.21
20.27
25.34
28.65
30.41
Axiles
kN/m
Cortantes
kN/m
Flectores
kNm/m

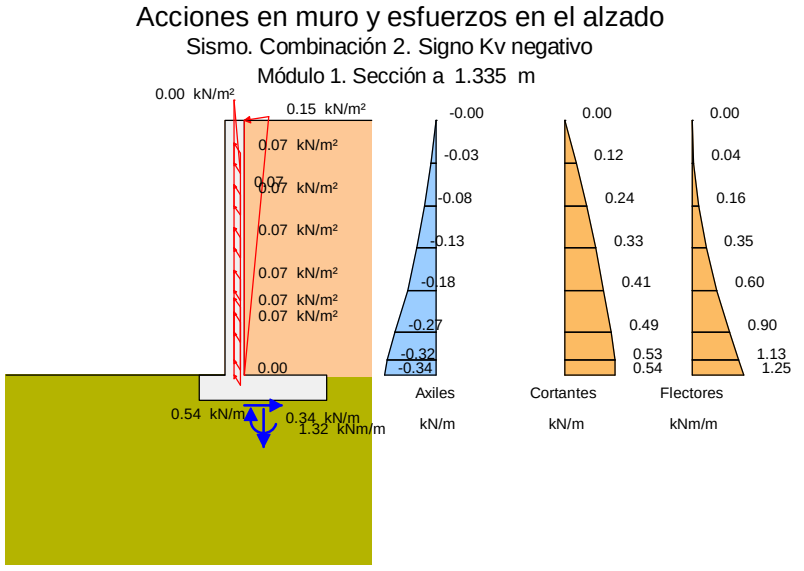
Sismo


Acciones en muro y esfuerzos en el alzado
Sismo. Combinación 2. Signo Kv positivo
Módulo 1. Sección a 1.335 m
0.00 kN/m²
0.26 kN/m²
0.07 kN/m²
0.00
0.76 kN/m
2.35 kNm/m
0.48 kN/m
0.08
0.16
0.24
0.31
0.41
0.47
0.48
0.19
0.36
0.49
0.60
0.70
0.75
0.76
0.06
0.24
0.52
0.89
1.33
1.65
1.83
Axiles
kN/m
Cortantes
kN/m
Flectores
kNm/m

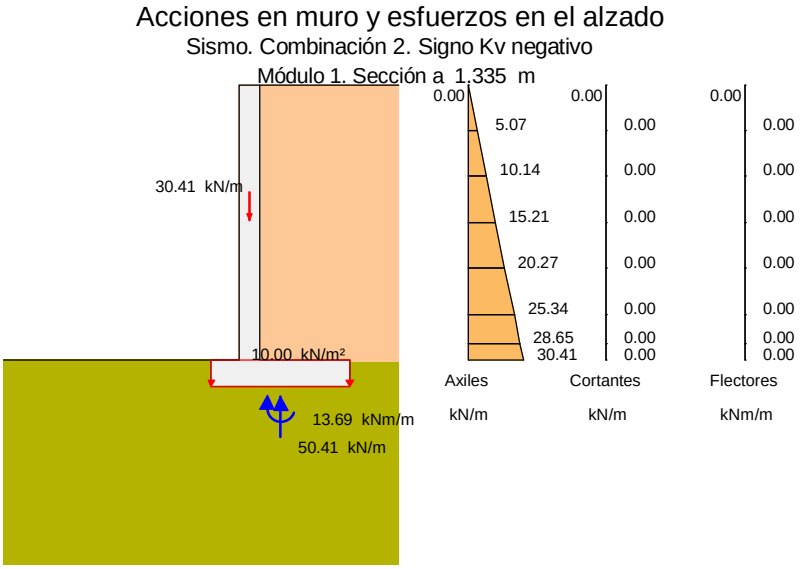
Sismo


Acciones en muro y esfuerzos en el alzado
Sismo. Combinación 2. Signo Kv positivo
Módulo 1. Sección a 1.335 m
30.41 kN/m
10.00 kN/m²
13.69 kNm/m
50.41 kN/m
0.00
5.07
10.14
15.21
20.27
25.34
28.65
30.41
Axiles
kN/m
Cortantes
kN/m
Flectores
kNm/m

Sismo

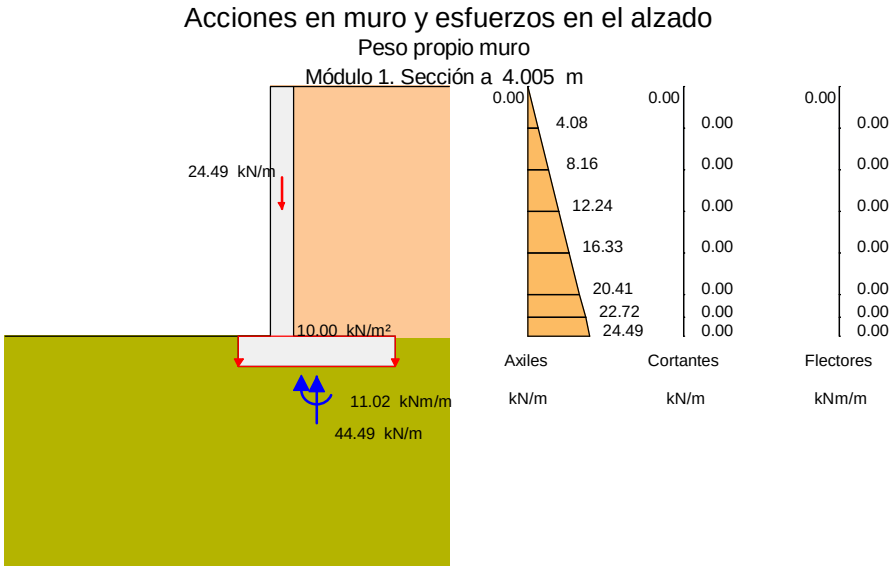

Acciones en muro y esfuerzos en el alzado
Sismo. Combinación 2. Signo Kv negativo
Módulo 1. Sección a 1.335 m
0.00 kN/m²
0.15 kN/m²
0.07 kN/m²
0.00
0.54 kN/m
0.34 kN/m
1.32 kNm/m
-0.03
-0.08
-0.13
-0.18
-0.27
-0.32
-0.34
0.12
0.24
0.33
0.41
0.49
0.53
0.54
0.04
0.16
0.35
0.60
0.90
1.13
1.25
Axiles
kN/m
Cortantes
kN/m
Flectores
kNm/m

Sismo



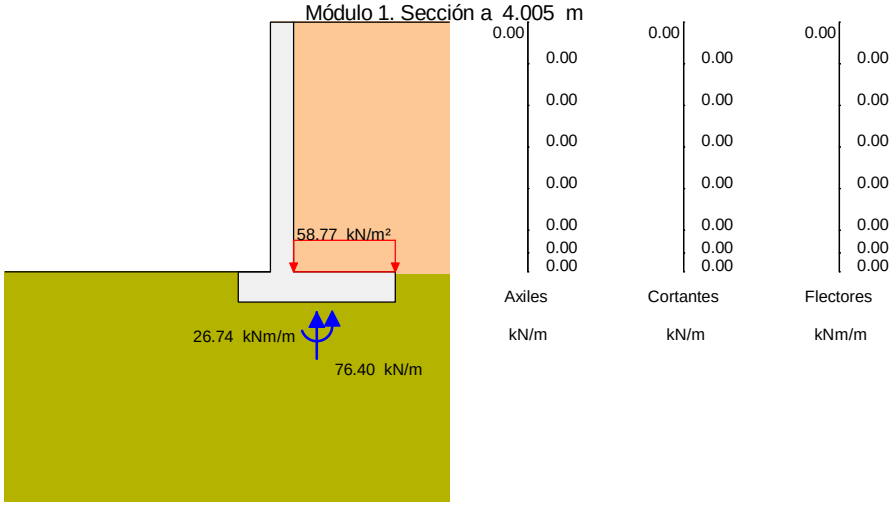
3.1.2 Sección 2 (x = 4.005 m)

Peso propio muro



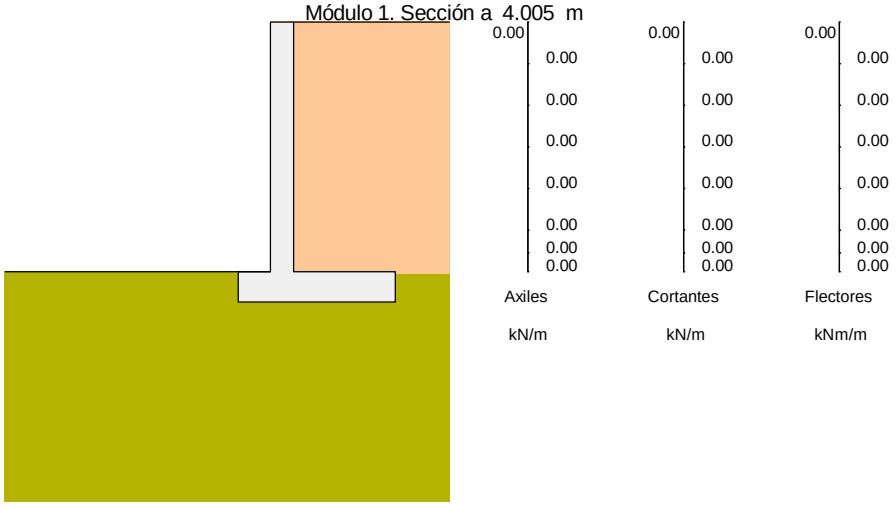
Peso tierras trasdós

Acciones en muro y esfuerzos en el alzado
Peso tierras trasdós
Módulo 1. Sección a 4.005 m

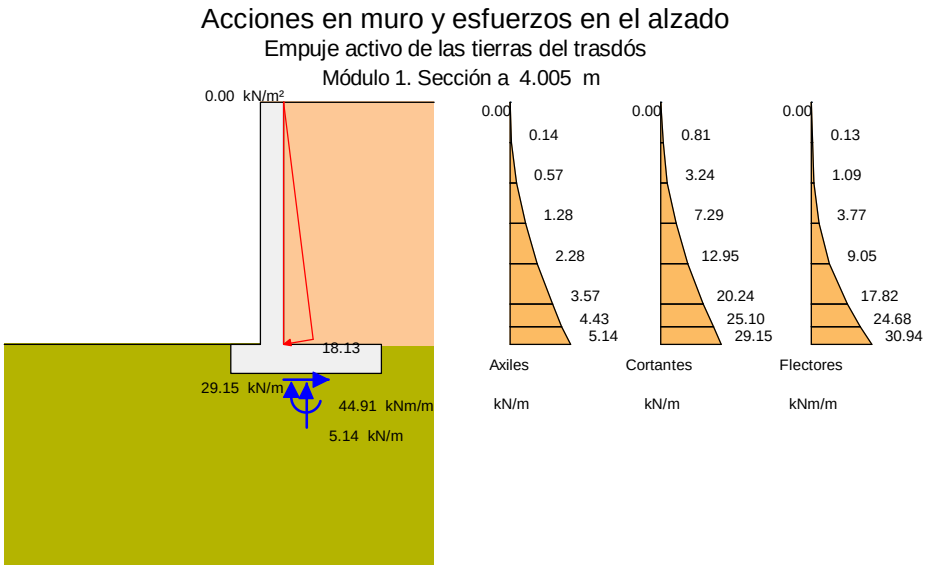


Peso tierras puntera

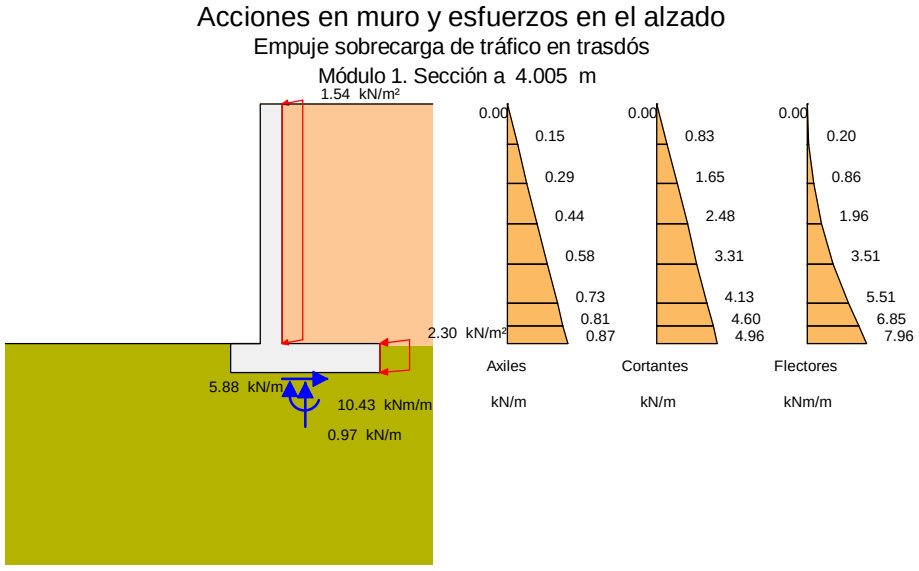
Acciones en muro y esfuerzos en el alzado
Peso tierras puntera
Módulo 1. Sección a 4.005 m



Empuje activo de las tierras del trasdós



Empuje sobrecarga de tráfico en trasdós

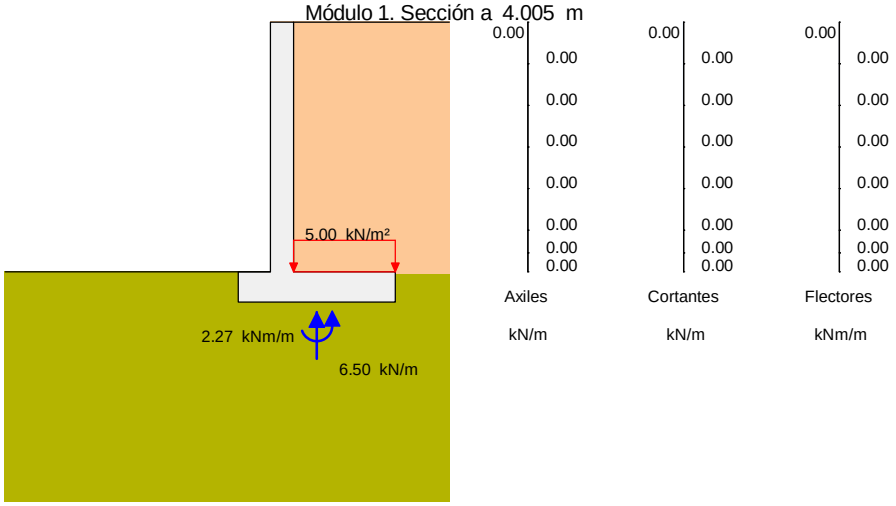


Acción vertical sobrecarga de tráfico en trasdós

Acciones en muro y esfuerzos en el alzado

Acción vertical sobrecarga de tráfico en trasdós

Módulo 1. Sección a 4.005 m

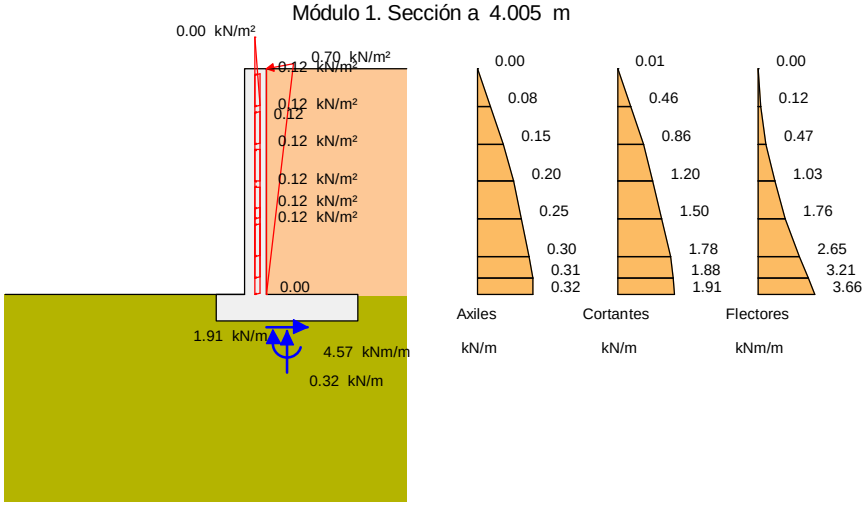


Sismo

Acciones en muro y esfuerzos en el alzado

Sismo. Combinación 1. Signo Kv positivo

Módulo 1. Sección a 4.005 m

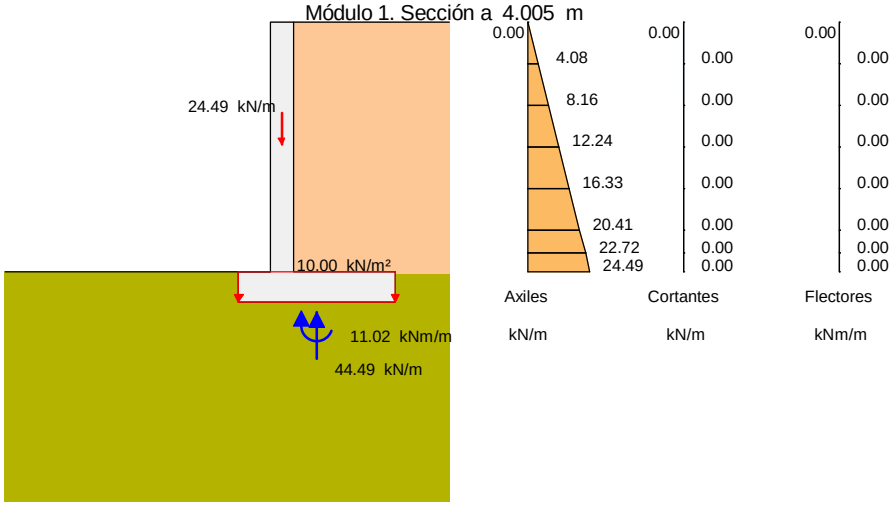


Sismo

Acciones en muro y esfuerzos en el alzado

Sismo. Combinación 1. Signo Kv positivo

Módulo 1. Sección a 4.005 m

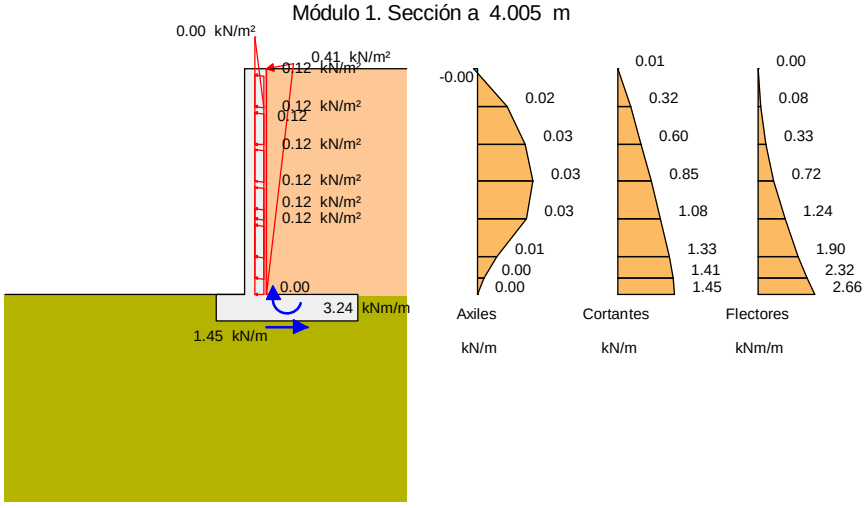


Sismo

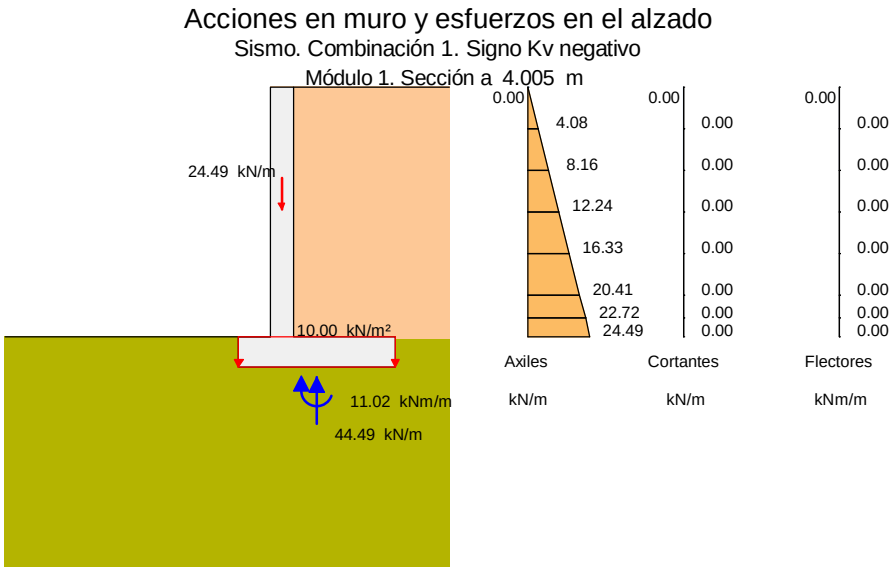
Acciones en muro y esfuerzos en el alzado

Sismo. Combinación 1. Signo Kv negativo

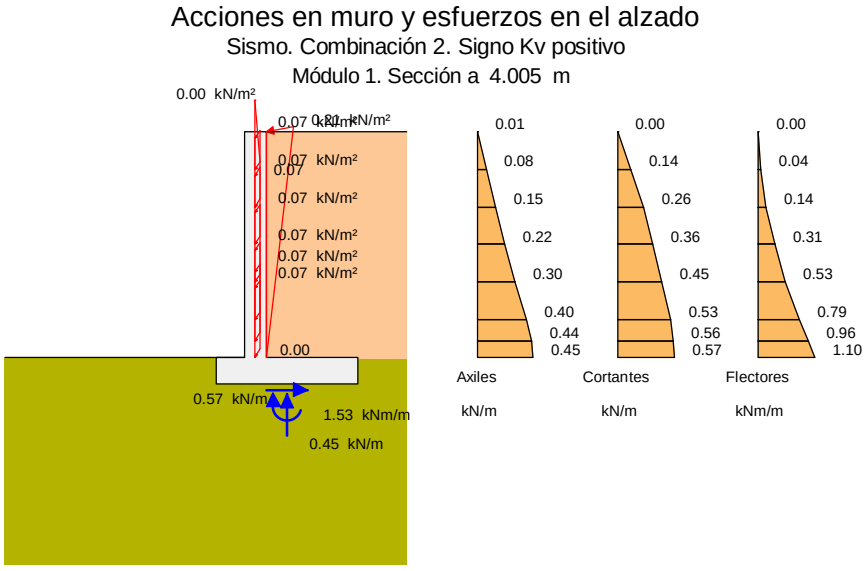
Módulo 1. Sección a 4.005 m



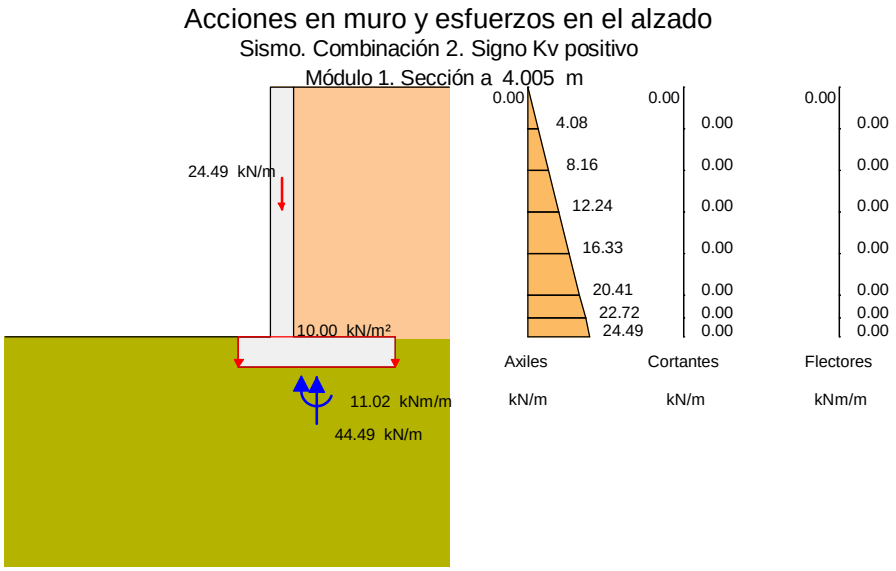
Sismo


Acciones en muro y esfuerzos en el alzado
Sismo. Combinación 1. Signo Kv negativo
Módulo 1. Sección a 4.005 m
24.49 kN/m
10.00 kN/m²
11.02 kNm/m
44.49 kN/m
0.00
4.08
8.16
12.24
16.33
20.41
22.72
24.49
Axiles
kN/m
Cortantes
kN/m
Flectores
kNm/m

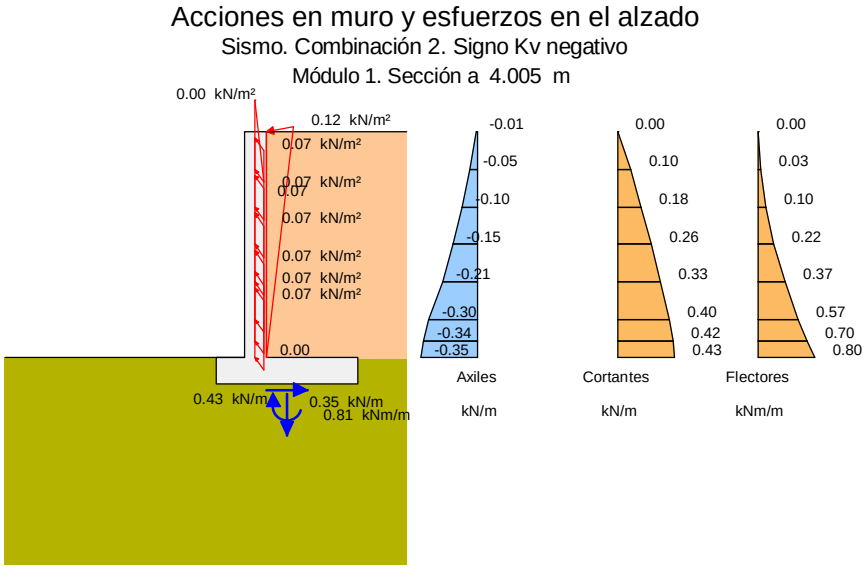
Sismo


Acciones en muro y esfuerzos en el alzado
Sismo. Combinación 2. Signo Kv positivo
Módulo 1. Sección a 4.005 m
0.00 kN/m²
0.07 kN/m²
0.57 kN/m
1.53 kNm/m
0.45 kN/m
0.01
0.08
0.15
0.22
0.30
0.40
0.44
0.45
0.14
0.26
0.36
0.45
0.53
0.56
0.57
0.04
0.14
0.31
0.53
0.79
0.96
1.10
Axiles
kN/m
Cortantes
kN/m
Flectores
kNm/m

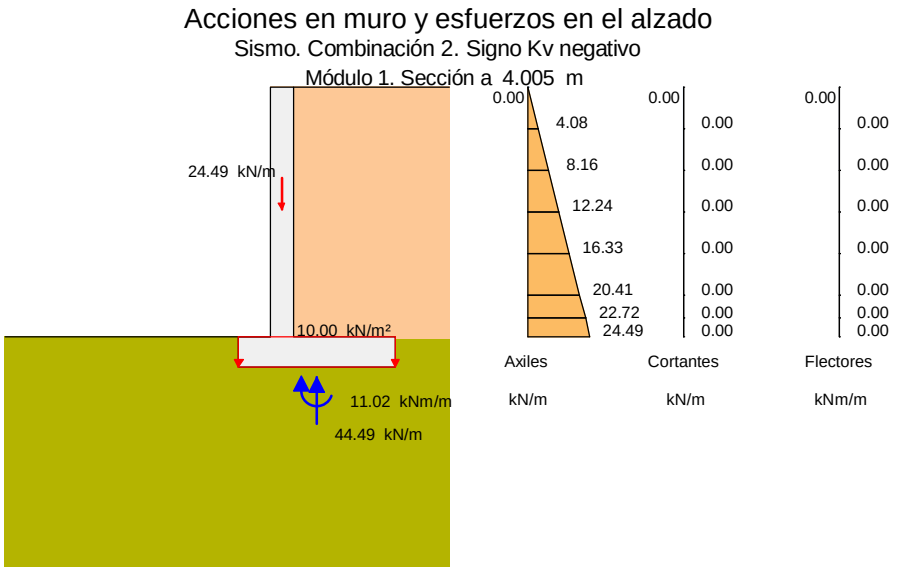
Sismo


Acciones en muro y esfuerzos en el alzado
Sismo. Combinación 2. Signo Kv positivo
Módulo 1. Sección a 4.005 m
24.49 kN/m
10.00 kN/m²
11.02 kNm/m
44.49 kN/m
0.00
4.08
8.16
12.24
16.33
20.41
22.72
24.49
Axiles
kN/m
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
Cortantes
kN/m
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
Flectores
kNm/m

Sismo

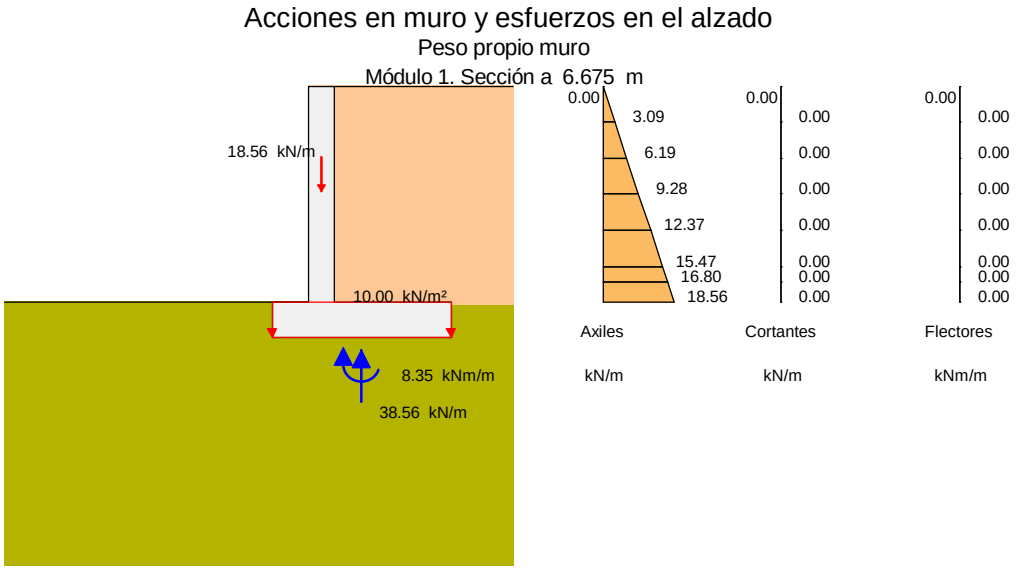

Acciones en muro y esfuerzos en el alzado
Sismo. Combinación 2. Signo Kv negativo
Módulo 1. Sección a 4.005 m
0.00 kN/m²
0.12 kN/m²
0.07 kN/m²
0.07 kN/m²
0.07
0.07 kN/m²
0.07 kN/m²
0.07 kN/m²
0.07 kN/m²
0.00
0.43 kN/m
0.35 kN/m
0.81 kNm/m
-0.01
-0.05
-0.10
-0.15
-0.21
-0.30
-0.34
-0.35
Axiles
kN/m
0.00
0.10
0.18
0.26
0.33
0.40
0.42
0.43
Cortantes
kN/m
0.00
0.03
0.10
0.22
0.37
0.57
0.70
0.80
Flectores
kNm/m

Sismo

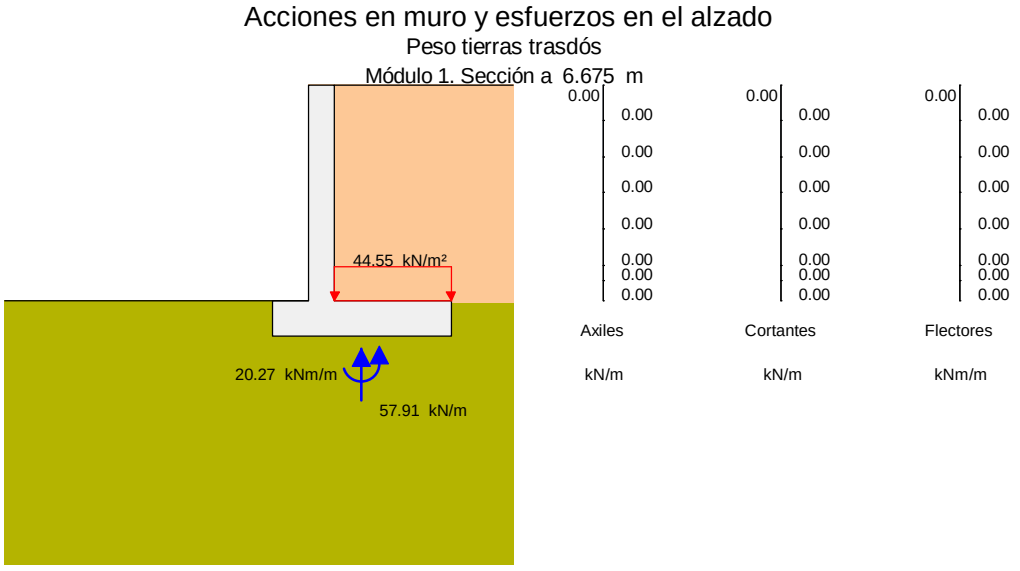


3.1.3 Sección 3 (x = 6.675 m)

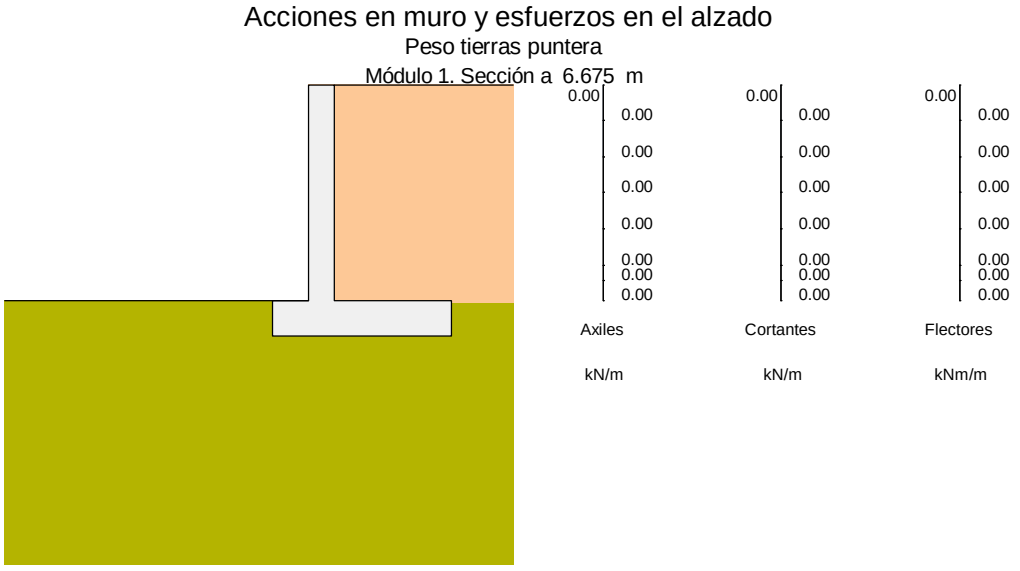
Peso propio muro



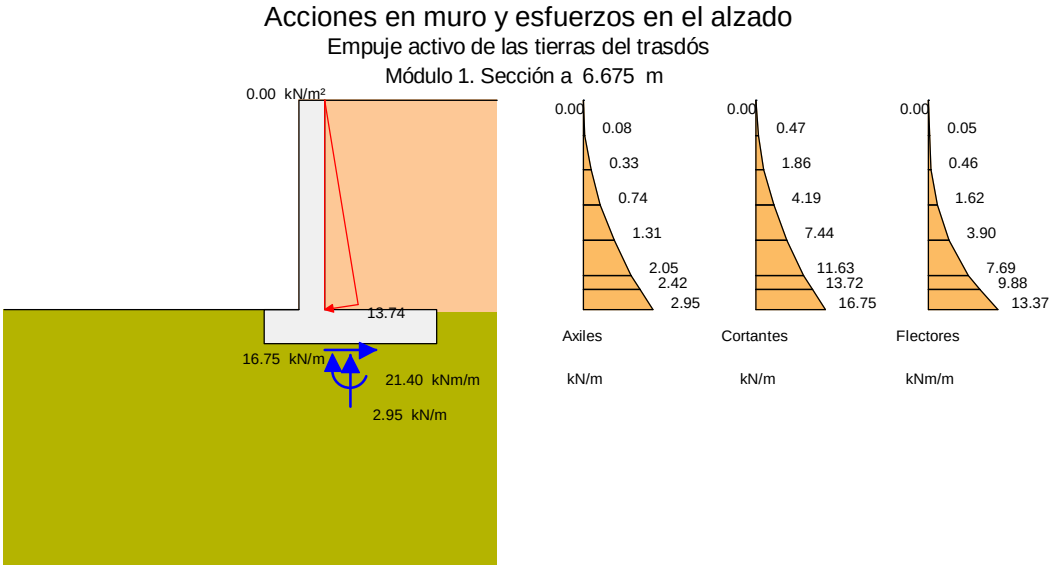
Peso tierras trasdós



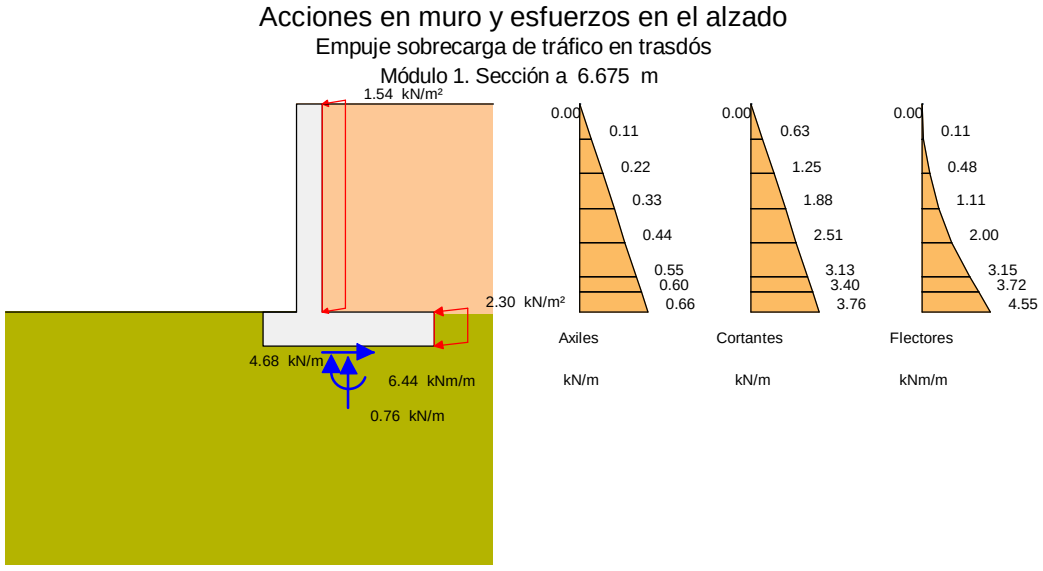
Peso tierras puntera



Empuje activo de las tierras del trasdós



Empuje sobrecarga de tráfico en trasdós

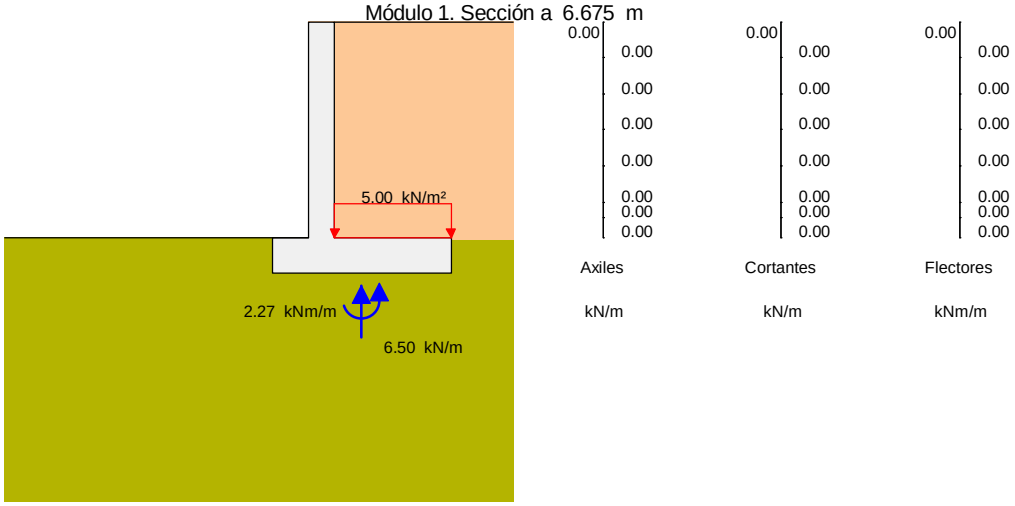


Acción vertical sobrecarga de tráfico en trasdós

Acciones en muro y esfuerzos en el alzado

Acción vertical sobrecarga de tráfico en trasdós

Módulo 1. Sección a 6.675 m

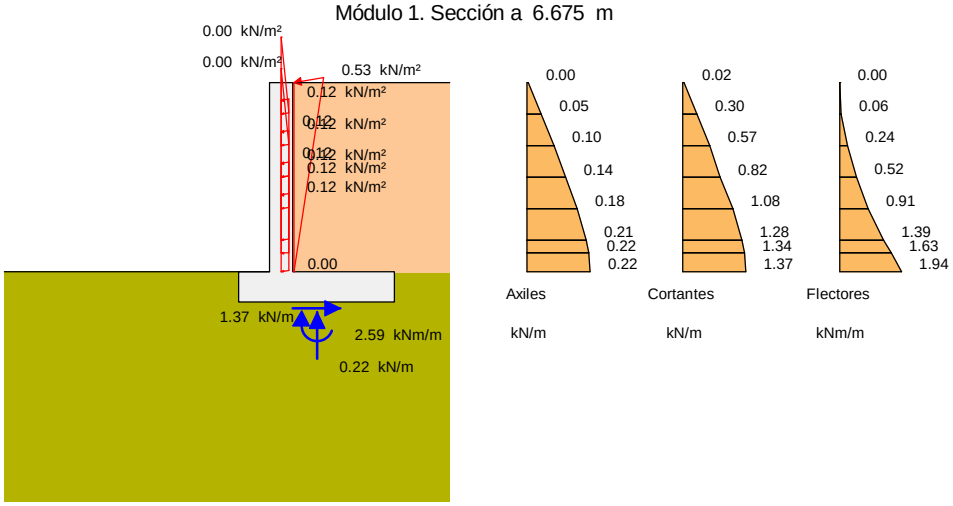


Sismo

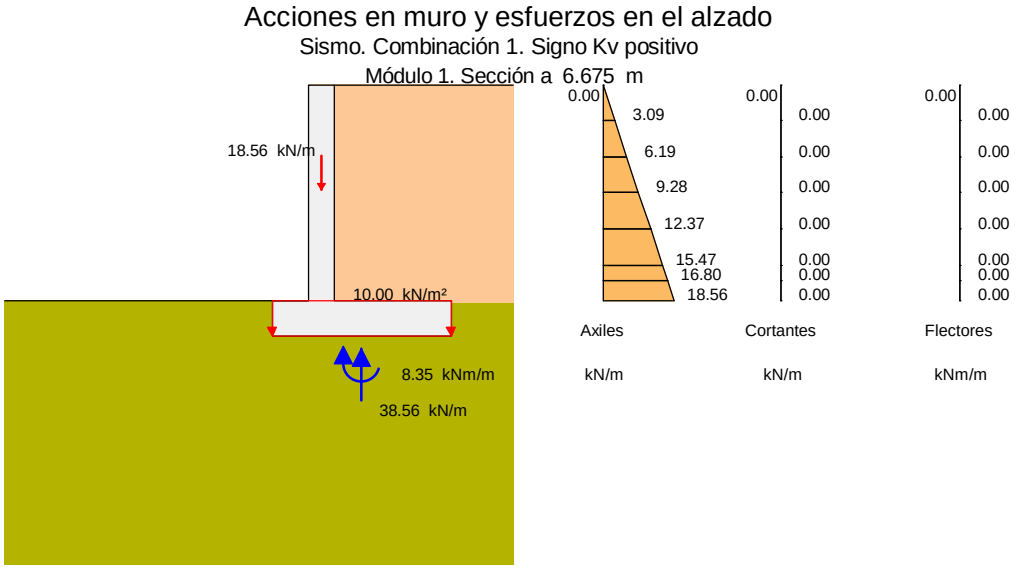
Acciones en muro y esfuerzos en el alzado

Sismo. Combinación 1. Signo Kv positivo

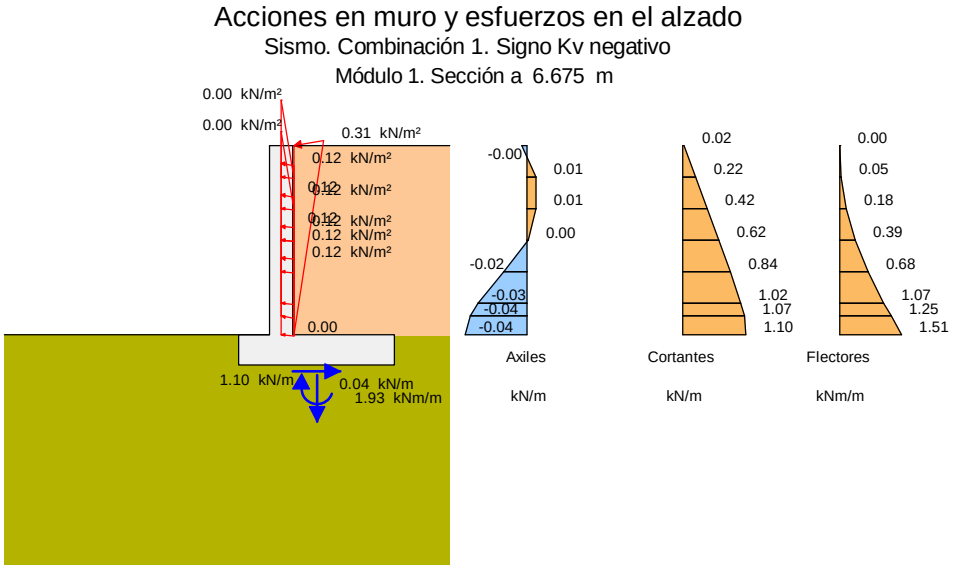
Módulo 1. Sección a 6.675 m



Sismo


Acciones en muro y esfuerzos en el alzado
Sismo. Combinación 1. Signo Kv positivo
Módulo 1. Sección a 6.675 m
18.56 kN/m
10.00 kN/m²
8.35 kNm/m
38.56 kN/m
0.00
3.09
6.19
9.28
12.37
15.47
16.80
18.56
Axiles
kN/m
Cortantes
kN/m
Flectores
kNm/m

Sismo

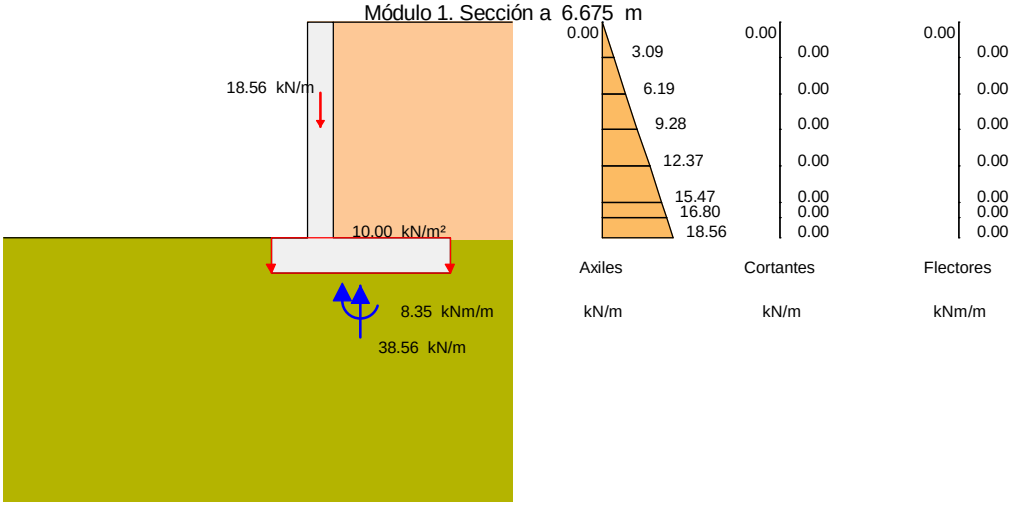

Acciones en muro y esfuerzos en el alzado
Sismo. Combinación 1. Signo Kv negativo
Módulo 1. Sección a 6.675 m
0.00 kN/m²
0.00 kN/m²
0.31 kN/m²
0.12 kN/m²
0.00
1.10 kN/m
0.04 kN/m
1.93 kNm/m
-0.00
-0.02
-0.03
-0.04
Axiles
kN/m
0.02
0.22
0.42
0.62
0.84
1.02
1.07
1.10
Cortantes
kN/m
0.00
0.05
0.18
0.39
0.68
1.07
1.25
1.51
Flectores
kNm/m

Sismo

Acciones en muro y esfuerzos en el alzado

Sismo. Combinación 1. Signo Kv negativo

Módulo 1. Sección a 6.675 m

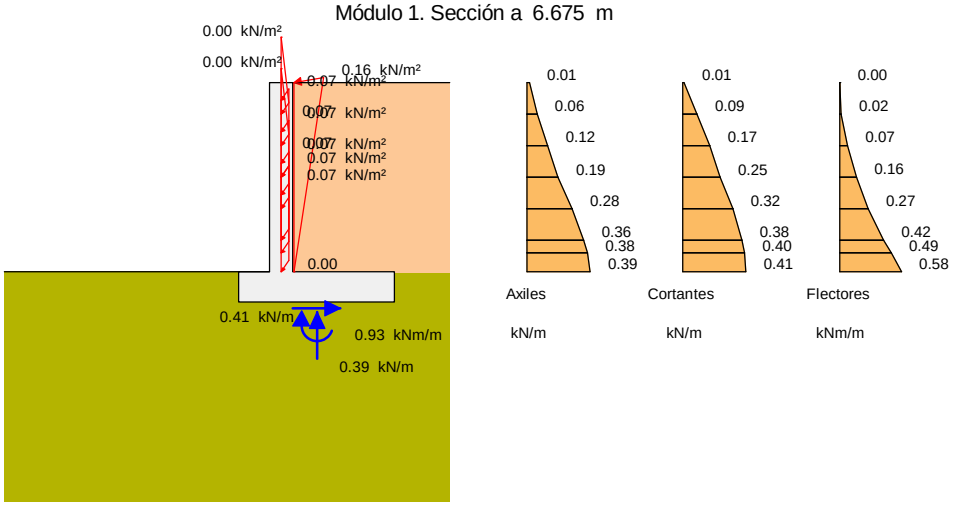


Sismo

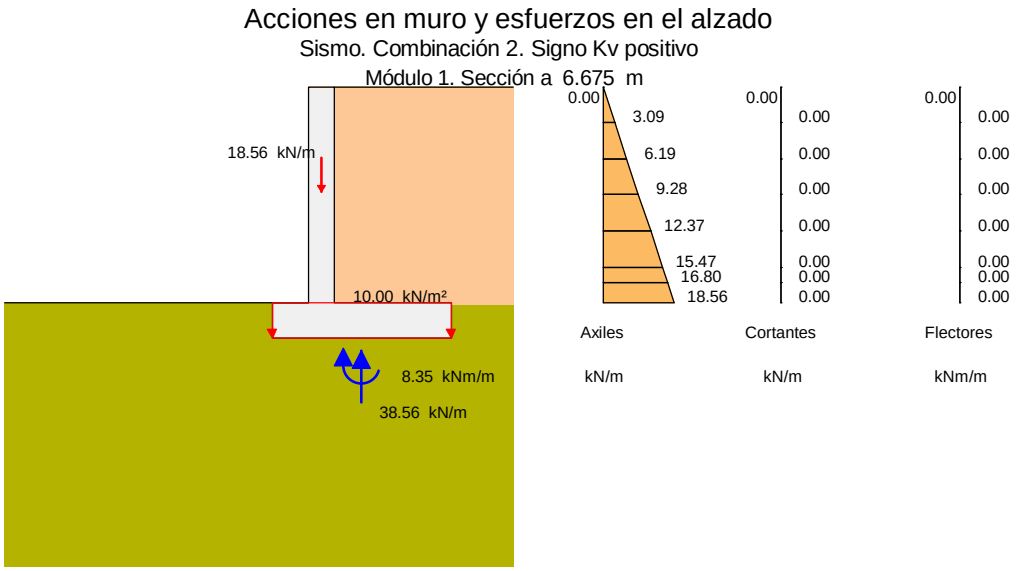
Acciones en muro y esfuerzos en el alzado

Sismo. Combinación 2. Signo Kv positivo

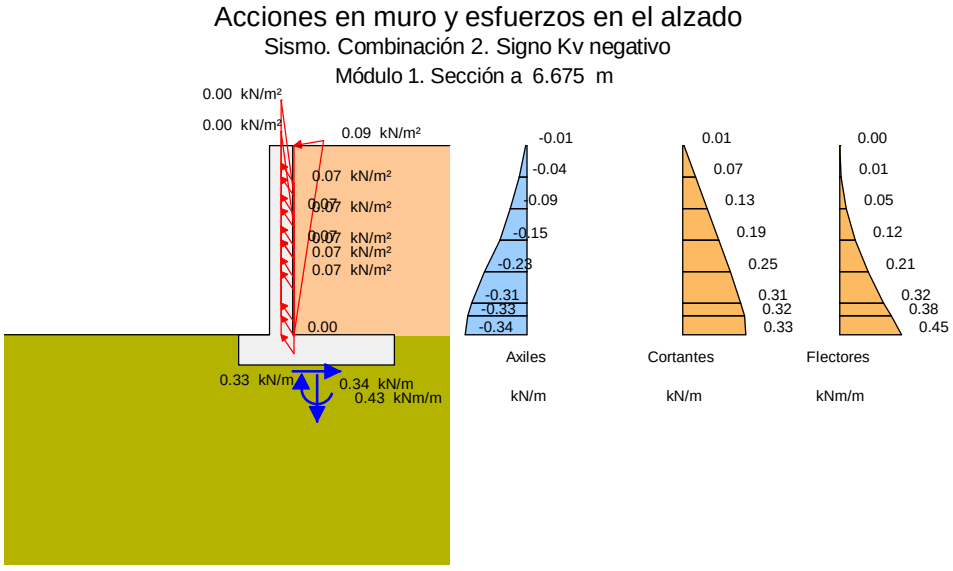
Módulo 1. Sección a 6.675 m



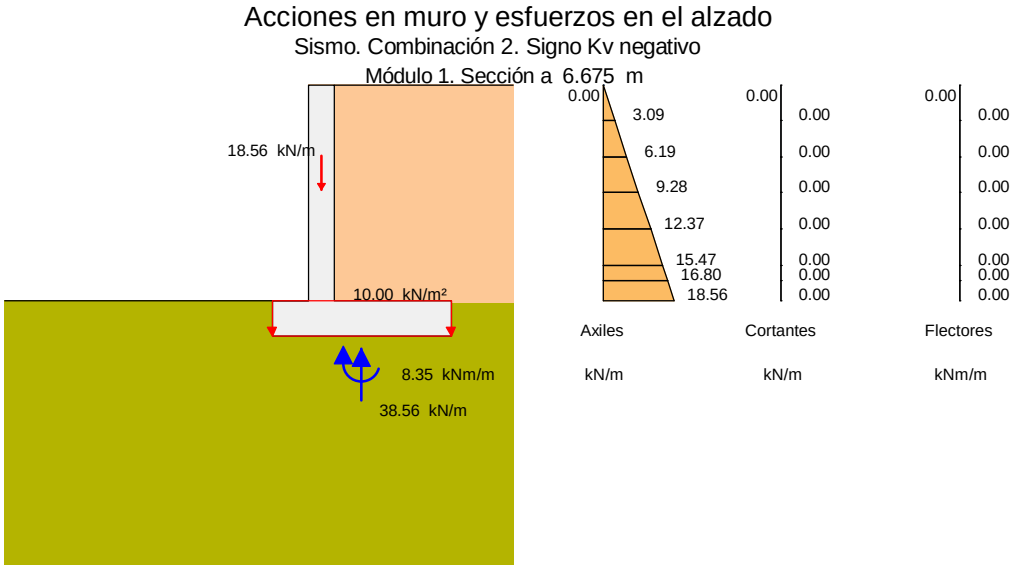
Sismo


Acciones en muro y esfuerzos en el alzado
Sismo. Combinación 2. Signo Kv positivo
Módulo 1. Sección a 6.675 m
18.56 kN/m
10.00 kN/m²
8.35 kNm/m
38.56 kN/m
0.00
3.09
6.19
9.28
12.37
15.47
16.80
18.56
Axiles
kN/m
Cortantes
kN/m
Flectores
kNm/m

Sismo


Acciones en muro y esfuerzos en el alzado
Sismo. Combinación 2. Signo Kv negativo
Módulo 1. Sección a 6.675 m
0.00 kN/m²
0.00 kN/m²
0.09 kN/m²
0.07 kN/m²
0.00
0.33 kN/m
0.34 kN/m
0.43 kNm/m
-0.01
-0.04
-0.09
-0.15
-0.23
-0.31
-0.33
-0.34
Axiles
kN/m
0.01
0.07
0.13
0.19
0.25
0.31
0.32
0.33
Cortantes
kN/m
0.00
0.01
0.05
0.12
0.21
0.32
0.38
0.45
Flectores
kNm/m

Sismo

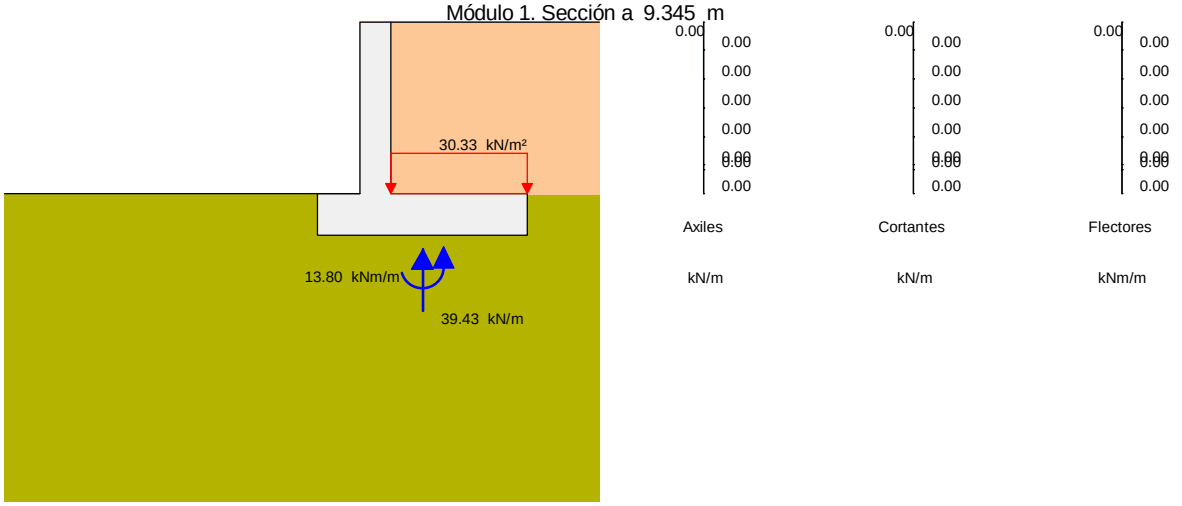


3.1.4 Sección 4 (x = 9.345 m)

Peso propio muro

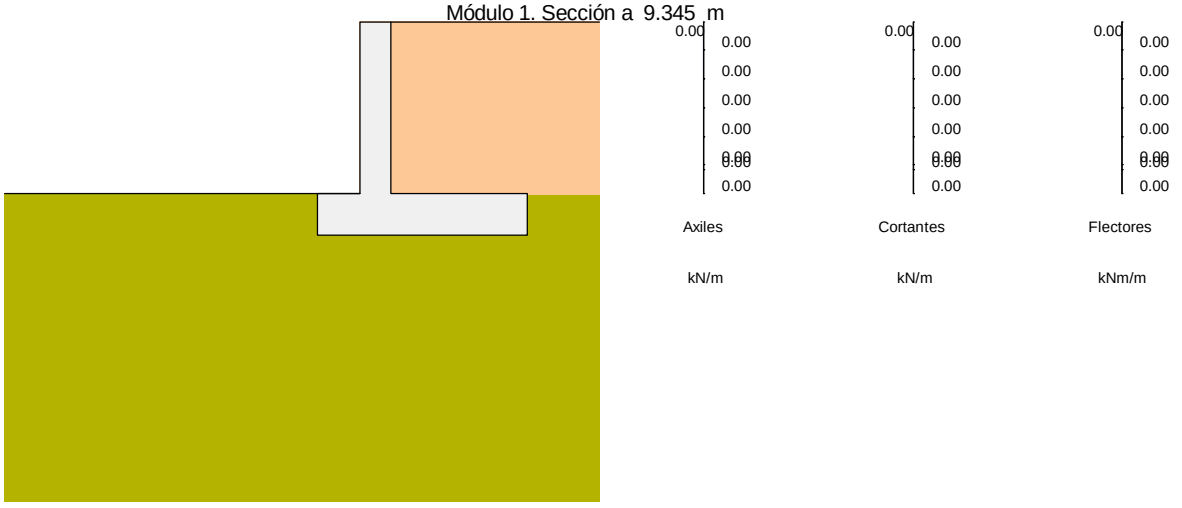
Peso tierras trasdós

Acciones en muro y esfuerzos en el alzado
Peso tierras trasdós
Módulo 1. Sección a 9.345 m



Peso tierras puntera

Acciones en muro y esfuerzos en el alzado
Peso tierras puntera
Módulo 1. Sección a 9.345 m

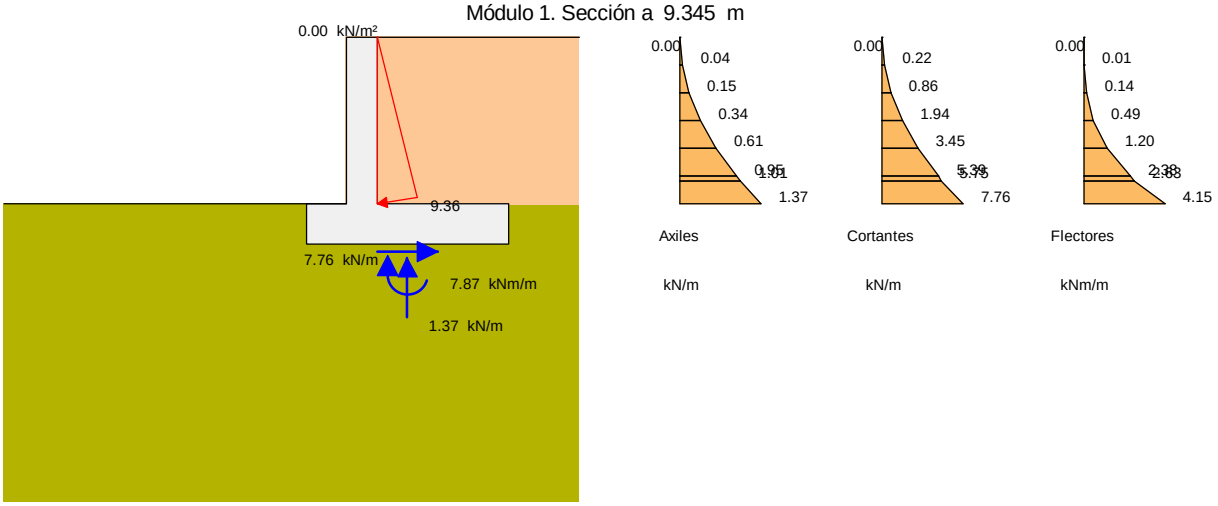


Empuje activo de las tierras del trasdós

Acciones en muro y esfuerzos en el alzado

Empuje activo de las tierras del trasdós

Módulo 1. Sección a 9.345 m

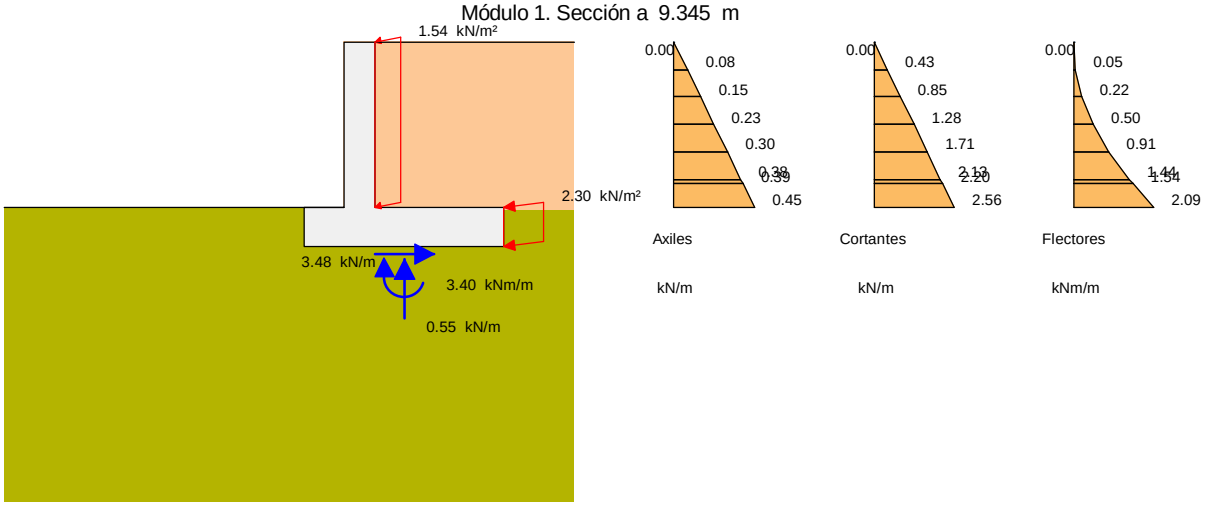


Empuje sobrecarga de tráfico en trasdós

Acciones en muro y esfuerzos en el alzado

Empuje sobrecarga de tráfico en trasdós

Módulo 1. Sección a 9.345 m

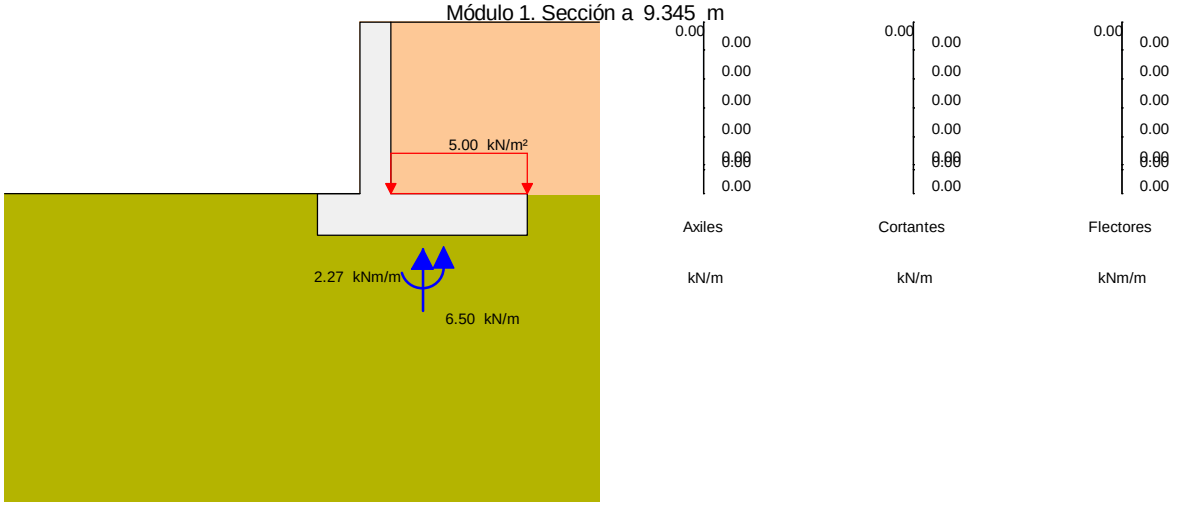


Acción vertical sobrecarga de tráfico en trasdós

Acciones en muro y esfuerzos en el alzado

Acción vertical sobrecarga de tráfico en trasdós

Módulo 1. Sección a 9.345 m

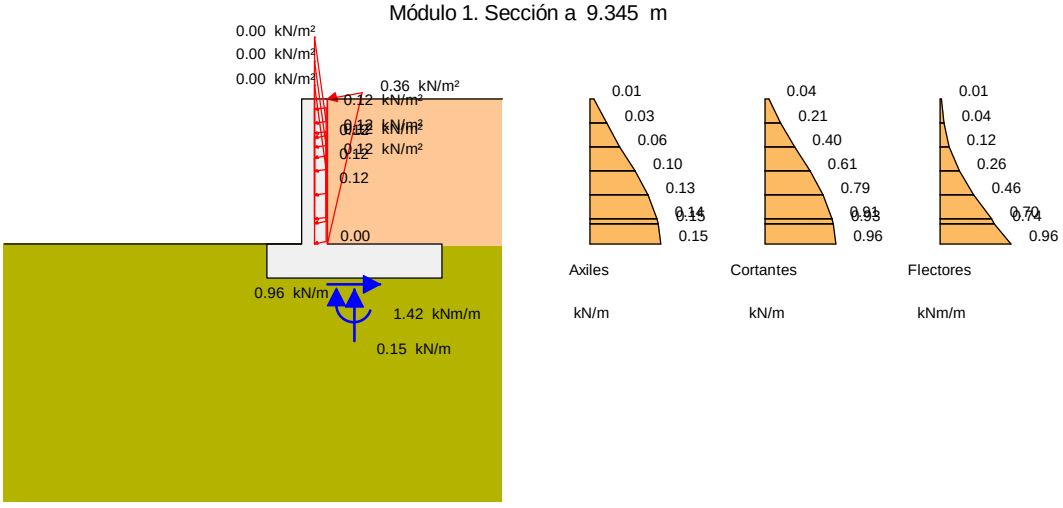


Sismo

Acciones en muro y esfuerzos en el alzado

Sismo. Combinación 1. Signo Kv positivo

Módulo 1. Sección a 9.345 m

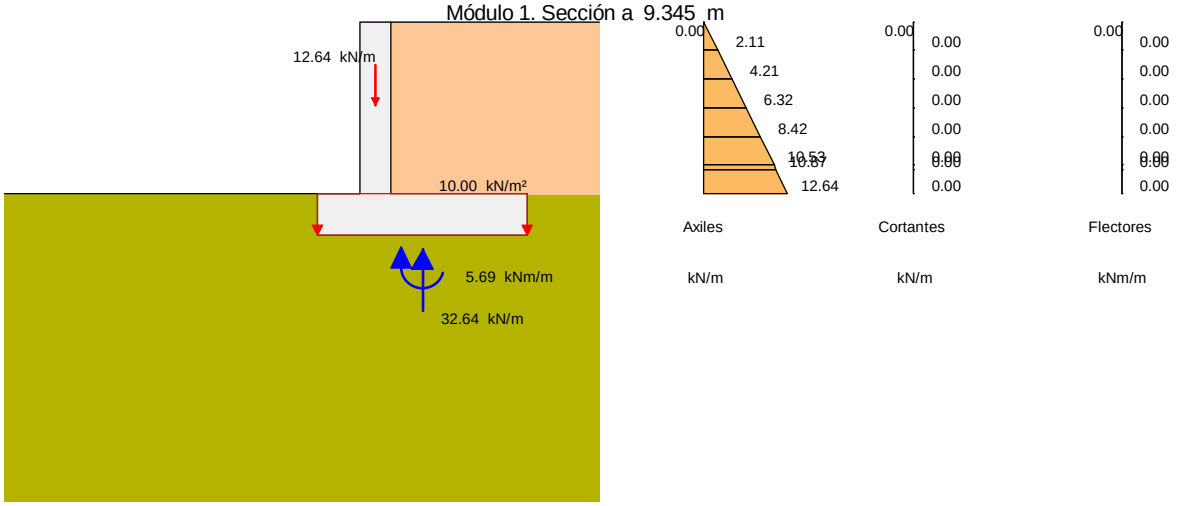


Sismo

Acciones en muro y esfuerzos en el alzado

Sismo. Combinación 1. Signo Kv positivo

Módulo 1. Sección a 9.345 m

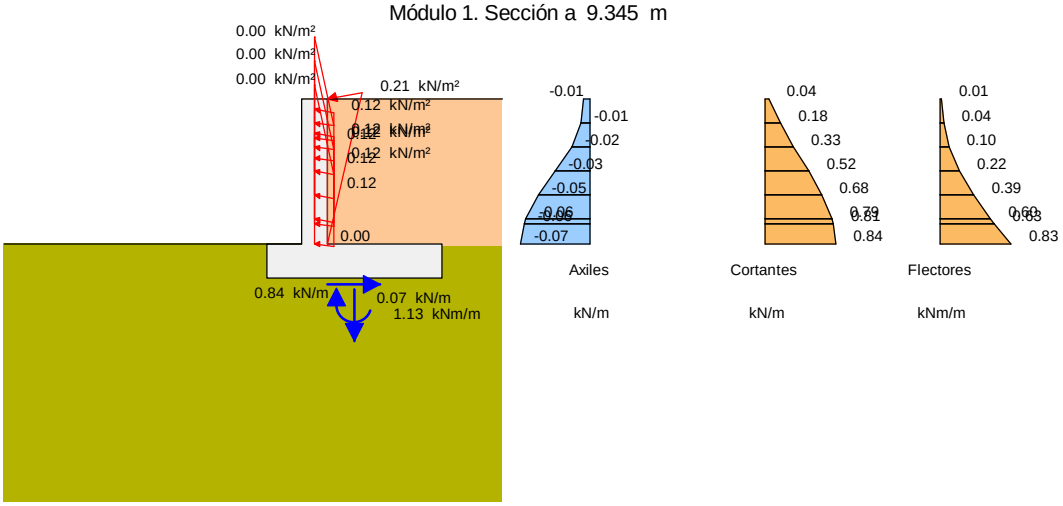


Sismo

Acciones en muro y esfuerzos en el alzado

Sismo. Combinación 1. Signo Kv negativo

Módulo 1. Sección a 9.345 m

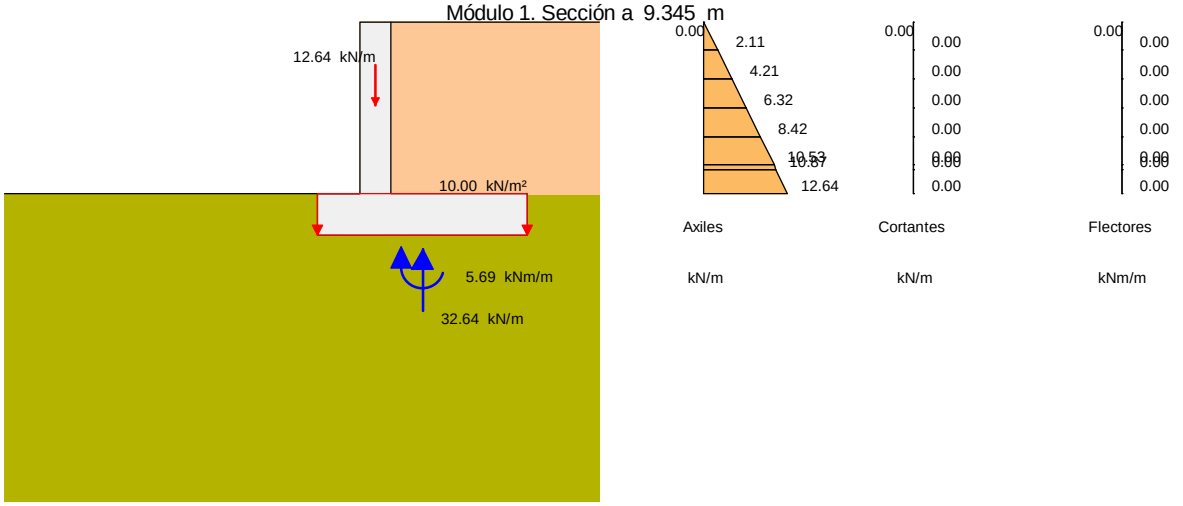


Sismo

Acciones en muro y esfuerzos en el alzado

Sismo. Combinación 1. Signo Kv negativo

Módulo 1. Sección a 9.345 m

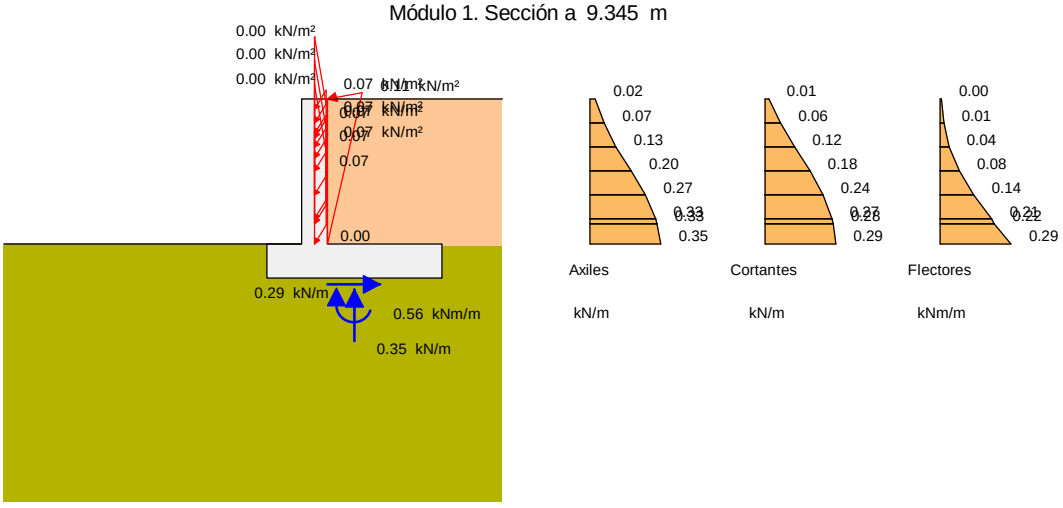


Sismo

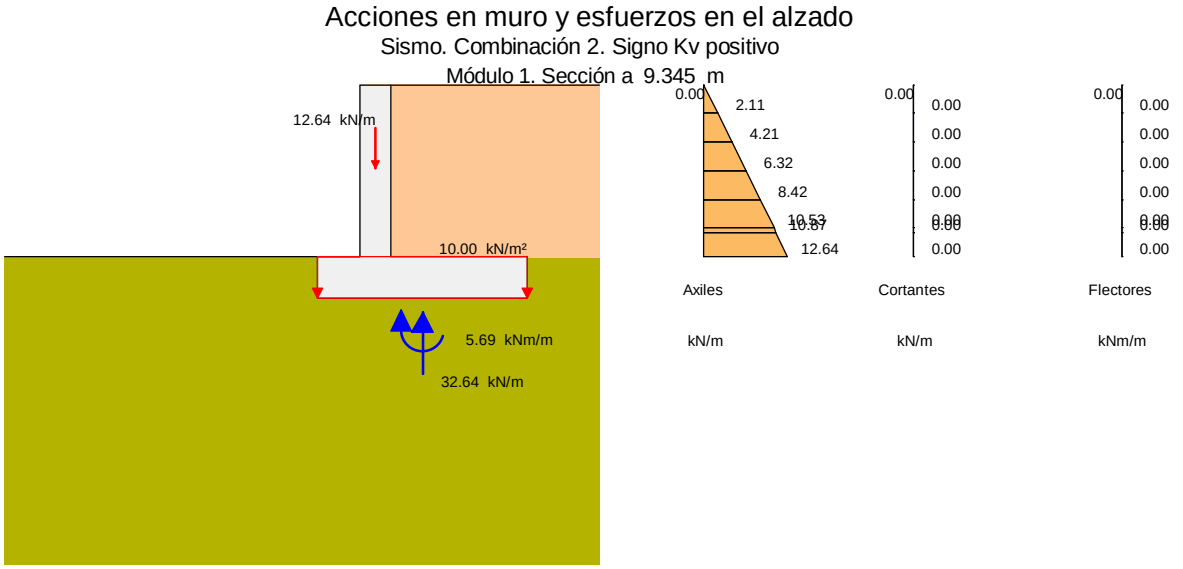
Acciones en muro y esfuerzos en el alzado

Sismo. Combinación 2. Signo Kv positivo

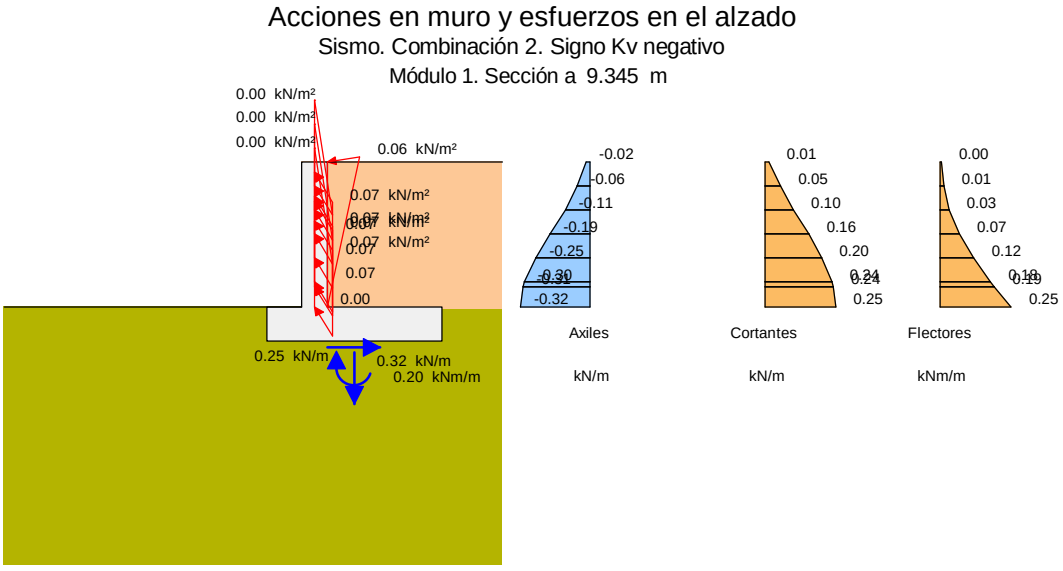
Módulo 1. Sección a 9.345 m



Sismo

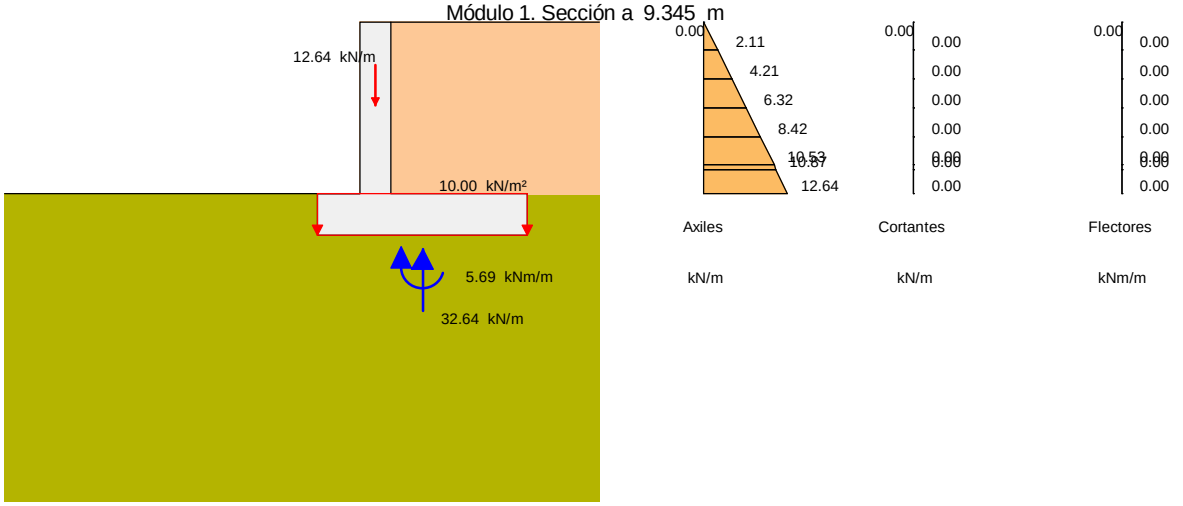

Acciones en muro y esfuerzos en el alzado
Sismo. Combinación 2. Signo Kv positivo
Módulo 1. Sección a 9.345 m
12.64 kN/m
10.00 kN/m²
5.69 kNm/m
32.64 kN/m
0.00
2.11
4.21
6.32
8.42
10.53
10.87
12.64
Axiles
kN/m
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
Cortantes
kN/m
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
Flectores
kNm/m

Sismo


Acciones en muro y esfuerzos en el alzado
Sismo. Combinación 2. Signo Kv negativo
Módulo 1. Sección a 9.345 m
0.00 kN/m²
0.00 kN/m²
0.00 kN/m²
0.06 kN/m²
0.07 kN/m²
0.07 kN/m²
0.07
0.07
0.00
0.25 kN/m
0.32 kN/m
0.20 kNm/m
-0.02
-0.06
-0.11
-0.19
-0.25
-0.30
-0.32
Axiles
kN/m
0.01
0.05
0.10
0.16
0.20
0.24
0.25
Cortantes
kN/m
0.00
0.01
0.03
0.07
0.12
0.19
0.25
Flectores
kNm/m

Sismo

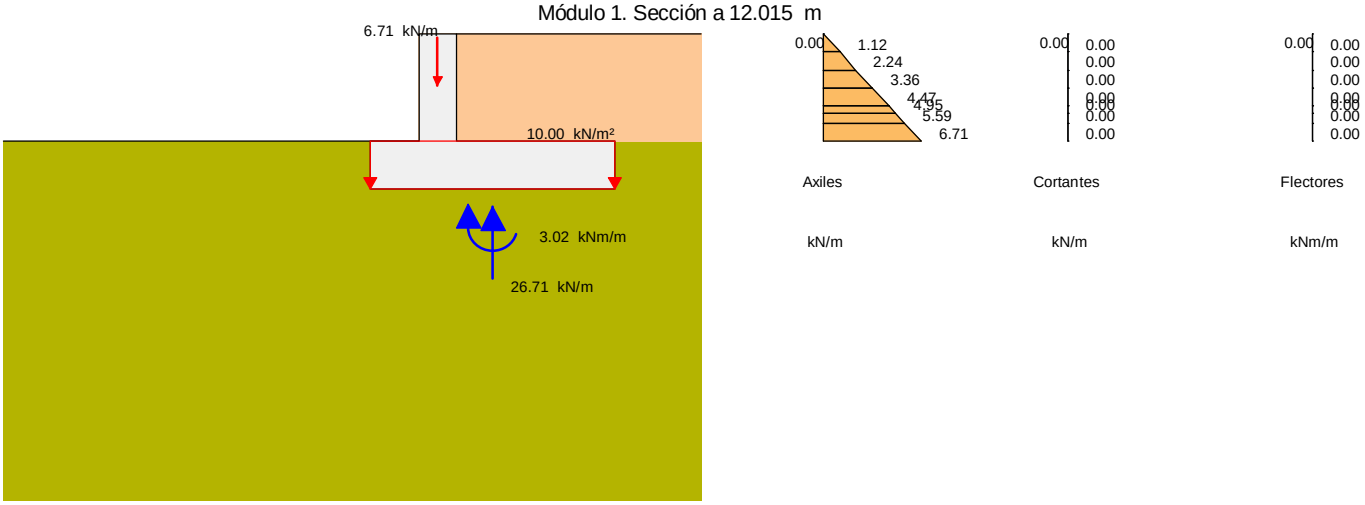
Acciones en muro y esfuerzos en el alzado
Sismo. Combinación 2. Signo Kv negativo
Módulo 1. Sección a 9.345 m



3.1.5 Sección 5 (x = 12.015 m)

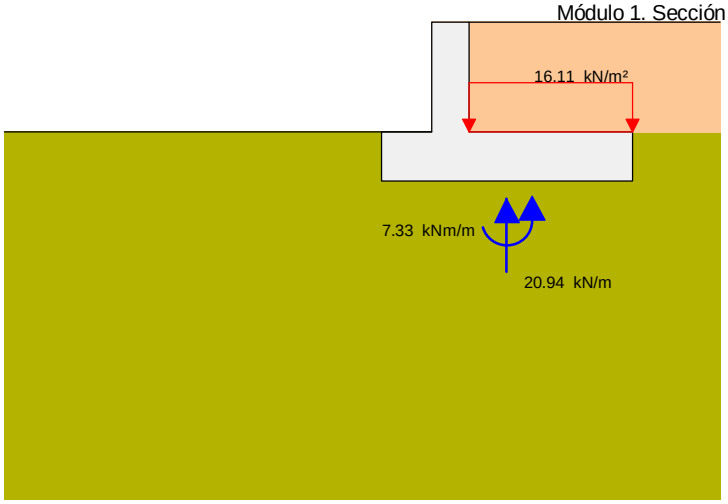
Peso propio muro

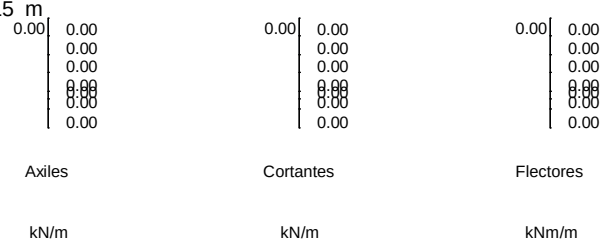
Acciones en muro y esfuerzos en el alzado
Peso propio muro
Módulo 1. Sección a 12.015 m



Peso tierras trasdós

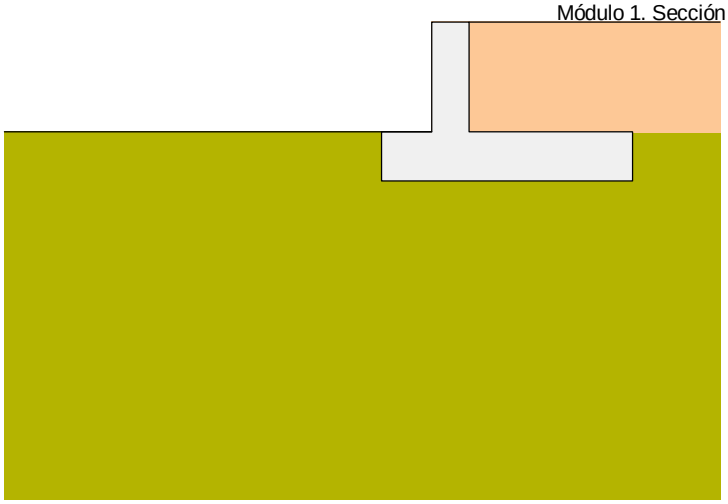
Acciones en muro y esfuerzos en el alzado
Peso tierras trasdós
Módulo 1. Sección a 12.015 m

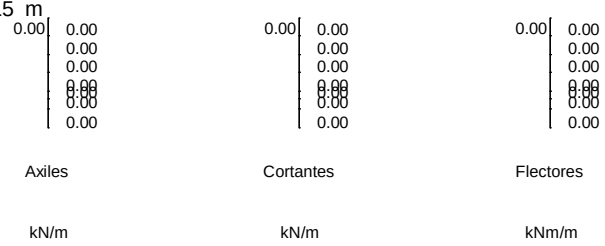




Peso tierras puntera

Acciones en muro y esfuerzos en el alzado
Peso tierras puntera
Módulo 1. Sección a 12.015 m



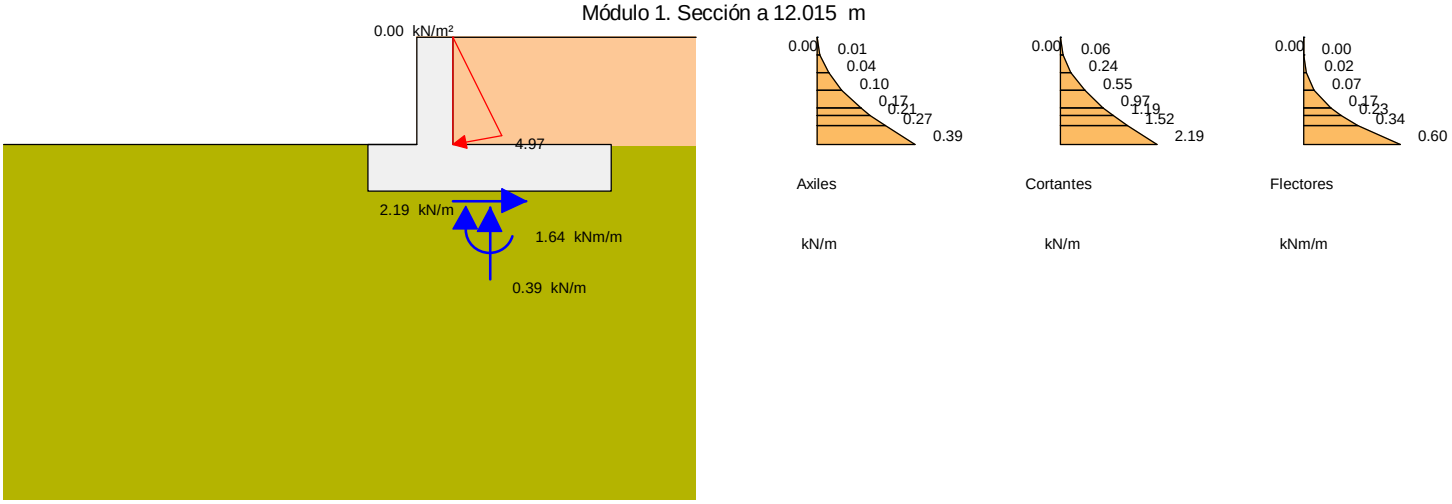


Empuje activo de las tierras del trasdós

Acciones en muro y esfuerzos en el alzado

Empuje activo de las tierras del trasdós

Módulo 1. Sección a 12.015 m

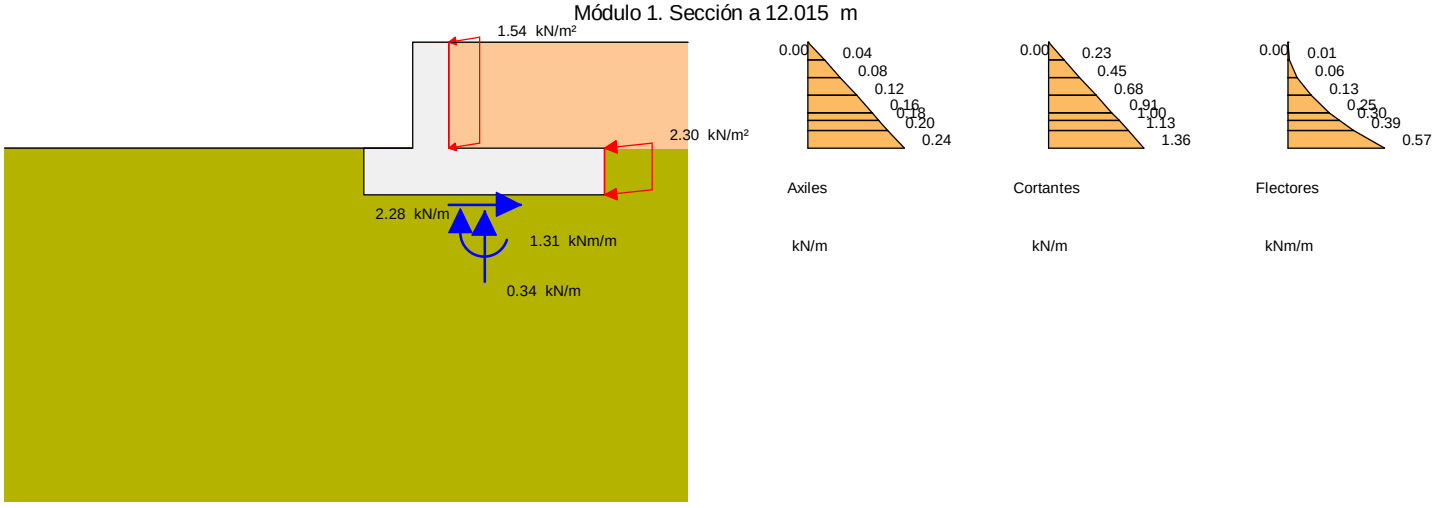


Empuje sobrecarga de tráfico en trasdós

Acciones en muro y esfuerzos en el alzado

Empuje sobrecarga de tráfico en trasdós

Módulo 1. Sección a 12.015 m

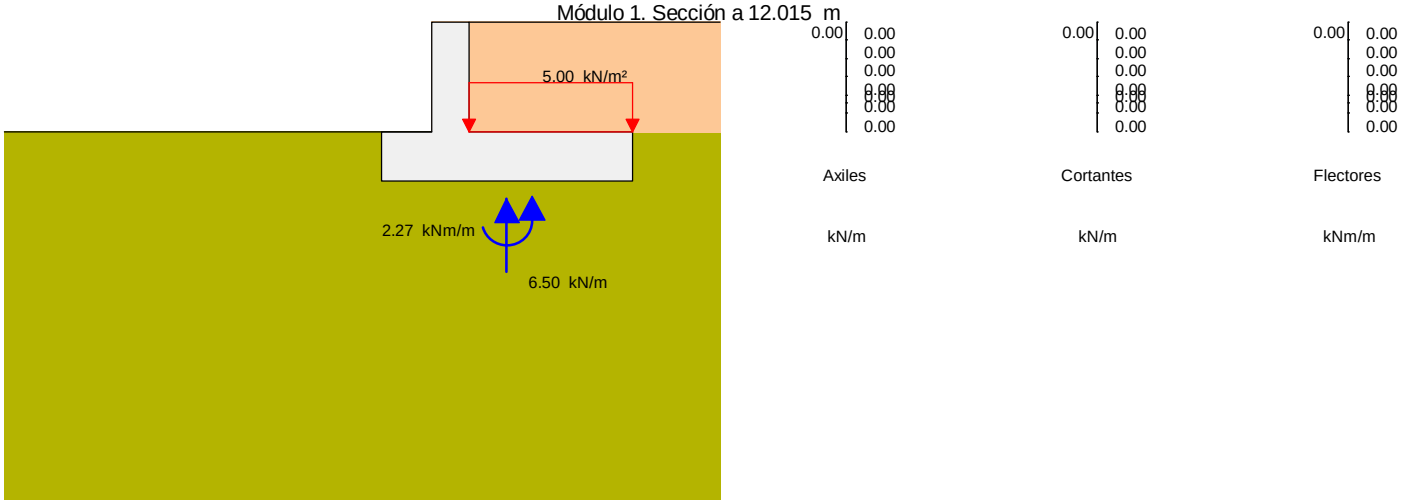


Acción vertical sobrecarga de tráfico en trasdós

Acciones en muro y esfuerzos en el alzado

Acción vertical sobrecarga de tráfico en trasdós

Módulo 1. Sección a 12.015 m

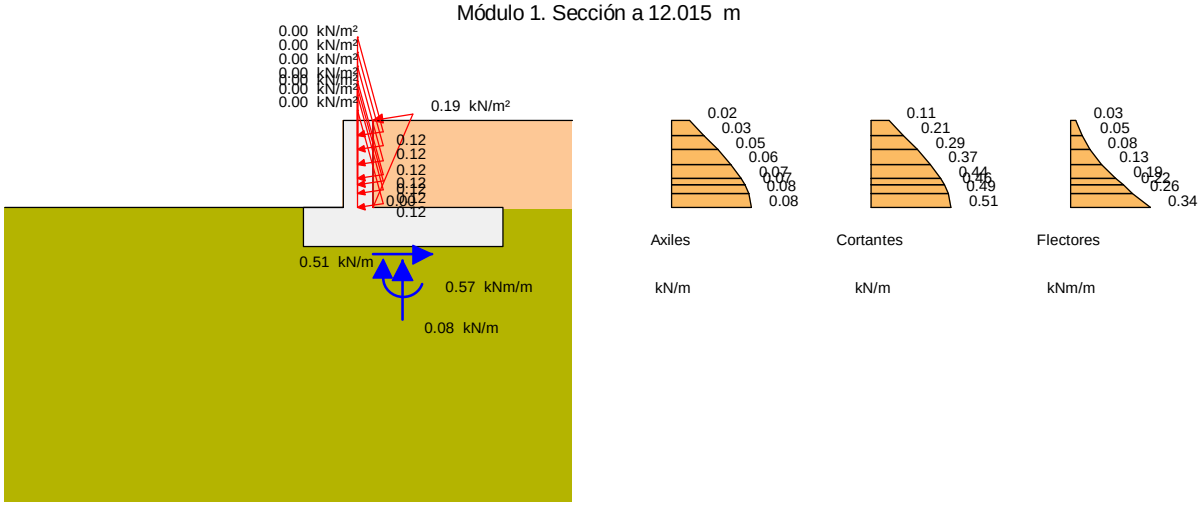


Sismo

Acciones en muro y esfuerzos en el alzado

Sismo. Combinación 1. Signo Kv positivo

Módulo 1. Sección a 12.015 m

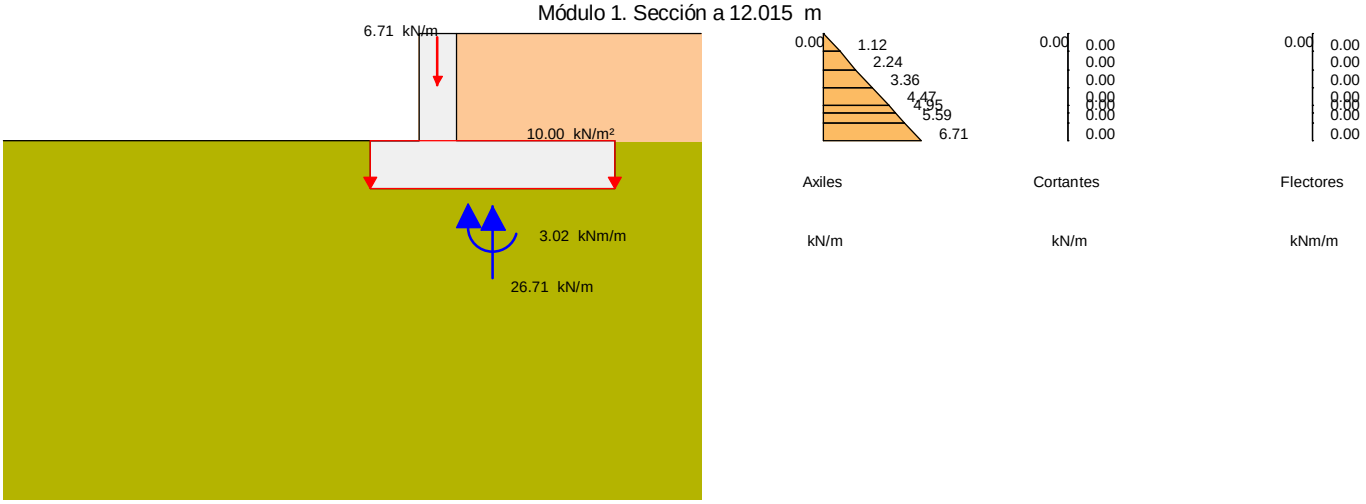


Sismo

Acciones en muro y esfuerzos en el alzado

Sismo. Combinación 1. Signo Kv positivo

Módulo 1. Sección a 12.015 m

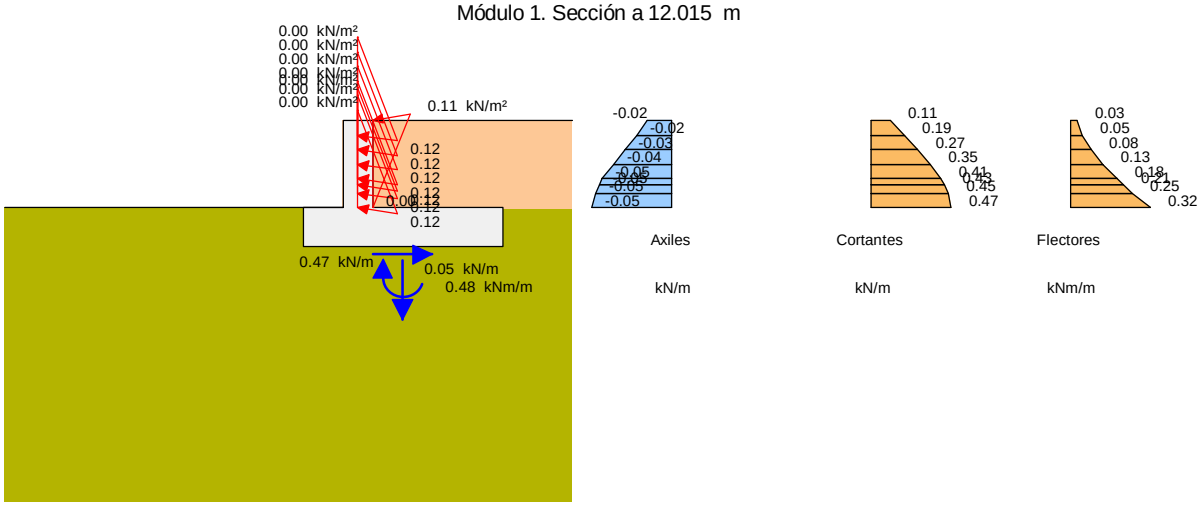


Sismo

Acciones en muro y esfuerzos en el alzado

Sismo. Combinación 1. Signo Kv negativo

Módulo 1. Sección a 12.015 m

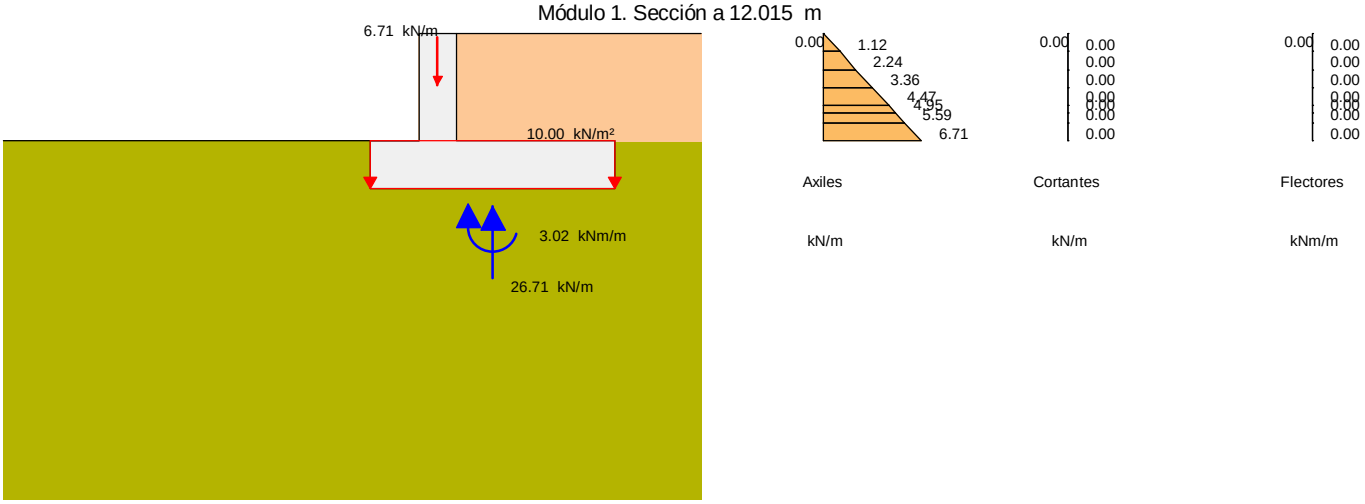


Sismo

Acciones en muro y esfuerzos en el alzado

Sismo. Combinación 1. Signo Kv negativo

Módulo 1. Sección a 12.015 m

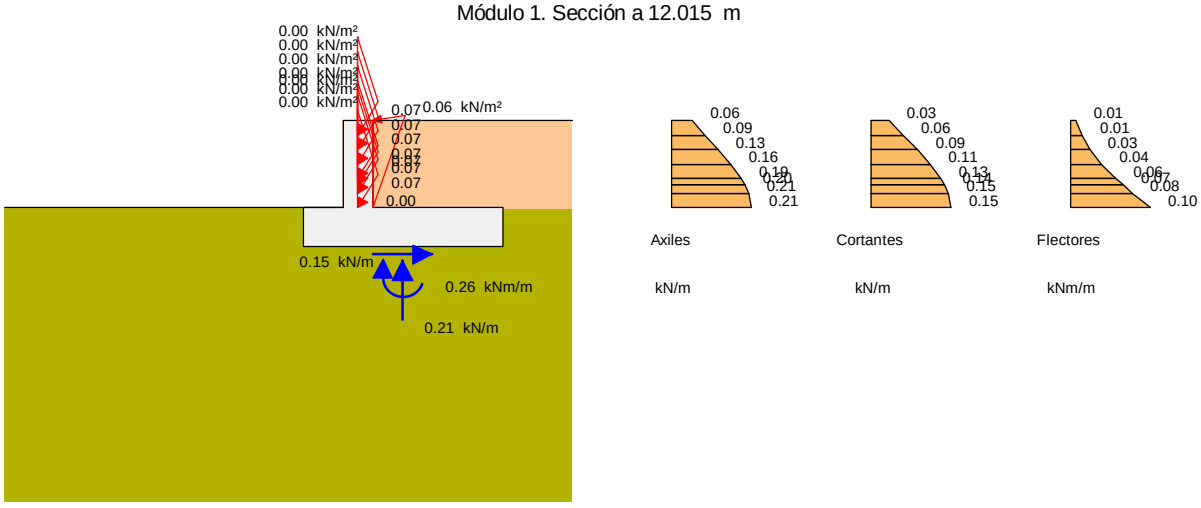


Sismo

Acciones en muro y esfuerzos en el alzado

Sismo. Combinación 2. Signo Kv positivo

Módulo 1. Sección a 12.015 m

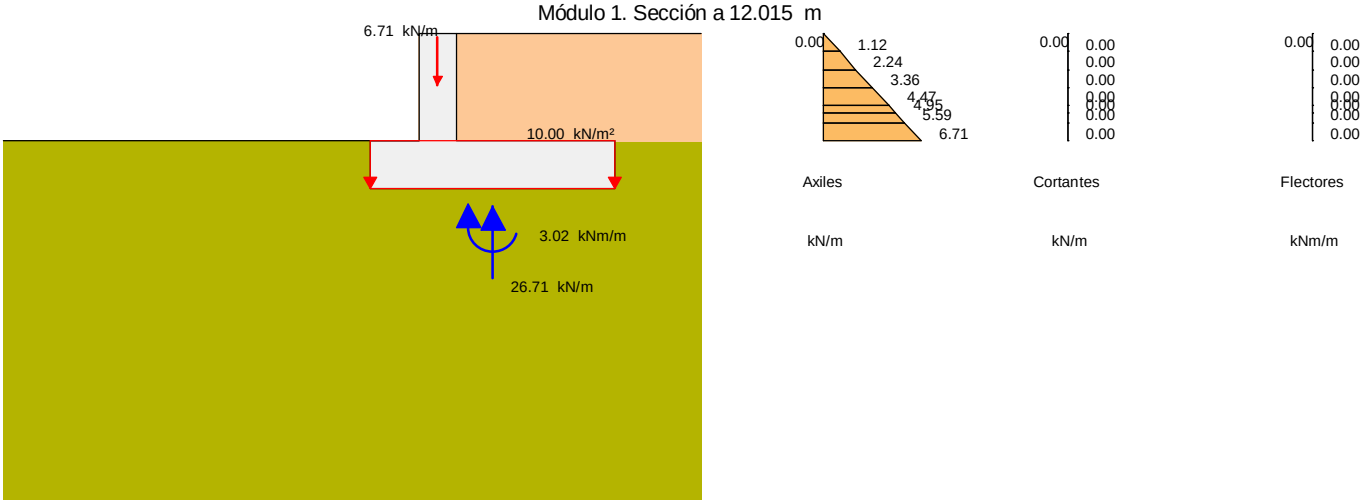


Sismo

Acciones en muro y esfuerzos en el alzado

Sismo. Combinación 2. Signo Kv positivo

Módulo 1. Sección a 12.015 m

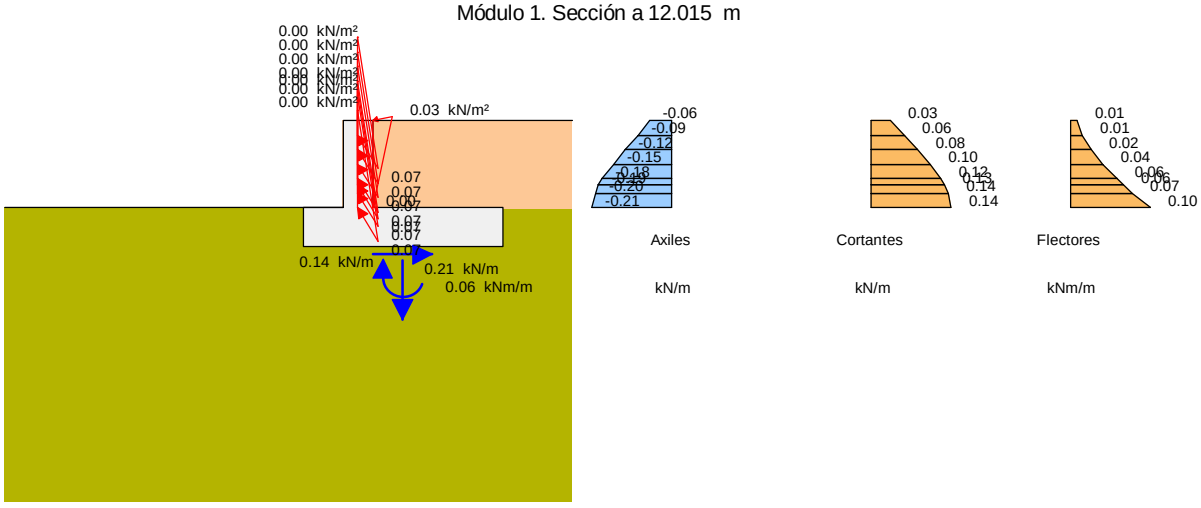


Sismo

Acciones en muro y esfuerzos en el alzado

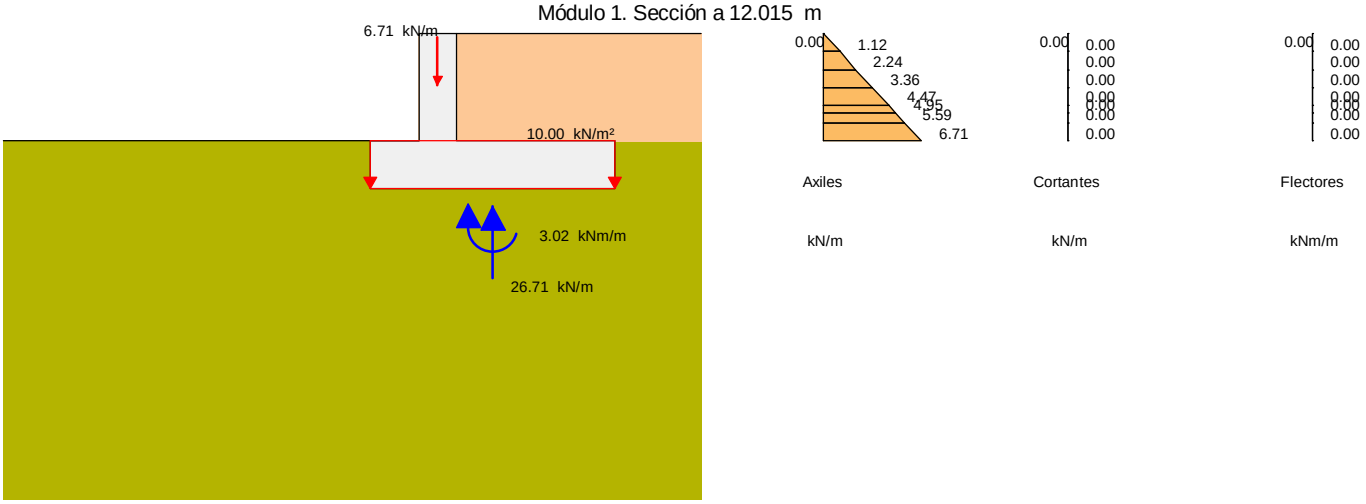
Sismo. Combinación 2. Signo Kv negativo

Módulo 1. Sección a 12.015 m



Sismo

Acciones en muro y esfuerzos en el alzado
Sismo. Combinación 2. Signo Kv negativo
Módulo 1. Sección a 12.015 m



4 ESTADO LÍMITE DE DESLIZAMIENTO

4.1 Módulo 1

4.1.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente

Acción	F normal (kN)	F roz. (kN)	F horiz. estab. (kN)	F desest. (kN)
Peso propio muro	514.8	187.4	0.0	0.0
Peso tierras trasdós	773.2	281.4	0.0	0.0
Peso tierras puntera	0.0	0.0	0.0	0.0
Empuje activo trasdós	0.0	0.0	0.0	295.3
Sobrecarga de tráfico. Empuje	1.3	0.5	0.0	67.3
Sobrecarga de tráfico. Acción vertical	0.0	0.0	0.0	0.0
Sismo	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	1289.3	469.3	0.0	362.6

Fuerza estabilizadora:

Fuerza de rozamiento	:	469.3 kN
Fuerza horizontal estabilizadora	:	0.0 kN
Adherencia	:	372.3 kN
Total	:	841.6 kN

Fuerza desestabilizadora : 362.6 kN

Factor de seguridad : 2.321
Factor de seguridad admisible : 1.500

FS = 2.321 > $FS_{admisible}$ = 1.500 -> Cumple a deslizamiento.

4.1.2 Situación persistente. Combinación característica

Acción	F normal (kN)	F roz. (kN)	F horiz. estab. (kN)	F desest. (kN)
Peso propio muro	514.8	187.4	0.0	0.0
Peso tierras trasdós	773.2	281.4	0.0	0.0
Peso tierras puntera	0.0	0.0	0.0	0.0
Empuje activo trasdós	0.0	0.0	0.0	295.3
Sobrecarga de tráfico. Empuje	1.3	0.5	0.0	67.3

Sobrecarga de tráfico. Acción vertical	0.0	0.0	0.0	0.0
Sismo	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	1289.3	469.3	0.0	362.6

Fuerza estabilizadora:

Fuerza de rozamiento	:	469.3 kN
Fuerza horizontal estabilizadora	:	0.0 kN
Adherencia	:	372.3 kN
Total	:	841.6 kN

Fuerza desestabilizadora : 362.6 kN

Factor de seguridad : 2.321
Factor de seguridad admisible : 1.300

FS = 2.321 > $FS_{admisible}$ = 1.300 -> Cumple a deslizamiento.

4.1.3 Situación accidental. Combinación sísmica

Acción	F normal (kN)	F roz. (kN)	F horiz. estab. (kN)	F desest. (kN)
Peso propio muro	514.8	187.4	0.0	0.0
Peso tierras trasdós	773.2	281.4	0.0	0.0
Peso tierras puntera	0.0	0.0	0.0	0.0
Empuje activo trasdós	0.0	0.0	0.0	295.3
Sobrecarga de tráfico. Empuje	1.3	0.5	0.0	67.3
Sobrecarga de tráfico. Acción vertical	0.0	0.0	0.0	0.0
Sismo	3.1	1.1	0.0	35.0
Total	1292.4	470.4	0.0	397.6

Fuerza estabilizadora:

Fuerza de rozamiento	:	470.4 kN
Fuerza horizontal estabilizadora	:	0.0 kN
Adherencia	:	345.5 kN
Total	:	815.8 kN

Fuerza desestabilizadora : 397.6 kN

Factor de seguridad : 2.052
Factor de seguridad admisible : 1.100

FS = 2.052 > $FS_{admisible}$ = 1.100 -> Cumple a deslizamiento.

4.2 Resumen de verificaciones

Módulo 1. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación

Módulo 1. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación

Módulo 1. Situación accidental. Combinación sísmica. Verifica la comprobación

5 ESTADO LÍMITE DE VUELCO

5.1 Módulo 1

5.1.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente

Acción	M estab. (kNm)	M desest. (kNm)

Peso propio muro	403.3	0.0
Peso tierras trasdós	1043.8	0.0
Peso tierras puntera	0.0	0.0
Empuje activo trasdós	0.0	444.3
Sobrecarga de tráfico. Empuje	0.0	103.9
Sobrecarga de tráfico. Acción vertical	0.0	0.0
Sismo	0.0	0.0
Total	1447.1	548.2

Momento estabilizador	:	1447.1 kNm
Momento desestabilizador	:	548.2 kNm

Factor de seguridad	:	2.640
Factor de seguridad admisible	:	2.000

FS = 2.640 > FSadm = 2.000 -> Cumple a vuelco.

5.1.2 Situación persistente. Combinación característica

Acción	M estab. (kNm)	M desest. (kNm)
Peso propio muro	403.3	0.0
Peso tierras trasdós	1043.8	0.0
Peso tierras puntera	0.0	0.0
Empuje activo trasdós	0.0	444.3
Sobrecarga de tráfico. Empuje	0.0	103.9
Sobrecarga de tráfico. Acción vertical	0.0	0.0
Sismo	0.0	0.0
Total	1447.1	548.2

Momento estabilizador	:	1447.1 kNm
Momento desestabilizador	:	548.2 kNm

Factor de seguridad	:	2.640
Factor de seguridad admisible	:	1.800

FS = 2.640 > FSadm = 1.800 -> Cumple a vuelco.

5.1.3 Situación accidental. Combinación sísmica

Acción	M estab. (kNm)	M desest. (kNm)
Peso propio muro	403.3	0.0
Peso tierras trasdós	1043.8	0.0
Peso tierras puntera	0.0	0.0
Empuje activo trasdós	0.0	444.3
Sobrecarga de tráfico. Empuje	0.0	103.9
Sobrecarga de tráfico. Acción vertical	0.0	0.0
Sismo	0.0	62.8
Total	1447.1	611.0

Momento estabilizador	:	1447.1 kNm
Momento desestabilizador	:	611.0 kNm

Factor de seguridad	:	2.368
Factor de seguridad admisible	:	1.500

FS = 2.368 > FSadm = 1.500 -> Cumple a vuelco.

5.2 Resumen de verificaciones

Módulo 1. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación

Módulo 1. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación

Módulo 1. Situación accidental. Combinación sísmica. Verifica la comprobación

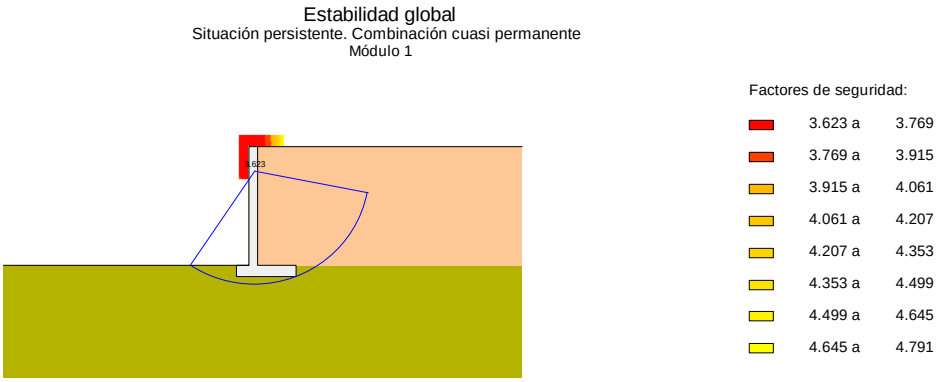
6 ESTADO LÍMITE DE ESTABILIDAD GLOBAL

El cálculo a estabilidad global se realiza con el método aproximado de Fellenius, considerando únicamente superficies de rotura circulares y con distribuciones de presiones intersticiales hidrostáticas (con variación lineal entre la zarpa delantera y la trasera).

El proyectista deberá valorar la verificación de la estabilidad global con métodos más precisos en función de la geometría, la estratificación y el flujo de agua.

6.1 Módulo 1

6.1.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente

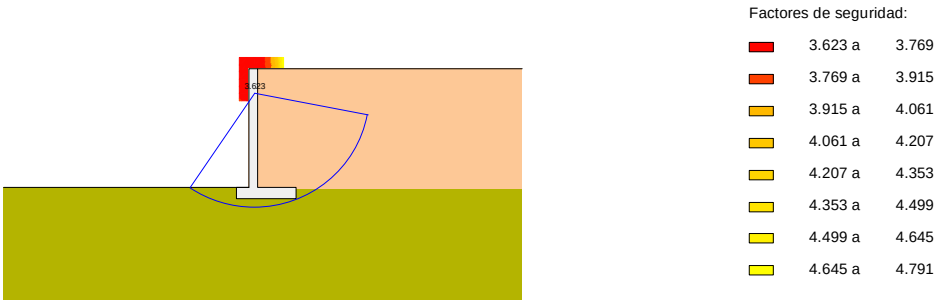


Factor de seguridad	:	3.623
Factor de seguridad admisible	:	1.500

FS = 3.623 > FSadm = 1.500 -> Cumple a estabilidad global.

6.1.2 Situación persistente. Combinación característica

Estabilidad global
Situación persistente. Combinación característica
Módulo 1

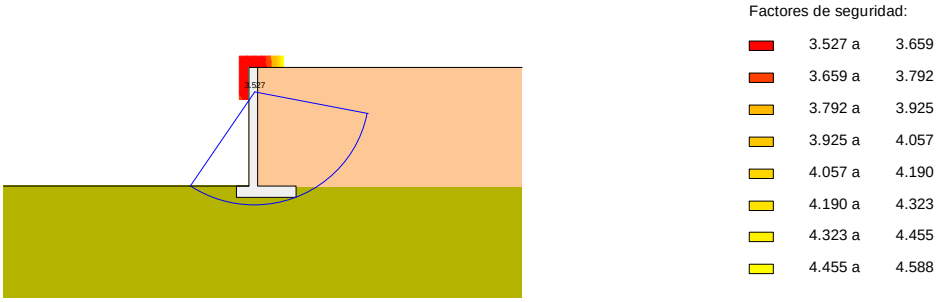


Factor de seguridad	:	3.623
Factor de seguridad admisible	:	1.300

FS = 3.623 > FSadm = 1.300 -> Cumple a estabilidad global.

6.1.3 Situación accidental. Combinación sísmica

Estabilidad global
Situación accidental. Combinación sísmica
Módulo 1



Factor de seguridad	:	3.527
Factor de seguridad admisible	:	1.100

FS = 3.527 > FSadm = 1.100 -> Cumple a estabilidad global.

6.2 Resumen de verificaciones

Módulo 1. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación

Módulo 1. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación

Módulo 1. Situación accidental. Combinación sísmica. Verifica la comprobación

7 ESTADO LÍMITE ÚLTIMO DE HUNDIMIENTO DEL TERRENO

Para el cálculo de las presiones en el terreno se ha considerado una ley de distribución uniforme (método de la zapata equivalente).

7.1 Módulo 1

7.1.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente

Esfuerzos en la base de la zapata:

Sección	Resultante en la base de la zapata		
x (m)	N (kN/m)	H (kN/m)	M (kNm/m)
1.335	145.40	57.00	83.38
4.005	120.98	38.34	43.02
6.675	96.57	23.42	17.44
9.345	72.16	12.24	3.65
12.015	47.75	4.81	-1.28

N: Resultante de las fuerzas verticales en el centro de la base de la zapata.
H: Resultante de las fuerzas horizontales en el centro de la base de la zapata.
M: Momento resultante respecto al centro de la base de la zapata.
Los esfuerzos N, H, M corresponden a la hipótesis que genera la presión máxima en el terreno.

Distribución de presiones:

Sección	Distribución de presión máxima			
x (m)	σ_1 (kN/m^2)	σ_2 (kN/m^2)	b (m)	Tipo
1.335	170.43	170.43	0.853	Uniforme
4.005	93.88	93.88	1.289	Uniforme
6.675	58.93	58.93	1.639	Uniforme
9.345	38.01	38.01	1.899	Uniforme
12.015	24.53	24.53	1.946	Uniforme

Comprobación a hundimiento:

Presión máxima	:	170.43	kN/m^2
Presión de hundimiento	:	600.00	kN/m^2
Factor de seguridad mínimo	:	3.521	
Factor de seguridad admisible	:	3.000	

FS = 3.521 > FSadm = 3.000 -> Cumple a hundimiento.

7.1.2 Situación persistente. Combinación característica

Esfuerzos en la base de la zapata:

Sección	Resultante en la base de la zapata		
x (m)	N (kN/m)	H (kN/m)	M (kNm/m)
1.335	145.40	57.00	83.38
4.005	120.98	38.34	43.02
6.675	96.57	23.42	17.44
9.345	72.16	12.24	3.65
12.015	47.75	4.81	-1.28

N: Resultante de las fuerzas verticales en el centro de la base de la zapata.
H: Resultante de las fuerzas horizontales en el centro de la base de la zapata.
M: Momento resultante respecto al centro de la base de la zapata.
Los esfuerzos N, H, M corresponden a la hipótesis que genera la presión máxima en el terreno.

Distribución de presiones:

Sección	Distribución de presión máxima			
x (m)	σ_1 (kN/m^2)	σ_2 (kN/m^2)	b (m)	Tipo
1.335	170.43	170.43	0.853	Uniforme

4.005	93.88	93.88	1.289	Uniforme
6.675	58.93	58.93	1.639	Uniforme
9.345	38.01	38.01	1.899	Uniforme
12.015	24.53	24.53	1.946	Uniforme

Comprobación a hundimiento:

Presión máxima	:	170.43	kN/m^2
Presión de hundimiento	:	600.00	kN/m^2
Factor de seguridad mínimo	:	3.521	
Factor de seguridad admisible	:	2.600	

FS = 3.521 > FSadm = 2.600 -> Cumple a hundimiento.

7.1.3 Situación accidental. Combinación sísmica

Esfuerzos en la base de la zapata:

Sección	Resultante en la base de la zapata		
x (m)	N (kN/m)	H (kN/m)	M (kNm/m)
1.335	145.74	61.55	94.84
4.005	121.28	41.78	50.02
6.675	96.81	25.90	21.28
9.345	72.34	13.90	5.43
12.015	48.13	5.10	-1.13

N: Resultante de las fuerzas verticales en el centro de la base de la zapata.
H: Resultante de las fuerzas horizontales en el centro de la base de la zapata.
M: Momento resultante respecto al centro de la base de la zapata.
Los esfuerzos N, H, M corresponden a la hipótesis que genera la presión máxima en el terreno.

Distribución de presiones:

Sección	Distribución de presión máxima			
x (m)	σ_1 (kN/m^2)	σ_2 (kN/m^2)	b (m)	Tipo
1.335	208.66	208.66	0.698	Uniforme
4.005	103.21	103.21	1.175	Uniforme
6.675	62.04	62.04	1.560	Uniforme
9.345	39.10	39.10	1.850	Uniforme
12.015	24.65	24.65	1.953	Uniforme

Comprobación a hundimiento:

Presión máxima	:	208.66	kN/m^2
Presión de hundimiento	:	600.00	kN/m^2
Factor de seguridad mínimo	:	2.876	
Factor de seguridad admisible	:	2.200	

FS = 2.876 > FSadm = 2.200 -> Cumple a hundimiento.

7.2 Resumen de verificaciones

Módulo 1. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación

Módulo 1. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación

Módulo 1. Situación accidental. Combinación sísmica. Verifica la comprobación

8 ESTADO LÍMITE ÚLTIMO DE ROTURA POR FLEXIÓN

8.1 Módulo 1

8.1.1 Alzado

8.1.1.1 Situación persistente. Combinación fundamental

Sección 1 (x = 1.335 m)

	Envolvente de esfuerzos			
	Axiles		Flectores	
Altura sobre zapata (m)	$N_{d\,max}^{+}$ (kN/m)	$N_{d\,max}^{-}$ (kN/m)	$M_{d\,max}^{+}$ (kNm/m)	$M_{d\,max}^{-}$ (kNm/m)
4.055	0.0	0.0	0.0	0.0
3.379	7.4	5.3	0.9	0.2
2.703	15.5	11.0	5.2	2.1
2.027	24.3	17.2	15.5	7.3
1.352	33.7	23.8	34.4	17.5
0.676	43.8	30.8	64.3	34.3
0.235	50.8	35.7	91.0	49.7
0.000	54.6	38.3	107.8	59.6

	Armadura vertical interior (lado tierras)				
	Esfuerzos armadura máxima		Armadura interior		
Altura sobre zapata (m)	N_d (kN/m)	M_d (kNm/m)	$A_{s\,cálculo}$ (cm^2/m)	$A_{s\,mecánica}$ (cm^2/m)	$A_{s\,geométrica}$ (cm^2/m)
4.055	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8
3.379	5.7	0.9	0.0	5.5	2.7
2.703	12.0	5.2	0.3	5.5	2.7
2.027	19.0	15.5	1.3	5.6	2.7
1.352	26.6	34.4	3.0	5.6	2.7
0.676	35.0	64.3	6.0	5.7	2.7
0.235	40.7	91.0	8.7	5.8	2.7
0.000	43.9	107.8	10.5	5.8	2.7

	Armadura vertical exterior (lado visto)				
	Esfuerzos armadura máxima		Armadura exterior		
Altura sobre zapata (m)	N_d (kN/m)	M_d (kNm/m)	$A_{s\,cálculo}$ (cm^2/m)	$A_{s\,mecánica}$ (cm^2/m)	$A_{s\,geométrica}$ (cm^2/m)
4.055	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8
3.379	7.4	0.9	0.0	0.0	0.8
2.703	15.5	5.2	0.0	0.0	0.8
2.027	24.3	15.5	0.0	0.0	0.8
1.352	33.7	34.4	0.0	0.0	0.8
0.676	43.8	64.3	0.0	0.0	0.8
0.235	50.8	91.0	0.0	0.0	0.8
0.000	54.6	107.8	0.0	0.0	0.8

Sección 2 (x = 4.005 m)

	Envolvente de esfuerzos			
	Axiles		Flectores	
Altura sobre zapata (m)	$N_{d\,max}^{+}$ (kN/m)	$N_{d\,max}^{-}$ (kN/m)	$M_{d\,max}^{+}$ (kNm/m)	$M_{d\,max}^{-}$ (kNm/m)
3.265	0.0	0.0	0.0	0.0
2.721	5.9	4.2	0.5	0.1
2.177	12.3	8.7	2.9	1.1
1.632	19.1	13.5	8.6	3.8

1.088	26.3	18.6	18.8	9.1
0.544	34.0	24.0	35.0	17.8
0.235	38.5	27.2	47.3	24.7
0.000	42.1	29.6	58.4	30.9

	Armadura vertical interior (lado tierras)				
	Esfuerzos armadura máxima		Armadura interior		
Altura sobre zapata (m)	N_d (kN/m)	M_d (kNm/m)	$A_{s\ cálculo}$ (cm^2/m)	$A_{s\ mecánica}$ (cm^2/m)	$A_{s\ geométrica}$ (cm^2/m)
3.265	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8
2.721	5.9	0.5	0.0	0.0	0.8
2.177	9.5	2.9	0.1	5.5	2.7
1.632	14.8	8.6	0.6	5.6	2.7
1.088	20.6	18.8	1.6	5.6	2.7
0.544	26.9	35.0	3.1	5.6	2.7
0.235	30.6	47.3	4.3	5.7	2.7
0.000	33.5	58.4	5.4	5.7	2.7

	Armadura vertical exterior (lado visto)				
	Esfuerzos armadura máxima		Armadura exterior		
Altura sobre zapata (m)	N_d (kN/m)	M_d (kNm/m)	$A_{s\ cálculo}$ (cm^2/m)	$A_{s\ mecánica}$ (cm^2/m)	$A_{s\ geométrica}$ (cm^2/m)
3.265	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8
2.721	5.9	0.5	0.0	0.0	0.8
2.177	12.3	2.9	0.0	0.0	0.8
1.632	19.1	8.6	0.0	0.0	0.8
1.088	26.3	18.8	0.0	0.0	0.8
0.544	34.0	35.0	0.0	0.0	0.8
0.235	38.5	47.3	0.0	0.0	0.8
0.000	42.1	58.4	0.0	0.0	0.8

Sección 3 (x = 6.675 m)

	Envolvente de esfuerzos			
	Axiles		Flectores	
Altura sobre zapata (m)	$N_{d\ max}^+$ (kN/m)	$N_{d\ max}^-$ (kN/m)	$M_{d\ max}^+$ (kNm/m)	$M_{d\ max}^-$ (kNm/m)
2.475	0.0	0.0	0.0	0.0
2.063	4.5	3.2	0.2	0.1
1.650	9.2	6.5	1.4	0.5
1.237	14.1	10.0	4.1	1.6
0.825	19.3	13.7	8.8	3.9
0.412	24.8	17.5	16.3	7.7
0.235	27.2	19.2	20.4	9.9
0.000	30.5	21.5	26.9	13.4

	Armadura vertical interior (lado tierras)				
	Esfuerzos armadura máxima		Armadura interior		
Altura sobre zapata (m)	N_d (kN/m)	M_d (kNm/m)	$A_{s\ cálculo}$ (cm^2/m)	$A_{s\ mecánica}$ (cm^2/m)	$A_{s\ geométrica}$ (cm^2/m)
2.475	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8
2.063	4.5	0.2	0.0	0.0	0.8
1.650	7.0	1.4	0.0	5.5	2.7
1.237	10.9	4.1	0.2	5.5	2.7
0.825	15.0	8.8	0.6	5.6	2.7
0.412	19.4	16.3	1.3	5.6	2.7
0.235	21.3	20.4	1.7	5.6	2.7
0.000	24.0	26.9	2.3	5.6	2.7

	Armadura vertical exterior (lado visto)

	Esfuerzos armadura máxima		Armadura exterior		
Altura sobre zapata (m)	N_d (kN/m)	M_d (kNm/m)	$A_{s\ cálculo}$ (cm^2/m)	$A_{s\ mecánica}$ (cm^2/m)	$A_{s\ geométrica}$ (cm^2/m)
2.475	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8
2.063	4.5	0.2	0.0	0.0	0.8
1.650	9.2	1.4	0.0	0.0	0.8
1.237	14.1	4.1	0.0	0.0	0.8
0.825	19.3	8.8	0.0	0.0	0.8
0.412	24.8	16.3	0.0	0.0	0.8
0.235	27.2	20.4	0.0	0.0	0.8
0.000	30.5	26.9	0.0	0.0	0.8

Sección 4 (x = 9.345 m)

	Envolvente de esfuerzos			
	Axiles		Flectores	
Altura sobre zapata (m)	$N_{d\ max}^+$ (kN/m)	$N_{d\ max}^-$ (kN/m)	$M_{d\ max}^+$ (kNm/m)	$M_{d\ max}^-$ (kNm/m)
1.685	0.0	0.0	0.0	0.0
1.404	3.0	2.1	0.1	0.0
1.123	6.1	4.4	0.5	0.1
0.842	9.4	6.7	1.5	0.5
0.562	12.7	9.0	3.2	1.2
0.281	16.2	11.5	5.7	2.4
0.235	16.8	11.9	6.2	2.6
0.000	19.8	14.0	9.4	4.2

	Armadura vertical interior (lado tierras)				
	Esfuerzos armadura máxima		Armadura interior		
Altura sobre zapata (m)	N_d (kN/m)	M_d (kNm/m)	$A_{s\ cálculo}$ (cm^2/m)	$A_{s\ mecánica}$ (cm^2/m)	$A_{s\ geométrica}$ (cm^2/m)
1.685	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8
1.404	3.0	0.1	0.0	0.0	0.8
1.123	6.1	0.5	0.0	0.0	0.8
0.842	7.2	1.5	0.0	5.5	2.7
0.562	9.8	3.2	0.2	5.5	2.7
0.281	12.5	5.7	0.4	5.5	2.7
0.235	13.0	6.2	0.4	5.5	2.7
0.000	15.4	9.4	0.7	5.6	2.7

	Armadura vertical exterior (lado visto)				
	Esfuerzos armadura máxima		Armadura exterior		
Altura sobre zapata (m)	N_d (kN/m)	M_d (kNm/m)	$A_{s\ cálculo}$ (cm^2/m)	$A_{s\ mecánica}$ (cm^2/m)	$A_{s\ geométrica}$ (cm^2/m)
1.685	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8
1.404	3.0	0.1	0.0	0.0	0.8
1.123	6.1	0.5	0.0	0.0	0.8
0.842	9.4	1.5	0.0	0.0	0.8
0.562	12.7	3.2	0.0	0.0	0.8
0.281	16.2	5.7	0.0	0.0	0.8
0.235	16.8	6.2	0.0	0.0	0.8
0.000	19.8	9.4	0.0	0.0	0.8

Sección 5 (x = 12.015 m)

	Envolvente de esfuerzos			
	Axiles		Flectores	
Altura sobre zapata (m)	$N_{d\ max}^+$ (kN/m)	$N_{d\ max}^-$ (kN/m)	$M_{d\ max}^+$ (kNm/m)	$M_{d\ max}^-$ (kNm/m)
0.895	0.0	0.0	0.0	0.0
0.746	1.6	1.1	0.0	0.0
0.597	3.2	2.3	0.1	0.0

0.447	4.9	3.5	0.3	0.1
0.298	6.5	4.6	0.6	0.2
0.235	7.3	5.2	0.8	0.2
0.149	8.3	5.9	1.1	0.3
0.000	10.0	7.1	1.8	0.6

	Armadura vertical interior (lado tierras)				
	Esfuerzos armadura máxima		Armadura interior		
Altura sobre zapata (m)	N_d (kN/m)	M_d (kNm/m)	$A_{s\ cálculo}$ (cm^2/m)	$A_{s\ mecánica}$ (cm^2/m)	$A_{s\ geométrica}$ (cm^2/m)
0.895	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8
0.746	1.6	0.0	0.0	0.0	0.8
0.597	3.2	0.1	0.0	0.0	0.8
0.447	4.9	0.3	0.0	0.0	0.8
0.298	6.5	0.6	0.0	0.0	0.8
0.235	7.3	0.8	0.0	0.0	0.8
0.149	6.3	1.1	0.0	5.5	2.7
0.000	7.7	1.8	0.1	5.5	2.7

	Armadura vertical exterior (lado visto)				
	Esfuerzos armadura máxima		Armadura exterior		
Altura sobre zapata (m)	N_d (kN/m)	M_d (kNm/m)	$A_{s\ cálculo}$ (cm^2/m)	$A_{s\ mecánica}$ (cm^2/m)	$A_{s\ geométrica}$ (cm^2/m)
0.895	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8
0.746	1.6	0.0	0.0	0.0	0.8
0.597	3.2	0.1	0.0	0.0	0.8
0.447	4.9	0.3	0.0	0.0	0.8
0.298	6.5	0.6	0.0	0.0	0.8
0.235	7.3	0.8	0.0	0.0	0.8
0.149	8.3	1.1	0.0	0.0	0.8
0.000	10.0	1.8	0.0	0.0	0.8

8.1.1.2 Situación accidental. Combinación sísmica

Sección 1 (x = 1.335 m)

	Envolvente de esfuerzos			
	Axiles		Flectores	
Altura sobre zapata (m)	$N_{d\ max}^+$ (kN/m)	$N_{d\ max}^-$ (kN/m)	$M_{d\ max}^+$ (kNm/m)	$M_{d\ max}^-$ (kNm/m)
4.055	-0.0	-0.0	0.0	0.0
3.379	5.4	5.3	0.6	0.3
2.703	11.3	10.9	3.6	2.3
2.027	17.6	17.1	10.7	7.6
1.352	24.3	23.6	23.5	18.1
0.676	31.5	30.6	43.8	35.2
0.235	36.4	35.4	61.8	50.9
0.000	39.1	38.0	73.1	60.8

	Armadura vertical interior (lado tierras)				
	Esfuerzos armadura máxima		Armadura interior		
Altura sobre zapata (m)	N_d (kN/m)	M_d (kNm/m)	$A_{s\ cálculo}$ (cm^2/m)	$A_{s\ mecánica}$ (cm^2/m)	$A_{s\ geométrica}$ (cm^2/m)
4.055	-0.0	0.0	0.0	0.0	2.7
3.379	5.4	0.6	0.0	0.0	0.8
2.703	11.3	3.6	0.2	4.8	2.7
2.027	17.6	10.7	0.7	4.8	2.7
1.352	24.3	23.5	1.7	4.9	2.7
0.676	31.5	43.8	3.4	4.9	2.7
0.235	36.4	61.8	4.9	4.9	2.7
0.000	39.1	73.1	5.9	5.0	2.7

	Armadura vertical exterior (lado visto)				
	Esfuerzos armadura máxima		Armadura exterior		
Altura sobre zapata (m)	N_d (kN/m)	M_d (kNm/m)	$A_{s\ cálculo}$ (cm^2/m)	$A_{s\ mecánica}$ (cm^2/m)	$A_{s\ geométrica}$ (cm^2/m)
4.055	-0.0	0.0	0.0	0.0	2.7
3.379	5.4	0.6	0.0	0.0	0.8
2.703	11.3	3.6	0.0	0.0	0.8
2.027	17.6	10.7	0.0	0.0	0.8
1.352	24.3	23.5	0.0	0.0	0.8
0.676	31.5	43.8	0.0	0.0	0.8
0.235	36.4	61.8	0.0	0.0	0.8
0.000	39.1	73.1	0.0	0.0	0.8

Sección 2 (x = 4.005 m)

	Envolvente de esfuerzos			
	Axiles		Flectores	
Altura sobre zapata (m)	$N_{d\ max}^+$ (kN/m)	$N_{d\ max}^-$ (kN/m)	$M_{d\ max}^+$ (kNm/m)	$M_{d\ max}^-$ (kNm/m)
3.265	-0.0	-0.0	0.0	0.0
2.721	4.3	4.2	0.4	0.2
2.177	8.9	8.6	2.0	1.2
1.632	13.8	13.4	5.9	4.0
1.088	19.0	18.4	12.9	9.4
0.544	24.4	23.7	23.9	18.4
0.235	27.6	26.8	32.2	25.4
0.000	30.1	29.3	39.7	31.7

	Armadura vertical interior (lado tierras)				
	Esfuerzos armadura máxima		Armadura interior		
Altura sobre zapata (m)	N_d (kN/m)	M_d (kNm/m)	$A_{s\ cálculo}$ (cm^2/m)	$A_{s\ mecánica}$ (cm^2/m)	$A_{s\ geométrica}$ (cm^2/m)
3.265	-0.0	0.0	0.0	0.0	2.7
2.721	4.3	0.4	0.0	0.0	0.8
2.177	8.9	2.0	0.1	4.8	2.7
1.632	13.8	5.9	0.3	4.8	2.7
1.088	19.0	12.9	0.9	4.8	2.7
0.544	24.4	23.9	1.7	4.9	2.7
0.235	27.6	32.2	2.4	4.9	2.7
0.000	30.1	39.7	3.1	4.9	2.7

	Armadura vertical exterior (lado visto)				
	Esfuerzos armadura máxima		Armadura exterior		
Altura sobre zapata (m)	N_d (kN/m)	M_d (kNm/m)	$A_{s\ cálculo}$ (cm^2/m)	$A_{s\ mecánica}$ (cm^2/m)	$A_{s\ geométrica}$ (cm^2/m)
3.265	-0.0	0.0	-0.0	0.0	2.7
2.721	4.3	0.4	0.0	0.0	0.8
2.177	8.9	2.0	0.0	0.0	0.8
1.632	13.8	5.9	0.0	0.0	0.8
1.088	19.0	12.9	0.0	0.0	0.8
0.544	24.4	23.9	0.0	0.0	0.8
0.235	27.6	32.2	0.0	0.0	0.8
0.000	30.1	39.7	0.0	0.0	0.8

Sección 3 (x = 6.675 m)

	Envolvente de esfuerzos			
	Axiles		Flectores	
Altura sobre zapata	$N_{d\ max}^+$	$N_{d\ max}^-$	$M_{d\ max}^+$	$M_{d\ max}^-$

(m)	(kN/m)	(kN/m)	(kNm/m)	(kNm/m)
2.475	-0.0	-0.0	0.0	0.0
2.063	3.2	3.1	0.2	0.1
1.650	6.6	6.4	1.0	0.5
1.237	10.2	9.9	2.8	1.7
0.825	13.9	13.5	6.1	4.1
0.412	17.8	17.2	11.2	8.0
0.235	19.5	18.9	14.0	10.3
0.000	21.8	21.2	18.4	13.8

	Armadura vertical interior (lado tierras)				
	Esfuerzos armadura máxima		Armadura interior		
Altura sobre zapata (m)	N_d (kN/m)	M_d (kNm/m)	$A_{s\ cálculo}$ (cm^2/m)	$A_{s\ mecánica}$ (cm^2/m)	$A_{s\ geométrica}$ (cm^2/m)
2.475	-0.0	0.0	0.0	0.0	2.7
2.063	3.2	0.2	0.0	0.0	0.8
1.650	6.6	1.0	0.0	4.8	2.7
1.237	10.2	2.8	0.1	4.8	2.7
0.825	13.9	6.1	0.3	4.8	2.7
0.412	17.8	11.2	0.7	4.8	2.7
0.235	19.5	14.0	0.9	4.8	2.7
0.000	21.8	18.4	1.3	4.8	2.7

	Armadura vertical exterior (lado visto)				
	Esfuerzos armadura máxima		Armadura exterior		
Altura sobre zapata (m)	N_d (kN/m)	M_d (kNm/m)	$A_{s\ cálculo}$ (cm^2/m)	$A_{s\ mecánica}$ (cm^2/m)	$A_{s\ geométrica}$ (cm^2/m)
2.475	-0.0	0.0	-0.0	0.0	2.7
2.063	3.2	0.2	0.0	0.0	0.8
1.650	6.6	1.0	0.0	0.0	0.8
1.237	10.2	2.8	0.0	0.0	0.8
0.825	13.9	6.1	0.0	0.0	0.8
0.412	17.8	11.2	0.0	0.0	0.8
0.235	19.5	14.0	0.0	0.0	0.8
0.000	21.8	18.4	0.0	0.0	0.8

Sección 4 (x = 9.345 m)

	Envolvente de esfuerzos			
	Axiles		Flectores	
Altura sobre zapata (m)	$N_{d\ max}^+$ (kN/m)	$N_{d\ max}^-$ (kN/m)	$M_{d\ max}^+$ (kNm/m)	$M_{d\ max}^-$ (kNm/m)
1.685	-0.0	-0.0	0.0	0.0
1.404	2.2	2.1	0.1	0.0
1.123	4.4	4.3	0.4	0.2
0.842	6.7	6.5	1.1	0.6
0.562	9.1	8.8	2.2	1.3
0.281	11.6	11.2	4.0	2.6
0.235	12.0	11.6	4.4	2.8
0.000	14.1	13.7	6.5	4.4

	Armadura vertical interior (lado tierras)				
	Esfuerzos armadura máxima		Armadura interior		
Altura sobre zapata (m)	N_d (kN/m)	M_d (kNm/m)	$A_{s\ cálculo}$ (cm^2/m)	$A_{s\ mecánica}$ (cm^2/m)	$A_{s\ geométrica}$ (cm^2/m)
1.685	-0.0	0.0	0.0	4.8	2.7
1.404	2.2	0.1	0.0	0.0	0.8
1.123	4.4	0.4	0.0	0.0	0.8
0.842	6.7	1.1	0.0	4.8	2.7
0.562	9.1	2.2	0.1	4.8	2.7
0.281	11.6	4.0	0.2	4.8	2.7
0.235	12.0	4.4	0.2	4.8	2.7

0.000	14.1	6.5	0.4	4.8	2.7

	Armadura vertical exterior (lado visto)				
	Esfuerzos armadura máxima		Armadura exterior		
Altura sobre zapata (m)	N_d (kN/m)	M_d (kNm/m)	$A_{s\ cálculo}$ (cm^2/m)	$A_{s\ mecánica}$ (cm^2/m)	$A_{s\ geométrica}$ (cm^2/m)
1.685	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.8
1.404	2.2	0.1	0.0	0.0	0.8
1.123	4.4	0.4	0.0	0.0	0.8
0.842	6.7	1.1	0.0	0.0	0.8
0.562	9.1	2.2	0.0	0.0	0.8
0.281	11.6	4.0	0.0	0.0	0.8
0.235	12.0	4.4	0.0	0.0	0.8
0.000	14.1	6.5	0.0	0.0	0.8

Sección 5 (x = 12.015 m)

	Envolvente de esfuerzos			
	Axiles		Flectores	
Altura sobre zapata (m)	$N_{d\ max}^+$ (kN/m)	$N_{d\ max}^-$ (kN/m)	$M_{d\ max}^+$ (kNm/m)	$M_{d\ max}^-$ (kNm/m)
0.895	-0.1	-0.1	0.0	0.0
0.746	1.1	1.0	0.0	0.0
0.597	2.2	2.2	0.1	0.0
0.447	3.4	3.3	0.2	0.1
0.298	4.6	4.5	0.5	0.2
0.235	5.1	5.0	0.6	0.3
0.149	5.9	5.7	0.8	0.4
0.000	7.1	6.9	1.3	0.7

	Armadura vertical interior (lado tierras)				
	Esfuerzos armadura máxima		Armadura interior		
Altura sobre zapata (m)	N_d (kN/m)	M_d (kNm/m)	$A_{s\ cálculo}$ (cm^2/m)	$A_{s\ mecánica}$ (cm^2/m)	$A_{s\ geométrica}$ (cm^2/m)
0.895	-0.1	0.0	0.0	4.8	2.7
0.746	1.1	0.0	0.0	0.0	0.8
0.597	2.2	0.1	0.0	0.0	0.8
0.447	3.4	0.2	0.0	0.0	0.8
0.298	4.6	0.5	0.0	0.0	0.8
0.235	5.1	0.6	0.0	0.0	0.8
0.149	5.9	0.8	0.0	0.0	0.8
0.000	7.1	1.3	0.0	4.8	2.7

	Armadura vertical exterior (lado visto)				
	Esfuerzos armadura máxima		Armadura exterior		
Altura sobre zapata (m)	N_d (kN/m)	M_d (kNm/m)	$A_{s\ cálculo}$ (cm^2/m)	$A_{s\ mecánica}$ (cm^2/m)	$A_{s\ geométrica}$ (cm^2/m)
0.895	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.8
0.746	1.1	0.0	0.0	0.0	0.8
0.597	2.2	0.1	0.0	0.0	0.8
0.447	3.4	0.2	0.0	0.0	0.8
0.298	4.6	0.5	0.0	0.0	0.8
0.235	5.1	0.6	0.0	0.0	0.8
0.149	5.9	0.8	0.0	0.0	0.8
0.000	7.1	1.3	0.0	0.0	0.8

8.1.1.3 Envolvente de armaduras

Altura sobre zapata (m)	Armadura interior (cm^2/m)	Armadura exterior (cm^2/m)

4.055	2.7	2.7
3.379	5.5	0.8
3.265	5.5	2.7
2.721	5.5	0.8
2.703	5.5	0.8
2.475	5.6	2.7
2.177	5.6	1.3
2.063	5.6	0.8
2.027	5.6	0.8
1.685	5.6	0.8
1.650	5.6	0.8
1.632	5.6	0.8
1.404	5.6	0.8
1.352	5.6	0.8
1.237	5.7	0.8
1.123	5.7	0.8
1.088	5.8	0.8
0.895	5.9	0.8
0.842	5.9	0.8
0.825	5.9	0.8
0.746	6.0	0.8
0.676	6.0	0.8
0.597	6.5	0.8
0.562	6.7	0.8
0.544	6.8	0.8
0.447	7.4	0.8
0.412	7.6	0.8
0.298	8.3	0.8
0.281	8.5	0.8
0.235	8.7	0.8
0.149	9.4	0.8
0.000	10.5	0.8

8.1.2 Zapata

8.1.2.1 Situación persistente. Combinación fundamental

Sección 1 (x = 1.335 m)

	Armadura inferior				
Distancia a puntera (m)	Zarpa	$M_{d\,max}^{+}$ (kNm/m)	A_{s} cálculo (cm^2/m)	A_{s} mecánica (cm^2/m)	A_{s} geométrica (cm^2/m)
0.089	Delantera	1.2	0.1	0.1	3.6
0.178	Delantera	4.7	0.3	0.5	3.6
0.267	Delantera	10.6	0.7	1.1	3.6
0.356	Delantera	18.9	1.3	1.8	3.6
0.445	Delantera	29.5	2.0	2.8	3.6
0.655	Trasera	0.0	0.0	0.0	3.6
0.924	Trasera	0.0	0.0	0.0	3.6
1.193	Trasera	0.0	0.0	0.0	3.6
1.462	Trasera	0.0	0.0	0.0	3.6
1.731	Trasera	0.0	0.0	0.0	3.6

	Armadura superior				
Distancia a puntera (m)	Zarpa	$M_{d\,max}^{-}$ (kNm/m)	A_{s} cálculo (cm^2/m)	A_{s} mecánica (cm^2/m)	A_{s} geométrica (cm^2/m)
0.089	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0
0.178	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0
0.267	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0
0.356	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0
0.445	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0
0.655	Trasera	-97.8	6.9	6.5	3.6
0.924	Trasera	-68.9	4.8	5.7	3.6

1.193	Trasera	-38.8	2.7	3.6	3.6
1.462	Trasera	-17.3	1.2	1.7	3.6
1.731	Trasera	-4.3	0.3	0.4	3.6

Sección 2 (x = 4.005 m)

	Armadura inferior				
Distancia a puntera (m)	Zarpa	$M_{d\ max}^{+}$ (kNm/m)	A_{s} cálculo (cm^2/m)	A_{s} mecánica (cm^2/m)	A_{s} geométrica (cm^2/m)
0.089	Delantera	0.5	0.0	0.1	3.6
0.178	Delantera	2.0	0.1	0.2	3.6
0.267	Delantera	4.4	0.3	0.5	3.6
0.356	Delantera	7.9	0.5	0.8	3.6
0.445	Delantera	12.3	0.8	1.2	3.6
0.655	Trasera	0.0	0.0	0.0	3.6
0.924	Trasera	0.0	0.0	0.0	3.6
1.193	Trasera	0.0	0.0	0.0	3.6
1.462	Trasera	0.0	0.0	0.0	3.6
1.731	Trasera	0.0	0.0	0.0	3.6

	Armadura superior				
Distancia a puntera (m)	Zarpa	$M_{d\ max}^{-}$ (kNm/m)	A_{s} cálculo (cm^2/m)	A_{s} mecánica (cm^2/m)	A_{s} geométrica (cm^2/m)
0.089	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0
0.178	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0
0.267	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0
0.356	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0
0.445	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0
0.655	Trasera	-58.2	4.0	5.0	3.6
0.924	Trasera	-45.6	3.2	4.1	3.6
1.193	Trasera	-30.9	2.1	2.9	3.6
1.462	Trasera	-14.5	1.0	1.4	3.6
1.731	Trasera	-3.6	0.3	0.4	3.6

Sección 3 (x = 6.675 m)

	Armadura inferior				
Distancia a puntera (m)	Zarpa	$M_{d\ max}^{+}$ (kNm/m)	A_{s} cálculo (cm^2/m)	A_{s} mecánica (cm^2/m)	A_{s} geométrica (cm^2/m)
0.089	Delantera	0.3	0.0	0.0	3.6
0.178	Delantera	1.1	0.1	0.1	3.6
0.267	Delantera	2.6	0.2	0.3	3.6
0.356	Delantera	4.6	0.3	0.5	3.6
0.445	Delantera	7.1	0.5	0.7	3.6
0.655	Trasera	0.0	0.0	0.0	3.6
0.924	Trasera	0.0	0.0	0.0	3.6
1.193	Trasera	0.0	0.0	0.0	3.6
1.462	Trasera	0.0	0.0	0.0	3.6
1.731	Trasera	0.0	0.0	0.0	3.6

	Armadura superior				
Distancia a puntera (m)	Zarpa	$M_{d\ max}^{-}$ (kNm/m)	A_{s} cálculo (cm^2/m)	A_{s} mecánica (cm^2/m)	A_{s} geométrica (cm^2/m)
0.089	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0
0.178	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0
0.267	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0
0.356	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0
0.445	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0
0.655	Trasera	-28.5	2.0	2.7	3.6
0.924	Trasera	-23.1	1.6	2.2	3.6

1.193	Trasera	-16.8	1.2	1.7	3.6
1.462	Trasera	-9.5	0.7	1.0	3.6
1.731	Trasera	-2.9	0.2	0.3	3.6

Sección 4 (x = 9.345 m)

	Armadura inferior				
Distancia a puntera (m)	Zarpa	$M_{d\ max}^{+}$ (kNm/m)	A_{s} cálculo (cm^2/m)	A_{s} mecánica (cm^2/m)	A_{s} geométrica (cm^2/m)
0.089	Delantera	0.2	0.0	0.0	3.6
0.178	Delantera	0.7	0.0	0.1	3.6
0.267	Delantera	1.5	0.1	0.2	3.6
0.356	Delantera	2.7	0.2	0.3	3.6
0.445	Delantera	4.2	0.3	0.4	3.6
0.655	Trasera	0.0	0.0	0.0	3.6
0.924	Trasera	0.0	0.0	0.0	3.6
1.193	Trasera	0.0	0.0	0.0	3.6
1.462	Trasera	0.0	0.0	0.0	3.6
1.731	Trasera	0.0	0.0	0.0	3.6

	Armadura superior				
Distancia a puntera (m)	Zarpa	$M_{d\ max}^{-}$ (kNm/m)	A_{s} cálculo (cm^2/m)	A_{s} mecánica (cm^2/m)	A_{s} geométrica (cm^2/m)
0.089	Delantera	-0.0	0.0	0.0	3.6
0.178	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0
0.267	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0
0.356	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0
0.445	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0
0.655	Trasera	-9.9	0.7	1.0	3.6
0.924	Trasera	-7.8	0.5	0.8	3.6
1.193	Trasera	-5.8	0.4	0.6	3.6
1.462	Trasera	-3.7	0.3	0.4	3.6
1.731	Trasera	-1.6	0.1	0.2	3.6

Sección 5 (x = 12.015 m)

	Armadura inferior				
Distancia a puntera (m)	Zarpa	$M_{d\ max}^{+}$ (kNm/m)	A_{s} cálculo (cm^2/m)	A_{s} mecánica (cm^2/m)	A_{s} geométrica (cm^2/m)
0.089	Delantera	0.0	0.0	0.0	3.6
0.178	Delantera	0.0	0.0	0.0	3.6
0.267	Delantera	0.3	0.0	0.0	3.6
0.356	Delantera	0.7	0.0	0.1	3.6
0.445	Delantera	1.3	0.1	0.1	3.6
0.655	Trasera	0.0	0.0	0.0	3.6
0.924	Trasera	0.0	0.0	0.0	3.6
1.193	Trasera	0.0	0.0	0.0	3.6
1.462	Trasera	0.0	0.0	0.0	3.6
1.731	Trasera	0.0	0.0	0.0	3.6

	Armadura superior				
Distancia a puntera (m)	Zarpa	$M_{d\ max}^{-}$ (kNm/m)	A_{s} cálculo (cm^2/m)	A_{s} mecánica (cm^2/m)	A_{s} geométrica (cm^2/m)
0.089	Delantera	-0.1	0.0	0.0	3.6
0.178	Delantera	-0.2	0.0	0.0	3.6
0.267	Delantera	-0.3	0.0	0.0	3.6
0.356	Delantera	-0.2	0.0	0.0	3.6
0.445	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0
0.655	Trasera	-2.9	0.2	0.3	3.6
0.924	Trasera	-1.9	0.1	0.2	3.6

1.193	Trasera	-1.1	0.1	0.1	3.6
1.462	Trasera	-0.5	0.0	0.1	3.6
1.731	Trasera	-0.1	0.0	0.0	3.6

8.1.2.2 Situación accidental. Combinación sísmica

Sección 1 (x = 1.335 m)

	Armadura inferior				
Distancia a puntera (m)	Zarpa	$M_{d\ max}^{+}$ (kNm/m)	A_{s} cálculo (cm^2/m)	A_{s} mecánica (cm^2/m)	A_{s} geométrica (cm^2/m)
0.089	Delantera	0.6	0.0	0.1	3.6
0.178	Delantera	2.4	0.1	0.2	3.6
0.267	Delantera	5.5	0.3	0.5	3.6
0.356	Delantera	9.8	0.6	0.9	3.6
0.445	Delantera	15.2	0.9	1.3	3.6
0.655	Trasera	0.0	0.0	0.0	3.6
0.924	Trasera	0.0	0.0	0.0	3.6
1.193	Trasera	0.0	0.0	0.0	3.6
1.462	Trasera	0.0	0.0	0.0	3.6
1.731	Trasera	0.0	0.0	0.0	3.6

	Armadura superior				
Distancia a puntera (m)	Zarpa	$M_{d\ max}^{-}$ (kNm/m)	A_{s} cálculo (cm^2/m)	A_{s} mecánica (cm^2/m)	A_{s} geométrica (cm^2/m)
0.089	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0
0.178	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0
0.267	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0
0.356	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0
0.445	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0
0.655	Trasera	-70.8	4.3	5.3	3.6
0.924	Trasera	-50.7	3.1	4.0	3.6
1.193	Trasera	-28.7	1.7	2.4	3.6
1.462	Trasera	-12.8	0.8	1.1	3.6
1.731	Trasera	-3.2	0.2	0.3	3.6

Sección 2 (x = 4.005 m)

	Armadura inferior				
Distancia a puntera (m)	Zarpa	$M_{d\ max}^{+}$ (kNm/m)	A_{s} cálculo (cm^2/m)	A_{s} mecánica (cm^2/m)	A_{s} geométrica (cm^2/m)
0.089	Delantera	0.3	0.0	0.0	3.6
0.178	Delantera	1.4	0.1	0.1	3.6
0.267	Delantera	3.1	0.2	0.3	3.6
0.356	Delantera	5.5	0.3	0.5	3.6
0.445	Delantera	8.7	0.5	0.8	3.6
0.655	Trasera	0.0	0.0	0.0	3.6
0.924	Trasera	0.0	0.0	0.0	3.6
1.193	Trasera	0.0	0.0	0.0	3.6
1.462	Trasera	0.0	0.0	0.0	3.6
1.731	Trasera	0.0	0.0	0.0	3.6

	Armadura superior				
Distancia a puntera (m)	Zarpa	$M_{d\ max}^{-}$ (kNm/m)	A_{s} cálculo (cm^2/m)	A_{s} mecánica (cm^2/m)	A_{s} geométrica (cm^2/m)
0.089	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0
0.178	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0
0.267	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0
0.356	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0
0.445	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0

0.655	Trasera	-41.6	2.5	3.4	3.6
0.924	Trasera	-33.0	2.0	2.7	3.6
1.193	Trasera	-22.5	1.3	1.9	3.6
1.462	Trasera	-10.7	0.6	0.9	3.6
1.731	Trasera	-2.7	0.2	0.2	3.6

Sección 3 (x = 6.675 m)

	Armadura inferior				
Distancia a puntera (m)	Zarpa	$M_{d\ max}^{+}$ (kNm/m)	A_{s} cálculo (cm^2/m)	A_{s} mecánica (cm^2/m)	A_{s} geométrica (cm^2/m)
0.089	Delantera	0.2	0.0	0.0	3.6
0.178	Delantera	0.8	0.1	0.1	3.6
0.267	Delantera	1.9	0.1	0.2	3.6
0.356	Delantera	3.4	0.2	0.3	3.6
0.445	Delantera	5.3	0.3	0.5	3.6
0.655	Trasera	0.0	0.0	0.0	3.6
0.924	Trasera	0.0	0.0	0.0	3.6
1.193	Trasera	0.0	0.0	0.0	3.6
1.462	Trasera	0.0	0.0	0.0	3.6
1.731	Trasera	0.0	0.0	0.0	3.6

	Armadura superior				
Distancia a puntera (m)	Zarpa	$M_{d\ max}^{-}$ (kNm/m)	A_{s} cálculo (cm^2/m)	A_{s} mecánica (cm^2/m)	A_{s} geométrica (cm^2/m)
0.089	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0
0.178	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0
0.267	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0
0.356	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0
0.445	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0
0.655	Trasera	-19.8	1.2	1.7	3.6
0.924	Trasera	-15.8	0.9	1.4	3.6
1.193	Trasera	-11.5	0.7	1.0	3.6
1.462	Trasera	-6.9	0.4	0.6	3.6
1.731	Trasera	-2.2	0.1	0.2	3.6

Sección 4 (x = 9.345 m)

	Armadura inferior				
Distancia a puntera (m)	Zarpa	$M_{d\ max}^{+}$ (kNm/m)	A_{s} cálculo (cm^2/m)	A_{s} mecánica (cm^2/m)	A_{s} geométrica (cm^2/m)
0.089	Delantera	0.1	0.0	0.0	3.6
0.178	Delantera	0.5	0.0	0.0	3.6
0.267	Delantera	1.1	0.1	0.1	3.6
0.356	Delantera	2.0	0.1	0.2	3.6
0.445	Delantera	3.1	0.2	0.3	3.6
0.655	Trasera	0.0	0.0	0.0	3.6
0.924	Trasera	0.0	0.0	0.0	3.6
1.193	Trasera	0.0	0.0	0.0	3.6
1.462	Trasera	0.0	0.0	0.0	3.6
1.731	Trasera	0.0	0.0	0.0	3.6

	Armadura superior				
Distancia a puntera (m)	Zarpa	$M_{d\ max}^{-}$ (kNm/m)	A_{s} cálculo (cm^2/m)	A_{s} mecánica (cm^2/m)	A_{s} geométrica (cm^2/m)
0.089	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0
0.178	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0
0.267	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0
0.356	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0
0.445	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0

0.655	Trasera	-6.7	0.4	0.6	3.6
0.924	Trasera	-4.8	0.3	0.4	3.6
1.193	Trasera	-3.2	0.2	0.3	3.6
1.462	Trasera	-1.8	0.1	0.2	3.6
1.731	Trasera	-0.7	0.0	0.1	3.6

Sección 5 (x = 12.015 m)

	Armadura inferior				
Distancia a puntera (m)	Zarpa	$M_{d\ max}^{+}$ (kNm/m)	A_{s} cálculo (cm^2/m)	A_{s} mecánica (cm^2/m)	A_{s} geométrica (cm^2/m)
0.089	Delantera	0.0	0.0	0.0	3.6
0.178	Delantera	0.0	0.0	0.0	3.6
0.267	Delantera	0.0	0.0	0.0	3.6
0.356	Delantera	0.2	0.0	0.0	3.6
0.445	Delantera	0.6	0.0	0.1	3.6
0.655	Trasera	0.0	0.0	0.0	3.6
0.924	Trasera	0.0	0.0	0.0	3.6
1.193	Trasera	0.0	0.0	0.0	3.6
1.462	Trasera	0.0	0.0	0.0	3.6
1.731	Trasera	0.0	0.0	0.0	3.6

	Armadura superior				
Distancia a puntera (m)	Zarpa	$M_{d\ max}^{-}$ (kNm/m)	A_{s} cálculo (cm^2/m)	A_{s} mecánica (cm^2/m)	A_{s} geométrica (cm^2/m)
0.089	Delantera	-0.0	0.0	0.0	3.6
0.178	Delantera	-0.1	0.0	0.0	3.6
0.267	Delantera	-0.1	0.0	0.0	3.6
0.356	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0
0.445	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0
0.655	Trasera	-1.9	0.1	0.2	3.6
0.924	Trasera	-1.3	0.1	0.1	3.6
1.193	Trasera	-0.7	0.0	0.1	3.6
1.462	Trasera	-0.3	0.0	0.0	3.6
1.731	Trasera	-0.1	0.0	0.0	3.6

8.1.2.3 Envolvente de armaduras

Distancia a puntera (m)	Zarpa	Armadura inferior (cm^2/m)	Armadura superior (cm^2/m)
0.089	Delantera	3.6	3.6
0.178	Delantera	3.6	3.6
0.267	Delantera	3.6	3.6
0.356	Delantera	3.6	3.6
0.445	Delantera	3.6	0.0
0.655	Trasera	3.6	6.9
0.924	Trasera	3.6	5.7
1.193	Trasera	3.6	3.6
1.462	Trasera	3.6	3.6
1.731	Trasera	3.6	3.6

8.2 Resumen de verificaciones

Módulo 1. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación

Módulo 1. Situación accidental. Combinación sísmica. Verifica la comprobación

9 ESTADO LÍMITE DE FISURACIÓN

M_k: Flector máximo. Situación persistente. Combinación cuasi permanente.
N_k: Axil concomitante. Situación persistente. Combinación cuasi permanente.
w_k: Abertura de fisura.
w_{adm}: Abertura de fisura admisible.

9.1 Módulo 1

9.1.1 Alzado

9.1.1.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente

Armadura vertical interior del alzado. Posiciones J y K.

Altura sobre zapata (m)	Armadura	N_k (kN/m)	M_k (kNm/m)	W_k (mm)	W_{adm} (mm)
4.055	Ø16/0.150 m	0.00	0.00	0.00	0.30
3.379	Ø16/0.150 m	5.47	0.57	0.00	0.30
3.265	Ø16/0.150 m	0.00	0.00	0.00	0.30
2.721	Ø16/0.150 m	4.37	0.33	0.00	0.30
2.703	Ø16/0.150 m	11.38	3.45	0.00	0.30
2.475	Ø16/0.150 m	0.00	0.00	0.00	0.30
2.177	Ø16/0.150 m	9.02	1.94	0.00	0.30
2.063	Ø16/0.150 m	3.29	0.16	0.00	0.30
2.027	Ø16/0.150 m	17.73	10.34	0.01	0.30
1.685	Ø16/0.150 m	0.00	0.00	0.00	0.30
1.650	Ø16/0.150 m	6.74	0.95	0.00	0.30
1.632	Ø16/0.150 m	13.97	5.73	0.01	0.30
1.404	Ø16/0.150 m	2.22	0.06	0.00	0.30
1.352	Ø16/0.150 m	24.52	22.91	0.03	0.30
1.237	Ø16/0.150 m	10.35	2.73	0.00	0.30
1.123	Ø16/0.150 m	4.52	0.36	0.00	0.30
1.088	Ø16/0.150 m	19.19	12.56	0.02	0.30
0.895	Ø16/0.150 m	0.00	0.00	0.00	0.30
0.842	Ø16/0.150 m	6.89	1.00	0.00	0.30
0.825	Ø16/0.150 m	14.13	5.90	0.01	0.30
0.746	Ø16/0.150 m	1.17	0.01	0.00	0.30
0.676	Ø16/0.150 m	31.75	42.87	0.07	0.30
0.597	Ø16/0.150 m	2.36	0.07	0.00	0.30
0.562	Ø16/0.150 m	9.33	2.11	0.00	0.30
0.544	Ø16/0.150 m	24.70	23.33	0.03	0.30
0.447	Ø16/0.150 m	3.57	0.20	0.00	0.30
0.412	Ø16/0.150 m	18.07	10.83	0.01	0.30
0.298	Ø16/0.150 m	4.81	0.41	0.00	0.30
0.281	Ø16/0.150 m	11.86	3.82	0.00	0.30
0.235	Ø16/0.150 m	36.71	60.67	0.12	0.30
0.235	Ø16/0.150 m	27.96	31.53	0.05	0.30
0.235	Ø16/0.150 m	19.82	13.60	0.02	0.30
0.235	Ø16/0.150 m	12.28	4.16	0.00	0.30
0.235	Ø16/0.150 m	5.34	0.53	0.00	0.30
0.149	Ø16/0.150 m	6.06	0.73	0.00	0.30
0.000	Ø16/0.150 m	30.50	38.91	0.06	0.30
0.000	Ø16/0.150 m	22.18	17.92	0.03	0.30
0.000	Ø16/0.150 m	14.46	6.24	0.01	0.30
0.000	Ø16/0.150 m	7.34	1.17	0.00	0.30
0.000	Ø16/0.150 m	39.43	71.89	0.18	0.30

Armadura vertical exterior del alzado. Posición M.

Altura sobre zapata (m)	Armadura	N_k (kN/m)	M_k (kNm/m)	W_k (mm)	W_{adm} (mm)
4.055	Ø12/0.300 m	0.00	0.00	0.00	0.30
3.379	Ø12/0.300 m	5.29	0.25	0.00	0.30

3.265	Ø12/0.300 m	0.00	0.00	0.00	0.30
2.721	Ø12/0.300 m	4.22	0.13	0.00	0.30
2.703	Ø12/0.300 m	11.02	2.12	0.00	0.30
2.475	Ø12/0.300 m	0.00	0.00	0.00	0.30
2.177	Ø12/0.300 m	8.73	1.09	0.00	0.30
2.063	Ø12/0.300 m	3.18	0.05	0.00	0.30
2.027	Ø12/0.300 m	17.19	7.30	0.00	0.30
1.685	Ø12/0.300 m	0.00	0.00	0.00	0.30
1.650	Ø12/0.300 m	6.52	0.46	0.00	0.30
1.632	Ø12/0.300 m	13.53	3.77	0.00	0.30
1.404	Ø12/0.300 m	2.14	0.01	0.00	0.30
1.352	Ø12/0.300 m	23.80	17.47	0.00	0.30
1.237	Ø12/0.300 m	10.02	1.62	0.00	0.30
1.123	Ø12/0.300 m	4.36	0.14	0.00	0.30
1.088	Ø12/0.300 m	18.61	9.05	0.00	0.30
0.895	Ø12/0.300 m	0.00	0.00	0.00	0.30
0.842	Ø12/0.300 m	6.66	0.49	0.00	0.30
0.825	Ø12/0.300 m	13.69	3.90	0.00	0.30
0.746	Ø12/0.300 m	1.13	0.00	0.00	0.30
0.676	Ø12/0.300 m	30.85	34.33	0.00	0.30
0.597	Ø12/0.300 m	2.28	0.02	0.00	0.30
0.562	Ø12/0.300 m	9.03	1.20	0.00	0.30
0.544	Ø12/0.300 m	23.98	17.82	0.00	0.30
0.447	Ø12/0.300 m	3.45	0.07	0.00	0.30
0.412	Ø12/0.300 m	17.52	7.69	0.00	0.30
0.298	Ø12/0.300 m	4.65	0.17	0.00	0.30
0.281	Ø12/0.300 m	11.48	2.38	0.00	0.30
0.235	Ø12/0.300 m	35.68	49.74	0.01	0.30
0.235	Ø12/0.300 m	27.15	24.68	0.00	0.30
0.235	Ø12/0.300 m	19.22	9.88	0.00	0.30
0.235	Ø12/0.300 m	11.89	2.63	0.00	0.30
0.235	Ø12/0.300 m	5.16	0.23	0.00	0.30
0.149	Ø12/0.300 m	5.86	0.34	0.00	0.30
0.000	Ø12/0.300 m	29.63	30.94	0.00	0.30
0.000	Ø12/0.300 m	21.52	13.37	0.00	0.30
0.000	Ø12/0.300 m	14.01	4.15	0.00	0.30
0.000	Ø12/0.300 m	7.10	0.60	0.00	0.30
0.000	Ø12/0.300 m	38.34	59.57	0.01	0.30

9.1.2 Zapata

9.1.2.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente

Armadura transversal inferior de la zapata. Posición B.

Distancia a puntera (m)	Zarpa	Armadura	N_k (kN/m)	M_k (kNm/m)	W_k (mm)	W_{adm} (mm)
0.089	Delantera	Ø12/0.300 m	0.00	0.55	0.00	0.30
0.178	Delantera	Ø12/0.300 m	0.00	2.22	0.01	0.30
0.267	Delantera	Ø12/0.300 m	0.00	5.00	0.03	0.30
0.356	Delantera	Ø12/0.300 m	0.00	8.88	0.06	0.30
0.445	Delantera	Ø12/0.300 m	0.00	13.88	0.09	0.30
0.655	Trasera	Ø12/0.300 m	0.00	0.00	0.00	0.30
0.924	Trasera	Ø12/0.300 m	0.00	0.00	0.00	0.30
1.193	Trasera	Ø12/0.300 m	0.00	0.00	0.00	0.30
1.462	Trasera	Ø12/0.300 m	0.00	0.00	0.00	0.30
1.731	Trasera	Ø12/0.300 m	0.00	0.00	0.00	0.30

Armadura transversal superior de la zapata. Posición E.

Distancia a puntera (m)	Zarpa	Armadura	N_k (kN/m)	M_k (kNm/m)	W_k (mm)	W_{adm} (mm)
0.089	Delantera	Ø16/0.150 m	0.00	-0.04	0.00	0.30
0.178	Delantera	Ø16/0.150 m	0.00	-0.13	0.00	0.30

0.267	Delantera	Ø16/0.150	m	0.00	-0.09	0.00	0.30
0.356	Delantera	Ø16/0.150	m	0.00	0.00	0.00	0.30
0.445	Delantera	Ø16/0.150	m	0.00	0.00	0.00	0.30
0.655	Trasera	Ø16/0.150	m	0.00	-66.60	0.11	0.30
0.924	Trasera	Ø16/0.150	m	0.00	-49.40	0.08	0.30
1.193	Trasera	Ø16/0.150	m	0.00	-28.73	0.05	0.30
1.462	Trasera	Ø16/0.150	m	0.00	-12.79	0.02	0.30
1.731	Trasera	Ø16/0.150	m	0.00	-3.21	0.01	0.30

9.2 Resumen de verificaciones

Módulo 1. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación

10 ESTADO LÍMITE ÚLTIMO DE ROTURA POR CORTANTE

10.1 Módulo 1

10.1.1 Alzado

10.1.1.1 Situación persistente. Combinación fundamental

Sección 1 (x = 1.335 m)

	Envolvente de esfuerzos						
	Axiles		Cortantes		Esfuerzos armadura máxima		
Altura sobre zapata (m)	$N_{d\,max}^{+}$ (kN/m)	$N_{d\,max}^{-}$ (kN/m)	$V_{d\,max}^{+}$ (kN/m)	$V_{d\,max}^{-}$ (kN/m)	N_d (kN/m)	V_d (kN/m)	M_d (kNm/m)
4.055	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.379	7.4	5.3	3.4	1.2	5.7	3.4	0.9
2.703	15.5	11.0	10.6	5.0	12.0	10.6	5.2
2.027	24.3	17.2	21.5	11.2	19.0	21.5	15.5
1.352	33.7	23.8	36.1	20.0	26.6	36.1	34.4
0.676	43.8	30.8	54.5	31.2	35.0	54.5	64.3
0.235	50.8	35.7	68.5	39.9	40.7	68.5	91.0
0.000	54.6	38.3	76.7	45.0	43.9	76.7	107.8

	Verificación por agotamiento de las bielas de compresión			
Altura sobre zapata (m)	V_d (kN/m)	V_{u1} (kN/m)	V_d / V_{u1}	Observaciones
4.055	0.0			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
3.379	3.4			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
2.703	10.6			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
2.027	21.5			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
1.352	36.1			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.676	54.5			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.235	68.5			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.000	76.7			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma

	Armadura de cortante							
Altura sobre zapata (m)	V_d (kN/m)	V_{cu} (kN/m)	V_{su} (kN/m)	V_{u2} (kN/m)	A_t (cm^2/m^2)	$A_{t\ min}$ (cm^2/m^2)	$S_{max\ long}$ (m)	$S_{max\ trans}$ (m)
4.055	0.0			268.7	0.0	0.0		
3.379	3.4			270.5	0.0	0.0		
2.703	10.6			272.5	0.0	0.0		
2.027	21.5			274.7	0.0	0.0		
1.352	36.1			174.6	0.0	0.0		
0.676	54.5			175.5	0.0	0.0		
0.235	68.5			176.2	0.0	0.0		
0.000	76.7			176.5	0.0	0.0		

Sección 2 (x = 4.005 m)

	Envolvente de esfuerzos						
	Axiles		Cortantes		Esfuerzos armadura máxima		
Altura sobre zapata (m)	$N_{d\ max}^+$ (kN/m)	$N_{d\ max}^-$ (kN/m)	$V_{d\ max}^+$ (kN/m)	$V_{d\ max}^-$ (kN/m)	N_d (kN/m)	V_d (kN/m)	M_d (kNm/m)
3.265	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2.721	5.9	4.2	2.5	0.8	4.5	2.5	0.5
2.177	12.3	8.7	7.3	3.2	9.5	7.3	2.9
1.632	19.1	13.5	14.6	7.3	14.8	14.6	8.6
1.088	26.3	18.6	24.4	13.0	20.6	24.4	18.8
0.544	34.0	24.0	36.6	20.2	26.9	36.6	35.0
0.235	38.5	27.2	44.6	25.1	30.6	44.6	47.3
0.000	42.1	29.6	51.2	29.1	33.5	51.2	58.4

	Verificación por agotamiento de las bielas de compresión			
Altura sobre zapata (m)	V_d (kN/m)	V_{u1} (kN/m)	V_d / V_{u1}	Observaciones
3.265	0.0			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
2.721	2.5			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
2.177	7.3			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
1.632	14.6			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
1.088	24.4			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.544	36.6			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.235	44.6			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.000	51.2			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma

	Armadura de cortante							
Altura sobre zapata (m)	V_d (kN/m)	V_{cu} (kN/m)	V_{su} (kN/m)	V_{u2} (kN/m)	A_t (cm^2/m^2)	$A_{t\ min}$ (cm^2/m^2)	$S_{max\ long}$ (m)	$S_{max\ trans}$ (m)
3.265	0.0			268.7	0.0	0.0		
2.721	2.5			270.2	0.0	0.0		
2.177	7.3			271.7	0.0	0.0		
1.632	14.6			273.4	0.0	0.0		
1.088	24.4			275.2	0.0	0.0		
0.544	36.6			174.6	0.0	0.0		
0.235	44.6			175.0	0.0	0.0		
0.000	51.2			175.4	0.0	0.0		

Sección 3 (x = 6.675 m)

	Envolvente de esfuerzos						
	Axiles		Cortantes		Esfuerzos armadura máxima		
Altura sobre zapata (m)	$N_{d\,max}^{+}$ (kN/m)	$N_{d\,max}^{-}$ (kN/m)	$V_{d\,max}^{+}$ (kN/m)	$V_{d\,max}^{-}$ (kN/m)	N_d (kN/m)	V_d (kN/m)	M_d (kNm/m)
2.475	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2.063	4.5	3.2	1.6	0.5	3.4	1.6	0.2
1.650	9.2	6.5	4.7	1.9	7.0	4.7	1.4
1.237	14.1	10.0	9.1	4.2	10.9	9.1	4.1
0.825	19.3	13.7	14.9	7.4	15.0	14.9	8.8
0.412	24.8	17.5	22.1	11.6	19.4	22.1	16.3
0.235	27.2	19.2	25.7	13.7	21.3	25.7	20.4
0.000	30.5	21.5	30.8	16.7	24.0	30.8	26.9

	Verificación por agotamiento de las bielas de compresión			
Altura sobre zapata (m)	V_d (kN/m)	V_{u1} (kN/m)	V_d / V_{u1}	Observaciones
2.475	0.0			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
2.063	1.6			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
1.650	4.7			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
1.237	9.1			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.825	14.9			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.412	22.1			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.235	25.7			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.000	30.8			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma

	Armadura de cortante							
Altura sobre zapata (m)	V_d (kN/m)	V_{cu} (kN/m)	V_{su} (kN/m)	V_{u2} (kN/m)	A_t (cm^2/m^2)	$A_{t\,min}$ (cm^2/m^2)	$S_{max\,long}$ (m)	$S_{max\,trans}$ (m)
2.475	0.0			268.7	0.0	0.0		
2.063	1.6			269.8	0.0	0.0		
1.650	4.7			271.0	0.0	0.0		
1.237	9.1			272.2	0.0	0.0		
0.825	14.9			273.5	0.0	0.0		
0.412	22.1			274.9	0.0	0.0		
0.235	25.7			275.5	0.0	0.0		
0.000	30.8			174.3	0.0	0.0		

Sección 4 (x = 9.345 m)

	Envolvente de esfuerzos						
	Axiles		Cortantes		Esfuerzos armadura máxima		
Altura sobre zapata (m)	$N_{d\,max}^{+}$ (kN/m)	$N_{d\,max}^{-}$ (kN/m)	$V_{d\,max}^{+}$ (kN/m)	$V_{d\,max}^{-}$ (kN/m)	N_d (kN/m)	V_d (kN/m)	M_d (kNm/m)
1.685	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.404	3.0	2.1	1.0	0.2	2.3	1.0	0.1
1.123	6.1	4.4	2.6	0.9	4.7	2.6	0.5
0.842	9.4	6.7	4.8	1.9	7.2	4.8	1.5
0.562	12.7	9.0	7.7	3.4	9.8	7.7	3.2
0.281	16.2	11.5	11.3	5.4	12.5	11.3	5.7
0.235	16.8	11.9	11.9	5.7	13.0	11.9	6.2
0.000	19.8	14.0	15.5	7.8	15.4	15.5	9.4

	Verificación por agotamiento de las bielas de compresión			
Altura sobre zapata (m)	V_d (kN/m)	V_{u1} (kN/m)	V_d / V_{u1}	Observaciones
1.685	0.0			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
1.404	1.0			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
1.123	2.6			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.842	4.8			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.562	7.7			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.281	11.3			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.235	11.9			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.000	15.5			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma

	Armadura de cortante							
Altura sobre zapata (m)	V_d (kN/m)	V_{cu} (kN/m)	V_{su} (kN/m)	V_{u2} (kN/m)	A_t (cm^2/m^2)	$A_{t\ min}$ (cm^2/m^2)	$S_{max\ long}$ (m)	$S_{max\ trans}$ (m)
1.685	0.0			268.7	0.0	0.0		
1.404	1.0			269.4	0.0	0.0		
1.123	2.6			270.2	0.0	0.0		
0.842	4.8			271.0	0.0	0.0		
0.562	7.7			271.8	0.0	0.0		
0.281	11.3			272.7	0.0	0.0		
0.235	11.9			272.8	0.0	0.0		
0.000	15.5			273.6	0.0	0.0		

Sección 5 (x = 12.015 m)

	Envolvente de esfuerzos						
	Axiles		Cortantes		Esfuerzos armadura máxima		
Altura sobre zapata (m)	$N_{d\ max}^+$ (kN/m)	$N_{d\ max}^-$ (kN/m)	$V_{d\ max}^+$ (kN/m)	$V_{d\ max}^-$ (kN/m)	N_d (kN/m)	V_d (kN/m)	M_d (kNm/m)
0.895	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.746	1.6	1.1	0.4	0.1	1.2	0.4	0.0
0.597	3.2	2.3	1.0	0.2	2.4	1.0	0.1
0.447	4.9	3.5	1.8	0.5	3.7	1.8	0.3
0.298	6.5	4.6	2.8	1.0	5.0	2.8	0.6
0.235	7.3	5.2	3.3	1.2	5.5	3.3	0.8
0.149	8.3	5.9	4.0	1.5	6.3	4.0	1.1
0.000	10.0	7.1	5.3	2.2	7.7	5.3	1.8

	Verificación por agotamiento de las bielas de compresión			
Altura sobre zapata (m)	V_d (kN/m)	V_{u1} (kN/m)	V_d / V_{u1}	Observaciones
0.895	0.0			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.746	0.4			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.597	1.0			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.447	1.8			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.298	2.8			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del

		alma
0.235	3.3	No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.149	4.0	No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.000	5.3	No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma

	Armadura de cortante							
Altura sobre zapata (m)	V_d (kN/m)	V_{cu} (kN/m)	V_{su} (kN/m)	V_{u2} (kN/m)	A_t (cm^2/m^2)	$A_{t\ min}$ (cm^2/m^2)	$S_{max\ long}$ (m)	$S_{max\ trans}$ (m)
0.895	0.0			268.7	0.0	0.0		
0.746	0.4			269.1	0.0	0.0		
0.597	1.0			269.5	0.0	0.0		
0.447	1.8			269.9	0.0	0.0		
0.298	2.8			270.3	0.0	0.0		
0.235	3.3			270.5	0.0	0.0		
0.149	4.0			270.7	0.0	0.0		
0.000	5.3			271.2	0.0	0.0		

10.1.1.2 Situación accidental. Combinación sísmica

Sección 1 (x = 1.335 m)

	Envolvente de esfuerzos						
	Axiles		Cortantes		Esfuerzos armadura máxima		
Altura sobre zapata (m)	$N_{d\ max}^+$ (kN/m)	$N_{d\ max}^-$ (kN/m)	$V_{d\ max}^+$ (kN/m)	$V_{d\ max}^-$ (kN/m)	N_d (kN/m)	V_d (kN/m)	M_d (kNm/m)
4.055	0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0
3.379	5.6	5.3	2.9	1.4	5.6	2.9	0.8
2.703	11.6	10.9	8.2	5.2	11.6	8.2	4.3
2.027	18.0	17.1	16.0	11.6	18.0	16.0	12.1
1.352	24.9	23.6	26.1	20.4	24.9	26.1	25.9
0.676	32.2	30.6	38.7	31.7	32.1	38.7	47.3
0.235	37.2	35.4	48.2	40.4	37.1	48.2	66.2
0.000	39.9	38.0	53.6	45.5	39.9	53.6	78.0

	Verificación por agotamiento de las bielas de compresión			
Altura sobre zapata (m)	V_d (kN/m)	V_{u1} (kN/m)	V_d / V_{u1}	Observaciones
4.055	0.0			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
3.379	2.9			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
2.703	8.2			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
2.027	16.0			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
1.352	26.1			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.676	38.7			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.235	48.2			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.000	53.6			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma

	Armadura de cortante							
Altura sobre	V_d	V_{cu}	V_{su}	V_{u2}	A_t	$A_{t\ min}$	$S_{max\ long}$	$S_{max\ trans}$

zapata (m)	(kN/m)	(kN/m)	(kN/m)	(kN/m)	(cm^2/m^2)	(cm^2/m^2)	(m)	(m)
4.055	0.0			310.1	0.0	0.0		
3.379	2.9			311.8	0.0	0.0		
2.703	8.2			313.7	0.0	0.0		
2.027	16.0			315.8	0.0	0.0		
1.352	26.1			200.8	0.0	0.0		
0.676	38.7			201.6	0.0	0.0		
0.235	48.2			202.2	0.0	0.0		
0.000	53.6			202.5	0.0	0.0		

Sección 2 (x = 4.005 m)

	Envolvente de esfuerzos						
	Axiles		Cortantes		Esfuerzos armadura máxima		
Altura sobre zapata (m)	$N_{d\,max}^+$ (kN/m)	$N_{d\,max}^-$ (kN/m)	$V_{d\,max}^+$ (kN/m)	$V_{d\,max}^-$ (kN/m)	N_d (kN/m)	V_d (kN/m)	M_d (kNm/m)
3.265	0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0
2.721	4.4	4.2	2.1	0.9	4.4	2.1	0.4
2.177	9.2	8.6	5.8	3.4	9.2	5.8	2.4
1.632	14.2	13.4	11.0	7.5	14.2	11.0	6.8
1.088	19.5	18.4	17.8	13.3	19.4	17.8	14.3
0.544	25.1	23.7	26.2	20.6	25.0	26.2	26.0
0.235	28.4	26.8	31.6	25.5	28.3	31.6	34.7
0.000	31.0	29.3	36.0	29.6	30.8	36.0	42.6

	Verificación por agotamiento de las bielas de compresión			
Altura sobre zapata (m)	V_d (kN/m)	V_{u1} (kN/m)	V_d / V_{u1}	Observaciones
3.265	0.0			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
2.721	2.1			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
2.177	5.8			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
1.632	11.0			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
1.088	17.8			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.544	26.2			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.235	31.6			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.000	36.0			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma

	Armadura de cortante							
Altura sobre zapata (m)	V_d (kN/m)	V_{cu} (kN/m)	V_{su} (kN/m)	V_{u2} (kN/m)	A_t (cm^2/m^2)	$A_{t\,min}$ (cm^2/m^2)	$S_{max\,long}$ (m)	$S_{max\,trans}$ (m)
3.265	0.0			310.1	0.0	0.0		
2.721	2.1			311.5	0.0	0.0		
2.177	5.8			313.0	0.0	0.0		
1.632	11.0			314.6	0.0	0.0		
1.088	17.8			316.2	0.0	0.0		
0.544	26.2			200.8	0.0	0.0		
0.235	31.6			201.2	0.0	0.0		
0.000	36.0			201.5	0.0	0.0		

Sección 3 (x = 6.675 m)

	Envolvente de esfuerzos		
	Axiles	Cortantes	Esfuerzos armadura máxima

Altura sobre zapata (m)	$N_{d\,max}^{+}$ (kN/m)	$N_{d\,max}^{-}$ (kN/m)	$V_{d\,max}^{+}$ (kN/m)	$V_{d\,max}^{-}$ (kN/m)	N_d (kN/m)	V_d (kN/m)	M_d (kNm/m)
2.475	0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0
2.063	3.3	3.1	1.4	0.5	3.3	1.4	0.2
1.650	6.9	6.4	3.7	2.0	6.8	3.7	1.2
1.237	10.5	9.9	6.9	4.4	10.5	6.9	3.2
0.825	14.4	13.5	11.0	7.7	14.3	11.0	6.8
0.412	18.4	17.2	16.0	11.9	18.3	16.0	12.2
0.235	20.2	18.9	18.5	14.0	20.0	18.5	15.2
0.000	22.6	21.2	21.9	17.1	22.4	21.9	19.9

	Verificación por agotamiento de las bielas de compresión			
Altura sobre zapata (m)	V_d (kN/m)	V_{u1} (kN/m)	V_d / V_{u1}	Observaciones
2.475	0.0			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
2.063	1.4			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
1.650	3.7			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
1.237	6.9			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.825	11.0			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.412	16.0			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.235	18.5			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.000	21.9			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma

	Armadura de cortante							
Altura sobre zapata (m)	V_d (kN/m)	V_{cu} (kN/m)	V_{su} (kN/m)	V_{u2} (kN/m)	A_t (cm^2/m^2)	$A_{t\,min}$ (cm^2/m^2)	$S_{max\,long}$ (m)	$S_{max\,trans}$ (m)
2.475	0.0			310.1	0.0	0.0		
2.063	1.4			311.1	0.0	0.0		
1.650	3.7			312.2	0.0	0.0		
1.237	6.9			313.4	0.0	0.0		
0.825	11.0			314.6	0.0	0.0		
0.412	16.0			315.9	0.0	0.0		
0.235	18.5			316.4	0.0	0.0		
0.000	21.9			317.2	0.0	0.0		

Sección 4 (x = 9.345 m)

	Envolvente de esfuerzos						
	Axiles		Cortantes		Esfuerzos armadura máxima		
Altura sobre zapata (m)	$N_{d\,max}^{+}$ (kN/m)	$N_{d\,max}^{-}$ (kN/m)	$V_{d\,max}^{+}$ (kN/m)	$V_{d\,max}^{-}$ (kN/m)	N_d (kN/m)	V_d (kN/m)	M_d (kNm/m)
1.685	0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0
1.404	2.3	2.1	0.9	0.3	2.3	0.9	0.1
1.123	4.6	4.3	2.1	1.0	4.6	2.1	0.5
0.842	7.1	6.5	3.8	2.1	7.0	3.8	1.3
0.562	9.6	8.8	5.9	3.7	9.5	5.9	2.6
0.281	12.2	11.2	8.4	5.6	12.0	8.4	4.5
0.235	12.6	11.6	8.9	6.0	12.4	8.9	4.9
0.000	14.8	13.7	11.3	8.0	14.6	11.3	7.2

	Verificación por agotamiento de las bielas de compresión

Altura sobre zapata (m)	V_d (kN/m)	V_{u1} (kN/m)	V_d / V_{u1}	Observaciones
1.685	0.0			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
1.404	0.9			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
1.123	2.1			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.842	3.8			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.562	5.9			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.281	8.4			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.235	8.9			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.000	11.3			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma

	Armadura de cortante							
Altura sobre zapata (m)	V_d (kN/m)	V_{cu} (kN/m)	V_{su} (kN/m)	V_{u2} (kN/m)	A_t (cm^2/m^2)	$A_{t\ min}$ (cm^2/m^2)	$S_{max\ long}$ (m)	$S_{max\ trans}$ (m)
1.685	0.0			310.1	0.0	0.0		
1.404	0.9			310.8	0.0	0.0		
1.123	2.1			311.5	0.0	0.0		
0.842	3.8			312.3	0.0	0.0		
0.562	5.9			313.1	0.0	0.0		
0.281	8.4			313.9	0.0	0.0		
0.235	8.9			314.0	0.0	0.0		
0.000	11.3			314.7	0.0	0.0		

Sección 5 (x = 12.015 m)

	Envolvente de esfuerzos						
	Axiles		Cortantes		Esfuerzos armadura máxima		
Altura sobre zapata (m)	$N_{d\ max}^+$ (kN/m)	$N_{d\ max}^-$ (kN/m)	$V_{d\ max}^+$ (kN/m)	$V_{d\ max}^-$ (kN/m)	N_d (kN/m)	V_d (kN/m)	M_d (kNm/m)
0.895	0.1	-0.1	0.1	0.0	-0.0	0.1	0.0
0.746	1.3	1.0	0.5	0.1	1.2	0.5	0.1
0.597	2.5	2.2	1.0	0.3	2.4	1.0	0.2
0.447	3.7	3.3	1.6	0.7	3.6	1.6	0.3
0.298	5.0	4.5	2.3	1.1	4.9	2.3	0.6
0.235	5.5	5.0	2.7	1.3	5.4	2.7	0.8
0.149	6.3	5.7	3.1	1.7	6.1	3.1	1.0
0.000	7.6	6.9	4.1	2.3	7.4	4.1	1.5

	Verificación por agotamiento de las bielas de compresión			
Altura sobre zapata (m)	V_d (kN/m)	V_{u1} (kN/m)	V_d / V_{u1}	Observaciones
0.895	0.1			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.746	0.5			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.597	1.0			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.447	1.6			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.298	2.3			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.235	2.7			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma

0.149	3.1	No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.000	4.1	No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma

	Armadura de cortante							
Altura sobre zapata (m)	V_d (kN/m)	V_{cu} (kN/m)	V_{su} (kN/m)	V_{u2} (kN/m)	A_t (cm^2/m^2)	$A_{t\ min}$ (cm^2/m^2)	$S_{max\ long}$ (m)	$S_{max\ trans}$ (m)
0.895	0.1			310.1	0.0	0.0		
0.746	0.5			310.4	0.0	0.0		
0.597	1.0			310.8	0.0	0.0		
0.447	1.6			311.2	0.0	0.0		
0.298	2.3			311.6	0.0	0.0		
0.235	2.7			311.8	0.0	0.0		
0.149	3.1			312.0	0.0	0.0		
0.000	4.1			312.4	0.0	0.0		

10.1.1.3 Envolvente de armaduras

Altura sobre zapata (m)	Armadura (cm^2/m^2)
4.055	0.0
3.379	0.0
3.265	0.0
2.721	0.0
2.703	0.0
2.475	0.0
2.177	0.0
2.063	0.0
2.027	0.0
1.685	0.0
1.650	0.0
1.632	0.0
1.404	0.0
1.352	0.0
1.237	0.0
1.123	0.0
1.088	0.0
0.895	0.0
0.842	0.0
0.825	0.0
0.746	0.0
0.676	0.0
0.597	0.0
0.562	0.0
0.544	0.0
0.447	0.0
0.412	0.0
0.298	0.0
0.281	0.0
0.235	0.0
0.149	0.0
0.000	0.0

10.1.2 Zapata

10.1.2.1 Situación persistente. Combinación fundamental

Sección 1 (x = 1.335 m)

	Envolvente de esfuerzos	
	Cortantes	Esfuerzos armadura máxima

Distancia a puntera (m)	Zarpa	$V_{d\ max}^{+}$ (kN/m)	$V_{d\ max}^{-}$ (kN/m)	V_d (kN/m)	M_d (kNm/m)
0.011	Delantera	0.0	-3.2	-3.2	0.0
0.400	Delantera	0.0	-119.4	-119.4	23.9
0.700	Trasera	0.0	-121.4	-121.4	-79.0
1.196	Trasera	0.0	-95.7	-95.7	-38.5
1.518	Trasera	0.0	-57.5	-57.5	-13.9
1.839	Trasera	0.0	-19.2	-19.2	-1.6

	Verificación por agotamiento de las bielas de compresión			
Distancia a puntera (m)	V_d (kN/m)	V_{u1} (kN/m)	V_d / V_{u1}	Observaciones
0.011	-3.2			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.400	-119.4			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.700	-121.4			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
1.196	-95.7			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
1.518	-57.5			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
1.839	-19.2			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma

	Armadura de cortante							
Distancia a puntera (m)	V_d (kN/m)	V_{cu} (kN/m)	V_{su} (kN/m)	V_{u2} (kN/m)	A_t (cm^2/m^2)	$A_{t\ min}$ (cm^2/m^2)	$S_{max\ long}$ (m)	$S_{max\ trans}$ (m)
0.011	-3.2			360.5	0	0		
0.400	-119.4			360.5	0	0		
0.700	-121.4			216.5	0	0		
1.196	-95.7			216.5	0	0		
1.518	-57.5			360.5	0	0		
1.839	-19.2			360.5	0	0		

Sección 2 (x = 4.005 m)

		Envolvente de esfuerzos			
		Cortantes		Esfuerzos armadura máxima	
Distancia a puntera (m)	Zarpa	$V_{d\ max}^{+}$ (kN/m)	$V_{d\ max}^{-}$ (kN/m)	V_d (kN/m)	M_d (kNm/m)
0.011	Delantera	0.0	-1.3	-1.3	0.0
0.400	Delantera	0.0	-49.8	-49.8	10.0
0.700	Trasera	0.0	-49.9	-49.9	-54.9
1.196	Trasera	0.0	-63.7	-63.7	-25.7
1.518	Trasera	0.0	-48.2	-48.2	-11.7
1.839	Trasera	0.0	-16.2	-16.2	-1.3

	Verificación por agotamiento de las bielas de compresión			
Distancia a puntera (m)	V_d (kN/m)	V_{u1} (kN/m)	V_d / V_{u1}	Observaciones
0.011	-1.3			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.400	-49.8			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.700	-49.9			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
1.196	-63.7			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
1.518	-48.2			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del

1.839	-16.2	alma No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma

	Armadura de cortante							
Distancia a puntera (m)	V_d (kN/m)	V_{cu} (kN/m)	V_{su} (kN/m)	V_{u2} (kN/m)	A_t (cm^2/m^2)	$A_{t\ min}$ (cm^2/m^2)	$S_{max\ long}$ (m)	$S_{max\ trans}$ (m)
0.011	-1.3			360.5	0	0		
0.400	-49.8			360.5	0	0		
0.700	-49.9			216.5	0	0		
1.196	-63.7			360.5	0	0		
1.518	-48.2			360.5	0	0		
1.839	-16.2			360.5	0	0		

Sección 3 (x = 6.675 m)

		Envolvente de esfuerzos			
		Cortantes		Esfuerzos armadura máxima	
Distancia a puntera (m)	Zarpa	$V_{d\ max}^+$ (kN/m)	$V_{d\ max}^-$ (kN/m)	V_d (kN/m)	M_d (kNm/m)
0.011	Delantera	0.0	-0.8	-0.8	0.0
0.400	Delantera	0.0	-28.9	-28.9	5.8
0.700	Trasera	0.0	-23.0	-23.0	-26.6
1.196	Trasera	0.0	-26.0	-26.0	-16.2
1.518	Trasera	0.0	-31.0	-31.0	-7.6
1.839	Trasera	0.0	-13.1	-13.1	-1.1

	Verificación por agotamiento de las bielas de compresión			
Distancia a puntera (m)	V_d (kN/m)	V_{u1} (kN/m)	V_d / V_{u1}	Observaciones
0.011	-0.8			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.400	-28.9			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.700	-23.0			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
1.196	-26.0			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
1.518	-31.0			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
1.839	-13.1			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma

	Armadura de cortante							
Distancia a puntera (m)	V_d (kN/m)	V_{cu} (kN/m)	V_{su} (kN/m)	V_{u2} (kN/m)	A_t (cm^2/m^2)	$A_{t\ min}$ (cm^2/m^2)	$S_{max\ long}$ (m)	$S_{max\ trans}$ (m)
0.011	-0.8			360.5	0	0		
0.400	-28.9			360.5	0	0		
0.700	-23.0			360.5	0	0		
1.196	-26.0			360.5	0	0		
1.518	-31.0			360.5	0	0		
1.839	-13.1			360.5	0	0		

Sección 4 (x = 9.345 m)

		Envolvente de esfuerzos			
		Cortantes		Esfuerzos armadura máxima	
Distancia a puntera (m)	Zarpa	$V_{d\ max}^+$ (kN/m)	$V_{d\ max}^-$ (kN/m)	V_d (kN/m)	M_d (kNm/m)
0.011	Delantera	0.1	-0.5	-0.5	0.0

0.400	Delantera	0.0	-17.0	-17.0	3.4
0.700	Trasera	0.0	-12.1	-12.1	-8.5
1.196	Trasera	0.0	-8.0	-8.0	-5.3
1.518	Trasera	0.0	-8.0	-8.0	-3.3
1.839	Trasera	0.0	-8.3	-8.3	-0.7

	Verificación por agotamiento de las bielas de compresión			
Distancia a puntera (m)	V_d (kN/m)	V_{u1} (kN/m)	V_d / V_{u1}	Observaciones
0.011	-0.5			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.400	-17.0			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.700	-12.1			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
1.196	-8.0			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
1.518	-8.0			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
1.839	-8.3			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma

	Armadura de cortante							
Distancia a puntera (m)	V_d (kN/m)	V_{cu} (kN/m)	V_{su} (kN/m)	V_{u2} (kN/m)	A_t (cm^2/m^2)	$A_{t\ min}$ (cm^2/m^2)	$S_{max\ long}$ (m)	$S_{max\ trans}$ (m)
0.011	-0.5			360.5	0	0		
0.400	-17.0			360.5	0	0		
0.700	-12.1			360.5	0	0		
1.196	-8.0			360.5	0	0		
1.518	-8.0			360.5	0	0		
1.839	-8.3			360.5	0	0		

Sección 5 (x = 12.015 m)

		Envolvente de esfuerzos			
		Cortantes		Esfuerzos armadura máxima	
Distancia a puntera (m)	Zarpa	$V_{d\ max}^+$ (kN/m)	$V_{d\ max}^-$ (kN/m)	V_d (kN/m)	M_d (kNm/m)
0.011	Delantera	0.1	0.0	0.1	-0.0
0.400	Delantera	0.0	-6.4	-6.4	0.9
0.700	Trasera	0.0	-4.1	-4.1	-2.8
1.196	Trasera	0.0	-2.6	-2.6	-1.1
1.518	Trasera	0.0	-1.6	-1.6	-0.4
1.839	Trasera	0.0	-0.6	-0.6	-0.1

	Verificación por agotamiento de las bielas de compresión			
Distancia a puntera (m)	V_d (kN/m)	V_{u1} (kN/m)	V_d / V_{u1}	Observaciones
0.011	0.1			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.400	-6.4			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.700	-4.1			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
1.196	-2.6			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
1.518	-1.6			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
1.839	-0.6			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma

	Armadura de cortante							
Distancia a puntera (m)	V_d (kN/m)	V_{cu} (kN/m)	V_{su} (kN/m)	V_{u2} (kN/m)	A_t (cm^2/m^2)	$A_{t\ min}$ (cm^2/m^2)	$S_{max\ long}$ (m)	$S_{max\ trans}$ (m)
0.011	0.1			360.5	0	0		
0.400	-6.4			360.5	0	0		
0.700	-4.1			360.5	0	0		
1.196	-2.6			360.5	0	0		
1.518	-1.6			360.5	0	0		
1.839	-0.6			360.5	0	0		

10.1.2.2 Situación accidental. Combinación sísmica

Sección 1 (x = 1.335 m)

		Envolvente de esfuerzos			
		Cortantes		Esfuerzos armadura máxima	
Distancia a puntera (m)	Zarpa	$V_{d\ max}^+$ (kN/m)	$V_{d\ max}^-$ (kN/m)	V_d (kN/m)	M_d (kNm/m)
0.011	Delantera	0.0	-1.7	-1.7	0.0
0.400	Delantera	0.0	-61.6	-61.6	12.3
0.700	Trasera	0.0	-68.0	-68.0	-67.9
1.196	Trasera	0.0	-70.9	-70.9	-28.5
1.518	Trasera	0.0	-42.6	-42.6	-10.3
1.839	Trasera	0.0	-14.2	-14.2	-1.2

	Verificación por agotamiento de las bielas de compresión			
Distancia a puntera (m)	V_d (kN/m)	V_{u1} (kN/m)	V_d / V_{u1}	Observaciones
0.011	-1.7			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.400	-61.6			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.700	-68.0			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
1.196	-70.9			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
1.518	-42.6			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
1.839	-14.2			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma

	Armadura de cortante							
Distancia a puntera (m)	V_d (kN/m)	V_{cu} (kN/m)	V_{su} (kN/m)	V_{u2} (kN/m)	A_t (cm^2/m^2)	$A_{t\ min}$ (cm^2/m^2)	$S_{max\ long}$ (m)	$S_{max\ trans}$ (m)
0.011	-1.7			415.9	0	0		
0.400	-61.6			415.9	0	0		
0.700	-68.0			249.8	0	0		
1.196	-70.9			415.9	0	0		
1.518	-42.6			415.9	0	0		
1.839	-14.2			415.9	0	0		

Sección 2 (x = 4.005 m)

		Envolvente de esfuerzos			
		Cortantes		Esfuerzos armadura máxima	
Distancia a puntera (m)	Zarpa	$V_{d\ max}^+$ (kN/m)	$V_{d\ max}^-$ (kN/m)	V_d (kN/m)	M_d (kNm/m)
0.011	Delantera	0.0	-0.9	-0.9	0.0

0.400	Delantera	0.0	-35.0	-35.0	7.0
0.700	Trasera	0.0	-30.4	-30.4	-40.4
1.196	Trasera	0.0	-42.1	-42.1	-22.4
1.518	Trasera	0.0	-35.7	-35.7	-8.6
1.839	Trasera	0.0	-12.0	-12.0	-1.0

	Verificación por agotamiento de las bielas de compresión			
Distancia a puntera (m)	V_d (kN/m)	V_{u1} (kN/m)	V_d / V_{u1}	Observaciones
0.011	-0.9			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.400	-35.0			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.700	-30.4			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
1.196	-42.1			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
1.518	-35.7			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
1.839	-12.0			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma

	Armadura de cortante							
Distancia a puntera (m)	V_d (kN/m)	V_{cu} (kN/m)	V_{su} (kN/m)	V_{u2} (kN/m)	A_t (cm^2/m^2)	$A_{t\ min}$ (cm^2/m^2)	$S_{max\ long}$ (m)	$S_{max\ trans}$ (m)
0.011	-0.9			415.9	0	0		
0.400	-35.0			415.9	0	0		
0.700	-30.4			415.9	0	0		
1.196	-42.1			415.9	0	0		
1.518	-35.7			415.9	0	0		
1.839	-12.0			415.9	0	0		

Sección 3 (x = 6.675 m)

		Envolvente de esfuerzos			
		Cortantes		Esfuerzos armadura máxima	
Distancia a puntera (m)	Zarpa	$V_{d\ max}^+$ (kN/m)	$V_{d\ max}^-$ (kN/m)	V_d (kN/m)	M_d (kNm/m)
0.011	Delantera	0.0	-0.6	-0.6	0.0
0.400	Delantera	0.0	-21.2	-21.2	4.2
0.700	Trasera	0.0	-14.7	-14.7	-19.2
1.196	Trasera	0.0	-16.4	-16.4	-11.4
1.518	Trasera	0.0	-17.6	-17.6	-6.0
1.839	Trasera	0.0	-9.7	-9.7	-0.8

	Verificación por agotamiento de las bielas de compresión			
Distancia a puntera (m)	V_d (kN/m)	V_{u1} (kN/m)	V_d / V_{u1}	Observaciones
0.011	-0.6			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.400	-21.2			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.700	-14.7			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
1.196	-16.4			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
1.518	-17.6			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
1.839	-9.7			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma

	Armadura de cortante							
Distancia a puntera (m)	V_d (kN/m)	V_{cu} (kN/m)	V_{su} (kN/m)	V_{u2} (kN/m)	A_t (cm^2/m^2)	$A_{t\ min}$ (cm^2/m^2)	$S_{max\ long}$ (m)	$S_{max\ trans}$ (m)
0.011	-0.6			415.9	0	0		
0.400	-21.2			415.9	0	0		
0.700	-14.7			415.9	0	0		
1.196	-16.4			415.9	0	0		
1.518	-17.6			415.9	0	0		
1.839	-9.7			415.9	0	0		

Sección 4 (x = 9.345 m)

		Envolvente de esfuerzos			
		Cortantes		Esfuerzos armadura máxima	
Distancia a puntera (m)	Zarpa	$V_{d\ max}^+$ (kN/m)	$V_{d\ max}^-$ (kN/m)	V_d (kN/m)	M_d (kNm/m)
0.011	Delantera	0.0	-0.3	-0.3	0.0
0.400	Delantera	0.0	-12.6	-12.6	2.5
0.700	Trasera	0.0	-7.5	-7.5	-6.2
1.196	Trasera	0.0	-5.5	-5.5	-3.2
1.518	Trasera	0.0	-4.3	-4.3	-1.6
1.839	Trasera	0.0	-3.1	-3.1	-0.4

	Verificación por agotamiento de las bielas de compresión			
Distancia a puntera (m)	V_d (kN/m)	V_{u1} (kN/m)	V_d / V_{u1}	Observaciones
0.011	-0.3			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.400	-12.6			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.700	-7.5			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
1.196	-5.5			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
1.518	-4.3			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
1.839	-3.1			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma

	Armadura de cortante							
Distancia a puntera (m)	V_d (kN/m)	V_{cu} (kN/m)	V_{su} (kN/m)	V_{u2} (kN/m)	A_t (cm^2/m^2)	$A_{t\ min}$ (cm^2/m^2)	$S_{max\ long}$ (m)	$S_{max\ trans}$ (m)
0.011	-0.3			415.9	0	0		
0.400	-12.6			415.9	0	0		
0.700	-7.5			415.9	0	0		
1.196	-5.5			415.9	0	0		
1.518	-4.3			415.9	0	0		
1.839	-3.1			415.9	0	0		

Sección 5 (x = 12.015 m)

		Envolvente de esfuerzos			
		Cortantes		Esfuerzos armadura máxima	
Distancia a puntera (m)	Zarpa	$V_{d\ max}^+$ (kN/m)	$V_{d\ max}^-$ (kN/m)	V_d (kN/m)	M_d (kNm/m)
0.011	Delantera	0.1	0.0	0.1	-0.0
0.400	Delantera	0.0	-4.4	-4.4	0.4
0.700	Trasera	0.0	-2.7	-2.7	-1.8
1.196	Trasera	0.0	-1.7	-1.7	-0.7

1.518	Trasera	0.0	-1.1	-1.1	-0.3
1.839	Trasera	0.0	-0.4	-0.4	-0.0

	Verificación por agotamiento de las bielas de compresión			
Distancia a puntera (m)	V_d (kN/m)	V_{u1} (kN/m)	V_d / V_{u1}	Observaciones
0.011	0.1			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.400	-4.4			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.700	-2.7			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
1.196	-1.7			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
1.518	-1.1			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
1.839	-0.4			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma

	Armadura de cortante							
Distancia a puntera (m)	V_d (kN/m)	V_{cu} (kN/m)	V_{su} (kN/m)	V_{u2} (kN/m)	A_t (cm^2/m^2)	$A_{t\ min}$ (cm^2/m^2)	$S_{max\ long}$ (m)	$S_{max\ trans}$ (m)
0.011	0.1			415.9	0	0		
0.400	-4.4			415.9	0	0		
0.700	-2.7			415.9	0	0		
1.196	-1.7			415.9	0	0		
1.518	-1.1			415.9	0	0		
1.839	-0.4			415.9	0	0		

10.1.2.3 Envolvente de armaduras

Distancia a puntera (m)	Armadura (cm^2/m^2)
0.011	0.0
0.400	0.0
0.700	0.0
1.196	0.0
1.518	0.0
1.839	0.0

10.2 Resumen de verificaciones

Módulo 1. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación

Módulo 1. Situación accidental. Combinación sísmica. Verifica la comprobación

11 ESTADO LÍMITE DE DEFORMACIONES

Los movimientos calculados corresponden a la deformación del alzado del muro, no incluyendo por tanto los movimientos derivados del giro de la cimentación.
Los movimientos y giros corresponden a las deformaciones elásticas, es decir, considerando inercias no fisuradas. Tampoco incluyen la deformación por efectos reológicos (fluencia).

11.1 Módulo 1

Movimientos en coronación por cada acción

Acción	Hip: U_x (mm)	$U_{x,\ máximo}$ G (rad)	Hip: U_x (mm)	$G_{máximo}$ G (rad)
Empuje activo de las tierras del trasdós	3.0	0.000933	3.0	0.000933
Empuje sobrecarga de tráfico en trasdós	0.8	0.000257	0.8	0.000257
Sismo	0.4	0.000137	0.4	0.000137
Sismo	0.4	0.000137	0.4	0.000137

U_x : desplazamiento horizontal
G : giro

Movimientos totales

Combinación	Hip: U_x (mm)	$U_{x,\ máximo}$ G (rad)	Hip: U_x (mm)	$G_{máximo}$ G (rad)
Situación persistente. Combinación cuasi permanente	3.8	0.001190	3.8	0.001190
Situación persistente. Combinación frecuente	3.8	0.001190	3.8	0.001190
Situación persistente. Combinación característica	3.8	0.001190	3.8	0.001190

U_x : desplazamiento horizontal
G : giro

U_{xmax} = 3.8 mm < $U_{xadmisible}$ = 4.0 mm -> Cumple a deformación.

11.2 Resumen de verificaciones

Módulo 1. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación

Módulo 1. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación

Módulo 1. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación

12 VERIFICACIÓN DEL DESPIECE

Módulo 1 : Generación correcta del despiece de la armadura.

Programa: CivilEstudio

Versión: 34 - 6
Barcelona, 2018

CivilEstudio, software propiedad de CivilCAD Consultores, S.L.
Autores: L.M.Callís, J.M.Roig, I.Callís, P.Reinés
Licencia de uso concedida a: Most Enginyers, S.L.
Número de usuario: 12202

Proyecto:

Nombre del proyecto: *PRECÀLCUL DE LES ESTRUCTURES DEL PROJECTE D'OBRES BÀSIQUES D'URBANITZACIÓ DEL PLA DIRECTOR URBANÍSTIC DEL CENTRE DIRECCIONAL DE CERDANYOLA DEL VALLÈS*
Nombre de la estructura: *1- ENDEGAMENT TORRENT DE MAGRANS*
Nombre del elemento estructural: *ALETES SORTIDA*
Tipo de estructura: *Muro in situ*
Funcionalidad de la estructura: *Muro de contención*
Clase de estructura: *Canto variable*
Vida útil: *100 años*

Normativas:

Ámbito: *Normas españolas*

Unidades:

Sistema *S.I.*

Despiece:

Sistema Métrico Europeo

Módulo del programa:

Módulo Muro superficial
Nombre del archivo de proyecto: *aletes endegament torrent_v1.mur*
Ruta de acceso: *p:\parc de l'alba\estructures\1. endegament torrent de magrans. calaix\aletes*

Informe:

Tipo de informe: *Informe de mediciones*
Informe generado el día 11-12-2020 a las 13:05:32.

Índice

MEDICIONES MURO :

Módulo 1

Zapata

Unidad: Volumen de excavación en zanja

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Zanja	1	0.000	0.00

Total:	0.000	m^3

Unidad: Volumen de relleno de zanja

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Zanja	1	0.000	0.00

Total:	0.000	m^3

Unidad: Volumen de hormigón no estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	dimensión b	sub-total
Hormigón de limpieza	1	29.810	0.100	2.98

Total:	2.981	m^3

Unidad: Superficie de encofrado plano oculto

Medición:

descripción	número n	dimensión a	dimensión b	sub-total
Hormigón de limpieza	1	13.550	0.100	1.36
	1	2.200	0.100	0.22
	1	13.550	0.100	1.36
	1	2.200	0.100	0.22
Laterales zapata	1	13.350	0.400	5.34
	1	2.000	0.400	0.80
	1	13.350	0.400	5.34
	1	2.000	0.400	0.80

Total:	15.430	m^2

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Hormigón de la zapata	1	10.680	10.68

Total:	10.680	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Zapata	1	727.2	727.20

Total:	727.2	kg

Alzado

Unidad: Superficie de encofrado plano visto

Medición:

descripción	número n	dimensión a	dimensión b	sub-total
Paramento exterior	1	13.350	2.475	33.04

Total:	33.041	m^2

Unidad: Superficie de encofrado plano oculto

Medición:

descripción	número n	dimensión a	dimensión b	sub-total
Paramento del trasdós	1	13.350	2.475	33.04
Tape lateral derecho	1	0.500	0.300	0.15
Tape lateral izquierdo	1	4.450	0.300	1.33

Total:	34.526	m^2

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Alzado	1	9.912	9.91

Total:	9.912	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Alzado	1	838.9	838.85

Total:	838.9	kg

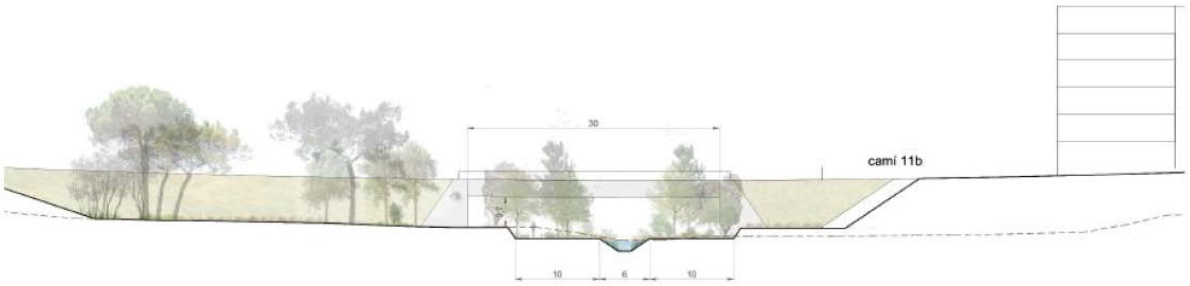
APÈNDIX 2. PONT V-B.2

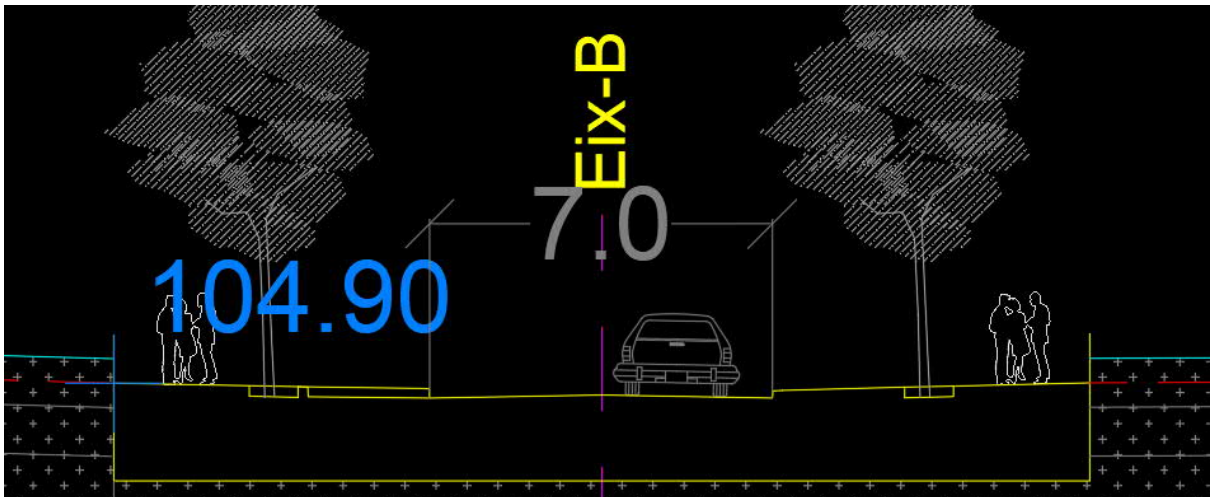
PARÀMETRES PRINCIPALS DE DISSENY
V-B.2. PONT SOBRE EL TORRENT DE MAGRANS

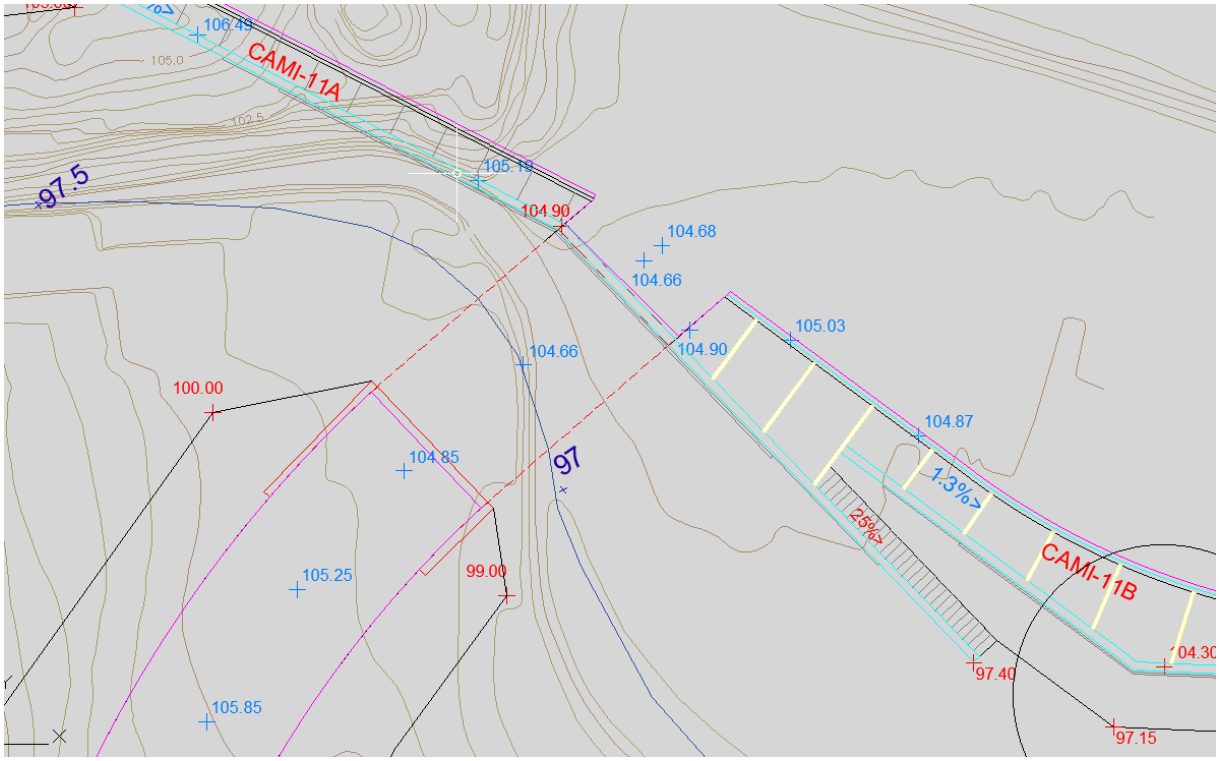
1. SECCIÓ TIPUS

Llum mínima	$L_{min} := 30\ m$	$grad := \frac{90\ °}{100} = 0.9\ °$
Amplada mínima:	$B_{min} := 20\ m$	
Calçada:	$B_{calçada} := 7\ m$	
Biaix:	$\varphi := 0\ grad$	$\varphi = 0\ °$
Vorera esquerre	$V_e := 6.5\ m$	
Vorera dreta	$V_d := B_{min} - B_{calçada} - V_e = 6.5\ m$	

Alçada de referència calçada $z_{ras} := 7\ m$







2. CÀRREGUES PERMANENTS

Gruix de paviment	$e_{pavi\_calçada} := 10\ cm$	$e_{pavi\_vorera} := 25\ cm$
Densitat de paviment	$\rho_{pavi\_calçada} := 24\ \frac{kN}{m^3}$	$\rho_{pavi\_vorera} := 24\ \frac{kN}{m^3}$
Càrregues mortes paviment	$g_{pavi\_calçada} := e_{pavi\_calçada} \cdot \rho_{pavi\_calçada} = 2.4\ kPa$	
	$g_{pavi\_vorera} := e_{pavi\_vorera} \cdot \rho_{pavi\_vorera} = 6\ kPa$	

Es considera una càrrega permanent deguda a pretil de valor $g_{pretil} := 10\ \frac{kN}{m}$

3. ACCIÓ DE VENT

H es el canto efectivo a viento $H := 1.5\ m + 0.25\ m = 1.75\ m$

B es el ancho del tablero $B := B_{min} = 20\ m$

q_{basica_corr} es la presión básica corregida por el factor de exposición $q_{basica\_corr} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^{\ 2} \cdot c_e$

ρ es la densidad del aire de valor $\rho := 1.25\ \frac{kg}{m^3}$

v_b es la velocidad básica de viento $v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot c_{prob} \cdot v_{b.0}$

2.4.3. Velocidad básica y media de viento

[Art. 4.2.1. y Art. 4.2.2. IAP-11]

$v_{b.0} := 29\ \frac{m}{s}$

$z_{car\_rasante} := z_{ras} \cdot \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 7 \\ 7 \\ 7 \end{bmatrix}\ m$

$j := 0 .. length\left(z_{car\_rasante}\right) - 1$

FIGURA 4.2-a MAPA DE ISOTACAS PARA LA OBTENCIÓN DE LA VELOCIDAD BÁSICA FUNDAMENTAL DEL VIENTO $v_{b,0}$

Se considera que la cota de la rasante del tablero es una cota suficientemente representativa para la determinación de las acciones de viento sobre la estructura puesto que el canto del tablero es $h_e := H = 1.75\ m$ y la altura de referencia de las sobrecargas es $h_{sc} := 2\ m$

entorno := "III"
(0=mar, I=rural plano
II=rural accidentado,
III=suburbano o forestal,
IV=urbana)

$c_{dir} := 1.0$

$c_{season} := 1.0$

Período de retorno $T := 100\ yr$

$$c_{prob} := \sqrt{\frac{1 - 0.2 \cdot \ln\left(-\ln\left(1 - \frac{1\ yr}{T}\right)\right)}{1 - 0.2 \cdot \ln\left(-\ln(0.98)\right)}} = 1.038$$

Velocidad básica del viento asociada al periodo de retorno $T = 100\ yr$

$$v_b := v_{b.0} \cdot c_{dir} \cdot c_{season} \cdot c_{prob} = 30.116\ \frac{m}{s}$$

Factor de topografía $c_0 := 1$

Factor de turbulencia $k_I := 1$

Cálculo del coeficiente de rugosidad

$$k_r := \begin{cases} 0.156 & \text{if entorno} = \text{“0”} \\ 0.170 & \text{else if entorno} = \text{“I”} \\ 0.190 & \text{else if entorno} = \text{“II”} \\ 0.216 & \text{else if entorno} = \text{“III”} \\ 0.235 & \text{else} \end{cases} \qquad z_0 := \begin{cases} 0.003\ \text{m} & \text{if entorno} = \text{“0”} \\ 0.01\ \text{m} & \text{else if entorno} = \text{“I”} \\ 0.05\ \text{m} & \text{else if entorno} = \text{“II”} \\ 0.3\ \text{m} & \text{else if entorno} = \text{“III”} \\ 1\ \text{m} & \text{else} \end{cases}$$

$$z_{min} := \begin{cases} 1\ \text{m} & \text{if entorno} = \text{“0”} \\ 1\ \text{m} & \text{else if entorno} = \text{“I”} \\ 2\ \text{m} & \text{else if entorno} = \text{“II”} \\ 5\ \text{m} & \text{else if entorno} = \text{“III”} \\ 10\ \text{m} & \text{else} \end{cases} \qquad \alpha := \begin{cases} 0.38 & \text{if entorno} = \text{“0”} \\ 0.44 & \text{else if entorno} = \text{“I”} \\ 0.52 & \text{else if entorno} = \text{“II”} \\ 0.61 & \text{else if entorno} = \text{“III”} \\ 0.67 & \text{else} \end{cases}$$

$k_r = 0.216$ $\quad z_0 = 0.3\ \text{m}$ $\quad z_{min} = 5\ \text{m}$ $\quad \alpha = 0.61$

$$c_r(z) := \begin{cases} z \leftarrow z_{min} & \text{if } z < z_{min} \\ k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) & \\ k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) & \text{else} \end{cases}$$

$$c_r\left(z_{car\_rasante_j}\right) = \begin{bmatrix} 0.68 \\ 0.68 \\ 0.68 \end{bmatrix}$$

Cálculo de la velocidad media del viento

$$v_m(z) := c_r(z) \cdot c_0 \cdot v_b$$

$$v_m\left(z_{car\_rasante_j}\right) = \begin{bmatrix} 20.49 \\ 20.49 \\ 20.49 \end{bmatrix} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Cálculo del coeficiente de exposición

$$c_e(z) := \begin{cases} z \leftarrow z_{min} & \text{if } z < z_{min} \\ k_r^2 \cdot \left(c_0^2 \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)^2 + 7 \cdot k_I \cdot c_0 \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)\right) & \\ k_r^2 \cdot \left(c_0^2 \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)^2 + 7 \cdot k_I \cdot c_0 \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)\right) & \text{else} \end{cases}$$

$$c_e\left(z_{car\_rasante_j}\right) = \begin{bmatrix} 1.492 \\ 1.492 \\ 1.492 \end{bmatrix}$$

Coeficiente de fuerza a considerar para viento vertical descendente :

$c_{f.Z} := 0.9$ [Art. 4.2.5.1.2. IAP-11]

3. ACCIÓ TÈRMICA

2.5.1. Determinación de la temperatura máxima y mínima del aire

Tipo de tablero

$tipo_{tablero} := 3$

- Tipo 1: Tableros de acero con sección transversal en cajón, viga armada o celosía
- Tipo 2: Tableros mixtos compuestos por acero estructural y hormigón armado o pretensado (conectados de forma que ambos materiales trabajen de forma solidaria)
- Tipo 3: Tableros de hormigón armado o pretensado, sean losas, vigas o cajones

$T_{max} := 42$ °C $T_{min} := -13$ °C $zona_{clima} := 2$ $altitud := 35$ m

Período de retorno $T = 100$ yr $p := \frac{1\ yr}{T} = 0.01$

$T_{max.p} := T_{max} \cdot (0.781 - 0.056 \cdot \ln(-\ln(1 - p))) = 43.622$ °C

$T_{min.p} := T_{min} \cdot (0.393 - 0.156 \cdot \ln(-\ln(1 - p))) = -14.438$ °C

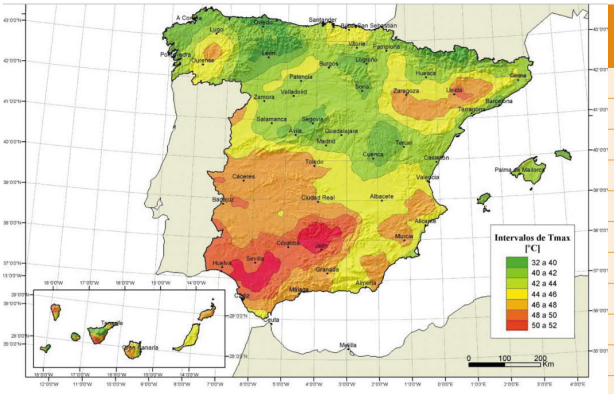


FIGURA 4.3-a **ISOTERMAS DE LA TEMPERATURA MÁXIMA ANUAL DEL AIRE, T_{max} [°C]**
(Coincide con el mapa correspondiente del Código Técnico de la Edificación)

ALTITUD [m]	ZONA DE CLIMA INVERNAL (SEGÚN FIGURA 4.3-b)						
	1	2	3	4	5	6	7
0	-7	-11	-11	-6	-5	-6	6
200	-10	-13	-12	-8	-8	-8	5
400	-12	-15	-14	-10	-11	-9	3
600	-15	-16	-15	-12	-14	-11	2
800	-18	-18	-17	-14	-17	-13	0
1000	-20	-20	-19	-16	-20	-14	-2
1200	-23	-21	-20	-18	-23	-16	-3
1400	-26	-23	-22	-20	-26	-17	-5
1600	-28	-25	-23	-22	-29	-19	-7
1800	-31	-26	-25	-24	-32	-21	-8
2000	-33	-28	-27	-26	-35	-22	-10

Cálculo de los incrementos térmicos

$$\Delta T_{e.min} := \begin{cases} -3 & \text{if } tipo_{tablero} = 1 \\ 4 & \text{else if } tipo_{tablero} = 2 \\ 8 & \text{else} \end{cases} = 8 \text{ °C}$$

$$\Delta T_{e.max} := \begin{cases} 16 & \text{if } tipo_{tablero} = 1 \\ 4 & \text{else if } tipo_{tablero} = 2 \\ 2 & \text{else} \end{cases} = 2 \text{ °C}$$

Cálculo de la temperatura efectiva

$T_{e.min} := T_{min.p} + \Delta T_{e.min} = -6.438$ °C

$T_{e.max} := T_{max.p} + \Delta T_{e.max} = 45.622$ °C

Temperatura inicial $T_0 := 15$ °C

2.5.5. Gradiente térmico vertical [ΔTV] [Art. 4.3.1.2.1. IAP-11]

TIPO DE TABLERO	FIBRA SUPERIOR MÁS CALIENTE	FIBRA SUPERIOR MÁS FRÍA
	$\Delta T_{M,heat}$ [°C]	$\Delta T_{M,cool}$ [°C]
Tipo 1: Tablero de acero	18	13
Tipo 3: Tablero de hormigón		
—Sección cajón	10	5
—Sección de vigas	15	8
—Sección losa	15	8

ESPESOR DEL PAVIMENTO	TABLERO TIPO 1		TABLERO TIPO 3	
	FIBRA SUPERIOR MÁS CALIENTE	FIBRA SUPERIOR MÁS FRÍA	FIBRA SUPERIOR MÁS CALIENTE	FIBRA SUPERIOR MÁS FRÍA
	k_{sur}	k_{sur}	k_{sur}	k_{sur}
Sin impermeabilización ni pavimento	0,7	0,9	0,8	1,1
Con impermeabilización y sin pavimento(1)	1,6	0,6	1,5	1,0
50 mm	1,0	1,0	1,0	1,0
100 mm	0,7	1,2	0,7	1,0
150 mm	0,7	1,2	0,5	1,0

(1) Estos valores representan valores límite superiores para superficies de color oscuro.

$k_{sur.cool} := 1$ $k_{sur.heat} := 0.7 = 0.7$

$\Delta T_{M.heat} := 15 \cdot k_{sur.heat} = 10.5$ °C

$\Delta T_{M.cool} := -8 \cdot k_{sur.cool} = -8$ °C

VERIFICACIÓN GEOTÉCNICA DE PILOTES

1. DATOS PRELIMINARES

$N_{k\_apoyo} := 1079.3\ kN$ $\gamma_{serv} := 1.1$

Situación persistente. Combinación característica:

Reacción vertical (kN)
Valores máximos

Eje	Viga	I1	I2	I3	I4	I5
1	1	233.0	458.6	821.3	967.0	967.0
1	2	233.0	454.3	615.7	805.9	805.9
1	3	233.0	454.3	614.3	890.7	890.7
1	4	233.0	454.3	579.4	1079.3	1079.3
1	5	233.0	454.3	571.7	1059.0	1059.0
1	6	233.0	454.3	579.4	1079.3	1079.3
1	7	233.0	454.3	614.3	890.7	890.7
1	8	233.0	454.3	615.7	805.9	805.9
1	9	233.0	458.6	821.3	967.0	967.0
2	1	233.0	458.6	821.3	967.0	967.0
2	2	233.0	454.3	615.7	805.9	805.9
2	3	233.0	454.3	614.3	890.7	890.7
2	4	233.0	454.3	579.4	1079.3	1079.3
2	5	233.0	454.3	571.7	1059.0	1059.0
2	6	233.0	454.3	579.4	1079.3	1079.3
2	7	233.0	454.3	614.3	890.7	890.7
2	8	233.0	454.3	615.7	805.9	805.9
2	9	233.0	458.6	821.3	967.0	967.0

Canto del encepado $h_e := 1\ m$

Ancho del encepado $b_e := 1.6\ m$

Diámetro del pilote:
$D := 850\ mm$

Separación entre vigas $s_{vigas} := 2.212\ m$

Separación entre pilotes $s_{pil} := 1.709\ m$

$$N_{k\_max.axil} := \frac{N_{k\_apoyo} + h_e \cdot b_e \cdot s_{vigas} \cdot 24\ \frac{kN}{m^3}}{s_{vigas}} \cdot s_{pil} = 899.497\ kN$$

Factor de efecto grupo:

$$\eta_{grupo} := \begin{cases} 1 & \text{if } s_{pil} > 3 \cdot D \\ 0.7 + 0.3 \cdot \dfrac{\left(\frac{s_{pil}}{D} - 1\right)}{3 - 1} & \text{else} \end{cases} = 0.852$$

Longitud del pilote hincada en el terreno: $L_{hinca} := 14\ m$
Longitud libre $L_{libre} := 0\ m = 0\ m$
Profundidad del freático: $h_{fr} := 0\ m$ [A cota superior al fondo del primer terreno]
La profundidad total a la que llega el pilote se prevé: $Prof := L_{hinca} + L_{libre} = 14\ m$
Peso específico del agua : $\gamma_w := 1.00\ \frac{tonnef}{m^3}$
Peso específico del hormigón: $\gamma_h := 2.4\ \frac{tonnef}{m^3}$

$$N_{pilote\_efectivo} := \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot \left((\gamma_h - \gamma_w) \cdot (Prof - h_{fr}) + \gamma_h \cdot h_{fr}\right) = 109.07\ kN$$

Hormigón del pilote $f_{ck} := 30\ MPa$ $f_{cd} := f_{ck} \cdot 1.5^{-1} = 20\ MPa$

Módulo elástico del pilote: $E_{cm} := 8500 \cdot \sqrt[3]{(f_{ck} + 8\ MPa) \cdot MPa^{-1}} \cdot MPa = 28.577\ GPa$

2. ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE HUNDIMIENTO DEL PILOTE. MÉTODO DE MOHR-COULOMB

Se realizará seguidamente un recálculo de la capacidad portante, conforme la GCOC
La profundidad h indica la cota de fondo del estrato.
Adjuntar mínimo 4 estratos

TERRENO	h (m)	γ $(kN \cdot m^{-3})$	γ' $(kN \cdot m^{-3})$	c' (kPa)	ϕ' (°)
"Relleno"	5	18	10	10	24
"Arcilla marron"	10	20	10	20	25
"Sauló margosa"	20	21	11	60	20
"Sauló margosa"	22	21	11	60	20

Prof - 3 D = 11.45 m

Tipo de suelo	E_M (MPa)	P_{LM} (MPa)
Rellenos recientes	0,5 a 5,0	0,05 a 0,30
Rellenos antiguos	4,0 a 15,0	0,40 a 1,00
Turbas	0,2 a 1,5	0,02 a 0,15
Arcilla blanda	0,5 a 3,0	0,05 a 0,30
Arcilla media	3,0 a 8,0	0,30 a 0,80
Arcilla dura	8,0 a 40,0	0,60 a 2,00
Arena limosa suelta	0,5 a 2,0	0,10 a 5,00
Limo	2,0 a 10,0	0,20 a 1,50
Arenas	7,5 a 40,0	1,00 a 5,00
Arenas y gravas	8,0 a 40,0	1,20 a 5,00
Margas	5,0 a 60,0	0,60 a 4,00
Calizas y rocas duras	80,0 a 20.000	3,00 a > 10

Tipo de pilote: $tipo_{pilote} := \text{"excavado"}$ [excavado, hincado]
Material de pilote: $material_{pilote} := \text{"otros"}$ [acero, otros]

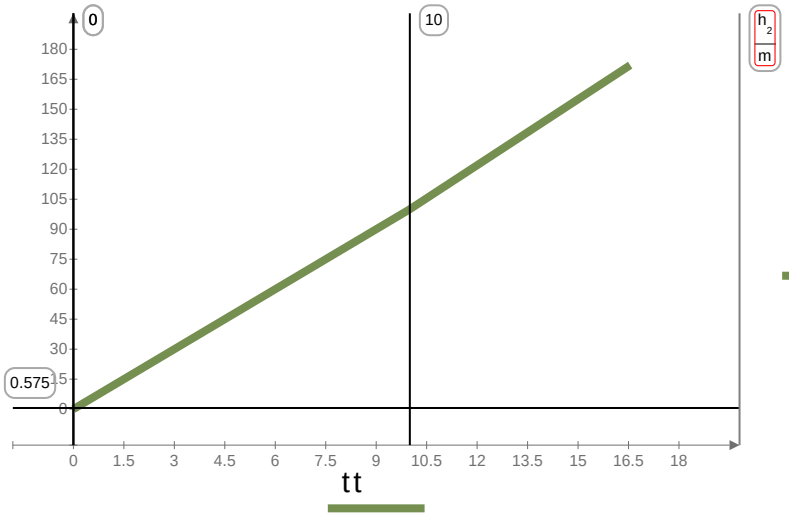
Coeficiente de reducción de resistencia por fuste en función del material del pilote:

$$f := \begin{cases} 0.9 & \text{if } material_{pilote} = \text{"acero"} \\ 1 & \text{else} \end{cases} = 1$$

Tensión efectiva vertical

$$\sigma'_v(z) := \begin{cases} \gamma_0 \cdot z & \text{if } z \le h_{fr} \\ \gamma_0 \cdot h_{fr} + \gamma'_0 \cdot (z - h_{fr}) & \text{else if } z \le h_0 \\ \gamma_0 \cdot h_{fr} + \gamma'_0 \cdot (h_0 - h_{fr}) + \gamma'_1 \cdot (z - h_0) & \text{else if } z \le h_1 \\ \gamma_0 \cdot h_{fr} + \gamma'_0 \cdot (h_0 - h_{fr}) + \gamma'_1 \cdot (h_1 - h_0) + \gamma'_2 \cdot (z - h_1) & \text{else if } z \le h_2 \\ \gamma_0 \cdot h_{fr} + \gamma'_0 \cdot (h_0 - h_{fr}) + \gamma'_1 \cdot (h_1 - h_0) + \gamma'_2 \cdot (h_2 - h_1) + \gamma'_3 \cdot (z - h_2) & \text{else if } z \le h_3 \end{cases}$$

Gráfica de tensiones efectivas

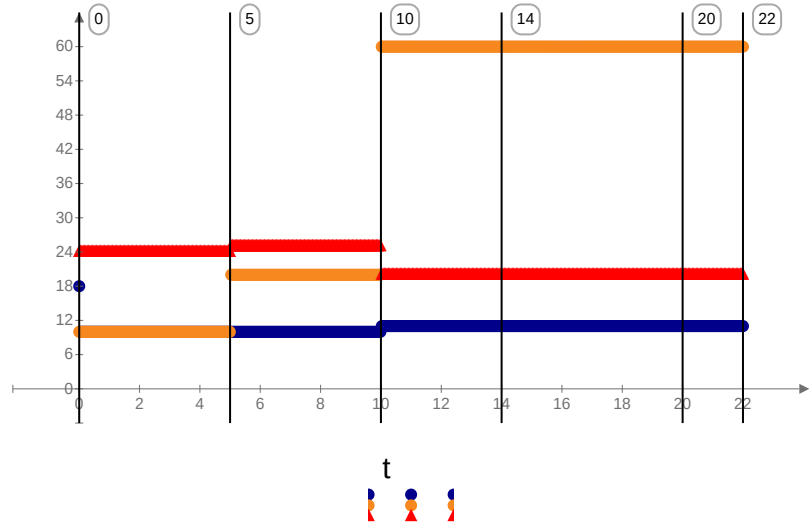


$\sigma'_v(tt \cdot m)$ (kPa)

Definición de funciones auxiliares en función del perfil geotécnico:

$$\gamma'(z) := \begin{cases} \gamma_0 & \text{if } z \le h_{fr} \\ \gamma'_0 & \text{else if } z \le h_0 \\ \gamma'_1 & \text{else if } z \le h_1 \\ \gamma'_2 & \text{else if } z \le h_2 \\ \gamma'_3 & \text{else} \end{cases} \qquad c'(z) := \begin{cases} c'_0 & \text{if } z \le h_0 \\ c'_1 & \text{else if } z \le h_1 \\ c'_2 & \text{else if } z \le h_2 \\ c'_3 & \text{else if } z \le h_3 \end{cases} \qquad \phi'(z) := \begin{cases} \phi'_0 & \text{if } z \le h_0 \\ \phi'_1 & \text{else if } z \le h_1 \\ \phi'_2 & \text{else if } z \le h_2 \\ \phi'_3 & \text{else if } z \le h_3 \end{cases}$$

$$Terreno(z) := \begin{cases} TERRENO_0 & \text{if } z \le h_0 \\ TERRENO_1 & \text{else if } z \le h_1 \\ TERRENO_2 & \text{else if } z \le h_2 \\ TERRENO_3 & \text{else if } z \le h_3 \end{cases}$$



$\gamma'(t \cdot m)$ $(kN \cdot m^{-3})$

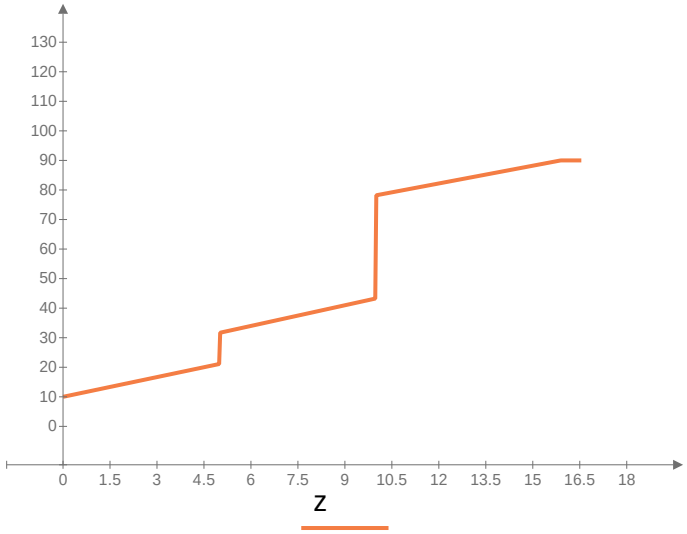
$c'(t \cdot m)$ (kPa)

$\phi'(t \cdot m)$ (°)

Cálculo de la resistencia por fuste

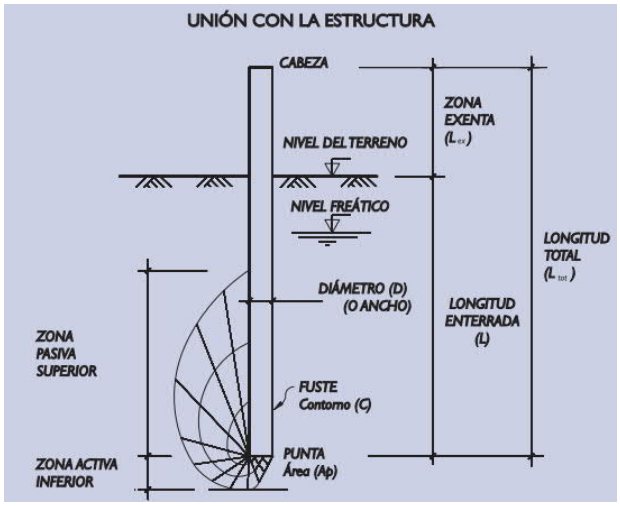
$f = 1$

$$r_{fuste}(z) := \begin{cases} \text{if } tipo_{pilote} = \text{“excavado”} \\ \quad \min\left(0.5 \cdot f \cdot \sigma'_v(z) \cdot \tan\left(\phi'(z)\right) + c'(z),\ 90\ \text{kPa}\right) \\ \text{else} \\ \quad \min\left(0.75 \cdot f \cdot \sigma'_v(z) \cdot \tan\left(\phi'(z)\right) + c'(z),\ 125\ \text{kPa}\right) \end{cases}$$



$r_{fuste}(z \cdot m)\ \ (kPa)$

Cálculo de la resistencia por punta como media de las resistencias a lo largo de la zona pasiva y activa (Criterio GCOC y CTE)



Zona pasiva superior: $pas_{sup} := 6 \cdot D = 5.1\ m$

Zona activa inferior: $act_{inf} := 3 \cdot D = 2.55\ m$

- La zona activa inferior afecta hasta una profundidad bajo la punta del pilote igual a:
  2D – terrenos cohesivos.
  3D – terrenos granulares y rocas.
- La zona pasiva superior afecta hasta una altura sobre la punta del pilote igual a:
  4D – terrenos cohesivos.
  6D – terrenos granulares y rocas.

$$f_D := \max\left(1 - \frac{D}{3\ m}, 0.7\right) = 0.717$$

$$N_q(z) := \frac{1 + \sin\left(\phi'(z)\right)}{1 - \sin\left(\phi'(z)\right)} \cdot e^{\pi \cdot \tan\left(\phi'(z)\right)}$$

$$N_c(z) := \frac{N_q(z) - 1}{\tan\left(\phi'(z)\right)}$$

Profundidad de cálculo para presión efectiva:

$$P_{eff} := \min\left(L_{hinca}, 20 \cdot D\right) + L_{libre} = 14\ m$$

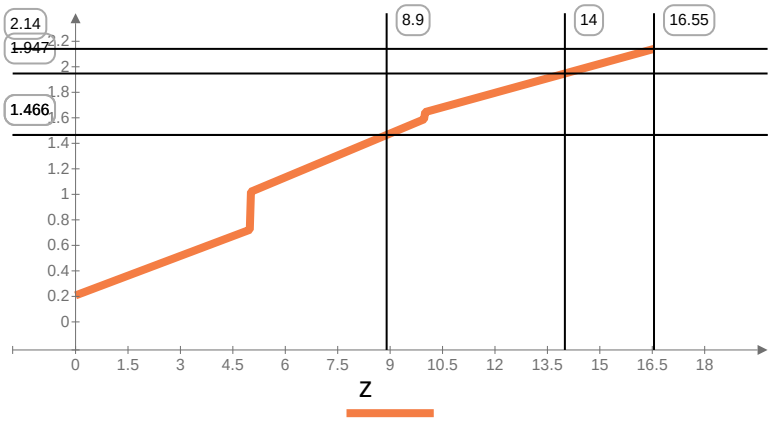
$N_q(P_{eff}) = 6.399$ $\quad N_q(P_{eff} - pas_{sup}) = 10.662$ $\quad N_q(P_{eff} + act_{inf}) = 6.399$

$N_c(P_{eff}) = 14.835$ $\quad N_c(P_{eff} - pas_{sup}) = 20.721$ $\quad N_c(P_{eff} + act_{inf}) = 14.835$

Profundidad de la zona pasiva superior: $P_{eff} - pas_{sup} = 8.9\ m$ $N_q(P_{eff} - pas_{sup}) = 10.662$
Profundidad efectiva punta del pilote: $P_{eff} = 14\ m$ $N_q(P_{eff}) = 6.399$
Profundidad de la zona activa inferior: $P_{eff} + act_{inf} = 16.55\ m$ $N_q(P_{eff} + act_{inf}) = 6.399$

Terreno $(P_{eff} - pas_{sup})$ = "Arcilla marron" Terreno (P_{eff}) = "Sauló margosa"
Terreno $(P_{eff} + act_{inf})$ = "Sauló margosa"

$$r_{punta}(z) := \text{if } tipo_{pilote} = \text{"excavado"} \left\| \min\left(1.5 \cdot f_D \cdot \left(\sigma'_v(z) \cdot N_q(z) + c'(z) \cdot N_c(z)\right), 20\ MPa\right) \right| \text{else} \left\| \min\left(3 \cdot f_D \cdot \left(\sigma'_v(z) \cdot N_q(z) + c'(z) \cdot N_c(z)\right), 20\ MPa\right) \right|$$



$r_{punta}(z \cdot m)\ (MPa)$

Cálculo de resistencia por punta en zona pasiva superior:
$r_{p\_pasiva.superior} := r_{punta}(P_{eff} - pas_{sup}) = 1.466\ MPa$

Cálculo de resistencia por punta en zona pasiva inferior:

$r_{p\_pasiva.inferior} := r_{punta}(P_{eff} + act_{inf}) = 2.14\ MPa$

$r_{punta}(P_{eff}) = 1.947\ MPa$

Cálculo de resistencia por punta promedio lo largo de la zona activa y pasiva:

$$r_{punta\_promedio.resistencias} := \frac{\int_{P_{eff} - pas_{sup}}^{P_{eff} + act_{inf}} r_{punta}(t)\, dt}{act_{inf} + pas_{sup}} = 1.84\ MPa$$

Cálculo de la resistencia por punta como promedio de las características del material a lo largo de la zona pasiva y activa (Criterio ROM)

En esos casos de terreno heterogéneo, se supondrá que la carga de hundimiento por la punta está controlada por un terreno con las características medias de la zona comprendida entre dos diámetros bajo la punta (zona activa inferior) y cinco diámetros sobre la punta (zona pasiva superior), aproximadamente.

$$\phi_{promedio} := \frac{\int_{P_{eff} - pas_{sup}}^{P_{eff} + act_{inf}} \phi'(t)\,dt}{act_{inf} + pas_{sup}} = 20.718\ °$$

$$c'_{promedio} := \frac{\int_{P_{eff} - pas_{sup}}^{P_{eff} + act_{inf}} c'(t)\,dt}{act_{inf} + pas_{sup}} = 54.248\ kPa$$

$$N_{q\_promedio} := \frac{1 + \sin(\phi_{promedio})}{1 - \sin(\phi_{promedio})} \cdot e^{\pi \cdot \tan(\phi_{promedio})} = 6.874$$

$$N_{c\_promedio} := \frac{N_{q\_promedio} - 1}{\tan(\phi_{promedio})} = 15.53$$

$$r_{punta\_promedio.materiales} := \begin{cases} \text{if } tipo_{pilote} = \text{“excavado”} \\ \quad 0.5 \cdot \min\left(3 \cdot f_D \cdot \left(\sigma'_v(P_{eff}) \cdot N_{q\_promedio} + c'_{promedio} \cdot N_{c\_promedio}\right), 20\ MPa\right) \\ \text{else} \\ \quad 1 \cdot \min\left(3 \cdot f_D \cdot \left(\sigma'_v(P_{eff}) \cdot N_{q\_promedio} + c'_{promedio} \cdot N_{c\_promedio}\right), 20\ MPa\right) \end{cases}$$

$$r_{punta\_promedio.materiales} = 1.97\ MPa$$

Resistencia por punta finalmente adoptada

$$r_{punta\_promedio} := \frac{r_{punta\_promedio.materiales} + r_{punta\_promedio.resistencias}}{2} = 1.905\ MPa$$

$r_{punta\_promedio.materiales} = 1.97\ MPa$ $r_{punta\_promedio.resistencias} = 1.84\ MPa$

Análisis de la capacidad portante del pilote hincado en el fondo una profundidad $L_{hinca} = 14\ m$

Resistencia por punta: $Q_{punta\_GCOC} := r_{punta\_promedio.resistencias} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D^2 = 1044.25\ kN$

$$Q_{punta\_ROM} := r_{punta\_promedio.materiales} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D^2 = (1.118 \cdot 10^3)\ kN$$

$$Q_{punta\_PROMEDIO} := r_{punta\_promedio} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D^2 = 1081.003\ kN$$

Resistencia por fuste: $Q_{fuste\_hinca} := \int_{Prof - L_{hinca}}^{Prof} r_{fuste}(z)\,dz \cdot \pi \cdot D = (1.586 \cdot 10^3)\ kN$

$Q_{fuste\_hinca} = 161.765\ tonnef$

Capacidad portante:

$$Q_{hundimiento\_GCOC} := \left(Q_{punta\_GCOC} + Q_{fuste\_hinca}\right) \cdot \eta_{grupo} = \left(2.24 \cdot 10^3\right)\ \text{kN}$$

$$Q_{hundimiento\_ROM} := \left(Q_{punta\_ROM} + Q_{fuste\_hinca}\right) \cdot \eta_{grupo} = \left(2.303 \cdot 10^3\right)\ \text{kN}$$

$$Q_{hundimiento\_PROMEDIO} := \left(Q_{punta\_PROMEDIO} + Q_{fuste\_hinca}\right) \cdot \eta_{grupo} = \left(2.272 \cdot 10^3\right)\ \text{kN}$$

Análisis del factor de seguridad a hundimiento según la GCOC

El procedimiento empleado para el cálculo de la carga de hundimiento es analítico, con lo que $FS_{fund} := 2.6$ para combinación fundamental

$$FS_{hundimiento\_GCOC} := \frac{Q_{hundimiento\_GCOC} - N_{pilote\_efectivo}}{\frac{N_{k\_max.axil}}{\gamma_{serv}}} = 2.606 \quad > \quad FS_{fund} = 2.6 \quad \text{OK}$$

$$FS_{hundimiento\_ROM} := \frac{Q_{hundimiento\_ROM} - N_{pilote\_efectivo}}{\frac{N_{k\_max.axil}}{\gamma_{serv}}} = 2.683 \quad > \quad FS_{fund} = 2.6 \quad \text{OK}$$

$$FS_{hundimiento\_PROMEDIO} := \frac{Q_{hundimiento\_PROMEDIO} - N_{pilote\_efectivo}}{\frac{N_{k\_max.axil}}{\gamma_{serv}}} = 2.644 \quad > \quad FS_{fund} = 2.6 \quad \text{OK}$$

4. ANÁLISIS TOPE ESTRUCTURAL DEL PILOTE

Consideraremos un tope estructural $\sigma_{tope} := 4\ \text{MPa}$

La tensióN en el pilote será

$$\sigma_{ed} := \frac{\frac{N_{k\_max.axil}}{\gamma_{serv}} + N_{pilote\_efectivo}}{\pi \cdot \frac{D^2}{4}}$$

$$\sigma_{ed} = 1.633\ \text{MPa}$$

$$Ratio_{tope} := \frac{\sigma_{ed}}{\sigma_{tope}} = 40.832\% \quad \text{ok}$$

TIPO DE PILOTE		VALORES DE σ (MPa)	
Hincado	Hormigón pretensado	0,30 (f_{ck} – 0,90 f_p)	
	Hormigón armado	0,30 f_{ck}	
	Metálico	0,33 f_{yk}	
	Madera	5	
		TIPO DE APOYO	
		SUELO FIRME	ROCA
Perforado de hormigón «in situ»	Entubado	5	6
	Con lodos	4	5
	En seco	4	5
	Barrenado	4	No aplicable

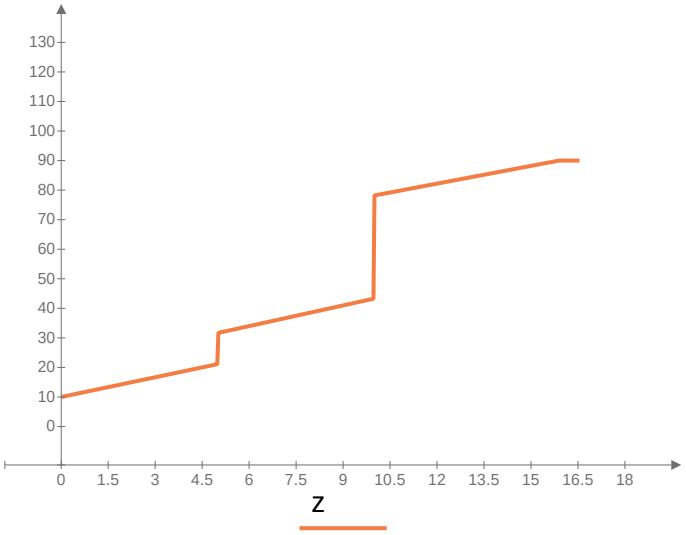
5. ANÁLISIS ASENTAMIENTO

$$s := \left(\frac{D}{40 \cdot Q_{hundimiento\_GCOC}} + \frac{Prof}{\pi \cdot \frac{D^2}{4} \cdot E_{cm}} \right) \cdot \left(\frac{N_{k\_max.axil}}{\gamma_{serv}} + N_{pilote\_efectivo} \right) = 9.591 \ \text{mm}$$

6. PARÁMETROS GEOTÉCNICOS PROMEDIOS ESTIMADOS

$r_{punta\_promedio.resistencias} = 1840.25$ **kPa**

TERRENO	RESISTENCIA FUSTE	RESISTENCIA ARRANQUE
$TERRENO_0$ = "Relleno"	$r_{fuste}\left(\frac{h_0 + h_1}{2}\right) = 37.487$ **kPa**	$r_{fuste}\left(\frac{h_0 + h_1}{2}\right) \cdot 0.7 = 26.241$ **kPa**
$TERRENO_1$ = "Arcilla marron"	$r_{fuste}\left(\frac{h_1 + h_2}{2}\right) = 88.208$ **kPa**	$r_{fuste}\left(\frac{h_1 + h_2}{2}\right) \cdot 0.7 = 61.745$ **kPa**
$TERRENO_2$ = "Sauló margosa"	$r_{fuste}\left(\frac{h_2 + h_3}{2}\right) = 90$ **kPa**	$r_{fuste}\left(\frac{h_2 + h_3}{2}\right) \cdot 0.7 = 63$ **kPa**



$r_{fuste}(z \cdot m)$ (kPa)

7. ANÁLISIS DE ARMADURA DEL ENCEPADO

Coeficiente de mayoración de acciones $\gamma_A := 1.35$

Reacción de cálculo de una viga

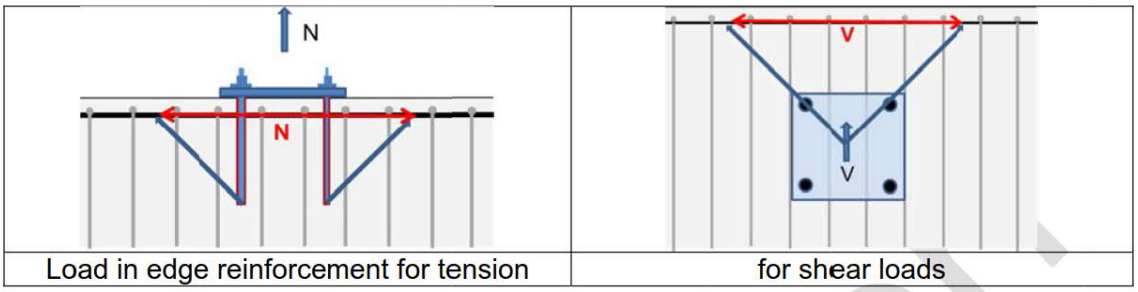
$R_{ed} := N_{k\_apoyo} \cdot \gamma_A = (1.457 \cdot 10^3)\ \mathbf{kN}$

$V_{ed} := (40\ \mathbf{kN} + 2\ \mathbf{kN} + 28\ \mathbf{kN}) \cdot \gamma_A = 94.5\ \mathbf{kN}$

Ángulo de una biela: $\alpha := \operatorname{atan}\left(\frac{h_e}{0.5 \cdot s_{vigas}}\right) = 42.119\ °$

Resistencia característica de cálculo $f_{ck} := 30\ \mathbf{MPa}$ $f_{cd} := f_{ck} \cdot 1.5^{-1} = 20\ \mathbf{MPa}$

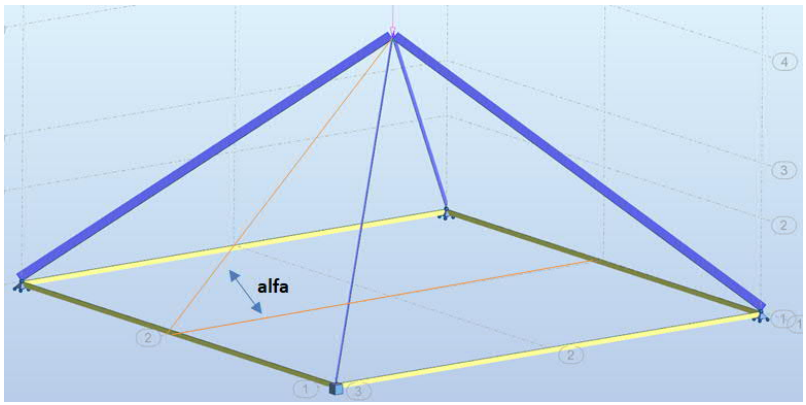
- A surface or edge reinforcement perpendicular to the anchor load is required to take up the splitting forces. The stress induced into this edge reinforcement can be estimated by a 45° strut and tie model:



Load in edge reinforcement for tension | for shear loads

Tipo de análisis para la tracción $analisis_{tracc} := \text{“2D”}$ ["2D", "3D"]

Tipo de análisis para el cortante $analisis_{cort} := \text{“2D”}$ ["2D", "3D"]



Celosía espacial con ángulo plano de bielas:
$\alpha = 42.119\ °$

$\alpha' := \operatorname{atan}\left(\frac{\tan(\alpha)}{\sqrt{2}}\right) = 32.592\ °$

$V := V_{ed} = 94.5$ kN $\qquad N := R_{ed} = (1.457 \cdot 10^3)$ kN

Tracción estimada en el tirante:

$$T_{tracc} := \text{if } analisis_{tracc} = \text{"2D"} \left| \begin{array}{l} 0.5\ N \cdot \tan(\alpha)^{-1} \\ \text{else} \\ 0.25\ N \cdot \tan(\alpha)^{-1} \end{array} \right.$$

$$T_{cort} := 0.5\ V \cdot \tan(\alpha)^{-1}$$

$T_{tracc} = 805.751$ kN

$T_{cort} = 52.259$ kN

Compresión estimada en la biela:

$$C_{tracc} := \text{if } analisis_{tracc} = \text{"2D"} \left| \begin{array}{l} 0.5\ N \cdot \sin(\alpha)^{-1} \\ \text{else} \\ 0.25\ N \cdot \sin(\alpha')^{-1} \end{array} \right.$$

$$C_{cort} := 0.5\ V \cdot \sin(\alpha)^{-1}$$

$C_{tracc} = (1.086 \cdot 10^3)$ kN

$C_{cort} = 70.452$ kN

$C := \max(C_{tracc}, C_{cort}) = 1086.272$ kN

Tensiones en biela:

ancho biela: $a_{biela} := D = 85$ cm

canto biela: $h_{biela} := 0.5 \cdot D \cdot \sin(\alpha) = 28.503$ cm

$$\sigma_{biela} := \frac{C}{a_{biela} \cdot h_{biela}} = 4.484 \text{ MPa} \qquad \sigma_{2c} := 0.7 \cdot f_{cd} = 14 \text{ MPa}$$

$$Ratio_{biela} := \frac{\sigma_{biela}}{\sigma_{2c}} = 32.025\% \qquad \text{ok}$$

Armadura requerida en tirante:

Tensión considerada de trabajo: $f_{y\_considerada} := 200 \text{ MPa} \cdot \gamma_A = 270 \text{ MPa}$

$$A_{S.nec\_traccion} := \frac{T_{tracc}}{f_{y\_considerada}} = 29.843 \text{ cm}^2$$

$$A_{S.nec\_cortante} := \frac{T_{cort}}{f_{y\_considerada}} = 1.936 \text{ cm}^2$$

Propuesta de armadura a disponer para prevenir roturas en el hormigón por la presencia del anclaje:

$\phi_{barra\_tracc} := 25$ mm $\qquad n_{barras\_tracc} := 10$

$\phi_{barra\_cort} := 25$ mm $\qquad n_{barras\_cort} := 1$

MÁXIMO DIÁMETRO DE LAS BARRAS PARA CONTROLAR LA FISURACIÓN

Tensión del acero[1] *[N/mm²]*	*Diámetro máximo de la barra [mm]*		
	w_k = 0,4 mm	w_k = 0,3 mm	w_k = 0,2 mm
160	40	32	25
200	32	25	16
240	20	16	12
280	16	12	8
320	12	10	6
360	10	8	5
400	8	6	4
450	6	5	–

[1] La tensión del acero se calcula en sección fisurada bajo la combinación de acciones relevante

$$A_{S\_dispuesto\_tirante\_tracc} := \frac{\pi}{4} \cdot \phi_{barra\_tracc}^{\ 2} \cdot n_{barras\_tracc} = 49.087\ cm^2$$

$$A_{S\_dispuesto\_tirante\_cort} := \frac{\pi}{4} \cdot \phi_{barra\_cort}^{\ 2} \cdot n_{barras\_cort} = 4.909\ cm^2$$

$$Ratio_{tirante\_traccion\_anclaje} := \frac{A_{S.nec\_traccion}}{A_{S\_dispuesto\_tirante\_tracc}} = 60.795\% \qquad ok$$

$$Ratio_{tirante\_cortante\_anclaje} := \frac{A_{S.nec\_cortante}}{A_{S\_dispuesto\_tirante\_cort}} = 39.43\% \qquad ok$$

Programa: CivilEstudio

Versión: 34 - 6
Barcelona, 2018

CivilEstudio, software propiedad de CivilCAD Consultores, S.L.
Autores: L.M.Callís, J.M.Roig, I.Callís, P.Reinés
Licencia de uso concedida a: Most Enginyers, S.L.
Número de usuario: 12202

Proyecto:

Nombre del proyecto: *PRECÀLCUL DE LES ESTRUCTURES DEL PROJECTE D'OBRES BÀSIQUES D'URBANITZACIÓ DEL PLA DIRECTOR URBANÍSTIC DEL CENTRE DIRECCIONAL DE CERDANYOLA DEL VALLÈS*
Nombre de la estructura: *2. V-B.2. Pont sobre el torrent de Magrans a l'eix-B*
Nombre del elemento estructural: *Tauler*
Tipo de estructura: *Vigas pretesadas*
Funcionalidad de la estructura: *Estructura de Carretera*
Clase de estructura: *Tablero sin tierras*
Vida útil: *100 años*

Normativas:

Ámbito: *Normas españolas*

Unidades:

Sistema *S.I.*

Despiece:

Sistema Métrico Europeo

Módulo del programa:

Módulo Tablero de vigas
Nombre del archivo de proyecto: *vb2_rev1.vig*
Ruta de acceso: *p:\parc de l'alba\estructures\2. v-b.2_ok\civilcad*

Informe:

Tipo de informe: *Informe de la Memoria de cálculo*
Informe generado el día 11-02-2021 a las 16:48:44.

Índice

1 Verificaciones en las vigas y riostras.

1.1 Verificaciones en las vigas.
1.2 Verificaciones en las riostras.

2 Verificaciones en la losa.

3 DEFINICIÓN DEL PROYECTO

3.1 Normativas
3.2 Geometría
3.2.1 Definición de los contornos laterales
3.2.2 Definición de los ejes de apoyos
3.2.3 Definición de los ejes de vigas
3.2.4 Definición de la losa
3.2.5 Definición de las vigas
3.2.5.1 Contorno de la sección
3.2.5.2 Armadura pasiva perimetral
3.2.5.3 Propiedades geomecánicas de la sección
3.2.5.3.1 Secciones reales
3.2.5.3.2 Secciones eficaces
3.2.6 Geometría de vigas y losa en zona de apoyos
3.2.6.1 Culatas
3.2.6.2 Recrecido del alma en apoyos
3.2.6.3 Losa en apoyos
3.2.7 Coacciones en los apoyos
3.2.8 Situación de transporte / izado
3.3 Materiales
3.3.1 Hormigón Vigas
3.3.2 Hormigón Losa
3.3.3 Hormigón Prelosas
3.3.4 Armadura pasiva Vigas
3.3.5 Armadura pasiva Losa
3.3.6 Acero de la armadura activa del pretesado Vigas
3.4 Recubrimientos geométricos
3.5 Clases de exposición y fisuración
3.6 Calendario de ejecución
3.7 Definición del pretesado
3.8 Definición de la armadura pasiva
3.8.1 Armadura de flexión. Zona central.
3.8.2 Armadura de flexión. Zona de extremos.
3.9 Acciones
3.9.1 Acciones permanentes
3.9.2 Acciones variables
3.10 Coeficientes de seguridad
3.10.1 Coeficientes de mayoración de las acciones, γ_F
3.10.2 Coeficientes de combinación
3.10.3 Flechas relativas admisibles
3.11 Configuración del cálculo
3.12 Tráfico. Cálculo de la losa

4 Modelo de viga simple (sin losa)

5 Modelo del tablero para el cálculo de las vigas

6 Modelo del tablero para el cálculo de la losa

7 ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS EN LAS VIGAS

8 FUERZA DE PRETENSADO

8.1 Fuerzas de pretesado
8.1.1 Fuerza de pretesado a lo largo de cada cable en cada instante
8.1.2 Pérdidas de pretesado totales
8.1.3 Pérdidas de pretesado totales (%)

9 VERIFICACIÓN DEL EL ENCAJE TENSIONAL EN LAS VIGAS

9.1 Tensiones admisibles
9.2 Situación persistente. Combinación cuasi permanente
9.3 Situación persistente. Combinación frecuente
9.4 Situación persistente. Combinación característica
9.5 Resumen de verificaciones

10 VERIFICACIÓN DEL EL FISURACIÓN EN LAS VIGAS

10.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente
10.2 Situación persistente. Combinación frecuente
10.3 Situación persistente. Combinación característica
10.4 Resumen de verificaciones

11 ROTURA POR FLEXIÓN EN LAS VIGAS

11.1 Situación persistente. Combinación fundamental
11.2 Resumen de verificaciones

12 ROTURA POR CORTANTE EN LAS VIGAS

12.1 Situación persistente. Combinación fundamental
12.2 Resumen de armaduras
12.3 Resumen de verificaciones

13 ROTURA POR TORSIÓN EN LAS VIGAS

13.1 Comprobación del Estado Límite Último por torsión
13.1.1 Situación persistente. Combinación fundamental
13.2 Comprobación de la Interacción Cortante - Torsión
13.2.1 Situación persistente. Combinación fundamental
13.3 Resumen de armaduras
13.4 Resumen de verificaciones

14 RASANTE VIGA - LOSA

14.1 Resumen de armaduras
14.2 Resumen de verificaciones

15 RASANTE EN EL ALA INFERIOR DE LAS VIGAS

15.1 Resumen de armaduras
15.2 Resumen de verificaciones

16 RASANTE EN EL ALA SUPERIOR DE LAS VIGAS

16.1 Resumen de armaduras
16.2 Resumen de verificaciones

17 Flechas

17.1 Flechas características
17.2 Situación persistente. Combinación característica
17.3 Verificación de flechas
17.3.1 Resumen de verificaciones

18 Giros

18.1 Giros característicos
18.2 Situación persistente. Combinación característica

20 CÁLCULO DE LA CUANTÍA DE ACERO EN LAS VIGAS

20.1 Cálculo de la armadura de difusión del pretensado
20.2 Resumen de cuantías de armadura transversal

21 CÁLCULO DE LA SITUACIÓN DE TRANSPORTE DE LAS VIGAS

22 ROTURA POR FLEXIÓN EN LA LOSA

22.1 Esfuerzos de flexión mayorados
22.1.1 Situación persistente. Combinación fundamental
22.2 Armadura de flexión
22.3 Resumen de verificaciones

23 ROTURA POR CORTANTE EN LA LOSA

23.1 Esfuerzos cortantes mayorados
23.1.1 Situación persistente. Combinación fundamental
23.2 Comprobación de las bielas de compresión
23.3 Armadura de cálculo de cortante
23.4 Armadura mínima de cortante
23.5 Resumen de verificaciones

24 VERIFICACIÓN DEL EL FISURACIÓN EN LA LOSA

24.1 Cálculo a fisuración
24.1.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente
24.2 Resumen de verificaciones

26 PRUEBA DE CARGA

27 Reacciones por apoyo. Valores característicos

28 Reacciones por apoyo. Valores de combinación

29 Reacciones por eje. Valores característicos

30 Reacciones por eje. Valores de combinación

1 Verificaciones en las vigas y riostras.

Nombre del proyecto: *PRECÀLCUL DE LES ESTRUCTURES DEL PROJECTE D'OBRES BÀSIQUES D'URBANITZACIÓ DEL PLA DIRECTOR URBANÍSTIC DEL CENTRE DIRECCIONAL DE CERDANYOLA DEL VALLÈS*
Nombre de la estructura: *2. V-B.2. Pont sobre el torrent de Magrans a l'eix-B*
Nombre del elemento estructural: *Tauler*
Tipo de estructura: *Vigas pretesadas*
Funcionalidad de la estructura: *Estructura de Carretera*
Clase de estructura: *Tablero sin tierras*
Vida útil: *100 años*

1.1 Verificaciones en las vigas.

Viga 1		
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Encaje tensional.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por flexión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por cortante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por torsión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por rasante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural de servicio de deformaciones		
Situación persistente	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Control de fisuración.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por fatiga		
Combinación de fatiga	Combinación fundamental	Cumple
Obtención del despiece de la armadura		
Generación del armado	.	Cumple

Viga 2		
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Encaje tensional.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por flexión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por cortante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por torsión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por rasante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural de servicio de deformaciones		
Situación persistente	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Control de fisuración.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por fatiga		
Combinación de fatiga	Combinación fundamental	Cumple
Obtención del despiece de la armadura		
Generación del armado	.	Cumple

Viga 3		
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Encaje tensional.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por flexión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por cortante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple

Estado límite estructural último de rotura por torsión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por rasante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural de servicio de deformaciones		
Situación persistente	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Control de fisuración.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por fatiga		
Combinación de fatiga	Combinación fundamental	Cumple
Obtención del despiece de la armadura		
Generación del armado	.	Cumple

Viga 4		
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Encaje tensional.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por flexión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por cortante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por torsión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por rasante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural de servicio de deformaciones		
Situación persistente	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Control de fisuración.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple

Estado límite estructural último de rotura por fatiga		
Combinación de fatiga	Combinación fundamental	Cumple
Obtención del despiece de la armadura		
Generación del armado	.	Cumple

Viga 5		
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Encaje tensional.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por flexión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por cortante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por torsión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por rasante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural de servicio de deformaciones		
Situación persistente	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Control de fisuración.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por fatiga		
Combinación de fatiga	Combinación fundamental	Cumple
Obtención del despiece de la armadura		
Generación del armado	.	Cumple

Viga 6		
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Encaje tensional.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple

Estado límite estructural último de rotura por flexión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por cortante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por torsión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por rasante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural de servicio de deformaciones		
Situación persistente	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Control de fisuración.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por fatiga		
Combinación de fatiga	Combinación fundamental	Cumple
Obtención del despiece de la armadura		
Generación del armado	.	Cumple

Viga 7		
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Encaje tensional.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por flexión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por cortante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por torsión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por rasante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural de servicio de deformaciones		
Situación persistente	Combinación característica	Cumple

Estado límite estructural de servicio de fisuración. Control de fisuración.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por fatiga		
Combinación de fatiga	Combinación fundamental	Cumple
Obtención del despiece de la armadura		
Generación del armado	.	Cumple

Viga 8		
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Encaje tensional.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por flexión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por cortante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por torsión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por rasante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural de servicio de deformaciones		
Situación persistente	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Control de fisuración.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por fatiga		
Combinación de fatiga	Combinación fundamental	Cumple
Obtención del despiece de la armadura		
Generación del armado	.	Cumple

Viga 9

Estado límite estructural de servicio de fisuración. Encaje tensional.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por flexión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por cortante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por torsión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por rasante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural de servicio de deformaciones		
Situación persistente	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Control de fisuración.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por fatiga		
Combinación de fatiga	Combinación fundamental	Cumple
Obtención del despiece de la armadura		
Generación del armado	.	Cumple

1.2 Verificaciones en las riostras.

2 Verificaciones en la losa.

Nombre del proyecto: *PRECÀLCUL DE LES ESTRUCTURES DEL PROJECTE D'OBRES BÀSIQUES D'URBANITZACIÓ DEL PLA DIRECTOR URBANÍSTIC DEL CENTRE DIRECCIONAL DE CERDANYOLA DEL VALLÈS*
Nombre de la estructura: *2. V-B.2. Pont sobre el torrent de Magrans a l'eix-B*
Nombre del elemento estructural: *Tauler*
Tipo de estructura: *Vigas pretesadas*
Funcionalidad de la estructura: *Estructura de Carretera*
Clase de estructura: *Tablero sin tierras*
Vida útil: *100 años*

Losa		
Estado límite estructural último de rotura por flexión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural de servicio de fisuración		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por cortante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Obtención del despiece de la armadura		
Generación del armado	.	Cumple

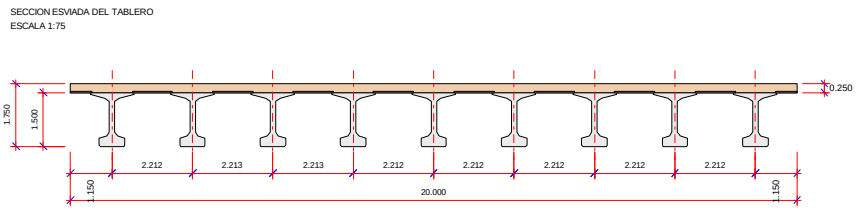
3 DEFINICIÓN DEL PROYECTO

3.1 Normativas

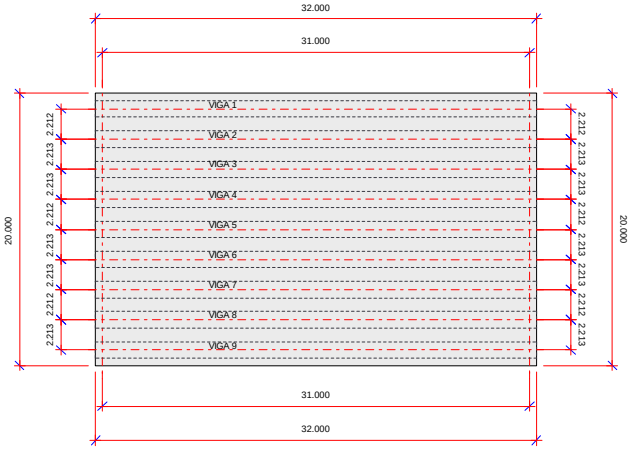
IAP. Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera. V. 2011
EHE. Instrucción Española del Hormigón Estructural. V. 2008

3.2 Geometría

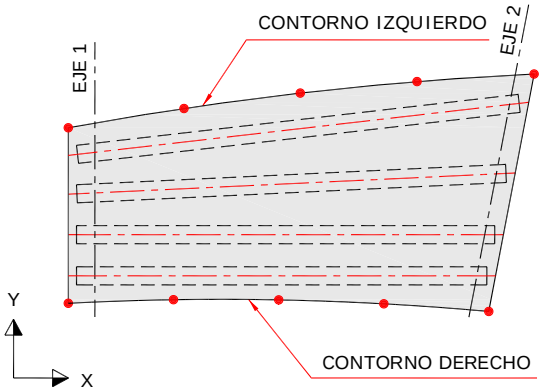
Sección transversal del tablero



Planta del tablero



3.2.1 Definición de los contornos laterales



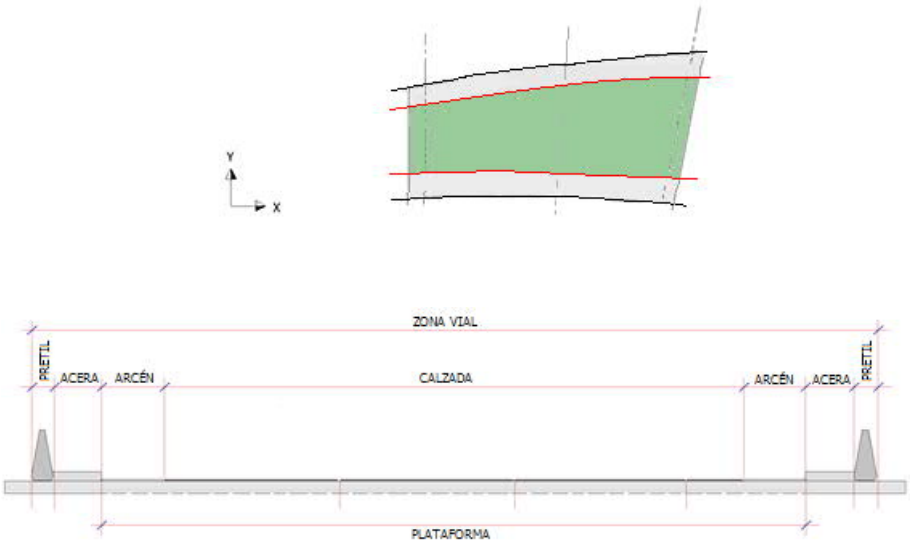
Contorno izquierdo:

Punto	X (m)	Y (m)
1	-10.000	20.000
2	41.000	20.000

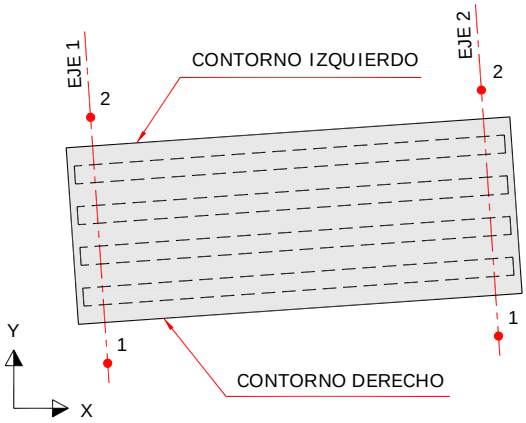
Contorno derecho:

Punto	X (m)	Y (m)
1	-10.000	0.000
2	41.000	0.000

Zona vial coincidente con los contornos.



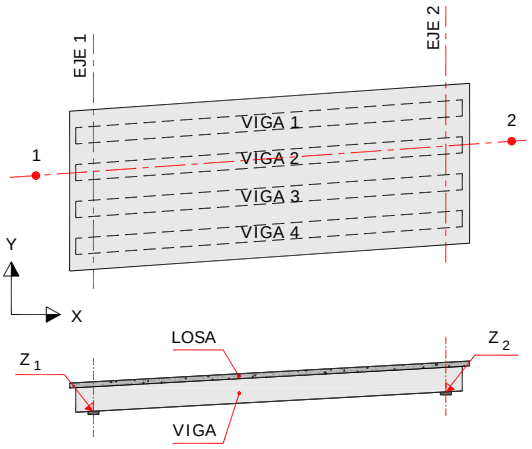
3.2.2 Definición de los ejes de apoyos



Coordenadas en planta de los ejes de apoyos :

	Punto 1		Punto 2	
Eje	X_1 (m)	Y_1 (m)	X_2 (m)	Y_2 (m)
1	0.000	0.000	-0.000	20.000
2	31.000	0.000	31.000	20.000

3.2.3 Definición de los ejes de vigas



Coordenadas en planta de las vigas:

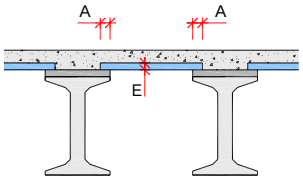
	Punto 1			Punto 2			Longitudes	
Viga	X_1 (m)	Y_1 (m)	Z_1 (m)	X_2 (m)	Y_2 (m)	Z_2 (m)	$L_{cálculo}$ (m)	L_{total} (m)
1	-10.000	18.850	-1.850	41.000	18.850	-1.850	31.000	32.000
2	-10.000	16.638	-1.850	41.000	16.638	-1.850	31.000	32.000
3	-10.000	14.425	-1.850	41.000	14.425	-1.850	31.000	32.000
4	-10.000	12.212	-1.850	41.000	12.212	-1.850	31.000	32.000
5	-10.000	10.000	-1.850	41.000	10.000	-1.850	31.000	32.000
6	-10.000	7.787	-1.850	41.000	7.787	-1.850	31.000	32.000
7	-10.000	5.575	-1.850	41.000	5.575	-1.850	31.000	32.000
8	-10.000	3.363	-1.850	41.000	3.363	-1.850	31.000	32.000
9	-10.000	1.150	-1.850	41.000	1.150	-1.850	31.000	32.000

3.2.4 Definición de la losa

Definición de la losa

Losa de espesor constante
Espesor : 0.250 m

Definición de las prelosas



Se dispone prelosa

Anchura de apoyo : 0.050 m

Espesor de la prelosa : 0.040 m

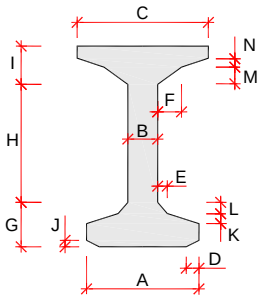
3.2.5 Definición de las vigas

Viga	Tipo	Catálogo	Nombre
1	Doble T	Precon	DT-PRE-150-120-B
2	Doble T	Precon	DT-PRE-150-120-B
3	Doble T	Precon	DT-PRE-150-120-B

4	Doble T	Precon	DT-PRE-150-120-B
5	Doble T	Precon	DT-PRE-150-120-B
6	Doble T	Precon	DT-PRE-150-120-B
7	Doble T	Precon	DT-PRE-150-120-B
8	Doble T	Precon	DT-PRE-150-120-B
9	Doble T	Precon	DT-PRE-150-120-B

3.2.5.1 Contorno de la sección

Sección DT-PRE-150-120-B :



Parámetro	Valor (mm)
A	700
B	150
C	1200
D	30
E	75
F	125
G	400
H	850
I	250
J	30
K	70
L	110
M	100
N	100

3.2.5.2 Armadura pasiva perimetral

Sección DT-PRE-150-120-B :

Valores calculados por el programa.

3.2.5.3 Propiedades geomecánicas de la sección

Instante	Descripción
I1	Tras la transferencia del pretesado
I2	Tras el hormigonado de la losa
I3	Tras la disposición de la superestructura
I4	Tras la apertura al tráfico
I5	A tiempo infinito

En los informes se utilizan las siguientes definiciones y notaciones:
Sección bruta : Sección de hormigón homogeneizada sin considerar la armadura pasiva ni la activa.
Sección neta : Se corresponde con la sección bruta pero añadiendo los huecos de las vainas de postesado.
Sección homogeneizada : Se añade a la sección neta la armadura activa que ya está inyectada en instantes anteriores, que se homogeneiza respecto del hormigón.
A : Área de la sección.

I_x : Momento de inercia respecto del eje horizontal que pasa por el centro de gravedad.
V_i : Distancia del centro de gravedad a la fibra inferior de la sección.

3.2.5.3.1 Secciones reales

Las secciones siguientes NO incluyen la reducción del ancho de losa asociada al coeficiente de ancho eficaz.
Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 1

		Sección real bruta			Sección real neta			Sección real homogeneizada		
Instante	Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
I1	1.500	0.508	0.159	-0.741	0.503	0.157	-0.747	0.529	0.168	-0.716
I2	1.500	0.508	0.159	-0.741	0.503	0.157	-0.747	0.529	0.168	-0.716
I3	1.750	0.945	0.349	-1.155	0.941	0.344	-1.160	0.966	0.372	-1.132
I4	1.750	0.945	0.349	-1.155	0.941	0.344	-1.160	0.966	0.372	-1.132
I5	1.750	0.945	0.349	-1.155	0.941	0.344	-1.160	0.966	0.372	-1.132

Viga 2

		Sección real bruta			Sección real neta			Sección real homogeneizada		
Instante	Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
I1	1.500	0.508	0.159	-0.741	0.503	0.157	-0.747	0.529	0.168	-0.716
I2	1.500	0.508	0.159	-0.741	0.503	0.157	-0.747	0.529	0.168	-0.716
I3	1.750	0.938	0.347	-1.150	0.933	0.342	-1.156	0.958	0.370	-1.128
I4	1.750	0.938	0.347	-1.150	0.933	0.342	-1.156	0.958	0.370	-1.128
I5	1.750	0.938	0.347	-1.150	0.933	0.342	-1.156	0.958	0.370	-1.128

Viga 3

		Sección real bruta			Sección real neta			Sección real homogeneizada		
Instante	Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
I1	1.500	0.508	0.159	-0.741	0.503	0.157	-0.747	0.529	0.168	-0.716
I2	1.500	0.508	0.159	-0.741	0.503	0.157	-0.747	0.529	0.168	-0.716
I3	1.750	0.938	0.347	-1.150	0.933	0.342	-1.156	0.958	0.370	-1.128
I4	1.750	0.938	0.347	-1.150	0.933	0.342	-1.156	0.958	0.370	-1.128
I5	1.750	0.938	0.347	-1.150	0.933	0.342	-1.156	0.958	0.370	-1.128

Viga 4

		Sección real bruta			Sección real neta			Sección real homogeneizada		
Instante	Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
I1	1.500	0.508	0.159	-0.741	0.503	0.157	-0.747	0.529	0.168	-0.716
I2	1.500	0.508	0.159	-0.741	0.503	0.157	-0.747	0.529	0.168	-0.716
I3	1.750	0.938	0.347	-1.150	0.933	0.342	-1.156	0.958	0.370	-1.128
I4	1.750	0.938	0.347	-1.150	0.933	0.342	-1.156	0.958	0.370	-1.128
I5	1.750	0.938	0.347	-1.150	0.933	0.342	-1.156	0.958	0.370	-1.128

Viga 5

		Sección real bruta			Sección real neta			Sección real homogeneizada		
Instante	Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
I1	1.500	0.508	0.159	-0.741	0.503	0.157	-0.747	0.529	0.168	-0.716
I2	1.500	0.508	0.159	-0.741	0.503	0.157	-0.747	0.529	0.168	-0.716
I3	1.750	0.938	0.347	-1.150	0.933	0.342	-1.156	0.958	0.370	-1.128
I4	1.750	0.938	0.347	-1.150	0.933	0.342	-1.156	0.958	0.370	-1.128
I5	1.750	0.938	0.347	-1.150	0.933	0.342	-1.156	0.958	0.370	-1.128

Viga 6

		Sección real bruta			Sección real neta			Sección real homogeneizada		
Instante	Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
I1	1.500	0.508	0.159	-0.741	0.503	0.157	-0.747	0.529	0.168	-0.716
I2	1.500	0.508	0.159	-0.741	0.503	0.157	-0.747	0.529	0.168	-0.716
I3	1.750	0.938	0.347	-1.150	0.933	0.342	-1.156	0.958	0.370	-1.128
I4	1.750	0.938	0.347	-1.150	0.933	0.342	-1.156	0.958	0.370	-1.128
I5	1.750	0.938	0.347	-1.150	0.933	0.342	-1.156	0.958	0.370	-1.128

Viga 7

		Sección real bruta			Sección real neta			Sección real homogeneizada		
Instante	Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
I1	1.500	0.508	0.159	-0.741	0.503	0.157	-0.747	0.529	0.168	-0.716
I2	1.500	0.508	0.159	-0.741	0.503	0.157	-0.747	0.529	0.168	-0.716
I3	1.750	0.938	0.347	-1.150	0.933	0.342	-1.156	0.958	0.370	-1.128
I4	1.750	0.938	0.347	-1.150	0.933	0.342	-1.156	0.958	0.370	-1.128
I5	1.750	0.938	0.347	-1.150	0.933	0.342	-1.156	0.958	0.370	-1.128

Viga 8

		Sección real bruta			Sección real neta			Sección real homogeneizada		
Instante	Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
I1	1.500	0.508	0.159	-0.741	0.503	0.157	-0.747	0.529	0.168	-0.716
I2	1.500	0.508	0.159	-0.741	0.503	0.157	-0.747	0.529	0.168	-0.716
I3	1.750	0.938	0.347	-1.150	0.933	0.342	-1.156	0.958	0.370	-1.128
I4	1.750	0.938	0.347	-1.150	0.933	0.342	-1.156	0.958	0.370	-1.128
I5	1.750	0.938	0.347	-1.150	0.933	0.342	-1.156	0.958	0.370	-1.128

Viga 9

		Sección real bruta			Sección real neta			Sección real homogeneizada		
Instante	Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
I1	1.500	0.508	0.159	-0.741	0.503	0.157	-0.747	0.529	0.168	-0.716
I2	1.500	0.508	0.159	-0.741	0.503	0.157	-0.747	0.529	0.168	-0.716
I3	1.750	0.945	0.349	-1.155	0.941	0.344	-1.160	0.966	0.372	-1.132
I4	1.750	0.945	0.349	-1.155	0.941	0.344	-1.160	0.966	0.372	-1.132
I5	1.750	0.945	0.349	-1.155	0.941	0.344	-1.160	0.966	0.372	-1.132

3.2.5.3.2 Secciones eficaces

Las secciones siguientes SI incluyen la reducción del ancho de losa asociada al coeficiente de ancho eficaz.
Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 1

	Sección eficaz bruta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz neta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz homogeneizada viga+losa para estado límite de servicio		
Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
1.750	0.945	0.349	-1.155	0.941	0.344	-1.160	0.966	0.372	-1.132

Viga 2

	Sección eficaz bruta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz neta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz homogeneizada viga+losa para estado límite de servicio		
Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
1.750	0.938	0.347	-1.150	0.933	0.342	-1.156	0.958	0.370	-1.128

Viga 3

	Sección eficaz bruta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz neta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz homogeneizada viga+losa para estado límite de servicio		
Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
1.750	0.938	0.347	-1.150	0.933	0.342	-1.156	0.958	0.370	-1.128

Viga 4

	Sección eficaz bruta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz neta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz homogeneizada viga+losa para estado límite de servicio		
Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
1.750	0.938	0.347	-1.150	0.933	0.342	-1.156	0.958	0.370	-1.128

Viga 5

	Sección eficaz bruta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz neta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz homogeneizada viga+losa para estado límite de servicio		
Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
1.750	0.938	0.347	-1.150	0.933	0.342	-1.156	0.958	0.370	-1.128

Viga 6

	Sección eficaz bruta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz neta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz homogeneizada viga+losa para estado límite de servicio		
Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
1.750	0.938	0.347	-1.150	0.933	0.342	-1.156	0.958	0.370	-1.128

Viga 7

	Sección eficaz bruta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz neta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz homogeneizada viga+losa para estado límite de servicio		
Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
1.750	0.938	0.347	-1.150	0.933	0.342	-1.156	0.958	0.370	-1.128

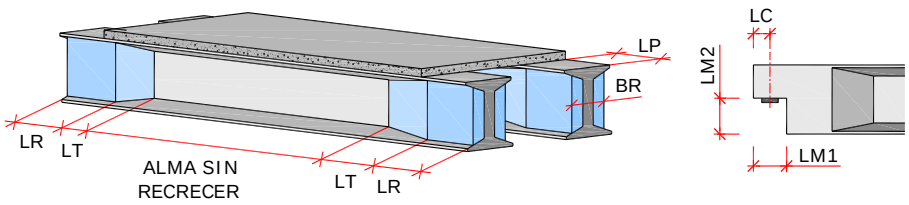
Viga 8

	Sección eficaz bruta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz neta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz homogeneizada viga+losa para estado límite de servicio		
Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
1.750	0.938	0.347	-1.150	0.933	0.342	-1.156	0.958	0.370	-1.128

Viga 9

	Sección eficaz bruta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz neta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz homogeneizada viga+losa para estado límite de servicio		
Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
1.750	0.945	0.349	-1.155	0.941	0.344	-1.160	0.966	0.372	-1.132

3.2.6 Geometría de vigas y losa en zona de apoyos



3.2.6.1 Culatas

Eje	Viga	Longitud (LC) (m)
1	1	0.500
1	2	0.500
1	3	0.500
1	4	0.500

1	5	0.500
1	6	0.500
1	7	0.500
1	8	0.500
1	9	0.500
2	1	0.500
2	2	0.500
2	3	0.500
2	4	0.500
2	5	0.500
2	6	0.500
2	7	0.500
2	8	0.500
2	9	0.500

3.2.6.2 Recrecido del alma en apoyos

Eje	Viga	Longitud (LR) (m)	Longitud de transición (LT) (m)	Anchura del alma (BR) (m)
1	1	1.800	0.500	0.700
1	2	1.800	0.500	0.700
1	3	1.800	0.500	0.700
1	4	1.800	0.500	0.700
1	5	1.800	0.500	0.700
1	6	1.800	0.500	0.700
1	7	1.800	0.500	0.700
1	8	1.800	0.500	0.700
1	9	1.800	0.500	0.700
2	1	1.800	0.500	0.700
2	2	1.800	0.500	0.700
2	3	1.800	0.500	0.700
2	4	1.800	0.500	0.700
2	5	1.800	0.500	0.700
2	6	1.800	0.500	0.700
2	7	1.800	0.500	0.700
2	8	1.800	0.500	0.700
2	9	1.800	0.500	0.700

3.2.6.3 Losa en apoyos

Tipo de junta en el eje 1: junta de dilatación

Distancia de los ejes de apoyos al borde de la losa en el eje 1 : 0.500 m

Tipo de junta en el eje 2: junta de dilatación

Distancia de los ejes de apoyos al borde de la losa en el eje 2 : 0.500 m

3.2.7 Coacciones en los apoyos

Viga	Apoyo	Vinculación	Constantes de rigidez elástica				
			Movimientos horizontales		Movimiento vertical	Giros	
			Ku_1 (kN/m)	Ku_2 (kN/m)	Ku_3 (kN/m)	Kg_1 (kNm/rad)	Kg_2 (kNm/rad)
1	1	Apoyo fijo					
1	2	Apoyo fijo					
2	1	Apoyo fijo					
2	2	Apoyo fijo					
3	1	Apoyo fijo					
3	2	Apoyo fijo					
4	1	Apoyo fijo					
4	2	Apoyo fijo					
5	1	Apoyo fijo					

5	2	Apoyo fijo
6	1	Apoyo fijo
6	2	Apoyo fijo
7	1	Apoyo fijo
7	2	Apoyo fijo
8	1	Apoyo fijo
8	2	Apoyo fijo
9	1	Apoyo fijo
9	2	Apoyo fijo

3.2.8 Situación de transporte / izado

Coeficiente de impacto en situación de transporte : 2.000

3.3 Materiales

3.3.1 Hormigón Vigas

Denominación: HP-55

Resistencia característica a compresión, f_{ck} : 55.0 MPa
Módulo elástico secante, E_{cm} : 33822.0 MPa

Diagrama parábola-rectángulo:

Deformación de rotura a compresión simple, ε_{c0} : 0.00219
Deformación de rotura en flexión, ε_{cu} : 0.00319
Deformación máxima en armadura traccionada, ε_s : -0.01000

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_c : 1.00
ELU, situación persistente, γ_c : 1.50
ELU, situación accidental, γ_c : 1.30

Tipo de cemento para Vigas : CEM I (según RC-08).

3.3.2 Hormigón Losa

Denominación: HA-30

Resistencia característica a compresión, f_{ck} : 30.0 MPa
Módulo elástico secante, E_{cm} : 28576.8 MPa

Diagrama parábola-rectángulo:

Deformación de rotura a compresión simple, ε_{c0} : 0.00200
Deformación de rotura en flexión, ε_{cu} : 0.00350
Deformación máxima en armadura traccionada, ε_s : -0.01000

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_c : 1.00
ELU, situación persistente, γ_c : 1.50
ELU, situación accidental, γ_c : 1.30

Tipo de cemento para Losa : CEM II/A-S (según RC-08).

3.3.3 Hormigón Prelosas

Denominación: HA-40

Resistencia característica a compresión, f_{ck} : 40.0 MPa
Módulo elástico secante, E_{cm} : 30891.0 MPa

Diagrama parábola-rectángulo:

Deformación de rotura a compresión simple, ε_{c0} : 0.00200

Deformación de rotura en flexión, ε_{cu} : 0.00350
Deformación máxima en armadura traccionada, ε_s : -0.01000

Coeficientes de seguridad:
ELServicio, γ_c : 1.00
ELU, situación persistente, γ_c : 1.50
ELU, situación accidental, γ_c : 1.30

Tipo de cemento para Prelosas : CEM II/A-S (según RC-08).

3.3.4 Armadura pasiva Vigas

Denominación: AP500 S
Módulo de deformación longitudinal del acero, E_s : 200000 MPa
Deformación última en compresión, $\varepsilon_{max,1}$: 0.01000
Deformación última en tracción, $\varepsilon_{max,2}$: -0.01000
Densidad del acero, γ : 77.0 kN/m^3

Coeficientes de seguridad:
ELServicio, γ_s : 1.00
ELU, situación persistente, γ_s : 1.15
ELU, situación accidental, γ_s : 1.00

3.3.5 Armadura pasiva Losa

Denominación: AP500 S
Módulo de deformación longitudinal del acero, E_s : 200000 MPa
Deformación última en compresión, $\varepsilon_{max,1}$: 0.01000
Deformación última en tracción, $\varepsilon_{max,2}$: -0.01000
Densidad del acero, γ : 77.0 kN/m^3

Coeficientes de seguridad:
ELServicio, γ_s : 1.00
ELU, situación persistente, γ_s : 1.15
ELU, situación accidental, γ_s : 1.00

3.3.6 Acero de la armadura activa del pretesado Vigas

Denominación: Y 1860 C
Límite elástico característico, f_{pk} : 1670 MPa
Módulo de deformación longitudinal, E_p : 190000 MPa
Deformación última en compresión, $\varepsilon_{max,1}$: 0.02000
Deformación última en tracción, $\varepsilon_{max,2}$: -0.02000
Densidad del acero, γ : 77.0 kN/m^3

Coeficientes de seguridad:
ELServicio, γ_s : 1.00
ELU, situación persistente, γ_s : 1.15
ELU, situación accidental, γ_s : 1.00

Parámetros de relajación :
Parámetro de relajación, a : 0.660000
Parámetro de relajación, b : 9.090000
Relajación a 1000 horas después del tesado, ρ_{1000} : 2.00000 %

$$\rho = a\ \rho_{1000}\ e^{b\mu}\ \left(\frac{t}{1000}\right)^{0,75(1-\mu)}\ 10^{-3}$$

ρ : relajación del acero a longitud constante (%)
μ : proporción de la tensión de trabajo respecto a la tensión unitaria máxima
t : tiempo después del tesado (horas)

3.4 Recubrimientos geométricos

Vigas	:	25	mm
Losa	:	45	mm
Prelosas	:	40	mm

3.5 Clases de exposición y fisuración

Vigas:
Ambiente: IIb
Anchura de fisura admisible : 0.20 mm

Losa:
Ambiente: IIb
Anchura de fisura admisible : 0.30 mm

3.6 Calendario de ejecución

Operación	Día
Día en que se hormigonan las vigas	0
Día en que se transfiere el pretesado en el parque de vigas	28
Día en que se hormigona la losa	30
Día en que se aplica la carga permanente sobre la losa	60

3.7 Definición del pretesado

Viga 1

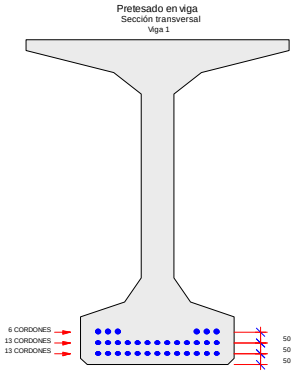
- Definición de los cordones :

Fila	Cota Y (mm)	Área del cordón (mm^2)	Diámetro nominal (mm)	Nº de cordones	Longitud entubamiento (m)	Longitud del quiebro (m)	Altura del quiebro (m)
1	50	140.0	15	13	0.000	0.000	0.000
2	100	140.0	15	13	2.000	0.000	0.000
3	150	140.0	15	6	6.000	0.000	0.000

- Fuerza de tesado :

Introducción rápida del pretesado
Pérdidas antes de la transferencia 6 mm/100m

Tensión inicial de tesado : 1395.00 MPa
Tensión final de tesado después de las pérdidas de transferencia : 1383.60 MPa



Viga 2

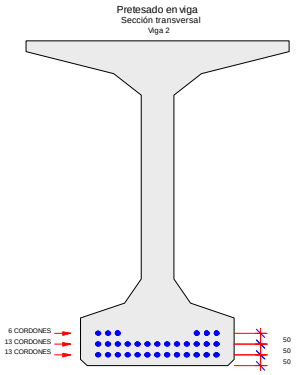
- Definición de los cordones :

Fila	Cota Y	Área del cordón	Diámetro nominal	Nº de cordones	Longitud entubamiento	Longitud del quiebro	Altura del quiebro
	(mm)	(mm^2)	(mm)		(m)	(m)	(m)
1	50	140.0	15	13	0.000	0.000	0.000
2	100	140.0	15	13	2.000	0.000	0.000
3	150	140.0	15	6	6.000	0.000	0.000

- Fuerza de tesado :

Introducción rápida del pretesado
Pérdidas antes de la transferencia 6 mm/100m

Tensión inicial de tesado	:	1395.00	MPa
Tensión final de tesado después de las pérdidas de transferencia	:	1383.60	MPa



Viga 3

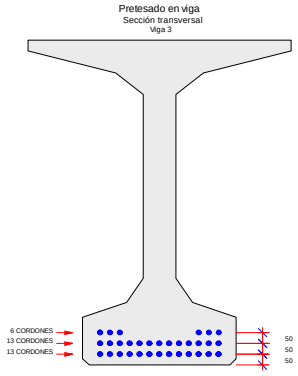
- Definición de los cordones :

Fila	Cota Y	Área del cordón	Diámetro nominal	Nº de cordones	Longitud entubamiento	Longitud del quiebro	Altura del quiebro
	(mm)	(mm^2)	(mm)		(m)	(m)	(m)
1	50	140.0	15	13	0.000	0.000	0.000
2	100	140.0	15	13	2.000	0.000	0.000
3	150	140.0	15	6	6.000	0.000	0.000

- Fuerza de tesado :

Introducción rápida del pretesado
Pérdidas antes de la transferencia 6 mm/100m

Tensión inicial de tesado	:	1395.00	MPa
Tensión final de tesado después de las pérdidas de transferencia	:	1383.60	MPa



Viga 4

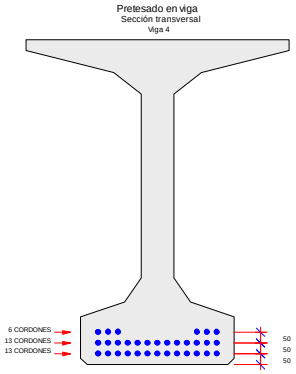
- Definición de los cordones :

Fila	Cota Y (mm)	Área del cordón (mm^2)	Diámetro nominal (mm)	Nº de cordones	Longitud entubamiento (m)	Longitud del quiebro (m)	Altura del quiebro (m)
1	50	140.0	15	13	0.000	0.000	0.000
2	100	140.0	15	13	2.000	0.000	0.000
3	150	140.0	15	6	6.000	0.000	0.000

- Fuerza de tesado :

Introducción rápida del pretesado
Pérdidas antes de la transferencia 6 mm/100m

Tensión inicial de tesado	:	1395.00	MPa
Tensión final de tesado después de las pérdidas de transferencia	:	1383.60	MPa



Viga 5

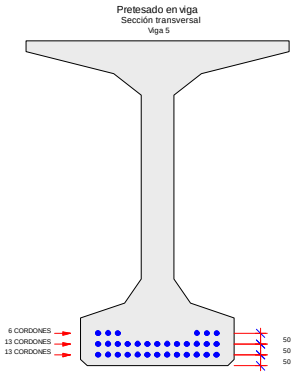
- Definición de los cordones :

Fila	Cota Y	Área del cordón	Diámetro nominal	Nº de cordones	Longitud entubamiento	Longitud del quiebro	Altura del quiebro
	(mm)	(mm^2)	(mm)		(m)	(m)	(m)
1	50	140.0	15	13	0.000	0.000	0.000
2	100	140.0	15	13	2.000	0.000	0.000
3	150	140.0	15	6	6.000	0.000	0.000

- Fuerza de tesado :

Introducción rápida del pretesado
Pérdidas antes de la transferencia 6 mm/100m

Tensión inicial de tesado	:	1395.00	MPa
Tensión final de tesado después de las pérdidas de transferencia	:	1383.60	MPa



Viga 6

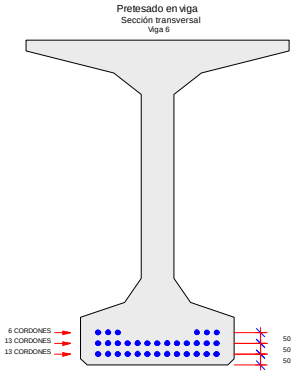
- Definición de los cordones :

Fila	Cota Y	Área del cordón	Diámetro nominal	Nº de cordones	Longitud entubamiento	Longitud del quiebro	Altura del quiebro
	(mm)	(mm^2)	(mm)		(m)	(m)	(m)
1	50	140.0	15	13	0.000	0.000	0.000
2	100	140.0	15	13	2.000	0.000	0.000
3	150	140.0	15	6	6.000	0.000	0.000

- Fuerza de tesado :

Introducción rápida del pretesado
Pérdidas antes de la transferencia 6 mm/100m

Tensión inicial de tesado	:	1395.00	MPa
Tensión final de tesado después de las pérdidas de transferencia	:	1383.60	MPa



Viga 7

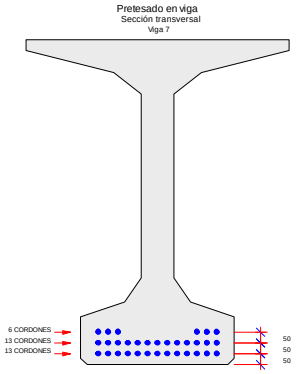
- Definición de los cordones :

Fila	Cota Y	Área del cordón	Diámetro nominal	Nº de cordones	Longitud entubamiento	Longitud del quiebro	Altura del quiebro
	(mm)	(mm^2)	(mm)		(m)	(m)	(m)
1	50	140.0	15	13	0.000	0.000	0.000
2	100	140.0	15	13	2.000	0.000	0.000
3	150	140.0	15	6	6.000	0.000	0.000

- Fuerza de tesado :

Introducción rápida del pretesado
Pérdidas antes de la transferencia 6 mm/100m

Tensión inicial de tesado	:	1395.00	MPa
Tensión final de tesado después de las pérdidas de transferencia	:	1383.60	MPa



Viga 8

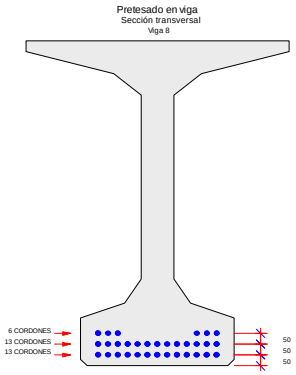
- Definición de los cordones :

Fila	Cota Y	Área del cordón	Diámetro nominal	Nº de cordones	Longitud entubamiento	Longitud del quiebro	Altura del quiebro
	(mm)	(mm^2)	(mm)		(m)	(m)	(m)
1	50	140.0	15	13	0.000	0.000	0.000
2	100	140.0	15	13	2.000	0.000	0.000
3	150	140.0	15	6	6.000	0.000	0.000

- Fuerza de tesado :

Introducción rápida del pretesado
Pérdidas antes de la transferencia 6 mm/100m

Tensión inicial de tesado	:	1395.00	MPa
Tensión final de tesado después de las pérdidas de transferencia	:	1383.60	MPa



Viga 9

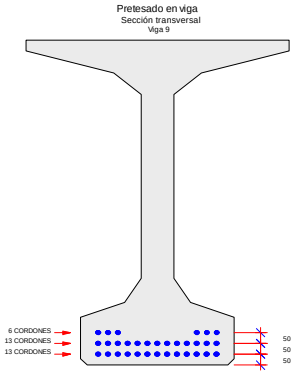
- Definición de los cordones :

Fila	Cota Y	Área del cordón	Diámetro nominal	Nº de cordones	Longitud entubamiento	Longitud del quiebro	Altura del quiebro
	(mm)	(mm^2)	(mm)		(m)	(m)	(m)
1	50	140.0	15	13	0.000	0.000	0.000
2	100	140.0	15	13	2.000	0.000	0.000
3	150	140.0	15	6	6.000	0.000	0.000

- Fuerza de tesado :

Introducción rápida del pretesado
Pérdidas antes de la transferencia 6 mm/100m

Tensión inicial de tesado	:	1395.00	MPa
Tensión final de tesado después de las pérdidas de transferencia	:	1383.60	MPa



3.8 Definición de la armadura pasiva

3.8.1 Armadura de flexión. Zona central.

Viga 1

Valores calculados por el programa.

Viga 2

Valores calculados por el programa.

Viga 3

Valores calculados por el programa.

Viga 4

Valores calculados por el programa.

Viga 5

Valores calculados por el programa.

Viga 6

Valores calculados por el programa.

Viga 7

Valores calculados por el programa.

Viga 8

Valores calculados por el programa.

Viga 9

Valores calculados por el programa.

3.8.2 Armadura de flexión. Zona de extremos.

Viga 1

Valores calculados por el programa.

Viga 2

Valores calculados por el programa.

Viga 3

Valores calculados por el programa.

Viga 4

Valores calculados por el programa.

Viga 5

Valores calculados por el programa.

Viga 6

Valores calculados por el programa.

Viga 7

Valores calculados por el programa.

Viga 8

Valores calculados por el programa.

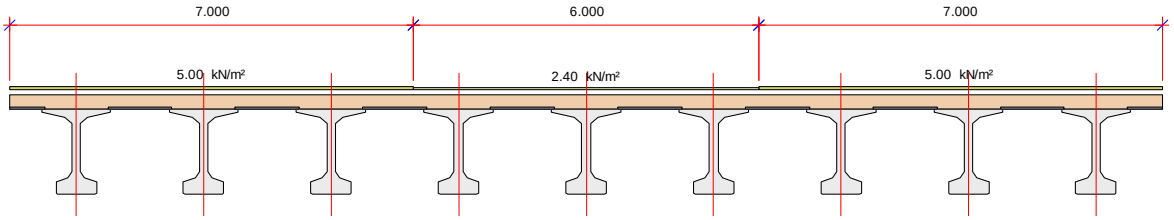
Viga 9

Valores calculados por el programa.

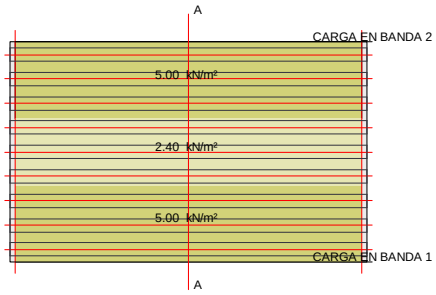
3.9 Acciones

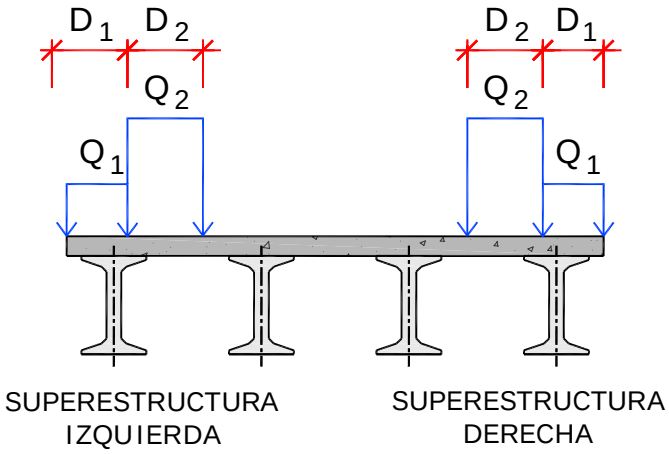
3.9.1 Acciones permanentes

Acciones permanentes
Sección transversal del tablero
Definición de la superestructura y del pavimento



Acciones permanentes
Planta del tablero
Definición de la superestructura y del pavimento





Superestructura en borde izquierdo:

Tramo	Ancho D (m)	Carga superficial Q (kN/m2)	Incremento (%)
1	7.000	5.00	0.0

Superestructura en borde derecho:

Tramo	Ancho D (m)	Carga superficial Q (kN/m2)	Incremento (%)
1	7.000	5.00	0.0

Cargas en banda:

Carga en banda número: 1

Carga tipo DC (Elementos no estructurales)

Carga lineal

Punto	x (m)	y (m)	Carga lineal (kN/m)
1	0.000	0.000	10.00
2	32.000	0.000	10.00

Carga en banda número: 2

Carga tipo DC (Elementos no estructurales)

Carga lineal

Punto	x (m)	y (m)	Carga lineal (kN/m)
1	0.000	20.000	10.00
2	32.000	20.000	10.00

Pavimento:

Peso del pavimento	:	2.40	kN/m2
Incremento de carga del pavimento	:	50.0	%

Acciones reológicas:

Humedad relativa : 70.0 %

Coeficientes de retracción y fluencia:

Viga 1

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.368
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.243

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.368
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.243

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.337
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.227

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada con la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.348
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.219

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.348
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.219

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.319
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.203

PL Peso propio de la losa y recrecido de la losa
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.319
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.203

Acciones que actúan sobre la sección de la viga + losa

SE2 Cargas permanentes sobre la viga + losa
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.054

Coeficiente de retracción en el instante de tesado : 12.581

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima :

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada con la losa encima :

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima : 35.159

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada con la losa encima : 33.591

Valores multiplicados por 100000
Viga 2

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.368
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.243

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.368
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.243

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.337
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.227

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada con la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.348
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.219

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.348
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.219

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.319
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.203

PL Peso propio de la losa y recrecido de la losa
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.319
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.203

Acciones que actúan sobre la sección de la viga + losa

SE2 Cargas permanentes sobre la viga + losa
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.054

Coeficiente de retracción en el instante de tesado : 12.581

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima :

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada con la losa encima :

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima : 35.159

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada con la losa encima : 33.591

Valores multiplicados por 100000
Viga 3

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.368
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.243

PV Peso propio de la viga

Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.368
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.243

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.337
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.227

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada con la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.348
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.219

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.348
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.219

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.319
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.203

PL Peso propio de la losa y recrecido de la losa
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.319
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.203

Acciones que actúan sobre la sección de la viga + losa

SE2 Cargas permanentes sobre la viga + losa
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.054

Coeficiente de retracción en el instante de tesado : 12.581

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima :

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada con la losa encima :

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima : 35.159

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada con la losa encima : 33.591

Valores multiplicados por 100000
Viga 4

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.368
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.243

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.368
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.243

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.337
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.227

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada con la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.348
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.219

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.348
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.219

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.319
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.203

PL Peso propio de la losa y recrecido de la losa
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.319
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.203

Acciones que actúan sobre la sección de la viga + losa

SE2 Cargas permanentes sobre la viga + losa
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.054

Coeficiente de retracción en el instante de tesado : 12.581

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima :

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada con la losa encima :

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima : 35.159

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada con la losa encima : 33.591

Valores multiplicados por 100000
Viga 5

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.368
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.243

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.368
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.243

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.337
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.227

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada con la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.348
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.219

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.348
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.219

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.319
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.203

PL Peso propio de la losa y recrecido de la losa
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.319
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.203

Acciones que actúan sobre la sección de la viga + losa

SE2 Cargas permanentes sobre la viga + losa
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.054

Coeficiente de retracción en el instante de tesado : 12.581

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima :

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada con la losa encima :

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima : 35.159

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada con la losa encima : 33.591

Valores multiplicados por 100000
Viga 6

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.368
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.243

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.368
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.243

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.337
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.227

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada con la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.348
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.219

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.348
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.219

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.319
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.203

PL Peso propio de la losa y recrecido de la losa
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.319
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.203

Acciones que actúan sobre la sección de la viga + losa

SE2 Cargas permanentes sobre la viga + losa
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.054

Coeficiente de retracción en el instante de tesado : 12.581

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima :

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada con la losa encima :

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima : 35.159

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada con la losa encima : 33.591

Valores multiplicados por 100000
Viga 7

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.368
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.243

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.368
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.243

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.337
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.227

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada con la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.348
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.219

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.348
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.219

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.319
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.203

PL Peso propio de la losa y recrecido de la losa
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.319
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.203

Acciones que actúan sobre la sección de la viga + losa

SE2 Cargas permanentes sobre la viga + losa
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.054

Coeficiente de retracción en el instante de tesado : 12.581

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima :

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada con la losa encima :

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima : 35.159

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada con la losa encima : 33.591

Valores multiplicados por 100000
Viga 8

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.368
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.243

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.368
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.243

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.337
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.227

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada con la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.348
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.219

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.348
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.219

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.319
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.203

PL Peso propio de la losa y recrecido de la losa
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.319
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.203

Acciones que actúan sobre la sección de la viga + losa

SE2 Cargas permanentes sobre la viga + losa
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.054

Coeficiente de retracción en el instante de tesado : 12.581

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima :

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada con la losa encima :

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima : 35.159

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada con la losa encima : 33.591

Valores multiplicados por 100000
Viga 9

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.368
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.243

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.368
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.243

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.337
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.227

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada con la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.348
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.219

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.348
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.219

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.319
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.203

PL Peso propio de la losa y recrecido de la losa
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.319
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.203

Acciones que actúan sobre la sección de la viga + losa

SE2 Cargas permanentes sobre la viga + losa
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.054

Coeficiente de retracción en el instante de tesado : 12.581

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima :

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada con la losa encima :

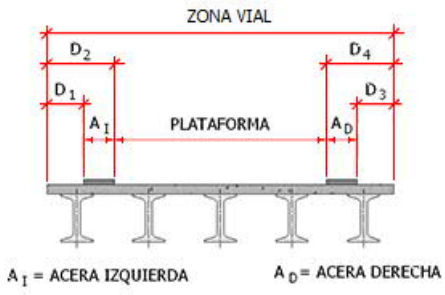
Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima : 35.159

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada con la losa encima : 33.591

Valores multiplicados por 100000

3.9.2 Acciones variables

- Definición de la zona vial :



Distancia D_1	:	0.000 m
Distancia D_2	:	7.000 m
Distancia D_3	:	0.000 m
Distancia D_4	:	7.000 m

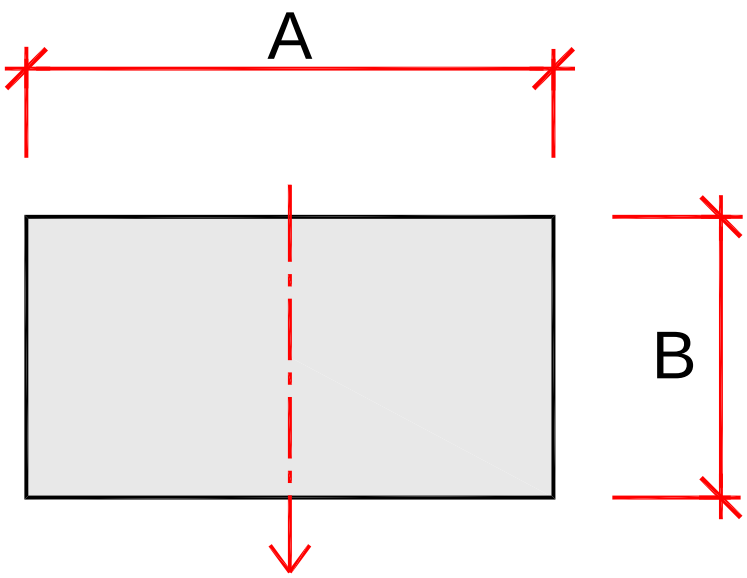
Tráfico sobre plataforma:

- Ancho de los carriles :

Punto	Ancho de plataforma (m)	Ancho de carril (m)
1	0.000	0.000
2	3.000	3.000
3	5.399	3.000
4	5.400	2.700
5	6.000	3.000
6	1000.000	3.000

- Definición de las ruedas del vehículo pesado :

HUELLA DE LAS RUEDAS



Rueda	X (m)	Y (m)
1	0.000	-1.000
2	0.000	1.000
3	1.200	-1.000
4	1.200	1.000

- Huellas de las ruedas del vehículo pesado :

Anchura, A : 0.400 m
Longitud, B : 0.400 m

- Valores característicos de las cargas :

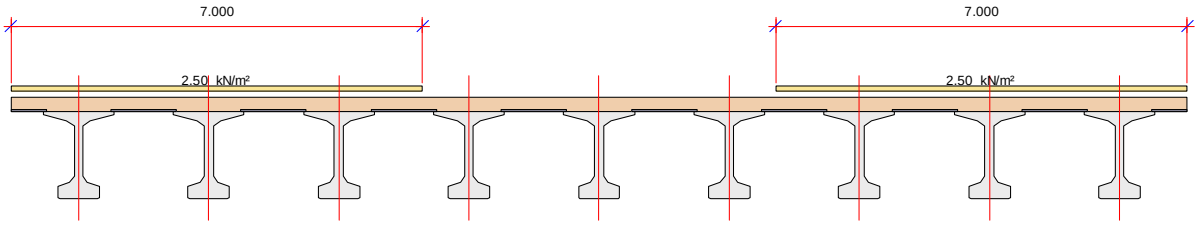
Situación	Carga por rueda (kN)	Sobrecarga repartida (kN/m^2)
Carril número 1	149.95	8.99
Carril número 2	99.97	2.50
Carril número 3	49.98	2.50
Resto de carriles	0.00	2.50
Área remanente	0.00	2.50

Tráfico sobre aceras:

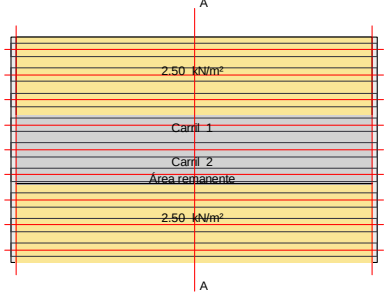
- Sobrecargas repartidas (valor reducido) :

Acera izquierda : 2.50 kN/m^2
Acera derecha : 2.50 kN/m^2

Acciones variables
Sección transversal del tablero
Definición de la plataforma y de las aceras



Acciones variables
Planta del tablero
Definición de los carriles. Hipótesis 1



Gradiente térmico:

Máxima diferencia térmica entre cara superior e inferior	:	10.0 ºC
Máxima diferencia térmica entre cara inferior y superior	:	8.0 ºC

Acción vertical del viento:

Velocidad básica del viento V_b (T):	:	30.1 m/s
Coeficiente de exposición (C_e):	:	1.7
Coeficiente de fuerza vertical ($C_{f,z}$):	:	0.9

3.10 Coeficientes de seguridad

3.10.1 Coeficientes de mayoración de las acciones, γ_F

ESTADOS LÍMITE ESTRUCTURALES						
	Estado límite de servicio		Estado límite último			
			Situación persistente		Situación accidental	
Coeficiente	Favor.	Desfavor.	Favor.	Desfavor.	Favor.	Desfavor.
Pretesado instantáneo	0.95	1.05	1.00	1.00	1.00	1.00
Postesado instantáneo	0.90	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00
Pérdidas de pretesado	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Pérdidas de postesado	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Peso propio de las vigas	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Peso propio de la losa	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Peso propio de las riostras	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Peso propio de las tierras	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Superestructura	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Descenso de apoyos	0.00	1.00	0.00	1.20	0.00	1.00
Reología	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Tráfico en aceras	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00

Tráfico en plataforma	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Frenado	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Fuerza centrífuga	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Viento vertical	0.00	1.00	0.00	1.50	0.00	1.00
Temperatura	0.00	1.00	0.00	1.50	0.00	1.00
Sismo	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
Impactos de vehículos	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00

3.10.2 Coeficientes de combinación

Acción	ψ_0	ψ_1	ψ_2
gr_1, vehículos pesados	0.75	0.75	0.00
gr_1, sobrecarga uniforme	0.40	0.40	0.00
gr_1, carga en aceras	0.40	0.40	0.00
gr_2, fuerzas horizontales	0.00	0.00	0.00
Viento	0.60	0.20	0.00
Temperatura	0.60	0.60	0.50

ψ_2 para la sobrecarga uniforme en situación sísmica : : 0.20

3.10.3 Flechas relativas admisibles

Valor frecuente de la sobrecarga de uso. f < 1 / 0.001

3.11 Configuración del cálculo

Coeficientes de anchura eficaz :

Valores calculados automáticamente por el programa.

Efectos diferidos internos de compatibilización :

Se considera la compatibilización de deformaciones por retracción entre viga y losa.
Se considera la compatibilización de deformaciones por fluencia entre viga y losa.
Factor F_j con que multiplicar los esfuerzos internos : Se aplica el factor calculado por el programa.

Cálculo a rotura por flexión :

La prelosa no colabora en la sección resistente de la losa en dirección longitudinal.
La prelosa colabora en la sección resistente de la losa en dirección transversal.

Cálculo a rotura por cortante y torsión :

El ángulo de inclinación de las bielas de compresión para el cálculo a cortante y torsión, se define en una serie de puntos equidistantes entre los extremos de las vigas :

Viga 1

Punto	Ángulo Teta (°)
1	45.0

Viga 2

Punto	Ángulo Teta (°)
1	45.0

Viga 3

Punto	Ángulo Teta (°)
1	45.0

Viga 4

Punto	Ángulo Teta (º)
1	45.0

Viga 5

Punto	Ángulo Teta (º)
1	45.0

Viga 6

Punto	Ángulo Teta (º)
1	45.0

Viga 7

Punto	Ángulo Teta (º)
1	45.0

Viga 8

Punto	Ángulo Teta (º)
1	45.0

Viga 9

Punto	Ángulo Teta (º)
1	45.0

En el cálculo a torsión se consideran independientemente la viga y la losa.

Cálculo a rasante viga - losa
El cálculo se realiza a partir del momento de rotura.

Posiciones del vehículo para el cálculo de las vigas
Número de posiciones en cada carril : 11

Posiciones del vehículo para el cálculo de la losa
Número de posiciones longitudinales : 5
Desplazamiento transversal del vehículo : 0.500 m

Calculo tensional en las vigas

El cálculo tensional en las vigas utiliza las secciones homogeneizadas.

3.12 Tráfico. Cálculo de la losa

Posiciones del vehículo para el cálculo de la losa

Posiciones de los vehículos para el cálculo de las reacciones en pilas y estribos calculadas por el programa
Número de posiciones longitudinales : 5

Desplazamiento transversal del vehículo : 0.500 m

4 Modelo de viga simple (sin losa)

Para el cálculo de la viga simple (antes de fraguar la losa) se adopta un modelo de viga biapoyada discretizada en 10 barras equiespaciadas.

5 Modelo del tablero para el cálculo de las vigas

Para el cálculo de las vigas, una vez fraguada la losa, se adopta un modelo de emparrillado plano formado por barras longitudinales que modelizan la viga más losa, y por barras transversales que modelizan la losa del tablero.

6 Modelo del tablero para el cálculo de la losa

Para el cálculo de la losa del tablero se genera un modelo de emparrillado plano. Las vigas se modelizan mediante barras longitudinales. La losa se modeliza con barras longitudinales y transversales.

7 ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS EN LAS VIGAS

Se listan los valores mínimos y máximos a lo largo de cada viga.

Acción	Viga	Axil (kN)		Flector (kNm)		Cortante (kN)		Torsor (kNm)	
		Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
PV	1	0.0	0.0	-3.4	1539.2	-219.2	219.2	0.0	0.0
PV	2	0.0	0.0	-3.4	1539.2	-219.2	219.2	0.0	0.0
PV	3	0.0	0.0	-3.4	1539.2	-219.2	219.2	0.0	0.0
PV	4	0.0	0.0	-3.4	1539.2	-219.2	219.2	0.0	0.0
PV	5	0.0	0.0	-3.4	1539.2	-219.2	219.2	0.0	0.0
PV	6	0.0	0.0	-3.4	1539.2	-219.2	219.2	0.0	0.0
PV	7	0.0	0.0	-3.4	1539.2	-219.2	219.2	0.0	0.0
PV	8	0.0	0.0	-3.4	1539.2	-219.2	219.2	0.0	0.0
PV	9	0.0	0.0	-3.4	1539.2	-219.2	219.2	0.0	0.0
PL	1	0.0	0.0	-1.8	1692.2	-218.4	218.4	-2.4	2.4
PL	2	0.0	0.0	-1.7	1659.4	-214.2	214.2	-0.0	0.0
PL	3	0.0	0.0	-1.7	1659.4	-214.2	214.2	0.0	0.0
PL	4	0.0	0.0	-1.7	1659.4	-214.2	214.2	-0.0	0.0
PL	5	0.0	0.0	-1.7	1659.4	-214.2	214.2	-0.0	0.0
PL	6	0.0	0.0	-1.7	1659.4	-214.2	214.2	0.0	0.0
PL	7	0.0	0.0	-1.7	1659.4	-214.2	214.2	-0.0	0.0
PL	8	0.0	0.0	-1.7	1659.4	-214.2	214.2	-0.0	0.0
PL	9	0.0	0.0	-1.8	1692.2	-218.4	218.4	-2.4	2.4
PI	1	0.0	5630.8	-3527.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PI	2	0.0	5630.8	-3527.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PI	3	0.0	5630.8	-3527.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PI	4	0.0	5630.8	-3527.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PI	5	0.0	5630.8	-3527.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PI	6	0.0	5630.8	-3527.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PI	7	0.0	5630.8	-3527.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PI	8	0.0	5630.8	-3527.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PI	9	0.0	5630.8	-3527.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SE	1	0.0	0.0	-7.6	2318.2	-316.6	316.6	-31.8	31.8
SE	2	0.0	0.0	0.0	1685.3	-171.5	171.5	-26.9	26.9
SE	3	0.0	0.0	0.0	1235.4	-149.1	149.1	-15.7	15.7
SE	4	0.0	0.0	0.0	1005.1	-120.0	120.0	-8.2	8.2
SE	5	0.0	0.0	0.0	935.7	-111.8	111.8	-0.0	0.0
SE	6	0.0	0.0	0.0	1005.1	-120.0	120.0	-8.2	8.2
SE	7	0.0	0.0	0.0	1235.4	-149.1	149.1	-15.7	15.7
SE	8	0.0	0.0	0.0	1685.3	-171.5	171.5	-26.9	26.9
SE	9	0.0	0.0	-7.6	2318.2	-316.6	316.6	-31.8	31.8
TRA	1	0.0	0.0	-23.2	738.8	-93.0	93.0	-6.5	6.5
TRA	2	0.0	0.0	-19.6	583.5	-69.6	69.6	-6.6	6.6

TRA	3	0.0	0.0	-6.0	419.5	-54.5	54.5	-7.1	7.1
TRA	4	0.0	0.0	0.0	290.0	-31.4	31.4	-6.8	6.8
TRA	5	0.0	0.0	0.0	239.7	-22.6	22.6	-4.7	4.7
TRA	6	0.0	0.0	0.0	290.0	-31.4	31.4	-6.8	6.8
TRA	7	0.0	0.0	-6.0	419.5	-54.5	54.5	-7.1	7.1
TRA	8	0.0	0.0	-19.6	583.5	-69.6	69.6	-6.6	6.6
TRA	9	0.0	0.0	-23.2	738.8	-93.0	93.0	-6.5	6.5
TRP	1	0.0	0.0	-184.1	79.1	-28.7	28.7	-29.3	29.3
TRP	2	0.0	0.0	-0.5	740.5	-78.7	78.7	-33.6	33.6
TRP	3	0.0	0.0	-2.1	1643.2	-181.3	181.3	-35.4	35.4
TRP	4	0.0	0.0	-6.6	2623.6	-400.2	400.2	-29.8	29.8
TRP	5	0.0	0.0	-6.6	2850.7	-427.1	427.1	-17.0	17.0
TRP	6	0.0	0.0	-6.6	2623.6	-400.2	400.2	-29.8	29.8
TRP	7	0.0	0.0	-2.1	1643.2	-181.3	181.3	-35.4	35.4
TRP	8	0.0	0.0	-0.5	740.5	-78.7	78.7	-33.6	33.6
TRP	9	0.0	0.0	-184.1	79.1	-28.7	28.7	-29.3	29.3
VI	1	0.0	0.0	-523.6	523.6	-64.7	64.7	-2.1	2.1
VI	2	0.0	0.0	-471.2	471.2	-55.1	55.1	-2.2	2.2
VI	3	0.0	0.0	-412.7	412.7	-51.6	51.6	-2.7	2.7
VI	4	0.0	0.0	-332.3	332.3	-43.0	43.0	-4.0	4.0
VI	5	0.0	0.0	-228.7	228.7	-27.8	27.8	-4.8	4.8
VI	6	0.0	0.0	-332.3	332.3	-43.0	43.0	-4.0	4.0
VI	7	0.0	0.0	-412.7	412.7	-51.6	51.6	-2.7	2.7
VI	8	0.0	0.0	-471.2	471.2	-55.1	55.1	-2.2	2.2
VI	9	0.0	0.0	-523.6	523.6	-64.7	64.7	-2.1	2.1
GT	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GT	2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GT	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GT	4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GT	5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GT	6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GT	7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GT	8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GT	9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RTV	1	0.0	306.2	0.0	256.3	0.0	0.0	0.0	0.0
RTV	2	0.0	303.8	0.0	254.5	0.0	0.0	0.0	0.0
RTV	3	0.0	303.8	0.0	254.5	0.0	0.0	0.0	0.0
RTV	4	0.0	303.8	0.0	254.5	0.0	0.0	0.0	0.0
RTV	5	0.0	303.8	0.0	254.5	0.0	0.0	0.0	0.0
RTV	6	0.0	303.8	0.0	254.5	0.0	0.0	0.0	0.0
RTV	7	0.0	303.8	0.0	254.5	0.0	0.0	0.0	0.0
RTV	8	0.0	303.8	0.0	254.5	0.0	0.0	0.0	0.0
RTV	9	0.0	306.2	0.0	256.3	0.0	0.0	0.0	0.0
FLV	1	-302.0	222.5	-262.0	192.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FLV	2	-323.1	214.0	-282.0	184.7	0.0	0.0	0.0	0.0
FLV	3	-345.6	212.4	-302.9	183.3	0.0	0.0	0.0	0.0
FLV	4	-357.2	210.4	-313.5	181.6	0.0	0.0	0.0	0.0
FLV	5	-360.7	209.9	-316.8	181.2	0.0	0.0	0.0	0.0
FLV	6	-357.2	210.4	-313.5	181.6	0.0	0.0	0.0	0.0
FLV	7	-345.6	212.4	-302.8	183.3	0.0	0.0	0.0	0.0
FLV	8	-323.1	214.0	-282.0	184.7	0.0	0.0	0.0	0.0
FLV	9	-302.0	222.5	-262.0	192.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RTL	1	-306.2	-0.0	0.0	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0
RTL	2	-303.8	-0.0	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0
RTL	3	-303.8	-0.0	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0
RTL	4	-303.8	-0.0	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0
RTL	5	-303.8	-0.0	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0
RTL	6	-303.8	-0.0	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0
RTL	7	-303.8	-0.0	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0
RTL	8	-303.8	-0.0	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0
RTL	9	-306.2	-0.0	0.0	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0
FLL	1	-222.5	302.0	-11.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
FLL	2	-214.0	323.1	-10.6	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
FLL	3	-212.4	345.6	-10.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
FLL	4	-210.4	357.2	-10.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
FLL	5	-209.9	360.7	-10.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
FLL	6	-210.4	357.2	-10.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0

FLL	7	-212.4	345.6	-10.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
FLL	8	-214.0	323.1	-10.6	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
FLL	9	-222.5	302.0	-11.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
PPS	1	-200.2	0.0	0.0	125.5	0.0	0.0	0.0	0.0
PPS	2	-200.7	0.0	0.0	125.8	0.0	0.0	0.0	0.0
PPS	3	-200.7	0.0	0.0	125.8	0.0	0.0	0.0	0.0
PPS	4	-200.7	0.0	0.0	125.8	0.0	0.0	0.0	0.0
PPS	5	-200.7	0.0	0.0	125.8	0.0	0.0	0.0	0.0
PPS	6	-200.7	0.0	0.0	125.8	0.0	0.0	0.0	0.0
PPS	7	-200.7	0.0	0.0	125.8	0.0	0.0	0.0	0.0
PPS	8	-200.7	0.0	0.0	125.8	0.0	0.0	0.0	0.0
PPS	9	-200.2	0.0	0.0	125.5	0.0	0.0	0.0	0.0
PPC	1	-482.8	0.0	0.0	503.4	0.0	0.0	0.0	0.0
PPC	2	-513.5	0.0	0.0	533.2	0.0	0.0	0.0	0.0
PPC	3	-527.0	0.0	0.0	547.3	0.0	0.0	0.0	0.0
PPC	4	-535.0	0.0	0.0	555.7	0.0	0.0	0.0	0.0
PPC	5	-537.7	0.0	0.0	558.5	0.0	0.0	0.0	0.0
PPC	6	-535.0	0.0	0.0	555.7	0.0	0.0	0.0	0.0
PPC	7	-527.0	0.0	0.0	547.3	0.0	0.0	0.0	0.0
PPC	8	-513.5	0.0	0.0	533.2	0.0	0.0	0.0	0.0
PPC	9	-482.8	0.0	0.0	503.4	0.0	0.0	0.0	0.0

Peso propio de las vigas (PV)
Peso propio de la losa (PL)
Pretesado instantáneo (PI)
Superestructura (SE)
Tráfico en aceras (TRA)
Tráfico en plataforma (TRP)
Viento vertical (VI)
Gradiente térmico (GT)
Retracción (esfuerzos en las vigas, RTV)
Fluencia (esfuerzos en las vigas, FLV)
Retracción (esfuerzos en la losa, RTL)
Fluencia (esfuerzos en la losa, FLL)
Pérdidas de pretesado hasta el fraguado de la losa (PPS)
Pérdidas de pretesado entre el fraguado de la losa y tiempo infinito (PPC)

8 FUERZA DE PRETENSADO

8.1 Fuerzas de pretesado

Coeficientes de seguridad empleados : unitarios.

8.1.1 Fuerza de pretesado a lo largo de cada cable en cada instante

P1 : Fuerza de pretesado después de tesar.
Prt1 : Pérdida de pretesado por retracción del hormigón entre P1 y P2.
Pfl1 : Pérdida de pretesado por fluencia del hormigón entre P1 y P2.
Prl1 : Pérdida de pretesado por relajación del acero de la armadura activa entre P1 y P2.
P2 : Fuerza de pretesado tras el fraguado de la losa.
Prt2 : Pérdida de pretesado por retracción del hormigón entre P2 y P3.
Pfl2 : Pérdida de pretesado por fluencia del hormigón entre P2 y P3.
Prl2 : Pérdida de pretesado por relajación del acero de la armadura activa entre P2 y P3.
P3 : Fuerza de pretesado a tiempo infinito.

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 1										
		Fuerza	Pérdidas			Fuerza	Pérdidas			Fuerza
Distancia al eje 1	Fila	P1	Prt1	Pfl1	Prl1	P2	Prt2	Pfl2	Prl2	P3
(m)		(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
15.500	1	2279.6	6.0	40.7	22.7	2210.2	56.0	42.4	55.5	2056.4

15.500	2	2289.7	6.0	40.2	23.2	2220.4	56.9	42.7	56.7	2064.1
15.500	3	1061.5	2.8	18.3	10.9	1029.5	26.7	19.9	26.7	956.2

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 2										
		Fuerza	Pérdidas			Fuerza	Pérdidas			Fuerza
Distancia al eje 1	Fila	P1	Prt1	Pfl1	Prl1	P2	Prt2	Pfl2	Prl2	P3
(m)		(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
15.500	1	2279.6	6.0	41.1	22.7	2209.9	56.0	58.4	55.5	2040.0
15.500	2	2289.7	6.0	40.5	23.2	2220.1	56.9	57.9	56.7	2048.6
15.500	3	1061.5	2.8	18.4	10.9	1029.4	26.7	26.5	26.7	949.5

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 3										
		Fuerza	Pérdidas			Fuerza	Pérdidas			Fuerza
Distancia al eje 1	Fila	P1	Prt1	Pfl1	Prl1	P2	Prt2	Pfl2	Prl2	P3
(m)		(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
15.500	1	2279.6	6.0	41.1	22.7	2209.9	56.0	69.4	55.5	2029.0
15.500	2	2289.7	6.0	40.5	23.2	2220.1	56.9	68.3	56.7	2038.2
15.500	3	1061.5	2.8	18.4	10.9	1029.4	26.7	31.1	26.7	944.9

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 4										
		Fuerza	Pérdidas			Fuerza	Pérdidas			Fuerza
Distancia al eje 1	Fila	P1	Prt1	Pfl1	Prl1	P2	Prt2	Pfl2	Prl2	P3
(m)		(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
15.500	1	2279.6	6.0	41.1	22.7	2209.9	56.0	75.1	55.5	2023.3
15.500	2	2289.7	6.0	40.5	23.2	2220.1	56.9	73.7	56.7	2032.8
15.500	3	1061.5	2.8	18.4	10.9	1029.4	26.7	33.4	26.7	942.6

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 5										
		Fuerza	Pérdidas			Fuerza	Pérdidas			Fuerza
Distancia al eje 1	Fila	P1	Prt1	Pfl1	Prl1	P2	Prt2	Pfl2	Prl2	P3
(m)		(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
15.500	1	2279.6	6.0	41.1	22.7	2209.9	56.0	76.8	55.5	2021.6
15.500	2	2289.7	6.0	40.5	23.2	2220.1	56.9	75.3	56.7	2031.2
15.500	3	1061.5	2.8	18.4	10.9	1029.4	26.7	34.1	26.7	941.9

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 6										
		Fuerza	Pérdidas			Fuerza	Pérdidas			Fuerza
Distancia al eje 1	Fila	P1	Prt1	Pfl1	Prl1	P2	Prt2	Pfl2	Prl2	P3
(m)		(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
15.500	1	2279.6	6.0	41.1	22.7	2209.9	56.0	75.1	55.5	2023.3
15.500	2	2289.7	6.0	40.5	23.2	2220.1	56.9	73.7	56.7	2032.8
15.500	3	1061.5	2.8	18.4	10.9	1029.4	26.7	33.4	26.7	942.6

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 7										
		Fuerza	Pérdidas			Fuerza	Pérdidas			Fuerza
Distancia al eje 1	Fila	P1	Prt1	Pfl1	Prl1	P2	Prt2	Pfl2	Prl2	P3
(m)		(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
15.500	1	2279.6	6.0	41.1	22.7	2209.9	56.0	69.4	55.5	2029.0
15.500	2	2289.7	6.0	40.5	23.2	2220.1	56.9	68.3	56.7	2038.2
15.500	3	1061.5	2.8	18.4	10.9	1029.4	26.7	31.1	26.7	944.9

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 8										
		Fuerza	Pérdidas			Fuerza	Pérdidas			Fuerza
Distancia al eje 1	Fila	P1	Prt1	Pfl1	Prl1	P2	Prt2	Pfl2	Prl2	P3
(m)		(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
15.500	1	2279.6	6.0	41.1	22.7	2209.9	56.0	58.4	55.5	2040.0
15.500	2	2289.7	6.0	40.5	23.2	2220.1	56.9	57.9	56.7	2048.6
15.500	3	1061.5	2.8	18.4	10.9	1029.4	26.7	26.5	26.7	949.5

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 9										
		Fuerza	Pérdidas			Fuerza	Pérdidas			Fuerza
Distancia al eje 1	Fila	P1	Prt1	Pfl1	Prl1	P2	Prt2	Pfl2	Prl2	P3
(m)		(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
15.500	1	2279.6	6.0	40.7	22.7	2210.2	56.0	42.4	55.5	2056.4
15.500	2	2289.7	6.0	40.2	23.2	2220.4	56.9	42.7	56.7	2064.1
15.500	3	1061.5	2.8	18.3	10.9	1029.5	26.7	19.9	26.7	956.2

8.1.2 Pérdidas de pretesado totales

P0 : Fuerza de tesado.
DP1a : Pérdidas de pretesado previas a la transferencia de la fuerza de tesado al hormigón.
DP1b : Pérdidas de pretesado por acortamiento elástico.
DP1 : Pérdidas totales instantáneas de pretesado.
P1 : Fuerza de pretesado tras las pérdidas instantáneas.
DP2 : Pérdidas totales diferidas de pretesado.
DP3 : Pérdidas totales de pretesado.
P2 : Fuerza de pretesado a tiempo infinito.

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 1								
Distancia al eje 1	P0	DP1a	DP1b	DP1	P1	DP2	DP3	P2
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
15.500	6249.6	51.1	567.7	618.8	5630.8	554.0	1172.8	5076.8

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 2								
Distancia al eje 1	P0	DP1a	DP1b	DP1	P1	DP2	DP3	P2
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
15.500	6249.6	51.1	567.7	618.8	5630.8	592.7	1211.5	5038.1

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 3								
Distancia al eje 1	P0	DP1a	DP1b	DP1	P1	DP2	DP3	P2
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
15.500	6249.6	51.1	567.7	618.8	5630.8	618.7	1237.6	5012.0

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 4								
Distancia al eje 1	P0	DP1a	DP1b	DP1	P1	DP2	DP3	P2
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
15.500	6249.6	51.1	567.7	618.8	5630.8	632.1	1250.9	4998.7

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 5

Distancia al eje 1	P0	DP1a	DP1b	DP1	P1	DP2	DP3	P2
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
15.500	6249.6	51.1	567.7	618.8	5630.8	636.1	1254.9	4994.7

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 6

Distancia al eje 1	P0	DP1a	DP1b	DP1	P1	DP2	DP3	P2
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
15.500	6249.6	51.1	567.7	618.8	5630.8	632.1	1250.9	4998.7

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 7

Distancia al eje 1	P0	DP1a	DP1b	DP1	P1	DP2	DP3	P2
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
15.500	6249.6	51.1	567.7	618.8	5630.8	618.7	1237.6	5012.0

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 8

Distancia al eje 1	P0	DP1a	DP1b	DP1	P1	DP2	DP3	P2
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
15.500	6249.6	51.1	567.7	618.8	5630.8	592.7	1211.5	5038.1

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 9

Distancia al eje 1	P0	DP1a	DP1b	DP1	P1	DP2	DP3	P2
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
15.500	6249.6	51.1	567.7	618.8	5630.8	554.0	1172.8	5076.8

8.1.3 Pérdidas de pretesado totales (%)

DP1 : Pérdidas totales instantáneas de pretesado.
DP2 : Pérdidas totales diferidas de pretesado.
DP3 : Pérdidas totales de pretesado.

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 1

Distancia al eje 1	DP1	DP2	DP3
(m)	(%)	(%)	(%)
15.500	9.9	8.9	18.8

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 2

Distancia al eje 1	DP1	DP2	DP3
(m)	(%)	(%)	(%)
15.500	9.9	9.5	19.4

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 3

Distancia al eje 1	DP1	DP2	DP3
(m)	(%)	(%)	(%)
15.500	9.9	9.9	19.8

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 4			
Distancia al eje 1	DP1	DP2	DP3
(m)	(%)	(%)	(%)
15.500	9.9	10.1	20.0

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 5			
Distancia al eje 1	DP1	DP2	DP3
(m)	(%)	(%)	(%)
15.500	9.9	10.2	20.1

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 6			
Distancia al eje 1	DP1	DP2	DP3
(m)	(%)	(%)	(%)
15.500	9.9	10.1	20.0

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 7			
Distancia al eje 1	DP1	DP2	DP3
(m)	(%)	(%)	(%)
15.500	9.9	9.9	19.8

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 8			
Distancia al eje 1	DP1	DP2	DP3
(m)	(%)	(%)	(%)
15.500	9.9	9.5	19.4

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 9			
Distancia al eje 1	DP1	DP2	DP3
(m)	(%)	(%)	(%)
15.500	9.9	8.9	18.8

9 VERIFICACIÓN DEL EL ENCAJE TENSIONAL EN LAS VIGAS

9.1 Tensiones admisibles

Tras la transferencia del pretesado

		Combinación	Cuasi permanente		Frecuente		Característica	
			Considerar	σ_{adm} (MPa)	Considerar	σ_{adm} (MPa)	Considerar	σ_{adm} (MPa)
Viga	Compresiones	Tensiones	Sí	33.00	Sí	33.00	Sí	33.00
	Tracciones	Tensiones	No		Sí	-4.30	No	

Tras el hormigonado de la losa

		Combinación	Cuasi permanente		Frecuente		Característica	
			Considerar	σ_{adm} (MPa)	Considerar	σ_{adm} (MPa)	Considerar	σ_{adm} (MPa)
Viga	Compresiones	Tensiones	Sí	33.00	Sí	33.00	Sí	33.00
	Tracciones	Tensiones	No		Sí	-4.30	No	

Tras la disposición de la superestructura

		Combinación	Cuasi permanente		Frecuente		Característica	
			Considerar	σ_{adm} (MPa)	Considerar	σ_{adm} (MPa)	Considerar	σ_{adm} (MPa)
Losa	Compresiones	Tensiones	Sí	18.00	Sí	18.00	Sí	18.00
	Tracciones	Tensiones	No		No		No	
Viga	Compresiones	Tensiones	Sí	33.00	Sí	33.00	Sí	33.00
	Tracciones	Tensiones	No		Sí	-4.30	No	
Cables pretesado	Tracciones	Tensiones	Sí	0.00	No		No	

Tras la apertura al tráfico

		Combinación	Cuasi permanente		Frecuente		Característica	
			Considerar	σ_{adm} (MPa)	Considerar	σ_{adm} (MPa)	Considerar	σ_{adm} (MPa)
Losa	Compresiones	Tensiones	Sí	18.00	Sí	18.00	Sí	18.00
	Tracciones	Tensiones	No		No		No	
Viga	Compresiones	Tensiones	Sí	33.00	Sí	33.00	Sí	33.00
	Tracciones	Tensiones	No		Sí	-4.30	No	
Cables pretesado	Tracciones	Tensiones	Sí	0.00	No		No	

A tiempo infinito

		Combinación	Cuasi permanente		Frecuente		Característica	
			Considerar	σ_{adm} (MPa)	Considerar	σ_{adm} (MPa)	Considerar	σ_{adm} (MPa)
Losa	Compresiones	Tensiones	Sí	18.00	Sí	18.00	Sí	18.00
	Tracciones	Tensiones	No		No		No	
Viga	Compresiones	Tensiones	Sí	33.00	Sí	33.00	Sí	33.00
	Tracciones	Tensiones	No		Sí	-4.30	No	
Cables pretesado	Tracciones	Tensiones	Sí	0.00	No		No	

Verificación de las tracciones en el hormigón a la altura de los cables:

Se consideran todos los cables.

9.2 Situación persistente. Combinación cuasi permanente

Cables pretesado : se muestran las tensiones en el hormigón a la altura del cable más traccionado.

No se están calculando las tensiones en la prelosa.

Viga 1:

Viga 1. Tras la transferencia del pretesado

	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	22.77	-3.58	1.65				
Tensión admisible				33.00		33.00				

Se cumple la verificación

Viga 1. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.53	-2.62	9.74				
Tensión admisible				33.00		33.00				

Se cumple la verificación

Viga 1. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	16.51	-2.63	12.03	-0.01	1.94	-0.01	3.26
Tensión admisible		0.00		33.00		33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 1. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	16.51	-2.63	12.03	-0.01	1.94	-0.01	3.26
Tensión admisible		0.00		33.00		33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 1. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.02	0.02	13.81	-0.71	11.56	-0.92	2.52	-0.95	3.28
Tensión admisible		0.00		33.00		33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 2:

Viga 2. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)

Tensión pésima	0.00	0.00	22.77	-3.58	1.65	
Tensión admisible			33.00		33.00	

Se cumple la verificación

Viga 2. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.56	-2.62	9.59				
Tensión admisible				33.00		33.00				

Se cumple la verificación

Viga 2. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	17.42	-2.61	11.28	0.00	1.43	0.00	2.40
Tensión admisible		0.00		33.00		33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 2. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	17.42	-2.61	11.28	0.00	1.43	0.00	2.40
Tensión admisible		0.00		33.00		33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 2. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	0.01	14.69	-0.71	10.67	-0.92	2.02	-0.95	2.53
Tensión admisible		0.00		33.00		33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 3:

Viga 3. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	22.77	-3.58	1.65				
Tensión admisible				33.00		33.00				

Se cumple la verificación

Viga 3. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.56	-2.62	9.59				
Tensión admisible				33.00		33.00				

Se cumple la verificación

Viga 3. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	17.65	-2.62	10.83	0.00	1.05	0.00	1.76
Tensión admisible		0.00		33.00		33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 3. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	17.65	-2.62	10.83	0.00	1.05	0.00	1.76
Tensión admisible		0.00		33.00		33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 3. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	0.01	14.91	-0.71	10.08	-0.92	1.65	-0.95	1.98
Tensión admisible		0.00		33.00		33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 4:

Viga 4. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	22.77	-3.58	1.65				
Tensión admisible				33.00		33.00				

Se cumple la verificación

Viga 4. Tras el hormigonado de la losa						
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga		Losa	
			Fibra inferior	Fibra superior	Fibra inferior	Fibra superior

		σmin	σmin	σmax	σmin	σmax	σmin	σmax	σmin	σmax
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.56	-2.62	9.59				
Tensión admisible				33.00		33.00				

Se cumple la verificación

Viga 4. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σmin	σmin	σmax	σmin	σmax	σmin	σmax	σmin	σmax
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	17.90	-2.62	10.60	0.00	0.86	0.00	1.43
Tensión admisible		0.00		33.00		33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 4. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σmin	σmin	σmax	σmin	σmax	σmin	σmax	σmin	σmax
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	17.90	-2.62	10.60	0.00	0.86	0.00	1.43
Tensión admisible		0.00		33.00		33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 4. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σmin	σmin	σmax	σmin	σmax	σmin	σmax	σmin	σmax
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	0.01	15.16	-0.71	9.77	-0.92	1.46	-0.95	1.70
Tensión admisible		0.00		33.00		33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 5:

Viga 5. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σmin	σmin	σmax	σmin	σmax	σmin	σmax	σmin	σmax
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	22.77	-3.58	1.65				
Tensión admisible				33.00		33.00				

Se cumple la verificación

Viga 5. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σmin	σmin	σmax	σmin	σmax	σmin	σmax	σmin	σmax
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.56	-2.62	9.59				
Tensión admisible				33.00		33.00				

Se cumple la verificación

Viga 5. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	17.99	-2.62	10.53	0.00	0.80	0.00	1.33
Tensión admisible		0.00		33.00		33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 5. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	17.99	-2.62	10.53	0.00	0.80	0.00	1.33
Tensión admisible		0.00		33.00		33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 5. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	0.01	15.24	-0.71	9.68	-0.92	1.40	-0.95	1.61
Tensión admisible		0.00		33.00		33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 6:

Viga 6. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	22.77	-3.58	1.65				
Tensión admisible				33.00		33.00				

Se cumple la verificación

Viga 6. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.56	-2.62	9.59				
Tensión admisible				33.00		33.00				

Se cumple la verificación

Viga 6. Tras la disposición de la superestructura				
	Distancia	Cables	Viga	Losa

	al eje 1	pretesado								
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	17.90	-2.62	10.60	0.00	0.86	0.00	1.43
Tensión admisible		0.00		33.00		33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 6. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	17.90	-2.62	10.60	0.00	0.86	0.00	1.43
Tensión admisible		0.00		33.00		33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 6. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	0.01	15.16	-0.71	9.77	-0.92	1.46	-0.95	1.70
Tensión admisible		0.00		33.00		33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 7:

Viga 7. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	22.77	-3.58	1.65				
Tensión admisible				33.00		33.00				

Se cumple la verificación

Viga 7. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.56	-2.62	9.59				
Tensión admisible				33.00		33.00				

Se cumple la verificación

Viga 7. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	17.65	-2.62	10.83	0.00	1.05	0.00	1.76

Tensión admisible		0.00		33.00		33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 7. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	17.65	-2.62	10.83	0.00	1.05	0.00	1.76
Tensión admisible		0.00		33.00		33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 7. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	0.01	14.91	-0.71	10.08	-0.92	1.65	-0.95	1.98
Tensión admisible		0.00		33.00		33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 8:

Viga 8. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	22.77	-3.58	1.65				
Tensión admisible				33.00		33.00				

Se cumple la verificación

Viga 8. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.56	-2.62	9.59				
Tensión admisible				33.00		33.00				

Se cumple la verificación

Viga 8. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	17.42	-2.61	11.28	0.00	1.43	0.00	2.40
Tensión admisible		0.00		33.00		33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 8. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	17.42	-2.61	11.28	0.00	1.43	0.00	2.40
Tensión admisible		0.00		33.00		33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 8. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	0.01	14.69	-0.71	10.67	-0.92	2.02	-0.95	2.53
Tensión admisible		0.00		33.00		33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 9:

Viga 9. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	22.77	-3.58	1.65				
Tensión admisible				33.00		33.00				

Se cumple la verificación

Viga 9. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.53	-2.62	9.74				
Tensión admisible				33.00		33.00				

Se cumple la verificación

Viga 9. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	16.51	-2.63	12.03	-0.01	1.94	-0.01	3.26
Tensión admisible		0.00		33.00		33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 9. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}

	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	16.51	-2.63	12.03	-0.01	1.94	-0.01	3.26
Tensión admisible		0.00		33.00		33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 9. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.02	0.02	13.81	-0.71	11.56	-0.92	2.52	-0.95	3.28
Tensión admisible		0.00		33.00		33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

9.3 Situación persistente. Combinación frecuente

Cables pretesado : se muestran las tensiones en el hormigón a la altura del cable más traccionado.

No se están calculando las tensiones en la prelosa.

Viga 1:

Viga 1. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	22.77	-3.58	1.65				
Tensión admisible			-4.30	33.00	-4.30	33.00				

Se cumple la verificación

Viga 1. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.53	-2.62	9.74				
Tensión admisible			-4.30	33.00	-4.30	33.00				

Se cumple la verificación

Viga 1. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	16.51	-2.63	12.03	-0.01	1.94	-0.01	3.26
Tensión admisible			-4.30	33.00	-4.30	33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 1. Tras la apertura al tráfico

	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	16.60	-2.63	12.37	-0.01	2.22	-0.01	3.73
Tensión admisible			-4.30	33.00	-4.30	33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 1. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.02	0.02	13.91	-0.71	11.90	-0.92	2.80	-0.95	3.76
Tensión admisible			-4.30	33.00	-4.30	33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 2:

Viga 2. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	22.77	-3.58	1.65				
Tensión admisible			-4.30	33.00	-4.30	33.00				

Se cumple la verificación

Viga 2. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.56	-2.62	9.59				
Tensión admisible			-4.30	33.00	-4.30	33.00				

Se cumple la verificación

Viga 2. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	17.42	-2.61	11.28	0.00	1.43	0.00	2.40
Tensión admisible			-4.30	33.00	-4.30	33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 2. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)

Tensión pésima		0.00	0.00	17.50	-2.61	11.96	0.00	2.01	0.00	3.35
Tensión admisible			-4.30	33.00	-4.30	33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 2. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	0.01	14.77	-0.71	11.35	-0.92	2.59	-0.95	3.48
Tensión admisible			-4.30	33.00	-4.30	33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 3:

Viga 3. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	22.77	-3.58	1.65				
Tensión admisible			-4.30	33.00	-4.30	33.00				

Se cumple la verificación

Viga 3. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.56	-2.62	9.59				
Tensión admisible			-4.30	33.00	-4.30	33.00				

Se cumple la verificación

Viga 3. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	17.65	-2.62	10.83	0.00	1.05	0.00	1.76
Tensión admisible			-4.30	33.00	-4.30	33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 3. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	17.71	-2.62	12.00	0.00	2.04	0.00	3.41
Tensión admisible			-4.30	33.00	-4.30	33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 3. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	0.01	14.98	-0.71	11.25	-0.92	2.64	-0.95	3.63
Tensión admisible			-4.30	33.00	-4.30	33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 4:

Viga 4. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	22.77	-3.58	1.65				
Tensión admisible			-4.30	33.00	-4.30	33.00				

Se cumple la verificación

Viga 4. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.56	-2.62	9.59				
Tensión admisible			-4.30	33.00	-4.30	33.00				

Se cumple la verificación

Viga 4. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	17.90	-2.62	10.60	0.00	0.86	0.00	1.43
Tensión admisible			-4.30	33.00	-4.30	33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 4. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	17.96	-2.62	12.37	-0.00	2.35	-0.00	3.93
Tensión admisible			-4.30	33.00	-4.30	33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 4. A tiempo infinito						
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga		Losa	
			Fibra inferior	Fibra superior	Fibra inferior	Fibra superior

		σmin	σmin	σmax	σmin	σmax	σmin	σmax	σmin	σmax
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	-0.13	15.22	-0.71	11.55	-0.92	2.95	-0.96	4.20
Tensión admisible			-4.30	33.00	-4.30	33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 5:

Viga 5. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σmin	σmin	σmax	σmin	σmax	σmin	σmax	σmin	σmax
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	22.77	-3.58	1.65				
Tensión admisible			-4.30	33.00	-4.30	33.00				

Se cumple la verificación

Viga 5. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σmin	σmin	σmax	σmin	σmax	σmin	σmax	σmin	σmax
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.56	-2.62	9.59				
Tensión admisible			-4.30	33.00	-4.30	33.00				

Se cumple la verificación

Viga 5. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σmin	σmin	σmax	σmin	σmax	σmin	σmax	σmin	σmax
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	17.99	-2.62	10.53	0.00	0.80	0.00	1.33
Tensión admisible			-4.30	33.00	-4.30	33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 5. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σmin	σmin	σmax	σmin	σmax	σmin	σmax	σmin	σmax
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.02	-2.62	12.44	-0.00	2.41	-0.00	4.04
Tensión admisible			-4.30	33.00	-4.30	33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 5. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σmin	σmin	σmax	σmin	σmax	σmin	σmax	σmin	σmax
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	-0.36	15.28	-0.71	11.60	-0.92	3.02	-0.96	4.32
Tensión admisible			-4.30	33.00	-4.30	33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 6:

Viga 6. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	22.77	-3.58	1.65				
Tensión admisible			-4.30	33.00	-4.30	33.00				

Se cumple la verificación

Viga 6. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.56	-2.62	9.59				
Tensión admisible			-4.30	33.00	-4.30	33.00				

Se cumple la verificación

Viga 6. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	17.90	-2.62	10.60	0.00	0.86	0.00	1.43
Tensión admisible			-4.30	33.00	-4.30	33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 6. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	17.96	-2.62	12.37	-0.00	2.35	-0.00	3.93
Tensión admisible			-4.30	33.00	-4.30	33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 6. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	-0.13	15.22	-0.71	11.55	-0.92	2.95	-0.96	4.20
Tensión admisible			-4.30	33.00	-4.30	33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 7:

Viga 7. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	22.77	-3.58	1.65				
Tensión admisible			-4.30	33.00	-4.30	33.00				

Se cumple la verificación

Viga 7. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.56	-2.62	9.59				
Tensión admisible			-4.30	33.00	-4.30	33.00				

Se cumple la verificación

Viga 7. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	17.65	-2.62	10.83	0.00	1.05	0.00	1.76
Tensión admisible			-4.30	33.00	-4.30	33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 7. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	17.71	-2.62	12.00	0.00	2.04	0.00	3.41
Tensión admisible			-4.30	33.00	-4.30	33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 7. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	0.01	14.98	-0.71	11.25	-0.92	2.64	-0.95	3.63
Tensión admisible			-4.30	33.00	-4.30	33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 8:

Viga 8. Tras la transferencia del pretesado						
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga		Losa	
			Fibra inferior	Fibra superior	Fibra inferior	Fibra superior

		σmin	σmin	σmax	σmin	σmax	σmin	σmax	σmin	σmax
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	22.77	-3.58	1.65				
Tensión admisible			-4.30	33.00	-4.30	33.00				

Se cumple la verificación

Viga 8. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σmin	σmin	σmax	σmin	σmax	σmin	σmax	σmin	σmax
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.56	-2.62	9.59				
Tensión admisible			-4.30	33.00	-4.30	33.00				

Se cumple la verificación

Viga 8. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σmin	σmin	σmax	σmin	σmax	σmin	σmax	σmin	σmax
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	17.42	-2.61	11.28	0.00	1.43	0.00	2.40
Tensión admisible			-4.30	33.00	-4.30	33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 8. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σmin	σmin	σmax	σmin	σmax	σmin	σmax	σmin	σmax
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	17.50	-2.61	11.96	0.00	2.01	0.00	3.35
Tensión admisible			-4.30	33.00	-4.30	33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 8. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σmin	σmin	σmax	σmin	σmax	σmin	σmax	σmin	σmax
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	0.01	14.77	-0.71	11.35	-0.92	2.59	-0.95	3.48
Tensión admisible			-4.30	33.00	-4.30	33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 9:

Viga 9. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σmin	σmin	σmax	σmin	σmax	σmin	σmax	σmin	σmax
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	22.77	-3.58	1.65				
Tensión admisible			-4.30	33.00	-4.30	33.00				

Se cumple la verificación

Viga 9. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σmin	σmin	σmax	σmin	σmax	σmin	σmax	σmin	σmax
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.53	-2.62	9.74				
Tensión admisible			-4.30	33.00	-4.30	33.00				

Se cumple la verificación

Viga 9. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σmin	σmin	σmax	σmin	σmax	σmin	σmax	σmin	σmax
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	16.51	-2.63	12.03	-0.01	1.94	-0.01	3.26
Tensión admisible			-4.30	33.00	-4.30	33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 9. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σmin	σmin	σmax	σmin	σmax	σmin	σmax	σmin	σmax
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	16.60	-2.63	12.37	-0.01	2.22	-0.01	3.73
Tensión admisible			-4.30	33.00	-4.30	33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 9. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σmin	σmin	σmax	σmin	σmax	σmin	σmax	σmin	σmax
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.02	0.02	13.91	-0.71	11.90	-0.92	2.80	-0.95	3.76
Tensión admisible			-4.30	33.00	-4.30	33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

9.4 Situación persistente. Combinación característica

Cables pretesado : se muestran las tensiones en el hormigón a la altura del cable más traccionado.

No se están calculando las tensiones en la prelosa.

Viga 1:

Viga 1. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σmin	σmin	σmax	σmin	σmax	σmin	σmax	σmin	σmax

	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	22.77	-3.58	1.65				
Tensión admisible				33.00		33.00				

Se cumple la verificación

Viga 1. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.53	-2.62	9.74				
Tensión admisible				33.00		33.00				

Se cumple la verificación

Viga 1. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	16.51	-2.63	12.03	-0.01	1.94	-0.01	3.26
Tensión admisible				33.00		33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 1. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.18	-0.64	16.94	-2.63	13.15	-0.01	2.89	-0.01	4.85
Tensión admisible				33.00		33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 1. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-1.63	-2.13	14.24	-0.71	12.68	-0.92	3.47	-0.95	4.87
Tensión admisible				33.00		33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 2:

Viga 2. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	22.77	-3.58	1.65				
Tensión admisible				33.00		33.00				

Se cumple la verificación

Viga 2. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.56	-2.62	9.59				
Tensión admisible				33.00		33.00				

Se cumple la verificación

Viga 2. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	17.42	-2.61	11.28	0.00	1.43	0.00	2.40
Tensión admisible				33.00		33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 2. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	-0.05	17.79	-2.61	12.90	0.00	2.80	0.00	4.68
Tensión admisible				33.00		33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 2. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-1.18	-1.64	15.06	-0.71	12.29	-0.92	3.39	-0.95	4.81
Tensión admisible				33.00		33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 3:

Viga 3. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	22.77	-3.58	1.65				
Tensión admisible				33.00		33.00				

Se cumple la verificación

Viga 3. Tras el hormigonado de la losa				
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga	Losa

			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.56	-2.62	9.59				
Tensión admisible				33.00		33.00				

Se cumple la verificación

Viga 3. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	17.65	-2.62	10.83	0.00	1.05	0.00	1.76
Tensión admisible				33.00		33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 3. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.36	-0.82	17.99	-2.62	13.16	-0.00	3.02	-0.00	5.04
Tensión admisible				33.00		33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 3. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-1.99	-2.48	15.25	-0.71	12.40	-0.92	3.61	-0.96	5.26
Tensión admisible				33.00		33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 4:

Viga 4. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	22.77	-3.58	1.65				
Tensión admisible				33.00		33.00				

Se cumple la verificación

Viga 4. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.56	-2.62	9.59				
Tensión admisible				33.00		33.00				

Se cumple la verificación

Viga 4. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	17.90	-2.62	10.60	0.00	0.86	0.00	1.43
Tensión admisible				33.00		33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 4. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-2.02	-2.57	18.19	-2.62	13.73	-0.00	3.50	-0.01	5.86
Tensión admisible				33.00		33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 4. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-3.69	-4.26	15.44	-0.72	12.91	-0.92	4.11	-0.96	6.12
Tensión admisible				33.00		33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 5:

Viga 5. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	22.77	-3.58	1.65				
Tensión admisible				33.00		33.00				

Se cumple la verificación

Viga 5. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.56	-2.62	9.59				
Tensión admisible				33.00		33.00				

Se cumple la verificación

Viga 5. Tras la disposición de la superestructura

	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	17.99	-2.62	10.53	0.00	0.80	0.00	1.33
Tensión admisible				33.00		33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 5. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-2.16	-2.71	18.17	-2.62	13.78	-0.00	3.54	-0.01	5.92
Tensión admisible				33.00		33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 5. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-3.83	-4.41	15.43	-0.72	12.93	-0.92	4.15	-0.96	6.20
Tensión admisible				33.00		33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 6:

Viga 6. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	22.77	-3.58	1.65				
Tensión admisible				33.00		33.00				

Se cumple la verificación

Viga 6. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.56	-2.62	9.59				
Tensión admisible				33.00		33.00				

Se cumple la verificación

Viga 6. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)

Tensión pésima		0.00	0.00	17.90	-2.62	10.60	0.00	0.86	0.00	1.43
Tensión admisible				33.00		33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 6. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-2.02	-2.57	18.19	-2.62	13.73	-0.00	3.50	-0.01	5.86
Tensión admisible				33.00		33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 6. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-3.69	-4.26	15.44	-0.72	12.91	-0.92	4.11	-0.96	6.12
Tensión admisible				33.00		33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 7:

Viga 7. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	22.77	-3.58	1.65				
Tensión admisible				33.00		33.00				

Se cumple la verificación

Viga 7. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.56	-2.62	9.59				
Tensión admisible				33.00		33.00				

Se cumple la verificación

Viga 7. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	17.65	-2.62	10.83	0.00	1.05	0.00	1.76
Tensión admisible				33.00		33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 7. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.36	-0.82	17.99	-2.62	13.16	-0.00	3.02	-0.00	5.04
Tensión admisible				33.00		33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 7. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-1.99	-2.48	15.25	-0.71	12.40	-0.92	3.61	-0.96	5.26
Tensión admisible				33.00		33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 8:

Viga 8. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	22.77	-3.58	1.65				
Tensión admisible				33.00		33.00				

Se cumple la verificación

Viga 8. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.56	-2.62	9.59				
Tensión admisible				33.00		33.00				

Se cumple la verificación

Viga 8. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	17.42	-2.61	11.28	0.00	1.43	0.00	2.40
Tensión admisible				33.00		33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 8. Tras la apertura al tráfico						
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga		Losa	
			Fibra inferior	Fibra superior	Fibra inferior	Fibra superior

		σmin	σmin	σmax	σmin	σmax	σmin	σmax	σmin	σmax
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	-0.05	17.79	-2.61	12.90	0.00	2.80	0.00	4.68
Tensión admisible				33.00		33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 8. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σmin	σmin	σmax	σmin	σmax	σmin	σmax	σmin	σmax
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-1.18	-1.64	15.06	-0.71	12.29	-0.92	3.39	-0.95	4.81
Tensión admisible				33.00		33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 9:

Viga 9. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σmin	σmin	σmax	σmin	σmax	σmin	σmax	σmin	σmax
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	22.77	-3.58	1.65				
Tensión admisible				33.00		33.00				

Se cumple la verificación

Viga 9. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σmin	σmin	σmax	σmin	σmax	σmin	σmax	σmin	σmax
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.53	-2.62	9.74				
Tensión admisible				33.00		33.00				

Se cumple la verificación

Viga 9. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σmin	σmin	σmax	σmin	σmax	σmin	σmax	σmin	σmax
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	16.51	-2.63	12.03	-0.01	1.94	-0.01	3.26
Tensión admisible				33.00		33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 9. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σmin	σmin	σmax	σmin	σmax	σmin	σmax	σmin	σmax
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.18	-0.64	16.94	-2.63	13.15	-0.01	2.89	-0.01	4.85
Tensión admisible				33.00		33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 9. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σmin	σmin	σmax	σmin	σmax	σmin	σmax	σmin	σmax
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-1.63	-2.13	14.24	-0.71	12.68	-0.92	3.47	-0.95	4.87
Tensión admisible				33.00		33.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

9.5 Resumen de verificaciones

Viga 1. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 1. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 1. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 6. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 6. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 6. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 7. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 7. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 7. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 8. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 8. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 8. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 9. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 9. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 9. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

10 VERIFICACIÓN DEL EL FISURACIÓN EN LAS VIGAS

Variables definidas en el artículo 49.2.4 de la EHE08

s_d	:	Distancia al eje de apoyo 1 de la viga.
N_d	:	Axil de cálculo. Compresiones positivas
M_d	:	Flector de cálculo. Positivo tracciona la fibra inferior.
Sep	:	Separación entre armaduras.
r_g	:	Recubrimiento geométrico de las armaduras traccionadas.
ϕ_{max}	:	Diámetro de la barra pasiva traccionada más gruesa o diámetro equivalente en grupos de barras.
A_{cef}	:	Área de hormigón de la zona de recubrimiento.
A_s	:	Área total de las armaduras dentro de A_{cef}
K_1	:	Coeficiente que depende del diagrama de deformaciones.
ε_{inf}	:	Deformación de la fibra inferior de la viga debida a los esfuerzos de cálculo.
ε_{sup}	:	Deformación de la fibra superior dela viga debida a los esfuerzos de cálculo.
σ_s	:	Tensión de la armadura pasiva en sección fisurada con los esfuerzos de cálculo.
σ_{sr}	:	Tensión de la armadura pasiva en sección fisurada en el momento de la fisuración.
S_m	:	Separación media entre fisuras
ε_{sm}	:	Alargamiento medio de las armaduras
W_k	:	Abertura media de fisura
$W_{k\ adm}$	:	Abertura de fisura admisible

NOTA : Sólo se listan los valores para los que se supera el valor de la tensión máxima de tracción ($f_{ct,m}$).

NOTA : El cálculo de las aberturas de fisura se lleva a cabo cuando N_d > 98.1 kN o M_d > 98.1 kNm.

10.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente

No procede la comprobación.

10.2 Situación persistente. Combinación frecuente

Cálculo de las aberturas de fisura

Viga 1:

No se supera en ningún caso el valor de la tensión máxima de tracción ($f_{ct,m}$).
Se cumple la verificación

Viga 2:

No se supera en ningún caso el valor de la tensión máxima de tracción ($f_{ct,m}$).
Se cumple la verificación

Viga 3:

No se supera en ningún caso el valor de la tensión máxima de tracción ($f_{ct,m}$).
Se cumple la verificación

Viga 4:

No se supera en ningún caso el valor de la tensión máxima de tracción ($f_{ct,m}$).
Se cumple la verificación

Viga 5:

No se supera en ningún caso el valor de la tensión máxima de tracción ($f_{ct,m}$).
Se cumple la verificación

Viga 6:

No se supera en ningún caso el valor de la tensión máxima de tracción ($f_{ct,m}$).
Se cumple la verificación

Viga 7:

No se supera en ningún caso el valor de la tensión máxima de tracción ($f_{ct,m}$).
Se cumple la verificación

Viga 8:

No se supera en ningún caso el valor de la tensión máxima de tracción ($f_{ct,m}$).
Se cumple la verificación

Viga 9:

No se supera en ningún caso el valor de la tensión máxima de tracción ($f_{ct,m}$).
Se cumple la verificación

10.3 Situación persistente. Combinación característica

No procede la comprobación.

10.4 Resumen de verificaciones

Viga 1. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 1. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 1. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 6. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 6. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 6. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 7. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 7. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 7. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 8. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 8. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 8. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 9. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 9. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 9. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

11 ROTURA POR FLEXIÓN EN LAS VIGAS

M_{dA}: Momento mayorado sin decalar
M_{dB}: Momento mayorado decalado
M_u : Momento último
S_d : Longitud de decalaje

Armaduras dispuestas

Viga 1:

Armadura de refuerzo por flexión:

No se ha definido armadura de refuerzo a flexión.

Armadura en extremos:

Extremo	Tipo	nº	ϕ	Longitud (m)
1	R-1	3	Ø20	3.500
2	R-1	3	Ø20	3.500

Viga 2:

Armadura de refuerzo por flexión:

No se ha definido armadura de refuerzo a flexión.

Armadura en extremos:

Extremo	Tipo	nº	ϕ	Longitud (m)
1	R-1	3	Ø16	3.400
2	R-1	3	Ø16	3.400

Viga 3:

Armadura de refuerzo por flexión:

No se ha definido armadura de refuerzo a flexión.

Armadura en extremos:

Extremo	Tipo	nº	ϕ	Longitud (m)
1	R-1	3	Ø16	3.400
2	R-1	3	Ø16	3.400

Viga 4:

Armadura de refuerzo por flexión:

No se ha definido armadura de refuerzo a flexión.

Armadura en extremos:

Extremo	Tipo	nº	ϕ	Longitud (m)
1	R-1	3	Ø25	3.625
2	R-1	3	Ø25	3.625

Viga 5:

Armadura de refuerzo por flexión:

No se ha definido armadura de refuerzo a flexión.

Armadura en extremos:

Extremo	Tipo	nº	ϕ	Longitud (m)
1	R-1	3	Ø25	3.625
2	R-1	3	Ø25	3.625

Viga 6:

Armadura de refuerzo por flexión:

No se ha definido armadura de refuerzo a flexión.

Armadura en extremos:

Extremo	Tipo	nº	ϕ	Longitud (m)
1	R-1	3	Ø25	3.625
2	R-1	3	Ø25	3.625

Viga 7:

Armadura de refuerzo por flexión:

No se ha definido armadura de refuerzo a flexión.

Armadura en extremos:

Extremo	Tipo	nº	ϕ	Longitud (m)
1	R-1	3	Ø16	3.400
2	R-1	3	Ø16	3.400

Viga 8:

Armadura de refuerzo por flexión:

No se ha definido armadura de refuerzo a flexión.

Armadura en extremos:

Extremo	Tipo	nº	ϕ	Longitud (m)
1	R-1	3	Ø16	3.400
2	R-1	3	Ø16	3.400

Viga 9:

Armadura de refuerzo por flexión:

No se ha definido armadura de refuerzo a flexión.

Armadura en extremos:

Extremo	Tipo	nº	ϕ	Longitud (m)
1	R-1	3	Ø20	3.500
2	R-1	3	Ø20	3.500

Se listan los valores correspondientes al mínimo coeficiente de seguridad y al centro de la viga

11.1 Situación persistente. Combinación fundamental

Viga 1:

Viga 1. Tras la apertura al tráfico

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
15.500	9066.4	1.495	9066.4	10190.0	1.124	

Viga 1. A tiempo infinito

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
15.500	9066.4	1.495	9066.4	10190.0	1.124	

Viga 2:

Viga 2. Tras la apertura al tráfico

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones

(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)	
15.500	8804.7	1.495	8804.7	10176.2	1.156

Viga 2. A tiempo infinito

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
15.500	8804.7	1.495	8804.7	10176.2	1.156	

Viga 3:

Viga 3. Tras la apertura al tráfico

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
0.000	0.5	0.000	1582.8	1715.0	1.084	
15.500	9142.1	1.495	9142.1	10176.2	1.113	

Viga 3. A tiempo infinito

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
0.000	0.5	0.000	1580.6	1715.0	1.085	
15.500	9142.1	1.495	9142.1	10176.2	1.113	

Viga 4:

Viga 4. Tras la apertura al tráfico

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
15.500	9907.4	1.495	9907.4	10176.2	1.027	

Viga 4. A tiempo infinito

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
15.500	9907.4	1.495	9907.4	10176.2	1.027	

Viga 5:

Viga 5. Tras la apertura al tráfico

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
15.500	9959.2	1.495	9959.2	10176.2	1.022	

Viga 5. A tiempo infinito

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
15.500	9959.2	1.495	9959.2	10176.2	1.022	

Viga 6:

Viga 6. Tras la apertura al tráfico

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
15.500	9907.4	1.495	9907.4	10176.2	1.027	

Viga 6. A tiempo infinito

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
15.500	9907.4	1.495	9907.4	10176.2	1.027	

Viga 7:

Viga 7. Tras la apertura al tráfico

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
0.000	0.5	0.000	1582.8	1715.0	1.084	
15.500	9142.1	1.495	9142.1	10176.2	1.113	

Viga 7. A tiempo infinito

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
0.000	0.5	0.000	1580.6	1715.0	1.085	
15.500	9142.1	1.495	9142.1	10176.2	1.113	

Viga 8:

Viga 8. Tras la apertura al tráfico

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
15.500	8804.8	1.495	8804.8	10176.2	1.156	

Viga 8. A tiempo infinito

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
15.500	8804.8	1.495	8804.8	10176.2	1.156	

Viga 9:

Viga 9. Tras la apertura al tráfico

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
15.500	9066.4	1.495	9066.4	10190.0	1.124	

Viga 9. A tiempo infinito

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
15.500	9066.4	1.495	9066.4	10190.0	1.124	

11.2 Resumen de verificaciones

Viga 1. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 6. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 7. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 8. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 9. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

12 ROTURA POR CORTANTE EN LAS VIGAS

V_d-, V_d+	:	Cortante mínimo y máximo mayorado (sin el pretensado)
V_{pd}-, V_{pd}+	:	Cortante mínimo y máximo de pretensado
N_{pd}-, N_{pd}+	:	Axil mínimo y máximo de pretensado
M_d-, M_d+	:	Flector mínimo y máximo mayorado
V_{rd}	:	Cortante efectivo ($V_{rd} = V_d + V_{pd}$)
V_{u1}	:	Resistencia de las bielas de compresión
V_{cu}	:	Contribución del hormigón a la resistencia a cortante
V_{su}	:	Contribución de las armaduras a la resistencia a cortante
V_{u2}	:	Resistencia a cortante
A_{st}	:	Armadura de cálculo necesaria a cortante
$A_{st\ min}$	:	Armadura mínima de cortante
$S_{max\ long}$	:	Separación longitudinal máxima entre cercos de cortante

Se listan los valores correspondientes a la armadura transversal máxima y al resultado más desfavorable relativo a la resistencia de las bielas de compresión

12.1 Situación persistente. Combinación fundamental

Viga 1:

Viga 1. Tras la apertura al tráfico				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
1.810	1075.6	3003.6	0.358	Cumple

Viga 1. Tras la apertura al tráfico							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
1.810	1075.6	250.7	824.9	1075.6	13.5	2.2	0.450

Viga 1. A tiempo infinito				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
1.810	1075.6	2978.7	0.361	Cumple

Viga 1. A tiempo infinito							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$

(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
1.810	1075.6	238.5	837.1	1075.6	13.7	2.2	0.450

Viga 2:

Viga 2. Tras la apertura al tráfico				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
29.190	969.9	3004.6	0.323	Cumple

Viga 2. Tras la apertura al tráfico							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
29.190	-969.9	251.8	718.1	969.9	11.8	2.2	0.450

Viga 2. A tiempo infinito				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
29.190	969.9	2978.5	0.326	Cumple

Viga 2. A tiempo infinito							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
29.190	-969.9	238.9	731.0	969.9	12.0	2.2	0.450

Viga 3:

Viga 3. Tras la apertura al tráfico				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
29.190	1038.0	3004.6	0.345	Cumple

Viga 3. Tras la apertura al tráfico							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
29.190	-1038.0	251.8	786.1	1038.0	12.9	2.2	0.450

Viga 3. A tiempo infinito				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
29.190	1038.0	2978.3	0.349	Cumple

Viga 3. A tiempo infinito							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
29.190	-1038.0	238.9	799.1	1038.0	13.1	2.2	0.450

Viga 4:

Viga 4. Tras la apertura al tráfico				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
29.190	1218.5	3006.9	0.405	Cumple

Viga 4. Tras la apertura al tráfico							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
29.190	-1218.5	251.5	967.0	1218.5	15.9	2.2	0.450

Viga 4. A tiempo infinito					
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión					
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones	
(m)	(kN)	(kN)			
29.190	1218.5	2980.4	0.409	Cumple	

Viga 4. A tiempo infinito							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
29.190	-1218.5	238.5	980.0	1218.5	16.1	2.2	0.450

Viga 5:

Viga 5. Tras la apertura al tráfico				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
29.190	1222.3	3006.9	0.406	Cumple

Viga 5. Tras la apertura al tráfico							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
29.190	-1222.3	251.5	970.8	1222.3	15.9	2.2	0.450

Viga 5. A tiempo infinito				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
29.190	1222.3	2980.4	0.410	Cumple

Viga 5. A tiempo infinito							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
29.190	-1222.3	238.5	983.8	1222.3	16.1	2.2	0.450

Viga 6:

Viga 6. Tras la apertura al tráfico				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
29.190	1218.5	3006.9	0.405	Cumple

Viga 6. Tras la apertura al tráfico							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
29.190	-1218.5	251.5	967.0	1218.5	15.9	2.2	0.450

Viga 6. A tiempo infinito				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
29.190	1218.5	2980.4	0.409	Cumple

Viga 6. A tiempo infinito							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
29.190	-1218.5	238.5	980.0	1218.5	16.1	2.2	0.450

Viga 7:

Viga 7. Tras la apertura al tráfico				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
29.190	1038.0	3004.6	0.345	Cumple

Viga 7. Tras la apertura al tráfico							
Armadura de cortante							
Distancia al	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$

eje 1							
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
29.190	-1038.0	251.8	786.1	1038.0	12.9	2.2	0.450

Viga 7. A tiempo infinito				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
29.190	1038.0	2978.3	0.349	Cumple

Viga 7. A tiempo infinito							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
29.190	-1038.0	238.9	799.1	1038.0	13.1	2.2	0.450

Viga 8:

Viga 8. Tras la apertura al tráfico				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
29.190	969.9	3004.6	0.323	Cumple

Viga 8. Tras la apertura al tráfico							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
29.190	-969.9	251.8	718.1	969.9	11.8	2.2	0.450

Viga 8. A tiempo infinito				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
29.190	969.9	2978.5	0.326	Cumple

Viga 8. A tiempo infinito							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
29.190	-969.9	238.9	731.0	969.9	12.0	2.2	0.450

Viga 9:

Viga 9. Tras la apertura al tráfico				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		

1.810	1075.6	3003.6	0.358	Cumple

Viga 9. Tras la apertura al tráfico							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
1.810	1075.6	250.7	824.9	1075.6	13.5	2.2	0.450

Viga 9. A tiempo infinito				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
1.810	1075.6	2978.7	0.361	Cumple

Viga 9. A tiempo infinito							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
1.810	1075.6	238.5	837.1	1075.6	13.7	2.2	0.450

12.2 Resumen de armaduras

Viga 1			
Distancia al eje 1	A_{st}	A_{stmin}	$A_{st\ dispuesta}$
(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
-0.490	0.0	0.0	0.0
-0.001	0.0	0.0	0.0
0.001	7.1	10.0	10.0
0.932	3.4	10.0	10.0
1.290	2.9	10.0	10.0
1.409	5.1	8.3	8.3
1.810	13.7	2.2	13.7
2.181	12.9	2.2	12.9
2.818	11.4	2.2	11.4
4.227	9.3	2.2	9.3
5.636	7.4	2.2	7.4
6.173	6.6	2.2	6.6
7.045	5.2	2.2	5.2
8.455	3.4	2.2	3.4
9.864	1.7	2.2	2.2
11.273	0.0	0.0	0.0
12.682	0.0	0.0	0.0
14.091	0.0	0.0	0.0
15.500	0.0	0.0	0.0
16.909	0.0	0.0	0.0
18.318	0.0	0.0	0.0
19.727	0.0	0.0	0.0
21.136	1.7	2.2	2.2
22.545	3.4	2.2	3.4
23.955	5.2	2.2	5.2
24.827	6.6	2.2	6.6
25.364	7.4	2.2	7.4
26.773	9.3	2.2	9.3
28.182	11.4	2.2	11.4
28.819	12.9	2.2	12.9
29.190	13.7	2.2	13.7

29.591	5.1	8.3	8.3
29.710	2.9	10.0	10.0
30.068	3.4	10.0	10.0
30.999	7.1	10.0	10.0
31.001	0.0	0.0	0.0
31.490	0.0	0.0	0.0

Viga 2

Distancia al eje 1	A_{st}	A_{stmin}	A_{st} dispuesta
(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
-0.490	0.0	0.0	0.0
-0.001	0.0	0.0	0.0
0.001	4.8	10.0	10.0
0.932	1.4	10.0	10.0
1.290	1.0	10.0	10.0
1.409	3.2	8.3	8.3
1.810	12.0	2.2	12.0
2.181	11.4	2.2	11.4
2.818	10.1	2.2	10.1
4.227	8.6	2.2	8.6
5.636	7.2	2.2	7.2
6.173	6.4	2.2	6.4
7.045	5.1	2.2	5.1
8.455	3.4	2.2	3.4
9.864	1.8	2.2	2.2
11.273	0.0	0.0	0.0
12.682	0.0	0.0	0.0
14.091	0.0	0.0	0.0
15.500	0.0	0.0	0.0
16.909	0.0	0.0	0.0
18.318	0.0	0.0	0.0
19.727	0.0	0.0	0.0
21.136	1.8	2.2	2.2
22.545	3.4	2.2	3.4
23.955	5.1	2.2	5.1
24.827	6.4	2.2	6.4
25.364	7.2	2.2	7.2
26.773	8.6	2.2	8.6
28.182	10.1	2.2	10.1
28.819	11.4	2.2	11.4
29.190	12.0	2.2	12.0
29.591	3.2	8.3	8.3
29.710	1.0	10.0	10.0
30.068	1.4	10.0	10.0
30.999	4.8	10.0	10.0
31.001	0.0	0.0	0.0
31.490	0.0	0.0	0.0

Viga 3

Distancia al eje 1	A_{st}	A_{stmin}	A_{st} dispuesta
(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
-0.490	0.0	0.0	0.0
-0.001	0.0	0.0	0.0
0.001	6.2	10.0	10.0
0.932	2.6	10.0	10.0
1.290	2.2	10.0	10.0
1.409	4.4	8.3	8.3
1.810	13.1	2.2	13.1
2.181	12.4	2.2	12.4
2.818	11.0	2.2	11.0
4.227	9.3	2.2	9.3
5.636	7.7	2.2	7.7
6.173	6.8	2.2	6.8
7.045	5.6	2.2	5.6
8.455	3.9	2.2	3.9

9.864	2.2	2.2	2.2
11.273	0.0	0.0	0.0
12.682	0.0	0.0	0.0
14.091	0.0	0.0	0.0
15.500	0.0	0.0	0.0
16.909	0.0	0.0	0.0
18.318	0.0	0.0	0.0
19.727	0.0	0.0	0.0
21.136	2.2	2.2	2.2
22.545	3.9	2.2	3.9
23.955	5.6	2.2	5.6
24.827	6.8	2.2	6.8
25.364	7.7	2.2	7.7
26.773	9.3	2.2	9.3
28.182	11.0	2.2	11.0
28.819	12.4	2.2	12.4
29.190	13.1	2.2	13.1
29.591	4.4	8.3	8.3
29.710	2.2	10.0	10.0
30.068	2.6	10.0	10.0
30.999	6.2	10.0	10.0
31.001	0.0	0.0	0.0
31.490	0.0	0.0	0.0

Viga 4

Distancia al eje 1	A_{st}	A_{stmin}	A_{st} dispuesta
(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
-0.490	0.0	0.0	0.0
-0.001	0.0	0.0	0.0
0.001	9.8	10.0	10.0
0.932	5.9	10.0	10.0
1.290	5.4	10.0	10.0
1.409	7.5	8.3	8.3
1.810	16.1	2.2	16.1
2.181	15.3	2.2	15.3
2.818	13.8	2.2	13.8
4.227	11.8	2.2	11.8
5.636	10.2	2.2	10.2
6.173	9.3	2.2	9.3
7.045	7.8	2.2	7.8
8.455	6.1	2.2	6.1
9.864	4.6	2.2	4.6
11.273	3.2	2.2	3.2
12.682	1.5	2.2	2.2
14.091	0.0	0.0	0.0
15.500	0.0	0.0	0.0
16.909	0.0	0.0	0.0
18.318	1.5	2.2	2.2
19.727	3.2	2.2	3.2
21.136	4.6	2.2	4.6
22.545	6.1	2.2	6.1
23.955	7.8	2.2	7.8
24.827	9.3	2.2	9.3
25.364	10.2	2.2	10.2
26.773	11.8	2.2	11.8
28.182	13.8	2.2	13.8
28.819	15.3	2.2	15.3
29.190	16.1	2.2	16.1
29.591	7.5	8.3	8.3
29.710	5.4	10.0	10.0
30.068	5.9	10.0	10.0
30.999	9.8	10.0	10.0
31.001	0.0	0.0	0.0
31.490	0.0	0.0	0.0

Viga 5

Distancia al eje 1	A_{st}	A_{stmin}	A_{st} dispuesta
(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
-0.490	0.0	0.0	0.0
-0.001	0.0	0.0	0.0
0.001	9.8	10.0	10.0
0.932	5.9	10.0	10.0
1.290	5.4	10.0	10.0
1.409	7.5	8.3	8.3
1.810	16.1	2.2	16.1
2.181	15.4	2.2	15.4
2.818	13.9	2.2	13.9
4.227	12.0	2.2	12.0
5.636	10.3	2.2	10.3
6.173	9.5	2.2	9.5
7.045	8.0	2.2	8.0
8.455	6.3	2.2	6.3
9.864	4.8	2.2	4.8
11.273	3.4	2.2	3.4
12.682	1.7	2.2	2.2
14.091	0.0	0.0	0.0
15.500	0.0	0.0	0.0
16.909	0.0	0.0	0.0
18.318	1.7	2.2	2.2
19.727	3.4	2.2	3.4
21.136	4.8	2.2	4.8
22.545	6.3	2.2	6.3
23.955	8.0	2.2	8.0
24.827	9.5	2.2	9.5
25.364	10.3	2.2	10.3
26.773	12.0	2.2	12.0
28.182	13.9	2.2	13.9
28.819	15.4	2.2	15.4
29.190	16.1	2.2	16.1
29.591	7.5	8.3	8.3
29.710	5.4	10.0	10.0
30.068	5.9	10.0	10.0
30.999	9.8	10.0	10.0
31.001	0.0	0.0	0.0
31.490	0.0	0.0	0.0

Viga 6

Distancia al eje 1	A_{st}	A_{stmin}	A_{st} dispuesta
(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
-0.490	0.0	0.0	0.0
-0.001	0.0	0.0	0.0
0.001	9.8	10.0	10.0
0.932	5.9	10.0	10.0
1.290	5.4	10.0	10.0
1.409	7.5	8.3	8.3
1.810	16.1	2.2	16.1
2.181	15.3	2.2	15.3
2.818	13.8	2.2	13.8
4.227	11.8	2.2	11.8
5.636	10.2	2.2	10.2
6.173	9.3	2.2	9.3
7.045	7.8	2.2	7.8
8.455	6.1	2.2	6.1
9.864	4.6	2.2	4.6
11.273	3.2	2.2	3.2
12.682	1.5	2.2	2.2
14.091	0.0	0.0	0.0
15.500	0.0	0.0	0.0
16.909	0.0	0.0	0.0
18.318	1.5	2.2	2.2
19.727	3.2	2.2	3.2

21.136	4.6	2.2	4.6
22.545	6.1	2.2	6.1
23.955	7.8	2.2	7.8
24.827	9.3	2.2	9.3
25.364	10.2	2.2	10.2
26.773	11.8	2.2	11.8
28.182	13.8	2.2	13.8
28.819	15.3	2.2	15.3
29.190	16.1	2.2	16.1
29.591	7.5	8.3	8.3
29.710	5.4	10.0	10.0
30.068	5.9	10.0	10.0
30.999	9.8	10.0	10.0
31.001	0.0	0.0	0.0
31.490	0.0	0.0	0.0

Viga 7

Distancia al eje 1	A_{st}	A_{stmin}	A_{st} dispuesta
(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
-0.490	0.0	0.0	0.0
-0.001	0.0	0.0	0.0
0.001	6.2	10.0	10.0
0.932	2.6	10.0	10.0
1.290	2.2	10.0	10.0
1.409	4.4	8.3	8.3
1.810	13.1	2.2	13.1
2.181	12.4	2.2	12.4
2.818	11.0	2.2	11.0
4.227	9.3	2.2	9.3
5.636	7.7	2.2	7.7
6.173	6.8	2.2	6.8
7.045	5.6	2.2	5.6
8.455	3.9	2.2	3.9
9.864	2.2	2.2	2.2
11.273	0.0	0.0	0.0
12.682	0.0	0.0	0.0
14.091	0.0	0.0	0.0
15.500	0.0	0.0	0.0
16.909	0.0	0.0	0.0
18.318	0.0	0.0	0.0
19.727	0.0	0.0	0.0
21.136	2.2	2.2	2.2
22.545	3.9	2.2	3.9
23.955	5.6	2.2	5.6
24.827	6.8	2.2	6.8
25.364	7.7	2.2	7.7
26.773	9.3	2.2	9.3
28.182	11.0	2.2	11.0
28.819	12.4	2.2	12.4
29.190	13.1	2.2	13.1
29.591	4.4	8.3	8.3
29.710	2.2	10.0	10.0
30.068	2.6	10.0	10.0
30.999	6.2	10.0	10.0
31.001	0.0	0.0	0.0
31.490	0.0	0.0	0.0

Viga 8

Distancia al eje 1	A_{st}	A_{stmin}	A_{st} dispuesta
(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
-0.490	0.0	0.0	0.0
-0.001	0.0	0.0	0.0
0.001	4.8	10.0	10.0
0.932	1.4	10.0	10.0
1.290	1.0	10.0	10.0

1.409	3.2	8.3	8.3
1.810	12.0	2.2	12.0
2.181	11.4	2.2	11.4
2.818	10.1	2.2	10.1
4.227	8.6	2.2	8.6
5.636	7.2	2.2	7.2
6.173	6.4	2.2	6.4
7.045	5.1	2.2	5.1
8.455	3.4	2.2	3.4
9.864	1.8	2.2	2.2
11.273	0.0	0.0	0.0
12.682	0.0	0.0	0.0
14.091	0.0	0.0	0.0
15.500	0.0	0.0	0.0
16.909	0.0	0.0	0.0
18.318	0.0	0.0	0.0
19.727	0.0	0.0	0.0
21.136	1.8	2.2	2.2
22.545	3.4	2.2	3.4
23.955	5.1	2.2	5.1
24.827	6.4	2.2	6.4
25.364	7.2	2.2	7.2
26.773	8.6	2.2	8.6
28.182	10.1	2.2	10.1
28.819	11.4	2.2	11.4
29.190	12.0	2.2	12.0
29.591	3.2	8.3	8.3
29.710	1.0	10.0	10.0
30.068	1.4	10.0	10.0
30.999	4.8	10.0	10.0
31.001	0.0	0.0	0.0
31.490	0.0	0.0	0.0

Viga 9

Distancia al eje 1	A_{st}	A_{stmin}	A_{st} dispuesta
(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
-0.490	0.0	0.0	0.0
-0.001	0.0	0.0	0.0
0.001	7.1	10.0	10.0
0.932	3.4	10.0	10.0
1.290	2.9	10.0	10.0
1.409	5.1	8.3	8.3
1.810	13.7	2.2	13.7
2.181	12.9	2.2	12.9
2.818	11.4	2.2	11.4
4.227	9.3	2.2	9.3
5.636	7.4	2.2	7.4
6.173	6.6	2.2	6.6
7.045	5.2	2.2	5.2
8.455	3.4	2.2	3.4
9.864	1.7	2.2	2.2
11.273	0.0	0.0	0.0
12.682	0.0	0.0	0.0
14.091	0.0	0.0	0.0
15.500	0.0	0.0	0.0
16.909	0.0	0.0	0.0
18.318	0.0	0.0	0.0
19.727	0.0	0.0	0.0
21.136	1.7	2.2	2.2
22.545	3.4	2.2	3.4
23.955	5.2	2.2	5.2
24.827	6.6	2.2	6.6
25.364	7.4	2.2	7.4
26.773	9.3	2.2	9.3
28.182	11.4	2.2	11.4
28.819	12.9	2.2	12.9

29.190	13.7	2.2	13.7
29.591	5.1	8.3	8.3
29.710	2.9	10.0	10.0
30.068	3.4	10.0	10.0
30.999	7.1	10.0	10.0
31.001	0.0	0.0	0.0
31.490	0.0	0.0	0.0

12.3 Resumen de verificaciones

Viga 1. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 6. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 7. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 8. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 9. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

13 ROTURA POR TORSIÓN EN LAS VIGAS

En este apartado se presenta la verificación a torsión de las vigas. Tanto los esfuerzos de cálculo como los resistentes corresponden a los esfuerzos que actúan sobre la viga. Las armaduras obtenidas corresponden a la armadura de la viga (sin la losa).

T_{d}-, T_{d}+	:	Torsor mayorado actuando en la viga
N_{d}-, N_{d}+	:	Axiles concomitantes
T_{u1}	:	Resistencia a torsión de las bielas de compresión de la viga
A_t	:	Armadura transversal de torsión en una cara por unidad de longitud en la viga
A_l	:	Armadura longitudinal de torsión total de la viga

13.1 Comprobación del Estado Límite Último por torsión

Se listan los valores correspondientes al centro de la viga, a la armadura transversal máxima, a la armadura longitudinal máxima y al resultado más desfavorable relativo a la resistencia de las bielas de compresión

13.1.1 Situación persistente. Combinación fundamental

Viga 1:

Viga 1. Tras la apertura al tráfico								
Distancia al eje 1	T_{d}-	T_{d}+	N_{d}-	N_{d}+	T_{u1}	T_{d}/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
15.500	-1.4	1.4	5400.4	5400.4	232.8	0.006	0.1	0.38
26.773	-16.5	3.2	4434.2	4434.2	230.5	0.071	1.3	4.56

Viga 1. A tiempo infinito								
Distancia al eje 1	T_{d}-	T_{d}+	N_{d}-	N_{d}+	T_{u1}	T_{d}/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)

15.500	-1.4	1.4	4882.8	4882.8	232.8	0.006	0.1	0.38
26.773	-16.5	3.2	3899.5	3899.5	225.2	0.073	1.3	4.56

Viga 2:

Viga 2. Tras la apertura al tráfico								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_{d-}	N_{d+}	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
1.810	-6.7	13.7	2692.3	2692.3	213.1	0.064	1.1	3.78
4.227	-7.0	14.1	4433.8	4433.8	230.5	0.061	1.1	3.90
15.500	-1.7	1.7	5399.3	5399.3	232.8	0.007	0.1	0.47

Viga 2. A tiempo infinito								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_{d-}	N_{d+}	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
1.810	-6.7	13.7	2241.1	2241.1	208.6	0.065	1.1	3.78
4.227	-7.0	14.1	3869.7	3869.7	224.9	0.063	1.1	3.90
15.500	-1.7	1.7	4830.6	4830.6	232.8	0.007	0.1	0.47

Viga 3:

Viga 3. Tras la apertura al tráfico								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_{d-}	N_{d+}	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
1.810	-11.0	9.3	2692.3	2692.3	213.1	0.052	0.8	3.05
15.500	-3.6	3.6	5399.3	5399.3	232.8	0.016	0.3	1.01
26.773	-9.9	11.5	4433.8	4433.8	230.5	0.050	0.9	3.19

Viga 3. A tiempo infinito								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_{d-}	N_{d+}	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
1.810	-11.0	9.3	2238.2	2238.2	208.6	0.053	0.8	3.05
15.500	-3.6	3.6	4795.5	4795.5	232.8	0.016	0.3	1.01
26.773	-9.9	11.5	3860.0	3860.0	224.8	0.051	0.9	3.19

Viga 4:

Viga 4. Tras la apertura al tráfico								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_{d-}	N_{d+}	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
15.500	-3.6	3.6	5399.3	5399.3	232.8	0.016	0.3	1.01
26.773	-7.4	12.2	4433.8	4433.8	230.5	0.053	0.9	3.38
29.190	-7.1	11.6	2692.3	2692.3	213.1	0.054	0.9	3.21

Viga 4. A tiempo infinito								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_{d-}	N_{d+}	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
15.500	-3.6	3.6	4777.5	4777.5	232.8	0.016	0.3	1.01
26.773	-7.4	12.2	3853.0	3853.0	224.7	0.054	0.9	3.38
29.190	-7.1	11.6	2234.6	2234.6	208.5	0.056	0.9	3.21

Viga 5:

Viga 5. Tras la apertura al tráfico								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_{d-}	N_{d+}	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
1.810	-9.6	9.6	2692.3	2692.3	213.1	0.045	0.7	2.65
15.500	-4.3	4.3	5399.3	5399.3	232.8	0.018	0.3	1.18
26.773	-10.0	10.0	4433.8	4433.8	230.5	0.043	0.8	2.77

Viga 5. A tiempo infinito								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_{d-}	N_{d+}	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l

(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
1.810	-9.6	9.6	2233.6	2233.6	208.5	0.046	0.7	2.65
15.500	-4.3	4.3	4772.1	4772.1	232.8	0.018	0.3	1.18
26.773	-10.0	10.0	3850.7	3850.7	224.7	0.045	0.8	2.77

Viga 6:

Viga 6. Tras la apertura al tráfico								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_{d-}	N_{d+}	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
15.500	-3.6	3.6	5399.3	5399.3	232.8	0.016	0.3	1.01
26.773	-12.2	7.4	4433.8	4433.8	230.5	0.053	0.9	3.38
29.190	-11.6	7.1	2692.3	2692.3	213.1	0.054	0.9	3.21

Viga 6. A tiempo infinito								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_{d-}	N_{d+}	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
15.500	-3.6	3.6	4777.5	4777.5	232.8	0.016	0.3	1.01
26.773	-12.2	7.4	3853.0	3853.0	224.7	0.054	0.9	3.38
29.190	-11.6	7.1	2234.6	2234.6	208.5	0.056	0.9	3.21

Viga 7:

Viga 7. Tras la apertura al tráfico								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_{d-}	N_{d+}	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
15.500	-3.6	3.6	5399.3	5399.3	232.8	0.016	0.3	1.01
26.773	-11.5	9.9	4433.8	4433.8	230.5	0.050	0.9	3.19
29.190	-11.0	9.3	2692.3	2692.3	213.1	0.052	0.8	3.05

Viga 7. A tiempo infinito								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_{d-}	N_{d+}	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
15.500	-3.6	3.6	4795.5	4795.5	232.8	0.016	0.3	1.01
26.773	-11.5	9.9	3860.0	3860.0	224.8	0.051	0.9	3.19
29.190	-11.0	9.3	2238.2	2238.2	208.6	0.053	0.8	3.05

Viga 8:

Viga 8. Tras la apertura al tráfico								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_{d-}	N_{d+}	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
1.810	-13.7	6.7	2692.3	2692.3	213.1	0.064	1.1	3.78
4.227	-14.1	7.0	4433.8	4433.8	230.5	0.061	1.1	3.90
15.500	-1.7	1.7	5399.3	5399.3	232.8	0.007	0.1	0.47

Viga 8. A tiempo infinito								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_{d-}	N_{d+}	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
1.810	-13.7	6.7	2241.1	2241.1	208.6	0.065	1.1	3.78
4.227	-14.1	7.0	3869.7	3869.7	224.9	0.063	1.1	3.90
15.500	-1.7	1.7	4830.6	4830.6	232.8	0.007	0.1	0.47

Viga 9:

Viga 9. Tras la apertura al tráfico								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_{d-}	N_{d+}	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
15.500	-1.4	1.4	5400.4	5400.4	232.8	0.006	0.1	0.38
26.773	-3.2	16.5	4434.2	4434.2	230.5	0.071	1.3	4.56

Viga 9. A tiempo infinito

Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_{d-}	N_{d+}	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
15.500	-1.4	1.4	4882.8	4882.8	232.8	0.006	0.1	0.38
26.773	-3.2	16.5	3899.5	3899.5	225.2	0.073	1.3	4.56

13.2 Comprobación de la Interacción Cortante - Torsión

T_d	:	Torsor de cálculo (viga + losa)
T_{u1}	:	Resistencia a torsión de las bielas de compresión (viga + losa)
V_{rd}	:	Cortante efectivo
V_{u1}	:	Cortante de agotamiento por compresión oblicua en el alma.
β	:	Coeficiente de interacción cortante - torsión

Se listan los valores correspondientes al resultado más desfavorable y al centro de la viga

13.2.1 Situación persistente. Combinación fundamental

Viga 1:

Viga 1. Tras la apertura al tráfico						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{\beta}+(V_{rd}/V_{u1})^{\beta}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
1.810	50.4	395.0	994.9	3003.6	0.381	Cumple
15.500	4.7	414.6	38.2	3155.1	0.013	Cumple

Viga 1. A tiempo infinito						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{\beta}+(V_{rd}/V_{u1})^{\beta}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
1.810	50.4	390.6	994.9	2978.7	0.385	Cumple
15.500	4.7	414.6	38.2	3126.0	0.013	Cumple

Viga 2:

Viga 2. Tras la apertura al tráfico						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{\beta}+(V_{rd}/V_{u1})^{\beta}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
15.500	2.9	414.6	40.8	3159.0	0.011	Cumple
29.190	45.8	395.0	730.8	3004.6	0.286	Cumple

Viga 2. A tiempo infinito						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{\beta}+(V_{rd}/V_{u1})^{\beta}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
15.500	2.9	414.6	40.8	3126.7	0.011	Cumple
29.190	45.8	390.5	730.8	2978.5	0.289	Cumple

Viga 3:

Viga 3. Tras la apertura al tráfico						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{\beta}+(V_{rd}/V_{u1})^{\beta}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
15.500	8.1	414.6	91.3	3159.0	0.029	Cumple
29.190	17.3	395.0	1038.0	3004.6	0.327	Cumple

Viga 3. A tiempo infinito						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{\beta}+(V_{rd}/V_{u1})^{\beta}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
15.500	8.1	414.6	91.3	3124.7	0.029	Cumple
29.190	17.3	390.4	1038.0	2978.3	0.330	Cumple

Viga 4:

Viga 4. Tras la apertura al tráfico						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
15.500	6.6	414.6	244.1	3159.0	0.063	Cumple
29.190	9.2	395.0	1218.5	3006.9	0.372	Cumple

Viga 4. A tiempo infinito						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
15.500	6.6	414.6	244.1	3123.7	0.064	Cumple
29.190	9.2	390.4	1218.5	2980.4	0.375	Cumple

Viga 5:

Viga 5. Tras la apertura al tráfico						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
15.500	3.3	414.6	261.6	3159.0	0.063	Cumple
29.190	4.8	395.0	1222.3	3006.9	0.366	Cumple

Viga 5. A tiempo infinito						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
15.500	3.3	414.6	261.6	3123.4	0.064	Cumple
29.190	4.8	390.4	1222.3	2980.4	0.369	Cumple

Viga 6:

Viga 6. Tras la apertura al tráfico						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
15.500	6.6	414.6	244.1	3159.0	0.063	Cumple
29.190	9.2	395.0	1218.5	3006.9	0.372	Cumple

Viga 6. A tiempo infinito						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
15.500	6.6	414.6	244.1	3123.7	0.064	Cumple
29.190	9.2	390.4	1218.5	2980.4	0.375	Cumple

Viga 7:

Viga 7. Tras la apertura al tráfico						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
15.500	8.1	414.6	91.3	3159.0	0.029	Cumple
29.190	17.3	395.0	1038.0	3004.6	0.327	Cumple

Viga 7. A tiempo infinito						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
15.500	8.1	414.6	91.3	3124.7	0.029	Cumple
29.190	17.3	390.4	1038.0	2978.3	0.330	Cumple

Viga 8:

Viga 8. Tras la apertura al tráfico						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
15.500	2.9	414.6	40.8	3159.0	0.011	Cumple
29.190	45.8	395.0	797.1	3004.6	0.307	Cumple

Viga 8. A tiempo infinito						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
15.500	2.9	414.6	40.8	3126.7	0.011	Cumple
29.190	45.8	390.5	797.1	2978.5	0.310	Cumple

Viga 9:

Viga 9. Tras la apertura al tráfico						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
1.810	50.4	395.0	994.9	3003.6	0.381	Cumple
15.500	4.7	414.6	38.2	3155.1	0.013	Cumple

Viga 9. A tiempo infinito						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
1.810	50.4	390.6	994.9	2978.7	0.385	Cumple
15.500	4.7	414.6	38.2	3126.0	0.013	Cumple

13.3 Resumen de armaduras

Viga 1		
Distancia al eje 1	A_t	A_l
(m)	(cm^2/m)	(cm^2)
-0.490	0.0	0.00
-0.001	0.0	0.01
0.000	0.8	2.89
0.001	0.9	3.01
0.932	0.9	3.24
1.290	1.0	3.33
1.409	1.1	3.77
1.810	1.1	4.10
2.181	1.2	4.20
2.818	1.2	4.36
4.227	1.3	4.56
5.636	1.2	4.27
6.173	1.1	4.10
7.045	1.1	3.78
8.455	0.9	3.23
9.864	0.7	2.63
11.273	0.6	2.01
12.682	0.4	1.38
14.091	0.2	0.82
15.500	0.1	0.38
16.909	0.2	0.82
18.318	0.4	1.38
19.727	0.6	2.01
21.136	0.7	2.63
22.545	0.9	3.23
23.955	1.1	3.78
24.827	1.1	4.10
25.364	1.2	4.27
26.773	1.3	4.56
28.182	1.2	4.36
28.819	1.2	4.20
29.190	1.1	4.10
29.591	1.1	3.77
29.710	1.0	3.33
30.068	0.9	3.24
30.999	0.9	3.01
31.000	0.8	2.89
31.001	0.0	0.01

31.490	0.0	0.00

Viga 2

Distancia al eje 1	A_t	A_l
(m)	(cm^2/m)	(cm^2)
-0.490	0.0	0.00
-0.001	0.0	0.00
0.000	0.8	2.90
0.001	0.8	2.90
0.932	0.9	3.03
1.290	0.9	3.08
1.409	1.0	3.48
1.810	1.1	3.78
2.181	1.1	3.83
2.818	1.1	3.88
4.227	1.1	3.90
5.636	1.0	3.60
6.173	1.0	3.46
7.045	0.9	3.20
8.455	0.8	2.75
9.864	0.6	2.26
11.273	0.5	1.72
12.682	0.3	1.20
14.091	0.2	0.76
15.500	0.1	0.47
16.909	0.2	0.76
18.318	0.3	1.20
19.727	0.5	1.72
21.136	0.6	2.26
22.545	0.8	2.75
23.955	0.9	3.20
24.827	1.0	3.46
25.364	1.0	3.60
26.773	1.1	3.90
28.182	1.1	3.88
28.819	1.1	3.83
29.190	1.1	3.78
29.591	1.0	3.48
29.710	0.9	3.08
30.068	0.9	3.03
30.999	0.8	2.90
31.000	0.8	2.90
31.001	0.0	0.00
31.490	0.0	0.00

Viga 3

Distancia al eje 1	A_t	A_l
(m)	(cm^2/m)	(cm^2)
-0.490	0.0	0.00
-0.001	0.0	0.00
0.000	0.7	2.31
0.001	0.7	2.31
0.932	0.7	2.43
1.290	0.7	2.48
1.409	0.8	2.80
1.810	0.8	3.05
2.181	0.9	3.09
2.818	0.9	3.15
4.227	0.9	3.19
5.636	0.8	2.96
6.173	0.8	2.85
7.045	0.7	2.66
8.455	0.6	2.33
9.864	0.6	2.00
11.273	0.5	1.68
12.682	0.4	1.39
14.091	0.3	1.16

15.500	0.3	1.01
16.909	0.3	1.16
18.318	0.4	1.39
19.727	0.5	1.68
21.136	0.6	2.00
22.545	0.6	2.33
23.955	0.7	2.66
24.827	0.8	2.85
25.364	0.8	2.96
26.773	0.9	3.19
28.182	0.9	3.15
28.819	0.9	3.09
29.190	0.8	3.05
29.591	0.8	2.80
29.710	0.7	2.48
30.068	0.7	2.43
30.999	0.7	2.31
31.000	0.7	2.31
31.001	0.0	0.00
31.490	0.0	0.00

Viga 4

Distancia al eje 1	A_t	A_l
(m)	(cm^2/m)	(cm^2)
-0.490	0.0	0.00
-0.001	0.0	0.00
0.000	0.7	2.44
0.001	0.7	2.44
0.932	0.7	2.56
1.290	0.8	2.61
1.409	0.9	2.94
1.810	0.9	3.21
2.181	0.9	3.26
2.818	0.9	3.33
4.227	0.9	3.38
5.636	0.9	3.16
6.173	0.8	3.05
7.045	0.8	2.85
8.455	0.7	2.51
9.864	0.6	2.16
11.273	0.5	1.82
12.682	0.4	1.50
14.091	0.3	1.22
15.500	0.3	1.01
16.909	0.3	1.22
18.318	0.4	1.50
19.727	0.5	1.82
21.136	0.6	2.16
22.545	0.7	2.51
23.955	0.8	2.85
24.827	0.8	3.05
25.364	0.9	3.16
26.773	0.9	3.38
28.182	0.9	3.33
28.819	0.9	3.26
29.190	0.9	3.21
29.591	0.9	2.94
29.710	0.8	2.61
30.068	0.7	2.56
30.999	0.7	2.44
31.000	0.7	2.44
31.001	0.0	0.00
31.490	0.0	0.00

Viga 5

Distancia al eje 1	A_t	A_l
(m)	(cm^2/m)	(cm^2)

-0.490	0.0	0.00
-0.001	0.0	0.00
0.000	0.6	2.01
0.001	0.6	2.01
0.932	0.6	2.11
1.290	0.6	2.15
1.409	0.7	2.43
1.810	0.7	2.65
2.181	0.7	2.69
2.818	0.8	2.74
4.227	0.8	2.77
5.636	0.7	2.56
6.173	0.7	2.47
7.045	0.6	2.31
8.455	0.6	2.06
9.864	0.5	1.82
11.273	0.5	1.63
12.682	0.4	1.44
14.091	0.4	1.28
15.500	0.3	1.18
16.909	0.4	1.28
18.318	0.4	1.44
19.727	0.5	1.63
21.136	0.5	1.82
22.545	0.6	2.06
23.955	0.6	2.31
24.827	0.7	2.47
25.364	0.7	2.56
26.773	0.8	2.77
28.182	0.8	2.74
28.819	0.7	2.69
29.190	0.7	2.65
29.591	0.7	2.43
29.710	0.6	2.15
30.068	0.6	2.11
30.999	0.6	2.01
31.000	0.6	2.01
31.001	0.0	0.00
31.490	0.0	0.00

Viga 6

Distancia al eje 1	A_t	A_l
(m)	(cm^2/m)	(cm^2)
-0.490	0.0	0.00
-0.001	0.0	0.00
0.000	0.7	2.44
0.001	0.7	2.44
0.932	0.7	2.56
1.290	0.8	2.61
1.409	0.9	2.94
1.810	0.9	3.21
2.181	0.9	3.26
2.818	0.9	3.33
4.227	0.9	3.38
5.636	0.9	3.16
6.173	0.8	3.05
7.045	0.8	2.85
8.455	0.7	2.51
9.864	0.6	2.16
11.273	0.5	1.82
12.682	0.4	1.50
14.091	0.3	1.22
15.500	0.3	1.01
16.909	0.3	1.22
18.318	0.4	1.50
19.727	0.5	1.82
21.136	0.6	2.16

22.545	0.7	2.51
23.955	0.8	2.85
24.827	0.8	3.05
25.364	0.9	3.16
26.773	0.9	3.38
28.182	0.9	3.33
28.819	0.9	3.26
29.190	0.9	3.21
29.591	0.9	2.94
29.710	0.8	2.61
30.068	0.7	2.56
30.999	0.7	2.44
31.000	0.7	2.44
31.001	0.0	0.00
31.490	0.0	0.00

Viga 7

Distancia al eje 1	A_t	A_l
(m)	(cm^2/m)	(cm^2)
-0.490	0.0	0.00
-0.001	0.0	0.00
0.000	0.7	2.31
0.001	0.7	2.31
0.932	0.7	2.43
1.290	0.7	2.48
1.409	0.8	2.80
1.810	0.8	3.05
2.181	0.9	3.09
2.818	0.9	3.15
4.227	0.9	3.19
5.636	0.8	2.96
6.173	0.8	2.85
7.045	0.7	2.66
8.455	0.6	2.33
9.864	0.6	2.00
11.273	0.5	1.68
12.682	0.4	1.39
14.091	0.3	1.16
15.500	0.3	1.01
16.909	0.3	1.16
18.318	0.4	1.39
19.727	0.5	1.68
21.136	0.6	2.00
22.545	0.6	2.33
23.955	0.7	2.66
24.827	0.8	2.85
25.364	0.8	2.96
26.773	0.9	3.19
28.182	0.9	3.15
28.819	0.9	3.09
29.190	0.8	3.05
29.591	0.8	2.80
29.710	0.7	2.48
30.068	0.7	2.43
30.999	0.7	2.31
31.000	0.7	2.31
31.001	0.0	0.00
31.490	0.0	0.00

Viga 8

Distancia al eje 1	A_t	A_l
(m)	(cm^2/m)	(cm^2)
-0.490	0.0	0.00
-0.001	0.0	0.00
0.000	0.8	2.90
0.001	0.8	2.90
0.932	0.9	3.03

1.290	0.9	3.08
1.409	1.0	3.48
1.810	1.1	3.78
2.181	1.1	3.83
2.818	1.1	3.88
4.227	1.1	3.90
5.636	1.0	3.60
6.173	1.0	3.46
7.045	0.9	3.20
8.455	0.8	2.75
9.864	0.6	2.26
11.273	0.5	1.72
12.682	0.3	1.20
14.091	0.2	0.76
15.500	0.1	0.47
16.909	0.2	0.76
18.318	0.3	1.20
19.727	0.5	1.72
21.136	0.6	2.26
22.545	0.8	2.75
23.955	0.9	3.20
24.827	1.0	3.46
25.364	1.0	3.60
26.773	1.1	3.90
28.182	1.1	3.88
28.819	1.1	3.83
29.190	1.1	3.78
29.591	1.0	3.48
29.710	0.9	3.08
30.068	0.9	3.03
30.999	0.8	2.90
31.000	0.8	2.90
31.001	0.0	0.00
31.490	0.0	0.00

Viga 9

Distancia al eje 1	A_t	A_l
(m)	(cm^2/m)	(cm^2)
-0.490	0.0	0.00
-0.001	0.0	0.01
0.000	0.8	2.89
0.001	0.9	3.01
0.932	0.9	3.24
1.290	1.0	3.33
1.409	1.1	3.77
1.810	1.1	4.10
2.181	1.2	4.20
2.818	1.2	4.36
4.227	1.3	4.56
5.636	1.2	4.27
6.173	1.1	4.10
7.045	1.1	3.78
8.455	0.9	3.23
9.864	0.7	2.63
11.273	0.6	2.01
12.682	0.4	1.38
14.091	0.2	0.82
15.500	0.1	0.38
16.909	0.2	0.82
18.318	0.4	1.38
19.727	0.6	2.01
21.136	0.7	2.63
22.545	0.9	3.23
23.955	1.1	3.78
24.827	1.1	4.10
25.364	1.2	4.27
26.773	1.3	4.56

28.182	1.2	4.36
28.819	1.2	4.20
29.190	1.1	4.10
29.591	1.1	3.77
29.710	1.0	3.33
30.068	0.9	3.24
30.999	0.9	3.01
31.000	0.8	2.89
31.001	0.0	0.01
31.490	0.0	0.00

13.4 Resumen de verificaciones

Viga 1. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 6. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 7. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 8. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 9. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

14 RASANTE VIGA - LOSA

14.1 Resumen de armaduras

Viga 1

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	15.500	15.500	32.9
3	15.500	31.000	15.500	32.9
4	31.000	31.500	0.500	0.0

Viga 2

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	15.500	15.500	32.8
3	15.500	31.000	15.500	32.8
4	31.000	31.500	0.500	0.0

Viga 3

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	15.500	15.500	32.8
3	15.500	31.000	15.500	32.8
4	31.000	31.500	0.500	0.0

Viga 4

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	15.500	15.500	32.8
3	15.500	31.000	15.500	32.8
4	31.000	31.500	0.500	0.0

Viga 5

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	15.500	15.500	32.8
3	15.500	31.000	15.500	32.8
4	31.000	31.500	0.500	0.0

Viga 6

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	15.500	15.500	32.8
3	15.500	31.000	15.500	32.8
4	31.000	31.500	0.500	0.0

Viga 7

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	15.500	15.500	32.8
3	15.500	31.000	15.500	32.8
4	31.000	31.500	0.500	0.0

Viga 8

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	15.500	15.500	32.8
3	15.500	31.000	15.500	32.8
4	31.000	31.500	0.500	0.0

Viga 9

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	15.500	15.500	32.9
3	15.500	31.000	15.500	32.9
4	31.000	31.500	0.500	0.0

14.2 Resumen de verificaciones

Viga 1. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 6. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 7. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 8. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 9. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

15 RASANTE EN EL ALA INFERIOR DE LAS VIGAS

15.1 Resumen de armaduras

Viga 1

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	15.500	15.500	4.3
3	15.500	31.000	15.500	4.3
4	31.000	31.500	0.500	0.0

Viga 2

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	15.500	15.500	4.3
3	15.500	31.000	15.500	4.3
4	31.000	31.500	0.500	0.0

Viga 3

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	15.500	15.500	4.3
3	15.500	31.000	15.500	4.3
4	31.000	31.500	0.500	0.0

Viga 4

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	15.500	15.500	4.3
3	15.500	31.000	15.500	4.3
4	31.000	31.500	0.500	0.0

Viga 5

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	15.500	15.500	4.3
3	15.500	31.000	15.500	4.3
4	31.000	31.500	0.500	0.0

Viga 6

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)

1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	15.500	15.500	4.3
3	15.500	31.000	15.500	4.3
4	31.000	31.500	0.500	0.0

Viga 7

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	15.500	15.500	4.3
3	15.500	31.000	15.500	4.3
4	31.000	31.500	0.500	0.0

Viga 8

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	15.500	15.500	4.3
3	15.500	31.000	15.500	4.3
4	31.000	31.500	0.500	0.0

Viga 9

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	15.500	15.500	4.3
3	15.500	31.000	15.500	4.3
4	31.000	31.500	0.500	0.0

15.2 Resumen de verificaciones

Viga 1. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 6. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 7. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 8. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 9. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

16 RASANTE EN EL ALA SUPERIOR DE LAS VIGAS

16.1 Resumen de armaduras

	Viga 1			Armadura necesaria	
Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Ala superior viga	Losa
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0	0.0

2	0.000	15.500	15.500	3.8	4.6
3	15.500	31.000	15.500	3.8	4.6
4	31.000	31.500	0.500	0.0	0.0

Viga 2				Armadura necesaria	
Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Ala superior viga	Losa
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0	0.0
2	0.000	15.500	15.500	3.8	4.6
3	15.500	31.000	15.500	3.8	4.6
4	31.000	31.500	0.500	0.0	0.0

Viga 3				Armadura necesaria	
Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Ala superior viga	Losa
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0	0.0
2	0.000	15.500	15.500	3.8	4.6
3	15.500	31.000	15.500	3.8	4.6
4	31.000	31.500	0.500	0.0	0.0

Viga 4				Armadura necesaria	
Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Ala superior viga	Losa
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0	0.0
2	0.000	15.500	15.500	3.8	4.6
3	15.500	31.000	15.500	3.8	4.6
4	31.000	31.500	0.500	0.0	0.0

Viga 5				Armadura necesaria	
Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Ala superior viga	Losa
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0	0.0
2	0.000	15.500	15.500	3.8	4.6
3	15.500	31.000	15.500	3.8	4.6
4	31.000	31.500	0.500	0.0	0.0

Viga 6				Armadura necesaria	
Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Ala superior viga	Losa
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0	0.0
2	0.000	15.500	15.500	3.8	4.6
3	15.500	31.000	15.500	3.8	4.6
4	31.000	31.500	0.500	0.0	0.0

Viga 7				Armadura necesaria	
Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Ala superior viga	Losa
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0	0.0
2	0.000	15.500	15.500	3.8	4.6
3	15.500	31.000	15.500	3.8	4.6
4	31.000	31.500	0.500	0.0	0.0

Viga 8				Armadura necesaria	
Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Ala superior viga	Losa
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0	0.0
2	0.000	15.500	15.500	3.8	4.6
3	15.500	31.000	15.500	3.8	4.6
4	31.000	31.500	0.500	0.0	0.0

Viga 9				Armadura necesaria	
Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Ala superior viga	Losa
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0	0.0
2	0.000	15.500	15.500	3.8	4.6
3	15.500	31.000	15.500	3.8	4.6
4	31.000	31.500	0.500	0.0	0.0

16.2 Resumen de verificaciones

Viga 1. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 6. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 7. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 8. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 9. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

17 Flechas

17.1 Flechas características

En este apartado se listan las flechas producidas por cada una de las acciones, sin mayorar.
Se listan los valores mínimos y máximos a lo largo de cada viga.

$\delta_{mín}$: Flecha mínima (negativa si es descendente).
$\delta_{máx}$: Flecha máxima (negativa si es descendente).

Viga	Peso propio de las vigas (PV)		Pretesado instantáneo (PI)		Peso propio de la losa (PL)		Superestructura (SE)	
	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1	-28.6	1.5	-4.3	72.6	-31.4	1.6	-19.8	0.0
2	-28.6	1.5	-4.3	72.6	-30.8	1.6	-14.1	0.0
3	-28.6	1.5	-4.3	72.6	-30.8	1.6	-10.5	0.0
4	-28.6	1.5	-4.3	72.6	-30.8	1.6	-8.6	0.0
5	-28.6	1.5	-4.3	72.6	-30.8	1.6	-8.0	0.0
6	-28.6	1.5	-4.3	72.6	-30.8	1.6	-8.6	0.0
7	-28.6	1.5	-4.3	72.6	-30.8	1.6	-10.5	0.0
8	-28.6	1.5	-4.3	72.6	-30.8	1.6	-14.1	0.0
9	-28.6	1.5	-4.3	72.6	-31.4	1.6	-19.8	0.0

Viga	Tráfico en aceras (TRA)		Tráfico en plataforma (TRP)		Gradiente térmico (GT)		Pérdidas de pretesado hasta el fraguado de la losa (PPS)	
	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1	-6.3	0.2	-0.6	1.5	-5.5	6.9	-2.3	0.1

2	-5.0	0.2	-6.1	0.0	-5.5	6.9	-2.3	0.1
3	-3.6	0.1	-13.2	0.0	-5.5	6.9	-2.3	0.1
4	-2.4	0.0	-19.2	0.0	-5.5	6.9	-2.3	0.1
5	-2.0	0.0	-20.5	0.0	-5.5	6.9	-2.3	0.1
6	-2.4	0.0	-19.2	0.0	-5.5	6.9	-2.3	0.1
7	-3.6	0.1	-13.2	0.0	-5.5	6.9	-2.3	0.1
8	-5.0	0.2	-6.1	0.0	-5.5	6.9	-2.3	0.1
9	-6.3	0.2	-0.6	1.5	-5.5	6.9	-2.3	0.1

Viga	Pérdidas de pretesado entre el fraguado de la losa y tiempo infinito (PPC)		Viento vertical (VI)		Valor frecuente del tráfico en plataforma (TRP1)	
	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1	-4.1	0.3	-4.4	4.4	-0.4	0.9
2	-4.4	0.3	-4.0	4.0	-3.6	0.0
3	-4.6	0.3	-3.5	3.5	-7.9	0.0
4	-4.7	0.3	-2.8	2.8	-11.6	0.0
5	-4.8	0.3	-1.9	1.9	-12.5	0.0
6	-4.7	0.3	-2.8	2.8	-11.6	0.0
7	-4.6	0.3	-3.5	3.5	-7.9	0.0
8	-4.4	0.3	-4.0	4.0	-3.6	0.0
9	-4.1	0.3	-4.4	4.4	-0.4	0.9

17.2 Situación persistente. Combinación característica

Las flechas que se listan en este apartado incluyen las flechas por fluencia de las cargas permanentes en el instante a tiempo infinito.
Se listan los valores mínimos y máximos a lo largo de cada viga.

No se están compatilizando las deformaciones diferidas entre viga y losa producidas por las acciones permanentes que actúan inicialmente sobre la viga aislada

$\delta_{mín}$: Flecha mínima (negativa si es descendente).
$\delta_{máx}$: Flecha máxima (negativa si es descendente).

Viga	Tras la transferencia del pretesado		Tras el hormigonado de la losa		Tras la disposición de la superestructura		Tras la apertura al tráfico	
	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1	-3.0	47.7	-1.3	14.6	-13.1	0.9	-23.3	4.5
2	-3.0	47.7	-1.3	15.2	-6.8	3.6	-21.2	8.8
3	-3.0	47.7	-1.3	15.2	-3.2	6.3	-23.2	12.6
4	-3.0	47.7	-1.3	15.2	-1.3	8.3	-26.2	15.0
5	-3.0	47.7	-1.3	15.2	-1.3	9.1	-26.4	15.8
6	-3.0	47.7	-1.3	15.2	-1.3	8.3	-26.2	15.0
7	-3.0	47.7	-1.3	15.2	-3.2	6.3	-23.2	12.6
8	-3.0	47.7	-1.3	15.2	-6.8	3.6	-21.2	8.8
9	-3.0	47.7	-1.3	14.6	-13.1	0.9	-23.3	4.5

Viga	Tiempo infinito. Todas las acciones		Tiempo infinito. Acciones permanentes	
	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1	-35.7	5.6	-25.5	2.1
2	-27.9	12.5	-13.5	7.7
3	-26.8	18.7	-6.8	12.8
4	-28.1	23.1	-3.2	16.5
5	-27.8	24.6	-2.6	17.9
6	-28.1	23.1	-3.2	16.5
7	-26.8	18.7	-6.8	12.8

8	-27.9	12.5	-13.5	7.7
9	-35.7	5.6	-25.5	2.1

17.3 Verificación de flechas

En este apartado se comparan las flechas debidas a las cargas variables en situación frecuente con la flecha admisible.

Viga			Flecha admisible	Observación
	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{admisible}$	
	(mm)	(mm)	(mm)	
1	-2.9	1.0	-31.0	Cumple
2	-5.6	0.1	-31.0	Cumple
3	-9.3	0.0	-31.0	Cumple
4	-12.6	0.0	-31.0	Cumple
5	-13.3	0.0	-31.0	Cumple
6	-12.6	0.0	-31.0	Cumple
7	-9.3	0.0	-31.0	Cumple
8	-5.6	0.1	-31.0	Cumple
9	-2.9	1.0	-31.0	Cumple

17.3.1 Resumen de verificaciones

Viga 1. Verifica la comprobación.

Viga 2. Verifica la comprobación.

Viga 3. Verifica la comprobación.

Viga 4. Verifica la comprobación.

Viga 5. Verifica la comprobación.

Viga 6. Verifica la comprobación.

Viga 7. Verifica la comprobación.

Viga 8. Verifica la comprobación.

Viga 9. Verifica la comprobación.

18 Giros

18.1 Giros característicos

En este apartado se listan los giros producidos por cada una de las acciones, sin mayorar.
Se listan los valores en los 2 apoyos de cada viga.

$\theta_{mín}$: Giro mínimo (positivo en sentido antihorario).
$\theta_{máx}$: Giro máximo (positivo en sentido antihorario).

Viga	Apoyo	Peso propio de las vigas (PV)		Pretesado instantáneo (PI)		Peso propio de la losa (PL)		Superestructura (SE)	
		$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$	$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$	$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$	$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$
		(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)
1	1	-0.002921	-0.002921	0.008583	0.008583	-0.003198	-0.003198	-0.002048	-0.002054

1	2	0.002960	0.002960	-0.008584	-0.008584	0.003239	0.003239	0.002054	0.002048
2	1	-0.002921	-0.002921	0.008583	0.008583	-0.003136	-0.003136	-0.001386	-0.001428
2	2	0.002960	0.002960	-0.008584	-0.008584	0.003176	0.003176	0.001428	0.001386
3	1	-0.002921	-0.002921	0.008583	0.008583	-0.003136	-0.003136	-0.000978	-0.001076
3	2	0.002960	0.002960	-0.008584	-0.008584	0.003176	0.003176	0.001076	0.000978
4	1	-0.002921	-0.002921	0.008583	0.008583	-0.003136	-0.003136	-0.000725	-0.000880
4	2	0.002960	0.002960	-0.008584	-0.008584	0.003176	0.003176	0.000880	0.000725
5	1	-0.002921	-0.002921	0.008583	0.008583	-0.003136	-0.003136	-0.000640	-0.000817
5	2	0.002960	0.002960	-0.008584	-0.008584	0.003176	0.003176	0.000817	0.000640
6	1	-0.002921	-0.002921	0.008583	0.008583	-0.003136	-0.003136	-0.000725	-0.000880
6	2	0.002960	0.002960	-0.008584	-0.008584	0.003176	0.003176	0.000880	0.000725
7	1	-0.002921	-0.002921	0.008583	0.008583	-0.003136	-0.003136	-0.000978	-0.001076
7	2	0.002960	0.002960	-0.008584	-0.008584	0.003176	0.003176	0.001076	0.000978
8	1	-0.002921	-0.002921	0.008583	0.008583	-0.003136	-0.003136	-0.001386	-0.001428
8	2	0.002960	0.002960	-0.008584	-0.008584	0.003176	0.003176	0.001428	0.001386
9	1	-0.002921	-0.002921	0.008583	0.008583	-0.003198	-0.003198	-0.002048	-0.002054
9	2	0.002960	0.002960	-0.008584	-0.008584	0.003239	0.003239	0.002054	0.002048

Viga	Apoyo	Tráfico en aceras (TRA)		Tráfico en plataforma (TRP)		Gradiente térmico (GT)		Pérdidas de pretesado hasta el fraguado de la losa (PPS)	
		$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$	$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$	$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$	$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$
		(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)
1	1	0.000018	-0.000644	0.000127	-0.000055	0.000886	-0.000709	-0.000280	-0.000280
1	2	0.000644	-0.000018	0.000055	-0.000127	0.000709	-0.000886	0.000280	0.000280
2	1	0.000016	-0.000509	0.000000	-0.000610	0.000886	-0.000709	-0.000281	-0.000281
2	2	0.000509	-0.000016	0.000610	0.000000	0.000709	-0.000886	0.000281	0.000281
3	1	0.000000	-0.000372	0.000000	-0.001325	0.000886	-0.000709	-0.000281	-0.000281
3	2	0.000372	0.000000	0.001325	0.000000	0.000709	-0.000886	0.000281	0.000281
4	1	0.000000	-0.000247	0.000000	-0.001944	0.000886	-0.000709	-0.000281	-0.000281
4	2	0.000247	0.000000	0.001944	0.000000	0.000709	-0.000886	0.000281	0.000281
5	1	0.000000	-0.000200	0.000000	-0.002071	0.000886	-0.000709	-0.000281	-0.000281
5	2	0.000200	0.000000	0.002071	0.000000	0.000709	-0.000886	0.000281	0.000281
6	1	0.000000	-0.000247	0.000000	-0.001944	0.000886	-0.000709	-0.000281	-0.000281
6	2	0.000247	0.000000	0.001944	0.000000	0.000709	-0.000886	0.000281	0.000281
7	1	0.000000	-0.000372	0.000000	-0.001325	0.000886	-0.000709	-0.000281	-0.000281
7	2	0.000372	0.000000	0.001325	0.000000	0.000709	-0.000886	0.000281	0.000281
8	1	0.000016	-0.000509	0.000000	-0.000610	0.000886	-0.000709	-0.000281	-0.000281
8	2	0.000509	-0.000016	0.000610	0.000000	0.000709	-0.000886	0.000281	0.000281
9	1	0.000018	-0.000644	0.000127	-0.000055	0.000886	-0.000709	-0.000280	-0.000280
9	2	0.000644	-0.000018	0.000055	-0.000127	0.000709	-0.000886	0.000280	0.000280

Viga	Apoyo	Pérdidas de pretesado entre el fraguado de la losa y tiempo infinito (PPC)		Viento vertical (VI)		Valor frecuente del tráfico en plataforma (TRP1)	
		$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$	$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$	$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$
		(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)
1	1	-0.000501	-0.000501	0.000455	-0.000455	0.000079	-0.000033
1	2	0.000501	0.000501	0.000455	-0.000455	0.000033	-0.000079
2	1	-0.000538	-0.000538	0.000409	-0.000409	0.000000	-0.000364
2	2	0.000538	0.000538	0.000409	-0.000409	0.000364	0.000000
3	1	-0.000557	-0.000557	0.000363	-0.000363	0.000000	-0.000791
3	2	0.000557	0.000557	0.000363	-0.000363	0.000791	0.000000
4	1	-0.000568	-0.000568	0.000294	-0.000294	0.000000	-0.001165
4	2	0.000568	0.000568	0.000294	-0.000294	0.001165	0.000000
5	1	-0.000571	-0.000571	0.000200	-0.000200	0.000000	-0.001257
5	2	0.000571	0.000571	0.000200	-0.000200	0.001257	0.000000
6	1	-0.000568	-0.000568	0.000294	-0.000294	0.000000	-0.001165
6	2	0.000568	0.000568	0.000294	-0.000294	0.001165	0.000000
7	1	-0.000557	-0.000557	0.000363	-0.000363	0.000000	-0.000791
7	2	0.000557	0.000557	0.000363	-0.000363	0.000791	0.000000
8	1	-0.000538	-0.000538	0.000409	-0.000409	0.000000	-0.000364
8	2	0.000538	0.000538	0.000409	-0.000409	0.000364	0.000000
9	1	-0.000501	-0.000501	0.000455	-0.000455	0.000079	-0.000033

9	2	0.000501	0.000501	0.000455	-0.000455	0.000033	-0.000079

18.2 Situación persistente. Combinación característica

Los giros que se listan en este apartado incluyen los giros por fluencia de las cargas permanentes en el instante a tiempo infinito.
Se listan los valores en los 2 apoyos de cada viga.

$\theta_{mín}$: Giro mínimo (positivo en sentido antihorario).
$\theta_{máx}$: Giro máximo (positivo en sentido antihorario).

Viga	Apoyo	Tras la transferencia del pretesado		Tras el hormigonado de la losa		Tras la disposición de la superestructura		Tras la apertura al tráfico	
		$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$	$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$	$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$	$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$
		(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)
1	1	0.005234	0.006092	0.001756	0.002614	-0.000292	0.000560	0.000680	-0.000563
1	2	-0.006053	-0.005195	-0.002534	-0.001676	-0.000480	0.000372	0.000644	-0.000600
2	1	0.005234	0.006092	0.001817	0.002675	0.000432	0.001247	0.001323	-0.000297
2	2	-0.006053	-0.005195	-0.002596	-0.001738	-0.001168	-0.000352	0.000376	-0.001244
3	1	0.005234	0.006092	0.001817	0.002675	0.000840	0.001599	0.001725	-0.000523
3	2	-0.006053	-0.005195	-0.002596	-0.001738	-0.001520	-0.000760	0.000602	-0.001646
4	1	0.005234	0.006092	0.001817	0.002675	0.001092	0.001796	0.001977	-0.000820
4	2	-0.006053	-0.005195	-0.002596	-0.001738	-0.001716	-0.001012	0.000900	-0.001898
5	1	0.005234	0.006092	0.001817	0.002675	0.001177	0.001858	0.002063	-0.000838
5	2	-0.006053	-0.005195	-0.002596	-0.001738	-0.001779	-0.001098	0.000918	-0.001984
6	1	0.005234	0.006092	0.001817	0.002675	0.001092	0.001796	0.001977	-0.000820
6	2	-0.006053	-0.005195	-0.002596	-0.001738	-0.001716	-0.001012	0.000900	-0.001898
7	1	0.005234	0.006092	0.001817	0.002675	0.000840	0.001599	0.001725	-0.000522
7	2	-0.006053	-0.005195	-0.002596	-0.001738	-0.001520	-0.000760	0.000602	-0.001646
8	1	0.005234	0.006092	0.001817	0.002675	0.000432	0.001247	0.001323	-0.000297
8	2	-0.006053	-0.005195	-0.002596	-0.001738	-0.001168	-0.000352	0.000376	-0.001244
9	1	0.005234	0.006092	0.001756	0.002614	-0.000292	0.000560	0.000680	-0.000563
9	2	-0.006053	-0.005195	-0.002534	-0.001676	-0.000480	0.000372	0.000644	-0.000600

Viga	Apoyo	A tiempo infinito	
		$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$
		(rad)	(rad)
1	1	0.000508	0.000176
1	2	-0.000011	-0.000342
2	1	0.001792	0.001051
2	2	-0.000887	-0.001628
3	1	0.002552	0.001130
3	2	-0.000967	-0.002388
4	1	0.003026	0.001003
4	2	-0.000840	-0.002862
5	1	0.003187	0.001040
5	2	-0.000876	-0.003023
6	1	0.003026	0.001003
6	2	-0.000840	-0.002862
7	1	0.002552	0.001130
7	2	-0.000967	-0.002388
8	1	0.001792	0.001051
8	2	-0.000887	-0.001628
9	1	0.000508	0.000176
9	2	-0.000011	-0.000342

El usuario no ha definido cargas de fatiga

20 CÁLCULO DE LA CUANTÍA DE ACERO EN LAS VIGAS

20.1 Cálculo de la armadura de difusión del pretensado

El cálculo de la armadura de difusión del pretensado se realiza mediante un modelo de elementos finitos de la viga.

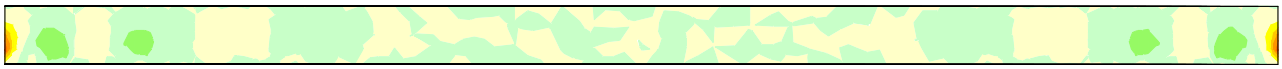
Viga 1:

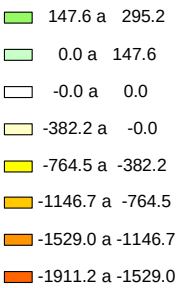
Esfuerzos N_y (Tensión normal vertical) :

Difusión del pretensado

Viga 1

Ny (Tensión normal vertical)





Unidades: kN/m

Cuantías de armadura a disponer en los distintos tramos en los que se divide la viga :

Longitud (m)	A_S (mm^2/m)	Longitud (m)	A_S (mm^2/m)	Longitud (m)	A_S (mm^2/m)	Longitud (m)	A_S (mm^2/m)
0.941	8.0	0.941	0.0	0.941	0.0	0.941	8.0
0.941	0.2	0.941	0.0	0.941	0.0		
0.941	1.8	0.941	0.0	0.941	0.0		
0.941	0.5	0.941	0.0	0.941	0.1		
0.941	0.0	0.941	0.0	0.941	0.1		
0.941	0.5	0.941	0.0	0.941	1.3		
0.941	1.3	0.941	0.0	0.941	0.5		
0.941	0.1	0.941	0.0	0.941	0.0		
0.941	0.1	0.941	0.0	0.941	0.5		
0.941	0.0	0.941	0.0	0.941	1.8		
0.941	0.0	0.941	0.0	0.941	0.2		

A_S : Cuantía vertical a disponer en cada tramo.

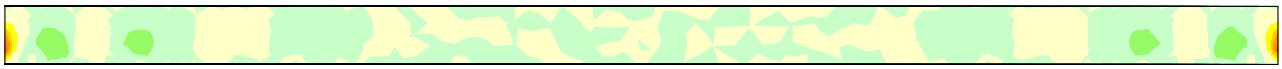
Viga 2:

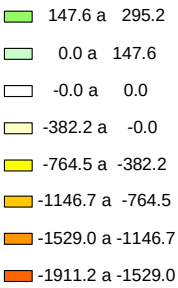
Esfuerzos N_y (Tensión normal vertical) :

Difusión del pretensado

Viga 2

Ny (Tensión normal vertical)





Unidades: kN/m

Cuantías de armadura a disponer en los distintos tramos en los que se divide la viga :

Longitud (m)	A_S (mm^2/m)	Longitud (m)	A_S (mm^2/m)	Longitud (m)	A_S (mm^2/m)	Longitud (m)	A_S (mm^2/m)
0.941	8.0	0.941	0.0	0.941	0.0	0.941	8.0
0.941	0.2	0.941	0.0	0.941	0.0		
0.941	1.8	0.941	0.0	0.941	0.0		
0.941	0.5	0.941	0.0	0.941	0.1		
0.941	0.0	0.941	0.0	0.941	0.1		
0.941	0.5	0.941	0.0	0.941	1.3		
0.941	1.3	0.941	0.0	0.941	0.5		
0.941	0.1	0.941	0.0	0.941	0.0		
0.941	0.1	0.941	0.0	0.941	0.5		
0.941	0.0	0.941	0.0	0.941	1.8		
0.941	0.0	0.941	0.0	0.941	0.2		

A_S : Cuantía vertical a disponer en cada tramo.

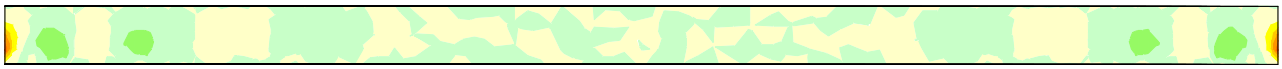
Viga 3:

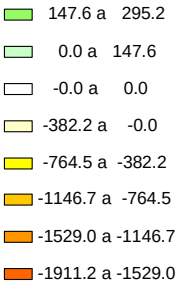
Esfuerzos N_y (Tensión normal vertical) :

Difusión del pretensado

Viga 3

Ny (Tensión normal vertical)





Unidades: kN/m

Cuantías de armadura a disponer en los distintos tramos en los que se divide la viga :

Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)
0.941	8.0	0.941	0.0	0.941	0.0	0.941	8.0
0.941	0.2	0.941	0.0	0.941	0.0		
0.941	1.8	0.941	0.0	0.941	0.0		
0.941	0.5	0.941	0.0	0.941	0.1		
0.941	0.0	0.941	0.0	0.941	0.1		
0.941	0.5	0.941	0.0	0.941	1.3		
0.941	1.3	0.941	0.0	0.941	0.5		
0.941	0.1	0.941	0.0	0.941	0.0		
0.941	0.1	0.941	0.0	0.941	0.5		
0.941	0.0	0.941	0.0	0.941	1.8		
0.941	0.0	0.941	0.0	0.941	0.2		

A_s : Cuantía vertical a disponer en cada tramo.

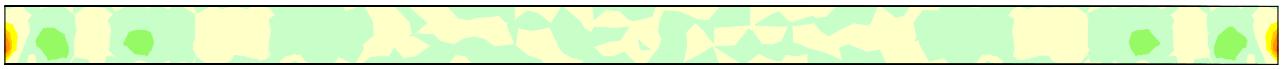
Viga 4:

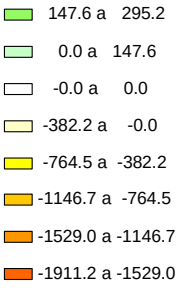
Esfuerzos N_y (Tensión normal vertical) :

Difusión del pretensado

Viga 4

Ny (Tensión normal vertical)





Cuantías de armadura a disponer en los distintos tramos en los que se divide la viga :

Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)
0.941	8.0	0.941	0.0	0.941	0.0	0.941	8.0
0.941	0.2	0.941	0.0	0.941	0.0		
0.941	1.8	0.941	0.0	0.941	0.0		
0.941	0.5	0.941	0.0	0.941	0.1		
0.941	0.0	0.941	0.0	0.941	0.1		
0.941	0.5	0.941	0.0	0.941	1.3		
0.941	1.3	0.941	0.0	0.941	0.5		
0.941	0.1	0.941	0.0	0.941	0.0		
0.941	0.1	0.941	0.0	0.941	0.5		
0.941	0.0	0.941	0.0	0.941	1.8		
0.941	0.0	0.941	0.0	0.941	0.2		

A_s : Cuantía vertical a disponer en cada tramo.

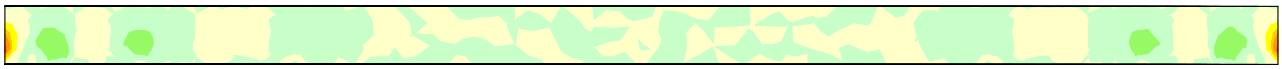
Viga 5:

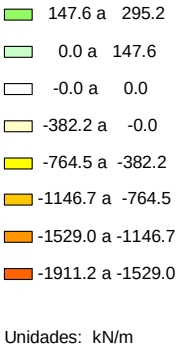
Esfuerzos N_y (Tensión normal vertical) :

Difusión del pretensado

Viga 5

Ny (Tensión normal vertical)





Cuantías de armadura a disponer en los distintos tramos en los que se divide la viga :

Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)
0.941	8.0	0.941	0.0	0.941	0.0	0.941	8.0
0.941	0.2	0.941	0.0	0.941	0.0		
0.941	1.8	0.941	0.0	0.941	0.0		
0.941	0.5	0.941	0.0	0.941	0.1		
0.941	0.0	0.941	0.0	0.941	0.1		
0.941	0.5	0.941	0.0	0.941	1.3		
0.941	1.3	0.941	0.0	0.941	0.5		
0.941	0.1	0.941	0.0	0.941	0.0		
0.941	0.1	0.941	0.0	0.941	0.5		
0.941	0.0	0.941	0.0	0.941	1.8		
0.941	0.0	0.941	0.0	0.941	0.2		

A_s : Cuantía vertical a disponer en cada tramo.

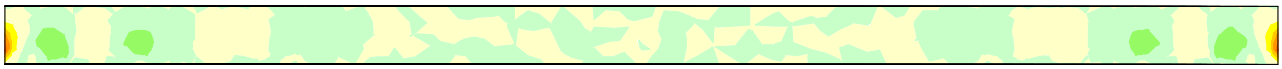
Viga 6:

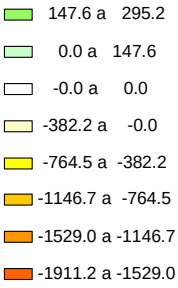
Esfuerzos N_y (Tensión normal vertical) :

Difusión del pretensado

Viga 6

Ny (Tensión normal vertical)





Cuantías de armadura a disponer en los distintos tramos en los que se divide la viga :

Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)
0.941	8.0	0.941	0.0	0.941	0.0	0.941	8.0
0.941	0.2	0.941	0.0	0.941	0.0		
0.941	1.8	0.941	0.0	0.941	0.0		
0.941	0.5	0.941	0.0	0.941	0.1		
0.941	0.0	0.941	0.0	0.941	0.1		
0.941	0.5	0.941	0.0	0.941	1.3		
0.941	1.3	0.941	0.0	0.941	0.5		
0.941	0.1	0.941	0.0	0.941	0.0		
0.941	0.1	0.941	0.0	0.941	0.5		
0.941	0.0	0.941	0.0	0.941	1.8		
0.941	0.0	0.941	0.0	0.941	0.2		

A_s : Cuantía vertical a disponer en cada tramo.

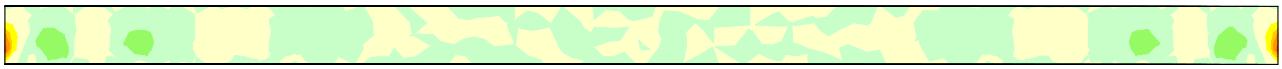
Viga 7:

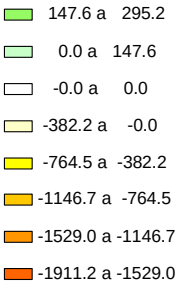
Esfuerzos N_y (Tensión normal vertical) :

Difusión del pretensado

Viga 7

Ny (Tensión normal vertical)





Cuantías de armadura a disponer en los distintos tramos en los que se divide la viga :

Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)
0.941	8.0	0.941	0.0	0.941	0.0	0.941	8.0
0.941	0.2	0.941	0.0	0.941	0.0		
0.941	1.8	0.941	0.0	0.941	0.0		
0.941	0.5	0.941	0.0	0.941	0.1		
0.941	0.0	0.941	0.0	0.941	0.1		
0.941	0.5	0.941	0.0	0.941	1.3		
0.941	1.3	0.941	0.0	0.941	0.5		
0.941	0.1	0.941	0.0	0.941	0.0		
0.941	0.1	0.941	0.0	0.941	0.5		
0.941	0.0	0.941	0.0	0.941	1.8		
0.941	0.0	0.941	0.0	0.941	0.2		

A_s : Cuantía vertical a disponer en cada tramo.

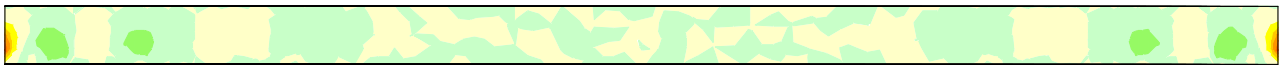
Viga 8:

Esfuerzos N_y (Tensión normal vertical) :

Difusión del pretensado

Viga 8

Ny (Tensión normal vertical)



147.6 a 295.2
0.0 a 147.6
-0.0 a 0.0
-382.2 a -0.0
-764.5 a -382.2
-1146.7 a -764.5
-1529.0 a -1146.7
-1911.2 a -1529.0

Unidades: kN/m

Cuantías de armadura a disponer en los distintos tramos en los que se divide la viga :

Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)
0.941	8.0	0.941	0.0	0.941	0.0	0.941	8.0
0.941	0.2	0.941	0.0	0.941	0.0		
0.941	1.8	0.941	0.0	0.941	0.0		
0.941	0.5	0.941	0.0	0.941	0.1		
0.941	0.0	0.941	0.0	0.941	0.1		
0.941	0.5	0.941	0.0	0.941	1.3		
0.941	1.3	0.941	0.0	0.941	0.5		
0.941	0.1	0.941	0.0	0.941	0.0		
0.941	0.1	0.941	0.0	0.941	0.5		
0.941	0.0	0.941	0.0	0.941	1.8		
0.941	0.0	0.941	0.0	0.941	0.2		

A_s : Cuantía vertical a disponer en cada tramo.

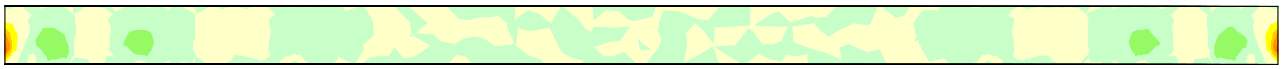
Viga 9:

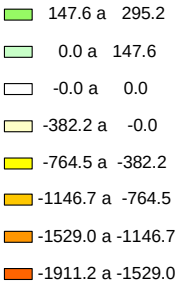
Esfuerzos N_y (Tensión normal vertical) :

Difusión del pretensado

Viga 9

Ny (Tensión normal vertical)





Cuantías de armadura a disponer en los distintos tramos en los que se divide la viga :

Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)
0.941	8.0	0.941	0.0	0.941	0.0	0.941	8.0
0.941	0.2	0.941	0.0	0.941	0.0		
0.941	1.8	0.941	0.0	0.941	0.0		
0.941	0.5	0.941	0.0	0.941	0.1		
0.941	0.0	0.941	0.0	0.941	0.1		
0.941	0.5	0.941	0.0	0.941	1.3		
0.941	1.3	0.941	0.0	0.941	0.5		
0.941	0.1	0.941	0.0	0.941	0.0		
0.941	0.1	0.941	0.0	0.941	0.5		
0.941	0.0	0.941	0.0	0.941	1.8		
0.941	0.0	0.941	0.0	0.941	0.2		

A_s : Cuantía vertical a disponer en cada tramo.

20.2 Resumen de cuantías de armadura transversal

A_{sQ}: Cuantías por cortante (mm^2/m)
A_{sQMin}: Cuantías mínimas por cortante (mm^2/m)
A_{sT}: Cuantías por torsión (mm^2/m)
A_{sPret}: Cuantías por introducción del pretensado (mm^2/m)
A_{sTotal}: Cuantías totales en el alma (mm^2/m)
$A_{sRasVL\ cálculo}$: Cuantías por rasante Viga-Losa (mm^2/m)
$A_{sRasVL\ refuerzo}$: Cuantías de refuerzo por rasante Viga-Losa (mm^2/m)
$A_{sRasVL\ mínima}$: Cuantías mínimas por rasante Viga-Losa (mm^2/m)
A_{sRasAI}: Cuantías por rasante en el ala inferior (mm^2/m)
A_{sRasAS}: Cuantías por rasante en el ala superior (mm^2/m)
Número Estribos: número de estribos
Barra: Barra usada en los estribos
Sep.: separación de las armaduras (mm)

Las armaduras se refieren siempre al total de todas las ramas que atraviesan las sección.

Viga 1:

Armadura transversal en el alma

Longitud	A_{sQ} (mm²/m)	A_{sQMin} (mm²/m)	A_{sT} (mm²/m)	A_{sPret} (mm²/m)	A_{sTotal} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.531	1052.7	1003.7	175.2	804.1	2032.0	6	Ø12	100
0.500	1052.7	1003.7	180.9	804.1	2037.7	5	Ø12	100
0.700	1052.7	1003.7	193.5	22.2	1268.4	7	Ø10	100
0.500	1331.0	245.8	228.2	178.0	1737.2	4	Ø12	125
2.250	1374.1	215.1	228.2	178.0	1780.3	18	Ø12	125
2.500	930.8	215.1	253.7	49.5	1234.0	20	Ø10	125
2.500	603.0	215.1	221.3	8.6	833.0	25	Ø8	100
2.500	270.8	215.1	166.5	0.4	437.8	20	Ø6	125
2.450	0.0	0.0	106.0	0.8	106.8	7	Ø6	350
1.569	0.0	0.0	47.3	0.4	47.8	4	Ø6	350
1.569	0.0	0.0	47.3	0.4	47.8	4	Ø6	350
2.450	0.0	0.0	106.0	0.8	106.8	7	Ø6	350
2.500	270.8	215.1	166.5	0.4	437.8	20	Ø6	125
2.500	603.0	215.1	221.3	8.6	833.0	25	Ø8	100
2.500	930.8	215.1	253.7	49.5	1234.0	20	Ø10	125
2.250	1374.1	215.1	228.2	178.0	1780.3	18	Ø12	125
0.500	1331.0	245.8	228.2	178.0	1737.2	4	Ø12	125
0.700	1052.7	1003.7	193.5	22.2	1268.4	7	Ø10	100
0.500	1052.7	1003.7	180.9	804.1	2037.7	5	Ø12	100
0.531	1052.7	1003.7	175.2	804.1	2032.0	6	Ø12	100

Armadura de rasante viga-losa

Longitud	A_{sRasVL} cálculo (mm²/m)	A_{sRasVL} refuerzo (mm²/m)	A_{sRasVL} mínima (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.530	3291.7	735.8	1100.0	5	Ø10	125
0.375	3291.7	1029.8	1100.0	3	Ø10	125
0.875	3291.7	1720.9	1100.0	7	Ø12	125
0.400	3291.7	1482.2	1100.0	4	Ø10	100
2.200	3291.7	1482.2	1100.0	22	Ø10	100
2.500	3291.7	2035.1	1100.0	25	Ø12	100
2.450	3291.7	2286.4	1100.0	14	Ø16	175
2.625	3291.7	2839.3	1100.0	21	Ø16	125
2.375	3291.7	3130.1	1100.0	19	Ø16	125
1.670	3291.7	3147.5	1100.0	13	Ø16	125
1.670	3291.7	3147.5	1100.0	13	Ø16	125
2.375	3291.7	3130.1	1100.0	19	Ø16	125
2.625	3291.7	2839.3	1100.0	21	Ø16	125
2.450	3291.7	2286.4	1100.0	14	Ø16	175
2.500	3291.7	2035.1	1100.0	25	Ø12	100
2.200	3291.7	1482.2	1100.0	22	Ø10	100
0.400	3291.7	1482.2	1100.0	4	Ø10	100
0.875	3291.7	1720.9	1100.0	7	Ø12	125
0.375	3291.7	1029.8	1100.0	3	Ø10	125
0.530	3291.7	735.8	1100.0	5	Ø10	125

Armadura de rasante en el ala inferior

Longitud	A_{sRasAI} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.478	340.0	4	Ø6	150
0.600	340.0	4	Ø6	150
0.600	340.0	4	Ø6	150
0.600	340.0	4	Ø6	150
2.250	340.0	15	Ø6	150
2.400	340.0	16	Ø6	150

2.550	340.0	17	Ø6	150
2.550	340.0	17	Ø6	150
2.400	340.0	16	Ø6	150
1.572	340.0	10	Ø6	150
1.572	340.0	10	Ø6	150
2.400	340.0	16	Ø6	150
2.550	340.0	17	Ø6	150
2.550	340.0	17	Ø6	150
2.400	340.0	16	Ø6	150
2.250	340.0	15	Ø6	150
0.600	340.0	4	Ø6	150
0.600	340.0	4	Ø6	150
0.600	340.0	4	Ø6	150
0.478	340.0	4	Ø6	150

Armadura de rasante en el ala superior

Longitud	A_{sRasAS} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.530	700.0	6	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
0.700	700.0	7	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
2.300	700.0	23	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.400	700.0	24	Ø10	100
1.570	700.0	15	Ø10	100
1.570	700.0	15	Ø10	100
2.400	700.0	24	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.300	700.0	23	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
0.700	700.0	7	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
0.530	700.0	6	Ø10	100

Viga 2:

Armadura transversal en el alma

Longitud	A_{sQ} (mm²/m)	A_{sQMin} (mm²/m)	A_{sT} (mm²/m)	A_{sPret} (mm²/m)	A_{sTotal} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.531	873.9	1003.7	168.6	804.1	1976.3	6	Ø12	100
0.500	873.9	1003.7	171.8	804.1	1979.5	5	Ø12	100
0.750	873.9	1003.7	178.8	22.2	1204.6	6	Ø10	125
0.500	1156.5	245.8	210.5	178.0	1545.0	5	Ø10	100
1.500	1200.3	215.1	210.5	178.0	1588.8	12	Ø12	125
2.500	957.6	215.1	216.4	2.6	1176.7	20	Ø10	125
0.750	690.1	215.1	197.9	127.6	1015.7	5	Ø10	150
2.500	588.6	215.1	187.0	8.6	784.2	20	Ø8	125
2.500	278.2	215.1	142.3	0.4	420.9	20	Ø6	125
2.450	0.0	0.0	91.0	0.8	91.8	7	Ø6	350
1.519	0.0	0.0	43.7	0.4	44.1	4	Ø6	350
1.519	0.0	0.0	43.7	0.4	44.1	4	Ø6	350
2.450	0.0	0.0	91.0	0.8	91.8	7	Ø6	350
2.500	278.2	215.1	142.3	0.4	420.9	20	Ø6	125
2.500	588.6	215.1	187.0	8.6	784.2	20	Ø8	125
0.750	690.1	215.1	197.9	127.6	1015.7	5	Ø10	150
2.500	957.6	215.1	216.4	2.6	1176.7	20	Ø10	125

1.500	1200.3	215.1	210.5	178.0	1588.8	12	Ø12	125
0.500	1156.5	245.8	210.5	178.0	1545.0	5	Ø10	100
0.750	873.9	1003.7	178.8	22.2	1204.6	6	Ø10	125
0.500	873.9	1003.7	171.8	804.1	1979.5	5	Ø12	100
0.531	873.9	1003.7	168.6	804.1	1976.3	6	Ø12	100

Armadura de rasante viga-losa

Longitud	A_{sRasVL} cálculo (mm²/m)	A_{sRasVL} refuerzo (mm²/m)	A_{sRasVL} mínima (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.530	3276.4	720.5	1100.0	5	Ø10	125
0.375	3276.4	1014.4	1100.0	3	Ø10	125
0.900	3276.4	2019.7	1100.0	9	Ø12	100
0.500	3276.4	1705.6	1100.0	4	Ø12	125
1.400	3276.4	1466.8	1100.0	14	Ø10	100
2.500	3276.4	2019.7	1100.0	25	Ø12	100
0.800	3276.4	2229.2	1100.0	8	Ø12	100
2.400	3276.4	2472.1	1100.0	16	Ø16	150
2.500	3276.4	2824.0	1100.0	20	Ø16	125
2.500	3276.4	3114.8	1100.0	20	Ø16	125
1.595	3276.4	3127.5	1100.0	12	Ø16	125
1.595	3276.4	3127.5	1100.0	12	Ø16	125
2.500	3276.4	3114.8	1100.0	20	Ø16	125
2.500	3276.4	2824.0	1100.0	20	Ø16	125
2.400	3276.4	2472.1	1100.0	16	Ø16	150
0.800	3276.4	2229.2	1100.0	8	Ø12	100
2.500	3276.4	2019.7	1100.0	25	Ø12	100
1.400	3276.4	1466.8	1100.0	14	Ø10	100
0.500	3276.4	1705.6	1100.0	4	Ø12	125
0.900	3276.4	2019.7	1100.0	9	Ø12	100
0.375	3276.4	1014.4	1100.0	3	Ø10	125
0.530	3276.4	720.5	1100.0	5	Ø10	125

Armadura de rasante en el ala inferior

Longitud	A_{sRasAI} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.553	321.7	4	Ø6	175
0.525	321.7	3	Ø6	175
0.700	321.7	4	Ø6	175
0.525	321.7	3	Ø6	175
1.400	321.7	8	Ø6	175
2.625	321.7	15	Ø6	175
0.700	321.7	4	Ø6	175
2.450	321.7	14	Ø6	175
2.625	321.7	15	Ø6	175
2.450	321.7	14	Ø6	175
1.447	321.7	8	Ø6	175
1.447	321.7	8	Ø6	175
2.450	321.7	14	Ø6	175
2.625	321.7	15	Ø6	175
2.450	321.7	14	Ø6	175
0.700	321.7	4	Ø6	175
2.625	321.7	15	Ø6	175
1.400	321.7	8	Ø6	175
0.525	321.7	3	Ø6	175
0.700	321.7	4	Ø6	175
0.525	321.7	3	Ø6	175
0.553	321.7	4	Ø6	175

Armadura de rasante en el ala superior

Longitud	A_{sRasAS} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.530	700.0	6	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
0.800	700.0	8	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
1.500	700.0	15	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
0.700	700.0	7	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
1.470	700.0	14	Ø10	100
1.470	700.0	14	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
0.700	700.0	7	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
1.500	700.0	15	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
0.800	700.0	8	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
0.530	700.0	6	Ø10	100

Viga 3:

Armadura transversal en el alma

Longitud	A_{sQ} (mm²/m)	A_{sQMin} (mm²/m)	A_{sT} (mm²/m)	A_{sPret} (mm²/m)	A_{sTotal} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.531	987.8	1003.7	134.4	804.1	1942.1	6	Ø12	100
0.500	987.8	1003.7	137.3	804.1	1945.0	5	Ø12	100
0.750	987.8	1003.7	143.7	22.2	1169.6	6	Ø10	125
0.500	1268.6	245.8	169.7	178.0	1616.3	4	Ø12	125
2.000	1312.1	215.1	169.8	178.0	1659.9	16	Ø12	125
2.500	984.0	215.1	176.9	2.6	1163.5	20	Ø10	125
2.500	672.1	215.1	157.7	8.6	838.4	25	Ø8	100
2.500	353.4	215.1	125.8	1.4	480.6	25	Ø6	100
2.450	2.0	1.9	93.5	0.8	96.3	7	Ø6	350
1.769	0.0	0.0	67.7	0.4	68.1	5	Ø6	350
1.769	0.0	0.0	67.7	0.4	68.1	5	Ø6	350
2.450	2.0	1.9	93.5	0.8	96.3	7	Ø6	350
2.500	353.4	215.1	125.8	1.4	480.6	25	Ø6	100
2.500	672.1	215.1	157.7	8.6	838.4	25	Ø8	100
2.500	984.0	215.1	176.9	2.6	1163.5	20	Ø10	125
2.000	1312.1	215.1	169.8	178.0	1659.9	16	Ø12	125
0.500	1268.6	245.8	169.7	178.0	1616.3	4	Ø12	125
0.750	987.8	1003.7	143.7	22.2	1169.6	6	Ø10	125
0.500	987.8	1003.7	137.3	804.1	1945.0	5	Ø12	100
0.531	987.8	1003.7	134.4	804.1	1942.1	6	Ø12	100

Armadura de rasante viga-losa

Longitud	A_{sRasVL} cálculo (mm²/m)	A_{sRasVL} refuerzo (mm²/m)	A_{sRasVL} mínima (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.530	3276.4	720.5	1100.0	5	Ø10	125
0.375	3276.4	1014.4	1100.0	3	Ø10	125
0.900	3276.4	2019.7	1100.0	9	Ø12	100
0.500	3276.4	1466.8	1100.0	5	Ø10	100
1.900	3276.4	1466.8	1100.0	19	Ø10	100

2.500	3276.4	2019.7	1100.0	25	Ø12	100
2.450	3276.4	2271.1	1100.0	14	Ø16	175
2.500	3276.4	2710.9	1100.0	20	Ø16	125
2.500	3276.4	3114.8	1100.0	20	Ø16	125
1.845	3276.4	3116.5	1100.0	14	Ø16	125
1.845	3276.4	3116.5	1100.0	14	Ø16	125
2.500	3276.4	3114.8	1100.0	20	Ø16	125
2.500	3276.4	2710.9	1100.0	20	Ø16	125
2.450	3276.4	2271.1	1100.0	14	Ø16	175
2.500	3276.4	2019.7	1100.0	25	Ø12	100
1.900	3276.4	1466.8	1100.0	19	Ø10	100
0.500	3276.4	1466.8	1100.0	5	Ø10	100
0.900	3276.4	2019.7	1100.0	9	Ø12	100
0.375	3276.4	1014.4	1100.0	3	Ø10	125
0.530	3276.4	720.5	1100.0	5	Ø10	125

Armadura de rasante en el ala inferior

Longitud	A_{sRasAI} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.553	302.0	4	Ø6	175
0.525	302.0	3	Ø6	175
0.700	302.0	4	Ø6	175
0.525	302.0	3	Ø6	175
1.925	302.0	11	Ø6	175
2.625	302.0	15	Ø6	175
2.450	302.0	14	Ø6	175
2.450	302.0	14	Ø6	175
2.450	302.0	14	Ø6	175
1.797	302.0	10	Ø6	175
1.797	302.0	10	Ø6	175
2.450	302.0	14	Ø6	175
2.450	302.0	14	Ø6	175
2.450	302.0	14	Ø6	175
2.625	302.0	15	Ø6	175
1.925	302.0	11	Ø6	175
0.525	302.0	3	Ø6	175
0.700	302.0	4	Ø6	175
0.525	302.0	3	Ø6	175
0.553	302.0	4	Ø6	175

Armadura de rasante en el ala superior

Longitud	A_{sRasAS} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.530	700.0	6	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
0.800	700.0	8	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
2.000	700.0	20	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.400	700.0	24	Ø10	100
1.770	700.0	17	Ø10	100
1.770	700.0	17	Ø10	100
2.400	700.0	24	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.000	700.0	20	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
0.800	700.0	8	Ø10	100

0.500	700.0	5	Ø10	100
0.530	700.0	6	Ø10	100

Viga 4:

Armadura transversal en el alma

Longitud	A_{sQ} (mm²/m)	A_{sQMin} (mm²/m)	A_{sT} (mm²/m)	A_{sPret} (mm²/m)	A_{sTotal} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.531	1288.5	1003.7	141.7	804.1	2234.3	6	Ø12	100
0.500	1288.5	1003.7	144.7	804.1	2237.3	5	Ø12	100
0.700	1288.5	1003.7	151.3	22.2	1462.1	7	Ø10	100
0.500	1565.1	245.8	178.6	178.0	1921.7	5	Ø12	100
2.600	1608.0	215.1	178.7	178.0	1964.7	26	Ø12	100
2.500	1170.3	215.1	187.5	49.5	1407.4	25	Ø10	100
2.500	821.2	215.1	161.5	8.6	991.3	25	Ø8	100
2.400	517.7	215.1	128.0	0.4	646.0	16	Ø8	150
2.550	251.2	215.1	94.3	0.5	346.0	17	Ø6	150
1.219	0.0	0.0	66.1	0.4	66.5	3	Ø6	350
1.219	0.0	0.0	66.1	0.4	66.5	3	Ø6	350
2.550	251.2	215.1	94.3	0.5	346.0	17	Ø6	150
2.400	517.7	215.1	128.0	0.4	646.0	16	Ø8	150
2.500	821.2	215.1	161.5	8.6	991.3	25	Ø8	100
2.500	1170.3	215.1	187.5	49.5	1407.4	25	Ø10	100
2.600	1608.0	215.1	178.7	178.0	1964.7	26	Ø12	100
0.500	1565.1	245.8	178.6	178.0	1921.7	5	Ø12	100
0.700	1288.5	1003.7	151.3	22.2	1462.1	7	Ø10	100
0.500	1288.5	1003.7	144.7	804.1	2237.3	5	Ø12	100
0.531	1288.5	1003.7	141.7	804.1	2234.3	6	Ø12	100

Armadura de rasante viga-losa

Longitud	A_{sRasVL} cálculo (mm²/m)	A_{sRasVL} refuerzo (mm²/m)	A_{sRasVL} mínima (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.530	3276.4	720.5	1100.0	5	Ø10	125
0.375	3276.4	1014.4	1100.0	3	Ø10	125
0.875	3276.4	1705.6	1100.0	7	Ø12	125
0.500	3276.4	1014.4	1100.0	4	Ø10	125
2.500	3276.4	1014.4	1100.0	20	Ø10	125
2.500	3276.4	1705.6	1100.0	20	Ø12	125
2.450	3276.4	2271.1	1100.0	14	Ø16	175
2.400	3276.4	2606.2	1100.0	16	Ø16	150
2.625	3276.4	2899.4	1100.0	21	Ø16	125
1.245	3276.4	3137.2	1100.0	9	Ø16	125
1.245	3276.4	3137.2	1100.0	9	Ø16	125
2.625	3276.4	2899.4	1100.0	21	Ø16	125
2.400	3276.4	2606.2	1100.0	16	Ø16	150
2.450	3276.4	2271.1	1100.0	14	Ø16	175
2.500	3276.4	1705.6	1100.0	20	Ø12	125
2.500	3276.4	1014.4	1100.0	20	Ø10	125
0.500	3276.4	1014.4	1100.0	4	Ø10	125
0.875	3276.4	1705.6	1100.0	7	Ø12	125
0.375	3276.4	1014.4	1100.0	3	Ø10	125
0.530	3276.4	720.5	1100.0	5	Ø10	125

Armadura de rasante en el ala inferior

Longitud	A_{sRasAI} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.553	307.3	4	Ø6	175

0.525	307.3	3	Ø6	175
0.700	307.3	4	Ø6	175
0.525	307.3	3	Ø6	175
2.450	307.3	14	Ø6	175
2.625	307.3	15	Ø6	175
2.450	307.3	14	Ø6	175
2.450	307.3	14	Ø6	175
2.450	307.3	14	Ø6	175
1.272	307.3	7	Ø6	175
1.272	307.3	7	Ø6	175
2.450	307.3	14	Ø6	175
2.450	307.3	14	Ø6	175
2.450	307.3	14	Ø6	175
2.625	307.3	15	Ø6	175
2.450	307.3	14	Ø6	175
0.525	307.3	3	Ø6	175
0.700	307.3	4	Ø6	175
0.525	307.3	3	Ø6	175
0.553	307.3	4	Ø6	175

Armadura de rasante en el ala superior

Longitud	A_{sRasAS} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.530	700.0	6	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
0.700	700.0	7	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
2.600	700.0	26	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.400	700.0	24	Ø10	100
2.600	700.0	26	Ø10	100
1.170	700.0	11	Ø10	100
1.170	700.0	11	Ø10	100
2.600	700.0	26	Ø10	100
2.400	700.0	24	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.600	700.0	26	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
0.700	700.0	7	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
0.530	700.0	6	Ø10	100

Viga 5:

Armadura transversal en el alma

Longitud	A_{sQ} (mm²/m)	A_{sQMin} (mm²/m)	A_{sT} (mm²/m)	A_{sPret} (mm²/m)	A_{sTotal} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.531	1294.2	1003.7	116.8	804.1	2215.0	6	Ø12	100
0.500	1294.2	1003.7	119.3	804.1	2217.5	5	Ø12	100
0.700	1294.2	1003.7	124.9	22.2	1441.3	7	Ø10	100
0.500	1571.3	245.8	147.5	178.0	1896.8	5	Ø12	100
2.600	1614.2	215.1	147.6	178.0	1939.8	26	Ø12	100
2.500	1186.8	215.1	153.5	49.5	1389.8	25	Ø10	100
2.500	840.2	215.1	131.0	8.6	979.9	25	Ø8	100
2.400	538.5	215.1	106.7	0.4	645.6	16	Ø8	150
2.550	275.5	215.1	86.5	0.5	362.5	17	Ø6	150
1.219	0.0	0.0	70.5	0.4	71.0	3	Ø6	350
1.219	0.0	0.0	70.5	0.4	71.0	3	Ø6	350
2.550	275.5	215.1	86.5	0.5	362.5	17	Ø6	150

2.400	538.5	215.1	106.7	0.4	645.6	16	Ø8	150
2.500	840.2	215.1	131.0	8.6	979.9	25	Ø8	100
2.500	1186.8	215.1	153.5	49.5	1389.8	25	Ø10	100
2.600	1614.2	215.1	147.6	178.0	1939.8	26	Ø12	100
0.500	1571.3	245.8	147.5	178.0	1896.8	5	Ø12	100
0.700	1294.2	1003.7	124.9	22.2	1441.3	7	Ø10	100
0.500	1294.2	1003.7	119.3	804.1	2217.5	5	Ø12	100
0.531	1294.2	1003.7	116.8	804.1	2215.0	6	Ø12	100

Armadura de rasante viga-losa

Longitud	A_{sRasVL} cálculo (mm²/m)	A_{sRasVL} refuerzo (mm²/m)	A_{sRasVL} mínima (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.530	3276.4	720.5	1100.0	5	Ø10	125
0.375	3276.4	1014.4	1100.0	3	Ø10	125
0.875	3276.4	1705.6	1100.0	7	Ø12	125
0.500	3276.4	1014.4	1100.0	4	Ø10	125
2.500	3276.4	1014.4	1100.0	20	Ø10	125
2.500	3276.4	1705.6	1100.0	20	Ø12	125
2.450	3276.4	2271.1	1100.0	14	Ø16	175
2.400	3276.4	2606.2	1100.0	16	Ø16	150
2.625	3276.4	2899.4	1100.0	21	Ø16	125
1.245	3276.4	3137.2	1100.0	9	Ø16	125
1.245	3276.4	3137.2	1100.0	9	Ø16	125
2.625	3276.4	2899.4	1100.0	21	Ø16	125
2.400	3276.4	2606.2	1100.0	16	Ø16	150
2.450	3276.4	2271.1	1100.0	14	Ø16	175
2.500	3276.4	1705.6	1100.0	20	Ø12	125
2.500	3276.4	1014.4	1100.0	20	Ø10	125
0.500	3276.4	1014.4	1100.0	4	Ø10	125
0.875	3276.4	1705.6	1100.0	7	Ø12	125
0.375	3276.4	1014.4	1100.0	3	Ø10	125
0.530	3276.4	720.5	1100.0	5	Ø10	125

Armadura de rasante en el ala inferior

Longitud	A_{sRasAI} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.553	290.2	4	Ø6	175
0.525	290.2	3	Ø6	175
0.700	290.2	4	Ø6	175
0.525	290.2	3	Ø6	175
2.450	290.2	14	Ø6	175
2.625	290.2	15	Ø6	175
2.450	290.2	14	Ø6	175
2.450	290.2	14	Ø6	175
2.450	290.2	14	Ø6	175
1.272	290.2	7	Ø6	175
1.272	290.2	7	Ø6	175
2.450	290.2	14	Ø6	175
2.450	290.2	14	Ø6	175
2.450	290.2	14	Ø6	175
2.625	290.2	15	Ø6	175
2.450	290.2	14	Ø6	175
0.525	290.2	3	Ø6	175
0.700	290.2	4	Ø6	175
0.525	290.2	3	Ø6	175
0.553	290.2	4	Ø6	175

Armadura de rasante en el ala superior

Longitud	A_{sRasAS} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.530	700.0	6	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
0.700	700.0	7	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
2.600	700.0	26	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.400	700.0	24	Ø10	100
2.600	700.0	26	Ø10	100
1.170	700.0	11	Ø10	100
1.170	700.0	11	Ø10	100
2.600	700.0	26	Ø10	100
2.400	700.0	24	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.600	700.0	26	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
0.700	700.0	7	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
0.530	700.0	6	Ø10	100

Viga 6:

Armadura transversal en el alma

Longitud	A_{sQ} (mm²/m)	A_{sQMin} (mm²/m)	A_{sT} (mm²/m)	A_{sPret} (mm²/m)	A_{sTotal} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.531	1288.5	1003.7	141.7	804.1	2234.3	6	Ø12	100
0.500	1288.5	1003.7	144.7	804.1	2237.3	5	Ø12	100
0.700	1288.5	1003.7	151.3	22.2	1462.1	7	Ø10	100
0.500	1565.1	245.8	178.6	178.0	1921.7	5	Ø12	100
2.600	1608.0	215.1	178.7	178.0	1964.7	26	Ø12	100
2.500	1170.3	215.1	187.5	49.5	1407.3	25	Ø10	100
2.500	821.2	215.1	161.5	8.6	991.3	25	Ø8	100
2.400	517.7	215.1	128.0	0.4	646.0	16	Ø8	150
2.550	251.2	215.1	94.3	0.5	346.0	17	Ø6	150
1.219	0.0	0.0	66.1	0.4	66.5	3	Ø6	350
1.219	0.0	0.0	66.1	0.4	66.5	3	Ø6	350
2.550	251.2	215.1	94.3	0.5	346.0	17	Ø6	150
2.400	517.7	215.1	128.0	0.4	646.0	16	Ø8	150
2.500	821.2	215.1	161.5	8.6	991.3	25	Ø8	100
2.500	1170.3	215.1	187.5	49.5	1407.3	25	Ø10	100
2.600	1608.0	215.1	178.7	178.0	1964.7	26	Ø12	100
0.500	1565.1	245.8	178.6	178.0	1921.7	5	Ø12	100
0.700	1288.5	1003.7	151.3	22.2	1462.1	7	Ø10	100
0.500	1288.5	1003.7	144.7	804.1	2237.3	5	Ø12	100
0.531	1288.5	1003.7	141.7	804.1	2234.3	6	Ø12	100

Armadura de rasante viga-losa

Longitud	A_{sRasVL} cálculo (mm²/m)	A_{sRasVL} refuerzo (mm²/m)	A_{sRasVL} mínima (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.530	3276.4	720.5	1100.0	5	Ø10	125
0.375	3276.4	1014.4	1100.0	3	Ø10	125
0.875	3276.4	1705.6	1100.0	7	Ø12	125
0.500	3276.4	1014.4	1100.0	4	Ø10	125
2.500	3276.4	1014.4	1100.0	20	Ø10	125
2.500	3276.4	1705.6	1100.0	20	Ø12	125
2.450	3276.4	2271.1	1100.0	14	Ø16	175
2.400	3276.4	2606.2	1100.0	16	Ø16	150

2.625	3276.4	2899.4	1100.0	21	Ø16	125
1.245	3276.4	3137.2	1100.0	9	Ø16	125
1.245	3276.4	3137.2	1100.0	9	Ø16	125
2.625	3276.4	2899.4	1100.0	21	Ø16	125
2.400	3276.4	2606.2	1100.0	16	Ø16	150
2.450	3276.4	2271.1	1100.0	14	Ø16	175
2.500	3276.4	1705.6	1100.0	20	Ø12	125
2.500	3276.4	1014.4	1100.0	20	Ø10	125
0.500	3276.4	1014.4	1100.0	4	Ø10	125
0.875	3276.4	1705.6	1100.0	7	Ø12	125
0.375	3276.4	1014.4	1100.0	3	Ø10	125
0.530	3276.4	720.5	1100.0	5	Ø10	125

Armadura de rasante en el ala inferior

Longitud	A_{sRasAI} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.553	307.3	4	Ø6	175
0.525	307.3	3	Ø6	175
0.700	307.3	4	Ø6	175
0.525	307.3	3	Ø6	175
2.450	307.3	14	Ø6	175
2.625	307.3	15	Ø6	175
2.450	307.3	14	Ø6	175
2.450	307.3	14	Ø6	175
2.450	307.3	14	Ø6	175
1.272	307.3	7	Ø6	175
1.272	307.3	7	Ø6	175
2.450	307.3	14	Ø6	175
2.450	307.3	14	Ø6	175
2.450	307.3	14	Ø6	175
2.625	307.3	15	Ø6	175
2.450	307.3	14	Ø6	175
0.525	307.3	3	Ø6	175
0.700	307.3	4	Ø6	175
0.525	307.3	3	Ø6	175
0.553	307.3	4	Ø6	175

Armadura de rasante en el ala superior

Longitud	A_{sRasAS} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.530	700.0	6	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
0.700	700.0	7	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
2.600	700.0	26	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.400	700.0	24	Ø10	100
2.600	700.0	26	Ø10	100
1.170	700.0	11	Ø10	100
1.170	700.0	11	Ø10	100
2.600	700.0	26	Ø10	100
2.400	700.0	24	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.600	700.0	26	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
0.700	700.0	7	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
0.530	700.0	6	Ø10	100

Viga 7:

Armadura transversal en el alma

Longitud	A_{sQ} (mm²/m)	A_{sQMin} (mm²/m)	A_{sT} (mm²/m)	A_{sPret} (mm²/m)	A_{sTotal} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.531	987.8	1003.7	134.4	804.1	1942.1	6	Ø12	100
0.500	987.8	1003.7	137.3	804.1	1945.0	5	Ø12	100
0.750	987.8	1003.7	143.7	22.2	1169.6	6	Ø10	125
0.500	1268.6	245.8	169.7	178.0	1616.3	4	Ø12	125
2.000	1312.1	215.1	169.8	178.0	1659.9	16	Ø12	125
2.500	984.0	215.1	176.9	2.6	1163.5	20	Ø10	125
2.500	672.1	215.1	157.7	8.6	838.4	25	Ø8	100
2.500	353.4	215.1	125.8	1.4	480.6	25	Ø6	100
2.450	2.0	1.9	93.5	0.8	96.3	7	Ø6	350
1.769	0.0	0.0	67.7	0.4	68.1	5	Ø6	350
1.769	0.0	0.0	67.7	0.4	68.1	5	Ø6	350
2.450	2.0	1.9	93.5	0.8	96.3	7	Ø6	350
2.500	353.4	215.1	125.8	1.4	480.6	25	Ø6	100
2.500	672.1	215.1	157.7	8.6	838.4	25	Ø8	100
2.500	984.0	215.1	176.9	2.6	1163.5	20	Ø10	125
2.000	1312.1	215.1	169.8	178.0	1659.9	16	Ø12	125
0.500	1268.6	245.8	169.7	178.0	1616.3	4	Ø12	125
0.750	987.8	1003.7	143.7	22.2	1169.6	6	Ø10	125
0.500	987.8	1003.7	137.3	804.1	1945.0	5	Ø12	100
0.531	987.8	1003.7	134.4	804.1	1942.1	6	Ø12	100

Armadura de rasante viga-losa

Longitud	A_{sRasVL} cálculo (mm²/m)	A_{sRasVL} refuerzo (mm²/m)	A_{sRasVL} mínima (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.530	3276.4	720.5	1100.0	5	Ø10	125
0.375	3276.4	1014.4	1100.0	3	Ø10	125
0.900	3276.4	2019.7	1100.0	9	Ø12	100
0.500	3276.4	1466.8	1100.0	5	Ø10	100
1.900	3276.4	1466.8	1100.0	19	Ø10	100
2.500	3276.4	2019.7	1100.0	25	Ø12	100
2.450	3276.4	2271.1	1100.0	14	Ø16	175
2.500	3276.4	2710.9	1100.0	20	Ø16	125
2.500	3276.4	3114.8	1100.0	20	Ø16	125
1.845	3276.4	3116.5	1100.0	14	Ø16	125
1.845	3276.4	3116.5	1100.0	14	Ø16	125
2.500	3276.4	3114.8	1100.0	20	Ø16	125
2.500	3276.4	2710.9	1100.0	20	Ø16	125
2.450	3276.4	2271.1	1100.0	14	Ø16	175
2.500	3276.4	2019.7	1100.0	25	Ø12	100
1.900	3276.4	1466.8	1100.0	19	Ø10	100
0.500	3276.4	1466.8	1100.0	5	Ø10	100
0.900	3276.4	2019.7	1100.0	9	Ø12	100
0.375	3276.4	1014.4	1100.0	3	Ø10	125
0.530	3276.4	720.5	1100.0	5	Ø10	125

Armadura de rasante en el ala inferior

Longitud	A_{sRasAI} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.553	302.0	4	Ø6	175
0.525	302.0	3	Ø6	175
0.700	302.0	4	Ø6	175
0.525	302.0	3	Ø6	175
1.925	302.0	11	Ø6	175

2.625	302.0	15	Ø6	175
2.450	302.0	14	Ø6	175
2.450	302.0	14	Ø6	175
2.450	302.0	14	Ø6	175
1.797	302.0	10	Ø6	175
1.797	302.0	10	Ø6	175
2.450	302.0	14	Ø6	175
2.450	302.0	14	Ø6	175
2.450	302.0	14	Ø6	175
2.625	302.0	15	Ø6	175
1.925	302.0	11	Ø6	175
0.525	302.0	3	Ø6	175
0.700	302.0	4	Ø6	175
0.525	302.0	3	Ø6	175
0.553	302.0	4	Ø6	175

Armadura de rasante en el ala superior

Longitud	A_{sRasAS} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.530	700.0	6	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
0.800	700.0	8	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
2.000	700.0	20	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.400	700.0	24	Ø10	100
1.770	700.0	17	Ø10	100
1.770	700.0	17	Ø10	100
2.400	700.0	24	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.000	700.0	20	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
0.800	700.0	8	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
0.530	700.0	6	Ø10	100

Viga 8:

Armadura transversal en el alma

Longitud	A_{sQ} (mm²/m)	A_{sQMin} (mm²/m)	A_{sT} (mm²/m)	A_{sPret} (mm²/m)	A_{sTotal} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.531	873.9	1003.7	168.6	804.1	1976.3	6	Ø12	100
0.500	873.9	1003.7	171.8	804.1	1979.5	5	Ø12	100
0.750	873.9	1003.7	178.8	22.2	1204.6	6	Ø10	125
0.500	1156.5	245.8	210.5	178.0	1545.0	5	Ø10	100
1.500	1200.3	215.1	210.5	178.0	1588.8	12	Ø12	125
2.500	957.6	215.1	216.4	2.6	1176.7	20	Ø10	125
0.750	690.1	215.1	197.9	127.6	1015.7	5	Ø10	150
2.500	588.6	215.1	187.0	8.6	784.2	20	Ø8	125
2.500	278.2	215.1	142.3	0.4	420.9	20	Ø6	125
2.450	0.0	0.0	91.0	0.8	91.8	7	Ø6	350
1.519	0.0	0.0	43.7	0.4	44.1	4	Ø6	350
1.519	0.0	0.0	43.7	0.4	44.1	4	Ø6	350
2.450	0.0	0.0	91.0	0.8	91.8	7	Ø6	350
2.500	278.2	215.1	142.3	0.4	420.9	20	Ø6	125
2.500	588.6	215.1	187.0	8.6	784.2	20	Ø8	125
0.750	690.1	215.1	197.9	127.6	1015.7	5	Ø10	150

2.500	957.6	215.1	216.4	2.6	1176.7	20	Ø10	125
1.500	1200.3	215.1	210.5	178.0	1588.8	12	Ø12	125
0.500	1156.5	245.8	210.5	178.0	1545.0	5	Ø10	100
0.750	873.9	1003.7	178.8	22.2	1204.6	6	Ø10	125
0.500	873.9	1003.7	171.8	804.1	1979.5	5	Ø12	100
0.531	873.9	1003.7	168.6	804.1	1976.3	6	Ø12	100

Armadura de rasante viga-losa

Longitud	A_{sRasVL} cálculo (mm²/m)	A_{sRasVL} refuerzo (mm²/m)	A_{sRasVL} mínima (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.530	3276.4	720.5	1100.0	5	Ø10	125
0.375	3276.4	1014.4	1100.0	3	Ø10	125
0.900	3276.4	2019.7	1100.0	9	Ø12	100
0.500	3276.4	1705.6	1100.0	4	Ø12	125
1.400	3276.4	1466.8	1100.0	14	Ø10	100
2.500	3276.4	2019.7	1100.0	25	Ø12	100
0.800	3276.4	2229.2	1100.0	8	Ø12	100
2.400	3276.4	2472.1	1100.0	16	Ø16	150
2.500	3276.4	2824.0	1100.0	20	Ø16	125
2.500	3276.4	3114.8	1100.0	20	Ø16	125
1.595	3276.4	3127.5	1100.0	12	Ø16	125
1.595	3276.4	3127.5	1100.0	12	Ø16	125
2.500	3276.4	3114.8	1100.0	20	Ø16	125
2.500	3276.4	2824.0	1100.0	20	Ø16	125
2.400	3276.4	2472.1	1100.0	16	Ø16	150
0.800	3276.4	2229.2	1100.0	8	Ø12	100
2.500	3276.4	2019.7	1100.0	25	Ø12	100
1.400	3276.4	1466.8	1100.0	14	Ø10	100
0.500	3276.4	1705.6	1100.0	4	Ø12	125
0.900	3276.4	2019.7	1100.0	9	Ø12	100
0.375	3276.4	1014.4	1100.0	3	Ø10	125
0.530	3276.4	720.5	1100.0	5	Ø10	125

Armadura de rasante en el ala inferior

Longitud	A_{sRasAI} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.553	321.7	4	Ø6	175
0.525	321.7	3	Ø6	175
0.700	321.7	4	Ø6	175
0.525	321.7	3	Ø6	175
1.400	321.7	8	Ø6	175
2.625	321.7	15	Ø6	175
0.700	321.7	4	Ø6	175
2.450	321.7	14	Ø6	175
2.625	321.7	15	Ø6	175
2.450	321.7	14	Ø6	175
1.447	321.7	8	Ø6	175
1.447	321.7	8	Ø6	175
2.450	321.7	14	Ø6	175
2.625	321.7	15	Ø6	175
2.450	321.7	14	Ø6	175
0.700	321.7	4	Ø6	175
2.625	321.7	15	Ø6	175
1.400	321.7	8	Ø6	175
0.525	321.7	3	Ø6	175
0.700	321.7	4	Ø6	175
0.525	321.7	3	Ø6	175
0.553	321.7	4	Ø6	175

Armadura de rasante en el ala superior

Longitud	A_{sRasAS} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.530	700.0	6	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
0.800	700.0	8	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
1.500	700.0	15	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
0.700	700.0	7	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
1.470	700.0	14	Ø10	100
1.470	700.0	14	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
0.700	700.0	7	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
1.500	700.0	15	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
0.800	700.0	8	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
0.530	700.0	6	Ø10	100

Viga 9:

Armadura transversal en el alma

Longitud	A_{sQ} (mm²/m)	A_{sQMin} (mm²/m)	A_{sT} (mm²/m)	A_{sPret} (mm²/m)	A_{sTotal} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.531	1052.7	1003.7	175.2	804.1	2032.0	6	Ø12	100
0.500	1052.7	1003.7	180.9	804.1	2037.7	5	Ø12	100
0.700	1052.7	1003.7	193.5	22.2	1268.4	7	Ø10	100
0.500	1331.0	245.8	228.2	178.0	1737.2	4	Ø12	125
2.250	1374.1	215.1	228.2	178.0	1780.4	18	Ø12	125
2.500	930.8	215.1	253.7	49.5	1234.0	20	Ø10	125
2.500	603.0	215.1	221.3	8.6	833.0	25	Ø8	100
2.500	270.8	215.1	166.5	0.4	437.8	20	Ø6	125
2.450	0.0	0.0	106.0	0.8	106.8	7	Ø6	350
1.569	0.0	0.0	47.3	0.4	47.8	4	Ø6	350
1.569	0.0	0.0	47.3	0.4	47.8	4	Ø6	350
2.450	0.0	0.0	106.0	0.8	106.8	7	Ø6	350
2.500	270.8	215.1	166.5	0.4	437.8	20	Ø6	125
2.500	603.0	215.1	221.3	8.6	833.0	25	Ø8	100
2.500	930.8	215.1	253.7	49.5	1234.0	20	Ø10	125
2.250	1374.1	215.1	228.2	178.0	1780.4	18	Ø12	125
0.500	1331.0	245.8	228.2	178.0	1737.2	4	Ø12	125
0.700	1052.7	1003.7	193.5	22.2	1268.4	7	Ø10	100
0.500	1052.7	1003.7	180.9	804.1	2037.7	5	Ø12	100
0.531	1052.7	1003.7	175.2	804.1	2032.0	6	Ø12	100

Armadura de rasante viga-losa

Longitud	A_{sRasVL} cálculo (mm²/m)	A_{sRasVL} refuerzo (mm²/m)	A_{sRasVL} mínima (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.530	3291.7	735.8	1100.0	5	Ø10	125
0.375	3291.7	1029.8	1100.0	3	Ø10	125
0.875	3291.7	1720.9	1100.0	7	Ø12	125
0.400	3291.7	1482.2	1100.0	4	Ø10	100

2.200	3291.7	1482.2	1100.0	22	Ø10	100
2.500	3291.7	2035.1	1100.0	25	Ø12	100
2.450	3291.7	2286.4	1100.0	14	Ø16	175
2.625	3291.7	2839.3	1100.0	21	Ø16	125
2.375	3291.7	3130.1	1100.0	19	Ø16	125
1.670	3291.7	3147.5	1100.0	13	Ø16	125
1.670	3291.7	3147.5	1100.0	13	Ø16	125
2.375	3291.7	3130.1	1100.0	19	Ø16	125
2.625	3291.7	2839.3	1100.0	21	Ø16	125
2.450	3291.7	2286.4	1100.0	14	Ø16	175
2.500	3291.7	2035.1	1100.0	25	Ø12	100
2.200	3291.7	1482.2	1100.0	22	Ø10	100
0.400	3291.7	1482.2	1100.0	4	Ø10	100
0.875	3291.7	1720.9	1100.0	7	Ø12	125
0.375	3291.7	1029.8	1100.0	3	Ø10	125
0.530	3291.7	735.8	1100.0	5	Ø10	125

Armadura de rasante en el ala inferior

Longitud	A_{sRasAI} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.478	340.0	4	Ø6	150
0.600	340.0	4	Ø6	150
0.600	340.0	4	Ø6	150
0.600	340.0	4	Ø6	150
2.250	340.0	15	Ø6	150
2.400	340.0	16	Ø6	150
2.550	340.0	17	Ø6	150
2.550	340.0	17	Ø6	150
2.400	340.0	16	Ø6	150
1.572	340.0	10	Ø6	150
1.572	340.0	10	Ø6	150
2.400	340.0	16	Ø6	150
2.550	340.0	17	Ø6	150
2.550	340.0	17	Ø6	150
2.400	340.0	16	Ø6	150
2.250	340.0	15	Ø6	150
0.600	340.0	4	Ø6	150
0.600	340.0	4	Ø6	150
0.600	340.0	4	Ø6	150
0.478	340.0	4	Ø6	150

Armadura de rasante en el ala superior

Longitud	A_{sRasAS} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.530	700.0	6	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
0.700	700.0	7	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
2.300	700.0	23	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.400	700.0	24	Ø10	100
1.570	700.0	15	Ø10	100
1.570	700.0	15	Ø10	100
2.400	700.0	24	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.300	700.0	23	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100

0.700	700.0	7	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
0.530	700.0	6	Ø10	100

21 CÁLCULO DE LA SITUACIÓN DE TRANSPORTE DE LAS VIGAS

En este informe se obtienen las longitudes de vuelo para las cuales no es necesaria armadura pasiva de refuerzo en la situación de transporte.
En los cálculos a rotura se consideran las armaduras de pretesado, de postesado y las armaduras pasivas de refuerzo a rotura por flexión, así como las armaduras perimetrales.

Vuelo en extremo 1 de la viga

Viga 1. Situación persistente. Combinación fundamental

Longitud de vuelo (m)	M_d (kNm)	M_u (kNm)	$C_s=M_u/M_d$
0.000	0.0	0.0	100.000
1.033	-39.3	-461.7	11.748
2.067	-157.2	-426.2	2.712
3.100	-332.0	-398.1	1.199

Vuelo en extremo 1 de la viga

Viga 2. Situación persistente. Combinación fundamental

Longitud de vuelo (m)	M_d (kNm)	M_u (kNm)	$C_s=M_u/M_d$
0.000	0.0	0.0	100.000
1.033	-39.3	-459.3	11.687
2.067	-157.2	-426.3	2.713
3.100	-332.0	-389.8	1.174

Vuelo en extremo 1 de la viga

Viga 3. Situación persistente. Combinación fundamental

Longitud de vuelo (m)	M_d (kNm)	M_u (kNm)	$C_s=M_u/M_d$
0.000	0.0	0.0	100.000
1.033	-39.3	-459.3	11.687
2.067	-157.2	-426.3	2.713
3.100	-332.0	-389.8	1.174

Vuelo en extremo 1 de la viga

Viga 4. Situación persistente. Combinación fundamental

Longitud de vuelo (m)	M_d (kNm)	M_u (kNm)	$C_s=M_u/M_d$
0.000	0.0	0.0	100.000
1.033	-39.3	-464.5	11.818
2.067	-157.2	-433.2	2.757
3.100	-332.0	-410.3	1.236

Vuelo en extremo 1 de la viga

Viga 5. Situación persistente. Combinación fundamental

Longitud de vuelo (m)	M_d (kNm)	M_u (kNm)	$C_s=M_u/M_d$
0.000	0.0	0.0	100.000
1.033	-39.3	-464.5	11.818
2.067	-157.2	-433.2	2.757
3.100	-332.0	-410.3	1.236

Vuelo en extremo 1 de la viga

Viga 6. Situación persistente. Combinación

fundamental			
Longitud de vuelo (m)	M_d (kNm)	M_u (kNm)	$C_s=M_u/M_d$
0.000	0.0	0.0	100.000
1.033	-39.3	-464.5	11.818
2.067	-157.2	-433.2	2.757
3.100	-332.0	-410.3	1.236

Vuelo en extremo 1 de la viga			
Viga 7. Situación persistente. Combinación fundamental			
Longitud de vuelo (m)	M_d (kNm)	M_u (kNm)	$C_s=M_u/M_d$
0.000	0.0	0.0	100.000
1.033	-39.3	-459.3	11.687
2.067	-157.2	-426.3	2.713
3.100	-332.0	-389.8	1.174

Vuelo en extremo 1 de la viga			
Viga 8. Situación persistente. Combinación fundamental			
Longitud de vuelo (m)	M_d (kNm)	M_u (kNm)	$C_s=M_u/M_d$
0.000	0.0	0.0	100.000
1.033	-39.3	-459.3	11.687
2.067	-157.2	-426.3	2.713
3.100	-332.0	-389.8	1.174

Vuelo en extremo 1 de la viga			
Viga 9. Situación persistente. Combinación fundamental			
Longitud de vuelo (m)	M_d (kNm)	M_u (kNm)	$C_s=M_u/M_d$
0.000	0.0	0.0	100.000
1.033	-39.3	-461.7	11.748
2.067	-157.2	-426.2	2.712
3.100	-332.0	-398.1	1.199

Longitudes de vuelo máximas admisibles sin armaduras adicionales de refuerzo

Viga	Longitud en extremo 1 (m)	Longitud en extremo 2 (m)
1	3.100	3.100
2	3.100	3.100
3	3.100	3.100
4	3.100	3.100
5	3.100	3.100
6	3.100	3.100
7	3.100	3.100
8	3.100	3.100
9	3.100	3.100

22 ROTURA POR FLEXIÓN EN LA LOSA

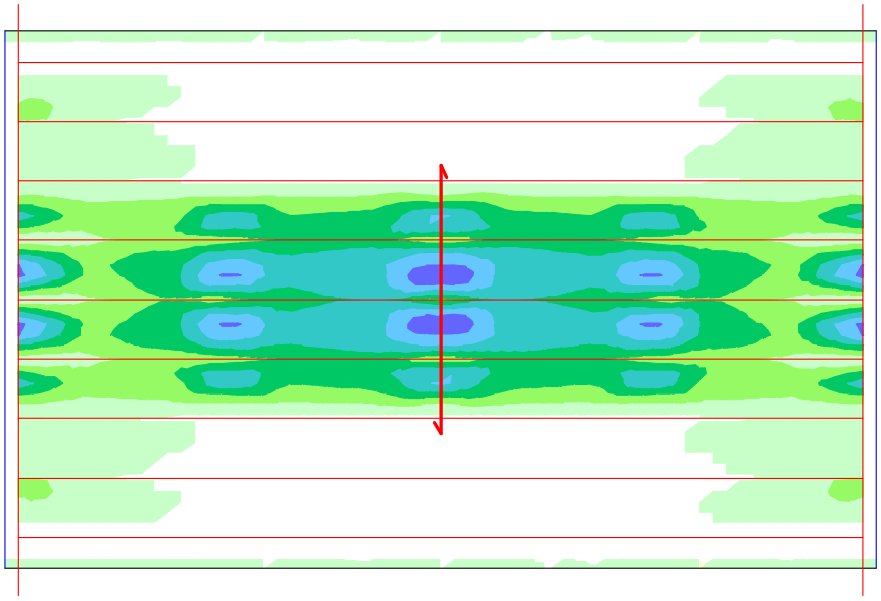
En este apartado se presentan las envolventes de los esfuerzos flectores para cada combinación, y las armaduras de flexión obtenidas. La flexión positiva corresponde a tracciones en la cara inferior de la losa.

22.1 Esfuerzos de flexión mayorados

22.1.1 Situación persistente. Combinación fundamental

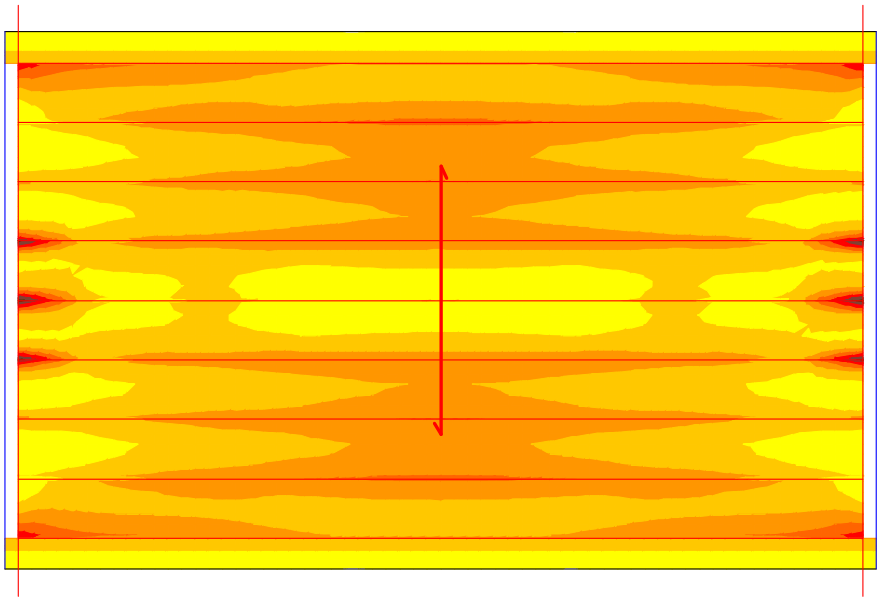
Momento transversal. Flexión positiva (W-A) (kNm/m)

Situación persistente. Combinación fundamental



Momento transversal. Flexión negativa (W-A) (kNm/m)

Situación persistente. Combinación fundamental

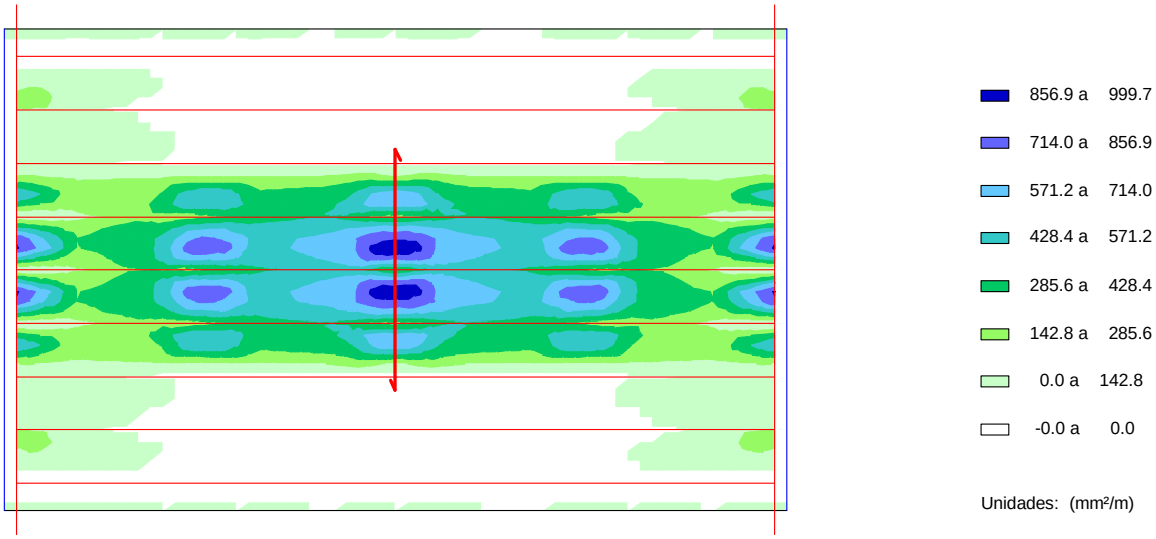


22.2 Armadura de flexión

En este apartado se presenta la armadura máxima de entre la necesaria por cálculo, la mínima mecánica y la geométrica.

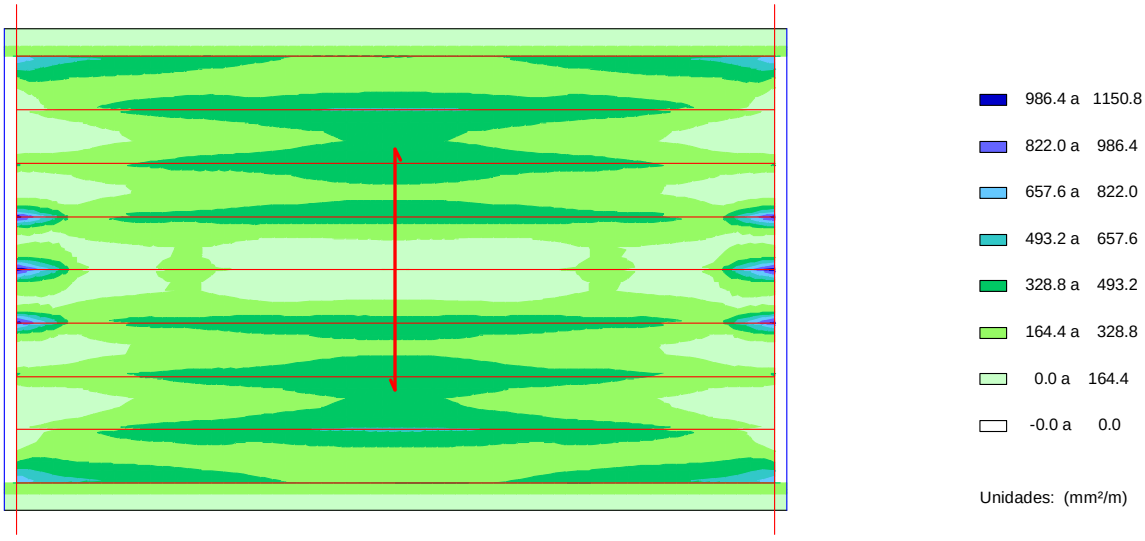
Armadura de cálculo transversal inferior (mm²/m)

Envolvente global



Armadura de cálculo transversal superior (mm²/m)

Envolvente global



22.3 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

23 ROTURA POR CORTANTE EN LA LOSA

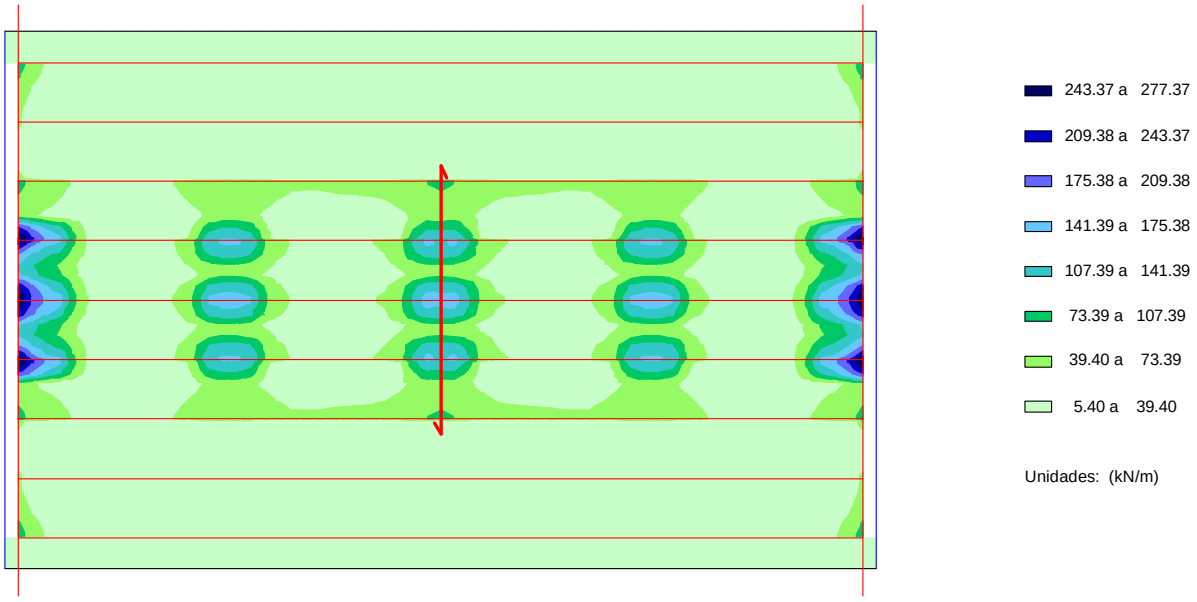
En este apartado se presentan las envolventes de los esfuerzos cortantes para cada combinación, y las armaduras de cortante obtenidas.

23.1 Esfuerzos cortantes mayorados

23.1.1 Situación persistente. Combinación fundamental

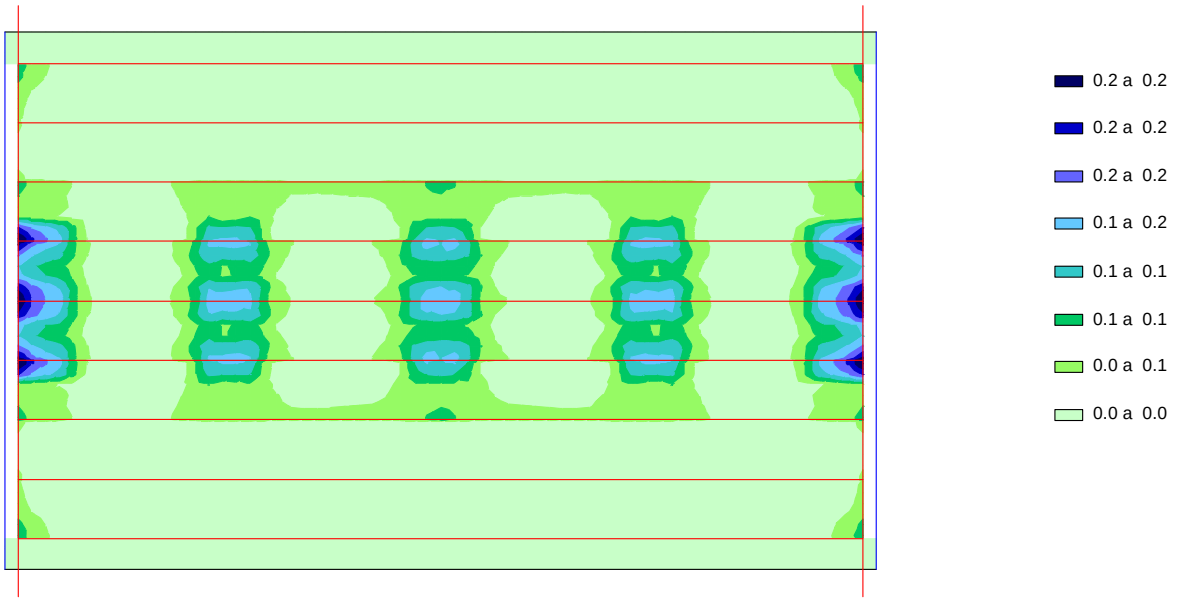
Cortante transversal

Situación persistente. Combinación fundamental



23.2 Comprobación de las bielas de compresión

Resultado de la comprobación $(Vdx/Vu1,x)^2+(Vdy/Vu1,y)^2$



23.3 Armadura de cálculo de cortante

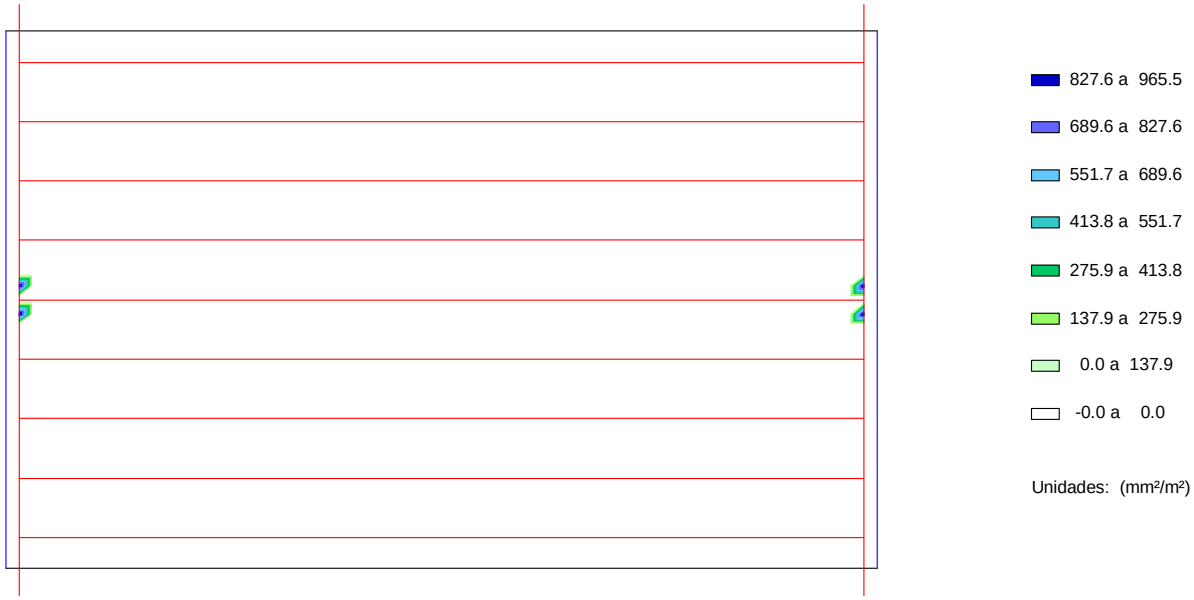
Armadura de cortante

Envolvente global

23.4 Armadura mínima de cortante

Armadura mínima de cortante

Envolvente global



23.5 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

24 VERIFICACIÓN DEL EL FISURACIÓN EN LA Llosa

24.1 Cálculo a fisuración

24.1.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente

M_k: Flector máximo.Situación persistente. Combinación cuasi permanente
N_k: Axil concomitante.Situación persistente. Combinación cuasi permanente
w_k: Abertura de fisura.
w_{adm}: Abertura de fisura admisible.

Armadura inferior longitudinal

Zona	Armadura por flexión (mm^2/m)	Armadura	M_k (kNm/m)	W_k (mm)	W_{adm} (mm)	Resultado
1	364.8	Ø12/0.300 m	13.36	0.13	0.30	Cumple

Armadura superior longitudinal

Zona	Armadura por flexión (mm^2/m)	Armadura	M_k (kNm/m)	W_k (mm)	W_{adm} (mm)	Resultado
1	323.1	Ø8/0.150 m	-12.35	0.13	0.30	Cumple

Armadura inferior transversal

Zona	Armadura por flexión (mm^2/m)	Armadura	M_k (kNm/m)	W_k (mm)	W_{adm} (mm)	Resultado
1	1082.5	Ø12/0.100 m	17.73	0.04	0.30	Cumple
2	1234.9	Ø20/0.250 m	11.15	0.03	0.30	Cumple
3	1082.5	Ø12/0.100 m	17.73	0.04	0.30	Cumple

Armadura superior transversal

Zona	Armadura por flexión (mm^2/m)	Armadura	M_k (kNm/m)	W_k (mm)	W_{adm} (mm)	Resultado
1	1150.8	Ø20/0.250 m	-44.55	0.17	0.30	Cumple
2	769.7	Ø10/0.100 m	-35.51	0.12	0.30	Cumple
3	1150.8	Ø20/0.250 m	-44.55	0.17	0.30	Cumple

24.2 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

26 PRUEBA DE CARGA

27 Reacciones por apoyo. Valores característicos

Reacciones en vigas en el eje 1 y en el eje 2

		Reacción vertical (kN)					
		Peso propio de las vigas (PV)		Peso propio de la losa (PL)		Superestructura (SE)	
Eje	Viga	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
1	1	233.0	233.0	225.6	225.6	359.6	362.7
1	2	233.0	233.0	221.3	221.3	156.0	161.4
1	3	233.0	233.0	221.3	221.3	147.5	160.0
1	4	233.0	233.0	221.3	221.3	99.6	125.2
1	5	233.0	233.0	221.2	221.2	86.8	117.5
1	6	233.0	233.0	221.3	221.3	99.6	125.2
1	7	233.0	233.0	221.2	221.2	147.5	160.0
1	8	233.0	233.0	221.2	221.2	156.0	161.4
1	9	233.0	233.0	225.6	225.6	359.6	362.7
2	1	233.0	233.0	225.6	225.6	359.6	362.7
2	2	233.0	233.0	221.3	221.3	156.0	161.4
2	3	233.0	233.0	221.3	221.3	147.5	160.0
2	4	233.0	233.0	221.3	221.3	99.6	125.2
2	5	233.0	233.0	221.3	221.3	86.8	117.5
2	6	233.0	233.0	221.3	221.3	99.6	125.2

2	7	233.0	233.0	221.3	221.3	147.5	160.0
2	8	233.0	233.0	221.3	221.3	156.0	161.4
2	9	233.0	233.0	225.6	225.6	359.6	362.7

Reacción vertical (kN)

		Tráfico en aceras (TRA)		Tráfico en plataforma (TRP)		Viento vertical (VI)	
Eje	Viga	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
1	1	-2.4	102.9	-41.3	0.5	-70.4	70.4
1	2	-2.2	72.7	-0.1	82.8	-57.7	57.7
1	3	-1.4	60.3	0.0	182.4	-56.1	56.1
1	4	-0.0	31.1	0.0	440.4	-47.2	47.2
1	5	0.0	20.7	0.0	448.7	-29.6	29.6
1	6	-0.0	31.1	0.0	440.4	-47.2	47.2
1	7	-1.4	60.3	0.0	182.4	-56.1	56.1
1	8	-2.2	72.7	-0.1	82.8	-57.7	57.7
1	9	-2.4	102.9	-41.3	0.5	-70.4	70.4
2	1	-2.4	102.9	-41.3	0.5	-70.4	70.4
2	2	-2.2	72.7	-0.1	82.8	-57.7	57.7
2	3	-1.4	60.3	0.0	182.4	-56.1	56.1
2	4	-0.0	31.1	0.0	440.4	-47.2	47.2
2	5	0.0	20.7	0.0	448.7	-29.6	29.6
2	6	-0.0	31.1	0.0	440.4	-47.2	47.2
2	7	-1.4	60.3	0.0	182.4	-56.1	56.1
2	8	-2.2	72.7	-0.1	82.8	-57.7	57.7
2	9	-2.4	102.9	-41.3	0.5	-70.4	70.4

Reacción vertical (kN)

		Gradiente térmico (GT)	
Eje	Viga	Min.	Max.
1	1	0.0	0.0
1	2	0.0	0.0
1	3	0.0	0.0
1	4	0.0	0.0
1	5	0.0	0.0
1	6	0.0	0.0
1	7	0.0	0.0
1	8	0.0	0.0
1	9	0.0	0.0
2	1	0.0	0.0
2	2	0.0	0.0
2	3	0.0	0.0
2	4	0.0	0.0
2	5	0.0	0.0
2	6	0.0	0.0
2	7	0.0	0.0
2	8	0.0	0.0
2	9	0.0	0.0

28 Reacciones por apoyo. Valores de combinación

Reacciones en vigas en el eje 1 y en el eje 2

Instante	Descripción
I1	Tras la transferencia del pretesado
I2	Tras el hormigonado de la losa
I3	Tras la disposición de la superestructura
I4	Tras la apertura al tráfico
I5	A tiempo infinito

Situación persistente. Combinación cuasi permanente:

Reacción vertical (kN)						
Valores máximos						
Eje	Viga	I1	I2	I3	I4	I5
1	1	233.0	458.6	821.3	821.3	821.3
1	2	233.0	454.3	615.7	615.7	615.7
1	3	233.0	454.3	614.3	614.3	614.3
1	4	233.0	454.3	579.4	579.4	579.4
1	5	233.0	454.3	571.7	571.7	571.7
1	6	233.0	454.3	579.4	579.4	579.4
1	7	233.0	454.3	614.3	614.3	614.3
1	8	233.0	454.3	615.7	615.7	615.7
1	9	233.0	458.6	821.3	821.3	821.3
2	1	233.0	458.6	821.3	821.3	821.3
2	2	233.0	454.3	615.7	615.7	615.7
2	3	233.0	454.3	614.3	614.3	614.3
2	4	233.0	454.3	579.4	579.4	579.4
2	5	233.0	454.3	571.7	571.7	571.7
2	6	233.0	454.3	579.4	579.4	579.4
2	7	233.0	454.3	614.3	614.3	614.3
2	8	233.0	454.3	615.7	615.7	615.7
2	9	233.0	458.6	821.3	821.3	821.3

Situación persistente. Combinación frecuente:

Reacción vertical (kN)						
Valores máximos						
Eje	Viga	I1	I2	I3	I4	I5
1	1	233.0	458.6	821.3	862.7	862.7
1	2	233.0	454.3	615.7	694.2	694.2
1	3	233.0	454.3	614.3	748.1	748.1
1	4	233.0	454.3	579.4	868.9	868.9
1	5	233.0	454.3	571.7	865.2	865.2
1	6	233.0	454.3	579.4	868.9	868.9
1	7	233.0	454.3	614.3	748.1	748.1
1	8	233.0	454.3	615.7	694.2	694.2
1	9	233.0	458.6	821.3	862.7	862.7
2	1	233.0	458.6	821.3	862.7	862.7
2	2	233.0	454.3	615.7	694.2	694.2
2	3	233.0	454.3	614.3	748.1	748.1
2	4	233.0	454.3	579.4	868.9	868.9
2	5	233.0	454.3	571.7	865.2	865.2
2	6	233.0	454.3	579.4	868.9	868.9
2	7	233.0	454.3	614.3	748.1	748.1
2	8	233.0	454.3	615.7	694.2	694.2
2	9	233.0	458.6	821.3	862.7	862.7

Situación persistente. Combinación característica:

Reacción vertical (kN)						
Valores máximos						
Eje	Viga	I1	I2	I3	I4	I5
1	1	233.0	458.6	821.3	967.0	967.0
1	2	233.0	454.3	615.7	805.9	805.9
1	3	233.0	454.3	614.3	890.7	890.7
1	4	233.0	454.3	579.4	1079.3	1079.3
1	5	233.0	454.3	571.7	1059.0	1059.0
1	6	233.0	454.3	579.4	1079.3	1079.3
1	7	233.0	454.3	614.3	890.7	890.7
1	8	233.0	454.3	615.7	805.9	805.9
1	9	233.0	458.6	821.3	967.0	967.0
2	1	233.0	458.6	821.3	967.0	967.0
2	2	233.0	454.3	615.7	805.9	805.9
2	3	233.0	454.3	614.3	890.7	890.7

2	4	233.0	454.3	579.4	1079.3	1079.3
2	5	233.0	454.3	571.7	1059.0	1059.0
2	6	233.0	454.3	579.4	1079.3	1079.3
2	7	233.0	454.3	614.3	890.7	890.7
2	8	233.0	454.3	615.7	805.9	805.9
2	9	233.0	458.6	821.3	967.0	967.0

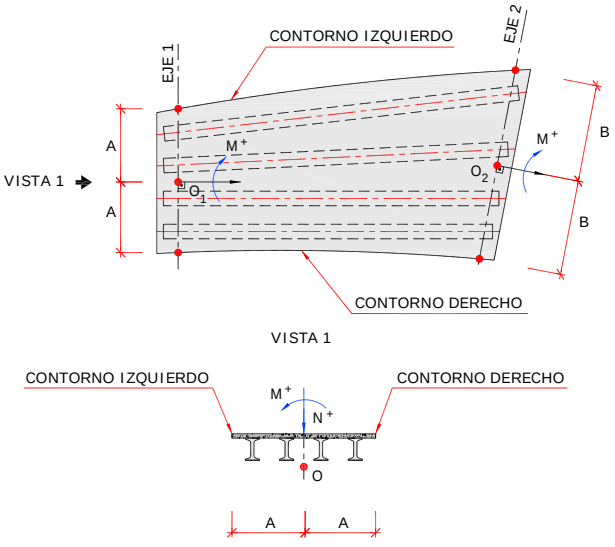
Situación persistente. Combinación fundamental:

Reacción vertical (kN)
Valores máximos

Eje	Viga	I1	I2	I3	I4	I5
1	1	314.6	619.2	1108.8	1311.8	1311.8
1	2	314.6	613.2	831.2	1093.1	1093.1
1	3	314.6	613.2	829.3	1207.5	1207.5
1	4	314.6	613.2	782.2	1461.3	1461.3
1	5	314.6	613.2	771.8	1432.3	1432.3
1	6	314.6	613.2	782.2	1461.3	1461.3
1	7	314.6	613.2	829.3	1207.5	1207.5
1	8	314.6	613.2	831.2	1093.1	1093.1
1	9	314.6	619.2	1108.8	1311.8	1311.8
2	1	314.6	619.2	1108.8	1311.8	1311.8
2	2	314.6	613.2	831.2	1093.1	1093.1
2	3	314.6	613.2	829.3	1207.5	1207.5
2	4	314.6	613.2	782.2	1461.3	1461.3
2	5	314.6	613.2	771.8	1432.3	1432.3
2	6	314.6	613.2	782.2	1461.3	1461.3
2	7	314.6	613.2	829.3	1207.5	1207.5
2	8	314.6	613.2	831.2	1093.1	1093.1
2	9	314.6	619.2	1108.8	1311.8	1311.8

29 Reacciones por eje. Valores característicos

Reacciones totales en el eje 1 y en el eje 2
En este apartado se listan las reacciones máximas y mínimas por eje de apoyo, obtenidas a partir de la contribución de cada uno de los apoyos de las vigas del eje.
Se obtiene así la rección vertical y el momento transversal referido a un eje perpendicular al eje de apoyos que pasa por el punto medio de la sección del eje de apoyos.



N- M-: Axil mínimo en el eje de apoyos con el momento concomitante máximo negativo.
N- M+: Axil mínimo en el eje de apoyos con el momento concomitante máximo positivo.
N+ M-: Axil máximo en el eje de apoyos con el momento concomitante máximo negativo.
N+ M+: Axil máximo en el eje de apoyos con el momento concomitante máximo positivo.
M- N-: Momento mínimo en el eje de apoyos con el axil concomitante máximo negativo.
M- N+: Momento mínimo en el eje de apoyos con el axil concomitante máximo positivo.
M+ N-: Momento máximo en el eje de apoyos con el axil concomitante máximo negativo.
M+ N+: Momento máximo en el eje de apoyos con el axil concomitante máximo positivo.

PV : Peso propio de las vigas

Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	2097.1	0.0	2097.1	0.0	2097.1	0.0	2097.1	0.0
2	2097.1	0.0	2097.1	0.0	2097.1	0.0	2097.1	0.0

PV : Peso propio de las vigas

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	2097.1	0.0	2097.1	0.0	2097.1	0.0	2097.1	0.0
2	2097.1	0.0	2097.1	0.0	2097.1	0.0	2097.1	0.0

PL : Peso propio de la losa

Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	2000.0	-0.0	2000.0	-0.0	2000.0	-0.0	2000.0	-0.0
2	2000.0	0.0	2000.0	0.0	2000.0	0.0	2000.0	0.0

PL : Peso propio de la losa

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	2000.0	-0.0	2000.0	-0.0	2000.0	-0.0	2000.0	-0.0
2	2000.0	0.0	2000.0	0.0	2000.0	0.0	2000.0	0.0

SE : Superestructura

Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	1618.2	-0.0	1618.2	-0.0	1729.8	-0.0	1729.8	-0.0
2	1618.2	0.0	1618.2	0.0	1729.8	0.0	1729.8	0.0

SE : Superestructura

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	1729.8	-0.0	1729.8	-0.0	1618.2	-0.0	1618.2	-0.0
2	1618.2	0.0	1618.2	0.0	1729.8	0.0	1729.8	0.0

TRA : Tráfico en aceras

Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	0.0	0.0	0.0	0.0	542.7	0.0	542.7	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	542.6	0.0	542.6	0.0

TRA : Tráfico en aceras

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector	Axil (kN)	Flector	Axil (kN)	Flector	Axil (kN)	Flector

		(kNm)		(kNm)		(kNm)		(kNm)
1	271.3	-1763.6	271.3	-1763.6	271.3	1763.6	271.3	1763.6
2	271.3	-1763.6	271.3	-1763.6	271.3	1763.6	271.3	1763.6

TRP: Tráfico en plataforma

Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	0.0	0.0	0.0	0.0	1418.6	-718.1	1418.6	718.1
2	0.0	0.0	0.0	0.0	1418.6	-718.1	1418.6	718.1

TRP: Tráfico en plataforma

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	948.7	-1423.0	948.7	-1423.0	948.7	1423.0	948.7	1423.0
2	948.7	-1423.0	948.7	-1423.0	948.7	1423.0	948.7	1423.0

VI : Viento vertical

Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	-271.8	-1358.9	-271.8	1358.9	271.8	-1358.9	271.8	1358.9
2	-271.8	-1358.9	-271.8	1358.9	271.8	-1358.9	271.8	1358.9

VI : Viento vertical

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	271.8	-1358.9	271.8	-1358.9	-271.8	1358.9	-271.8	1358.9
2	271.8	-1358.9	271.8	-1358.9	-271.8	1358.9	-271.8	1358.9

GT : Gradiente térmico

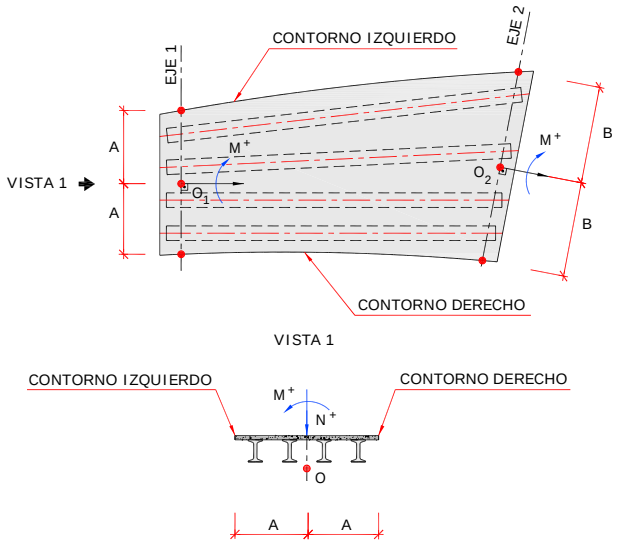
Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

GT : Gradiente térmico

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

30 Reacciones por eje. Valores de combinación

En este apartado se listan las reacciones máximas y mínimas por eje de apoyo, obtenidas a partir de la contribución de cada uno de los apoyos de las vigas del eje.
Se obtiene así la rección vertical y el momento transversal referido a un eje perpendicular al eje de apoyos que pasa por el punto medio de la sección del eje de apoyos.



Reacciones totales en el eje 1 y en el eje 2

Situación persistente. Combinación cuasi permanente:

A tiempo infinito

Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	5715.3	-0.0	5715.3	-0.0	5826.9	-0.0	5826.9	-0.0
2	5715.3	0.0	5715.3	0.0	5826.9	0.0	5826.9	0.0

A tiempo infinito

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	5826.9	-0.0	5826.9	-0.0	5715.3	-0.0	5715.3	-0.0
2	5715.3	0.0	5715.3	0.0	5826.9	0.0	5826.9	0.0

Situación persistente. Combinación frecuente:

A tiempo infinito

Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	5660.9	-271.8	5660.9	271.8	6920.8	-380.1	6920.8	380.1
2	5660.9	-271.8	5660.9	271.8	6920.8	-380.1	6920.8	380.1

A tiempo infinito

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	6500.5	-1553.2	6500.5	-1553.2	6388.9	1553.2	6388.9	1553.2
2	6388.9	-1553.2	6388.9	-1553.2	6500.5	1553.2	6500.5	1553.2

Situación persistente. Combinación característica:

A tiempo infinito

Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector	Axil (kN)	Flector	Axil (kN)	Flector	Axil (kN)	Flector

		(kNm)		(kNm)		(kNm)		(kNm)
1	5443.5	-1358.9	5443.5	1358.9	7951.2	-1533.4	7951.2	1533.4
2	5443.5	-1358.9	5443.5	1358.9	7951.2	-1533.4	7951.2	1533.4

A tiempo infinito

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	7209.9	-4002.0	7209.9	-4002.0	6772.2	4002.0	6772.2	4002.0
2	7098.3	-4001.9	7098.3	-4001.9	6883.8	4002.0	6883.8	4002.0

Situación persistente. Combinación fundamental:

A tiempo infinito

Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	5307.6	-2038.3	5307.6	2038.3	10758.6	-2192.4	10758.6	2192.4
2	5307.6	-2038.3	5307.6	2038.3	10758.6	-2192.4	10758.6	2192.4

A tiempo infinito

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	8961.4	-9057.0	9120.4	-9057.0	7755.1	9057.0	7914.1	9057.0
2	8244.3	-9057.0	8969.7	-9057.0	8472.2	9057.0	8631.2	9057.0

Programa: CivilEstudio

Versión: 34 - 6
Barcelona, 2018

CivilEstudio, software propiedad de CivilCAD Consultores, S.L.
Autores: L.M.Callís, J.M.Roig, I.Callís, P.Reinés
Licencia de uso concedida a: Most Enginyers, S.L.
Número de usuario: 12202

Proyecto:

Nombre del proyecto: *PRECÀLCUL DE LES ESTRUCTURES DEL PROJECTE D'OBRES BÀSIQUES D'URBANITZACIÓ DEL PLA DIRECTOR URBANÍSTIC DEL CENTRE DIRECCIONAL DE CERDANYOLA DEL VALLÈS*
Nombre de la estructura: *2. V-B.2. Pont sobre el torrent de Magrans a l'eix-B*
Nombre del elemento estructural: *Tauler*
Tipo de estructura: *Vigas pretesadas*
Funcionalidad de la estructura: *Estructura de Carretera*
Clase de estructura: *Tablero sin tierras*
Vida útil: *100 años*

Normativas:

Ámbito: *Normas españolas*

Unidades:

Sistema *S.I.*

Despiece:

Sistema Métrico Europeo

Módulo del programa:

Módulo Tablero de vigas
Nombre del archivo de proyecto: *vb2_rev1.vig*
Ruta de acceso: *p:\parc de l'alba\estructures\2. v-b.2_ok\civilcad*

Informe:

Tipo de informe: *Informe de mediciones*
Informe generado el día 11-02-2021 a las 16:40:50.

Índice

MEDICIONES DEL TABLERO DE VIGAS :

Vigas

Viga 1

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Hormigón de la viga	1	18.288	18.29

Total:	18.288	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Armadura en el alma	1	487.2	487.15
Armadura de refuerzo de rasante viga-losa	1	397.3	397.25
Armadura en el ala inferior	1	88.2	88.22
Armadura en el ala superior	1	228.2	228.16
Armadura longitudinal de piel	1	380.9	380.94
Armadura de refuerzo en extremos	1	59.3	59.28
Armadura de refuerzo a rotura	1	0.0	0.00
Armadura debida al postesado	1	0.0	0.00

Total:	1641.0	kg

Unidad: Peso de acero activo de pretesado

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Acero de pretesado de la viga	1	1125.4	1125.38

Total:	1125.4	kg

Viga 2

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Hormigón de la viga	1	18.296	18.30

Total:	18.296	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Armadura en el alma	1	446.0	445.97
Armadura de refuerzo de rasante viga-losa	1	414.1	414.12
Armadura en el ala inferior	1	75.8	75.85
Armadura en el ala superior	1	228.2	228.16

Armadura longitudinal de piel	1	380.9	380.94
Armadura de refuerzo en extremos	1	36.0	36.02
Armadura de refuerzo a rotura	1	0.0	0.00
Armadura debida al postesado	1	0.0	0.00

Total:	1581.1	kg

Unidad: Peso de acero activo de pretesado

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Acero de pretesado de la viga	1	1125.4	1125.38

Total:	1125.4	kg

Viga 3

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Hormigón de la viga	1	18.293	18.29

Total:	18.293	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Armadura en el alma	1	478.8	478.79
Armadura de refuerzo de rasante viga-losa	1	402.7	402.67
Armadura en el ala inferior	1	75.8	75.85
Armadura en el ala superior	1	228.2	228.16
Armadura longitudinal de piel	1	380.9	380.94
Armadura de refuerzo en extremos	1	36.0	36.02
Armadura de refuerzo a rotura	1	0.0	0.00
Armadura debida al postesado	1	0.0	0.00

Total:	1602.4	kg

Unidad: Peso de acero activo de pretesado

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Acero de pretesado de la viga	1	1125.4	1125.38

Total:	1125.4	kg

Viga 4

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Hormigón de la viga	1	18.275	18.28

Total:	18.275	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Armadura en el alma	1	604.0	603.96
Armadura de refuerzo de rasante viga-losa	1	354.4	354.44
Armadura en el ala inferior	1	75.8	75.85
Armadura en el ala superior	1	228.2	228.16
Armadura longitudinal de piel	1	380.9	380.94
Armadura de refuerzo en extremos	1	98.2	98.17
Armadura de refuerzo a rotura	1	0.0	0.00
Armadura debida al postesado	1	0.0	0.00

Total:	1741.5	kg

Unidad: Peso de acero activo de pretesado

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Acero de pretesado de la viga	1	1125.4	1125.38

Total:	1125.4	kg

Viga 5

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Hormigón de la viga	1	18.275	18.28

Total:	18.275	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Armadura en el alma	1	604.0	603.96
Armadura de refuerzo de rasante viga-losa	1	354.4	354.44
Armadura en el ala inferior	1	75.8	75.85
Armadura en el ala superior	1	228.2	228.16
Armadura longitudinal de piel	1	380.9	380.94
Armadura de refuerzo en extremos	1	98.2	98.17
Armadura de refuerzo a rotura	1	0.0	0.00
Armadura debida al postesado	1	0.0	0.00

Total:	1741.5	kg

Unidad: Peso de acero activo de pretesado

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Acero de pretesado de la viga	1	1125.4	1125.38

Total:	1125.4	kg

Viga 6

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Hormigón de la viga	1	18.275	18.28

Total:	18.275	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Armadura en el alma	1	604.0	603.96
Armadura de refuerzo de rasante viga-losa	1	354.4	354.44
Armadura en el ala inferior	1	75.8	75.85
Armadura en el ala superior	1	228.2	228.16
Armadura longitudinal de piel	1	380.9	380.94
Armadura de refuerzo en extremos	1	98.2	98.17
Armadura de refuerzo a rotura	1	0.0	0.00
Armadura debida al postesado	1	0.0	0.00

Total:	1741.5	kg

Unidad: Peso de acero activo de pretesado

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Acero de pretesado de la viga	1	1125.4	1125.38

Total:	1125.4	kg

Viga 7

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Hormigón de la viga	1	18.293	18.29

Total:	18.293	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Armadura en el alma	1	478.8	478.79
Armadura de refuerzo de rasante viga-losa	1	402.7	402.67
Armadura en el ala inferior	1	75.8	75.85
Armadura en el ala superior	1	228.2	228.16
Armadura longitudinal de piel	1	380.9	380.94
Armadura de refuerzo en extremos	1	36.0	36.02
Armadura de refuerzo a rotura	1	0.0	0.00
Armadura debida al postesado	1	0.0	0.00

Total:	1602.4	kg

Unidad: Peso de acero activo de pretesado

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Acero de pretesado de la viga	1	1125.4	1125.38

Total:	1125.4	kg

Viga 8

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Hormigón de la viga	1	18.296	18.30

Total:	18.296	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Armadura en el alma	1	446.0	445.97
Armadura de refuerzo de rasante viga-losa	1	414.1	414.12
Armadura en el ala inferior	1	75.8	75.85
Armadura en el ala superior	1	228.2	228.16
Armadura longitudinal de piel	1	380.9	380.94
Armadura de refuerzo en extremos	1	36.0	36.02
Armadura de refuerzo a rotura	1	0.0	0.00
Armadura debida al postesado	1	0.0	0.00

Total:	1581.1	kg

Unidad: Peso de acero activo de pretesado

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Acero de pretesado de la viga	1	1125.4	1125.38

Total:	1125.4	kg

Viga 9

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Hormigón de la viga	1	18.288	18.29

Total:	18.288	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Armadura en el alma	1	487.2	487.15
Armadura de refuerzo de rasante viga-losa	1	397.3	397.25
Armadura en el ala inferior	1	88.2	88.22

Armadura en el ala superior	1	228.2	228.16
Armadura longitudinal de piel	1	380.9	380.94
Armadura de refuerzo en extremos	1	59.3	59.28
Armadura de refuerzo a rotura	1	0.0	0.00
Armadura debida al postesado	1	0.0	0.00

Total:	1641.0	kg

Unidad: Peso de acero activo de pretesado

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Acero de pretesado de la viga	1	1125.4	1125.38

Total:	1125.4	kg

Losa

Losa

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Hormigón de la losa	1	160.000	160.00

Total:	160.000	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Armadura inferior longitudinal	1	6758.7	6758.67
Armadura superior longitudinal	1	4357.8	4357.77
Armadura inferior transversal	1	1941.1	1941.12
Armadura superior transversal	1	1743.6	1743.58
Armadura de zuncho	1	0.0	0.00
Armadura de cortante	1	119.7	119.67
Armadura de borde	1	0.0	0.00

Total:	14920.8	kg

PREDISSENY APARELL DE RECOLZAMENT DEL TAULER
V-B.2. PONT SOBRE EL TORRENT DE MAGRANS

1. PROPOSTA DE NEOPRÈ

El neopreno en sí se plantea como un rectángulo de dimensiones:

$a := 250\ mm$ $b := 400\ mm$

Con una altura total

$h_{elastómero\_total} := 53\ mm$ $n_{capas} := 6$ $h_{1.elastómero} := \frac{h_{elastómero\_total}}{n_{capas}} = 8.833\ mm$

$h_{apoyo\_total} := 74\ mm$ $n_{chapas} := n_{capas} - 1 = 5$

$G_{neo} := 0.9\ MPa$ $G_{neo\_rapido} := 2 \cdot G_{neo} = 1.8\ MPa$

Número de recolzaments per alineació: $n_{rec} := 9$

Número de alineacions: $n_{ali} := 2$

2. REACCIONS I GIRS

De l'informe de càlcul del tauler s'extreu:

26 Reacciones por apoyo. Valores de combinación

Reacciones en vigas en el eje 1 y en el eje 2

Instante	Descripción
I1	Tras la transferencia del pretesado
I2	Tras la ejecución de las riostras
I3	Tras el hormigonado de la losa
I4	Tras la disposición de la superestructura
I5	Tras la apertura al tráfico
I6	A tiempo infinito

Situación persistente. Combinación fundamental:

Reacción vertical (kN)
Valores máximos

Eje	Viga	I1	I2	I3	I4	I5
1	1	314.6	619.2	1108.8	1311.8	1311.8
1	2	314.6	613.2	831.2	1093.1	1093.1
1	3	314.6	613.2	829.3	1207.5	1207.5
1	4	314.6	613.2	782.2	1461.3	1461.3
1	5	314.6	613.2	771.8	1432.3	1432.3
1	6	314.6	613.2	782.2	1461.3	1461.3
1	7	314.6	613.2	829.3	1207.5	1207.5
1	8	314.6	613.2	831.2	1093.1	1093.1
1	9	314.6	619.2	1108.8	1311.8	1311.8
2	1	314.6	619.2	1108.8	1311.8	1311.8
2	2	314.6	613.2	831.2	1093.1	1093.1
2	3	314.6	613.2	829.3	1207.5	1207.5
2	4	314.6	613.2	782.2	1461.3	1461.3
2	5	314.6	613.2	771.8	1432.3	1432.3

2	6	314.6	613.2	782.2	1461.3	1461.3
2	7	314.6	613.2	829.3	1207.5	1207.5
2	8	314.6	613.2	831.2	1093.1	1093.1
2	9	314.6	619.2	1108.8	1311.8	1311.8

$R_{max} := 1461.3$ **kN**
$R_{min} := 613.2$ **kN**

18.2 Situación persistente. Combinación característica

Los giros que se listan en este apartado incluyen los giros por fluencia de las cargas permanentes en el instante a tiempo infinito.
Se listan los valores en los 2 apoyos de cada viga.

$\theta_{mín}$: Giro mínimo (positivo en sentido antihorario).
$\theta_{máx}$: Giro máximo (positivo en sentido antihorario).

Viga	Apoyo	Tras la transferencia del pretesado		Tras el hormigonado de la losa		Tras la disposición de la superestructura		Tras la apertura al tráfico	
		$\theta_{máx}$ (rad)	$\theta_{mín}$ (rad)	$\theta_{máx}$ (rad)	$\theta_{mín}$ (rad)	$\theta_{máx}$ (rad)	$\theta_{mín}$ (rad)	$\theta_{máx}$ (rad)	$\theta_{mín}$ (rad)
1	1	0.005234	0.006092	0.001756	0.002614	-0.000292	0.000560	0.000680	-0.000563
1	2	-0.006053	-0.005195	-0.002534	-0.001676	-0.000480	0.000372	0.000644	-0.000600
2	1	0.005234	0.006092	0.001817	0.002675	0.000432	0.001247	0.001323	-0.000297
2	2	-0.006053	-0.005195	-0.002596	-0.001738	-0.001168	-0.000352	0.000376	-0.001244
3	1	0.005234	0.006092	0.001817	0.002675	0.000840	0.001599	0.001725	-0.000523
3	2	-0.006053	-0.005195	-0.002596	-0.001738	-0.001520	-0.000760	0.000602	-0.001646
4	1	0.005234	0.006092	0.001817	0.002675	0.001092	0.001796	0.001977	-0.000820
4	2	-0.006053	-0.005195	-0.002596	-0.001738	-0.001716	-0.001012	0.000900	-0.001898
5	1	0.005234	0.006092	0.001817	0.002675	0.001177	0.001858	0.002063	-0.000838
5	2	-0.006053	-0.005195	-0.002596	-0.001738	-0.001779	-0.001098	0.000918	-0.001984
6	1	0.005234	0.006092	0.001817	0.002675	0.001092	0.001796	0.001977	-0.000820
6	2	-0.006053	-0.005195	-0.002596	-0.001738	-0.001716	-0.001012	0.000900	-0.001898
7	1	0.005234	0.006092	0.001817	0.002675	0.000840	0.001599	0.001725	-0.000522
7	2	-0.006053	-0.005195	-0.002596	-0.001738	-0.001520	-0.000760	0.000602	-0.001646
8	1	0.005234	0.006092	0.001817	0.002675	0.000432	0.001247	0.001323	-0.000297
8	2	-0.006053	-0.005195	-0.002596	-0.001738	-0.001168	-0.000352	0.000376	-0.001244
9	1	0.005234	0.006092	0.001756	0.002614	-0.000292	0.000560	0.000680	-0.000563
9	2	-0.006053	-0.005195	-0.002534	-0.001676	-0.000480	0.000372	0.000644	-0.000600

Viga	Apoyo	A tiempo infinito	
		$\theta_{máx}$ (rad)	$\theta_{mín}$ (rad)
1	1	0.000508	0.000176
1	2	-0.000011	-0.000342
2	1	0.001792	0.001051
2	2	-0.000887	-0.001628
3	1	0.002552	0.001130
3	2	-0.000967	-0.002388
4	1	0.003026	0.001003
4	2	-0.000840	-0.002862
5	1	0.003187	0.001040
5	2	-0.000876	-0.003023
6	1	0.003026	0.001003
6	2	-0.000840	-0.002862
7	1	0.002552	0.001130
7	2	-0.000967	-0.002388
8	1	0.001792	0.001051
8	2	-0.000887	-0.001628
9	1	0.000508	0.000176
9	2	-0.000011	-0.000342

$\theta_{max} := 0.006053$ **rad**

3. ANÀLISI DE RIGIDESA HORITZONTAL DEL PONT

$$K_{1.apoyo} := \frac{a \cdot b \cdot G_{neo}}{h_{elastómero\_total}} = 1698.113 \ \frac{1}{m} \cdot kN$$

$$K_{estribo} := 10^{90} \cdot \frac{1}{m} \cdot kN \qquad K_{conjunto\_estribo} := \frac{1}{\frac{1}{K_{estribo}} + \frac{1}{K_{1.apoyo} \cdot n_{rec}}} = \left(1.528 \cdot 10^{4}\right) \frac{1}{m} \cdot kN$$

$$K_{longitudinal\_puente} := 2 \cdot K_{conjunto\_estribo} = \left(3.057 \cdot 10^{4}\right) \frac{1}{m} \cdot kN$$

4. ANÀLISI D'ESFORÇOS HORIZONTALS

Ample del tauler: $B := 20 \ m$
Longitud total del tauler: $L := 32 \ m$
Cantell del tauler: $H := 1.75 \ m$
Número de carrils virtuals: $n_{cv} := 2$
Esviatge del tauler: $\varphi := 0 \cdot grad = 0 \ °$

$$grad := \frac{90 \ °}{100} = 0.016$$

Força de frenada i arrancada:

$$Q_{lk\_1} := \max\left(180 \ kN, \min\left(1.2 \cdot 300 \ kN + 0.1 \cdot 3 \ m \cdot \frac{9 \ kN}{m^2} \cdot L, 900 \ kN\right)\right) = 446.4 \ kN$$

$$Q_{lk\_2} := \max\left(180 \ kN, \min\left(1.2 \cdot 200 \ kN + 0.1 \cdot 3 \ m \cdot \frac{2.5 \ kN}{m^2} \cdot L, 900 \ kN\right)\right) = 264 \ kN$$

$$F_{fren} := Q_{lk\_1} + Q_{lk\_2} = 710.4 \ kN$$

Força horitzontal induïda pel vent:

$c_{dir} := 1.0$
$c_{season} := 1.0$

Període de retorno $T := 100 \ yr$

$$c_{prob} := \sqrt{\left(\frac{1 - 0.2 \cdot \ln\left(-\ln\left(1 - \frac{1 \ yr}{T}\right)\right)}{1 - 0.2 \cdot \ln\left(-\ln(0.98)\right)}\right)} = 1.038$$

$v_{b.0} := 29 \ \frac{m}{s}$

$v_b := v_{b.0} \cdot c_{dir} \cdot c_{season} \cdot c_{prob} = 30.116 \ \frac{m}{s}$

$\rho := 1.25 \cdot \frac{kg}{m^3}$

$c_e := 1.397$

$t_{pavi} := 10 \ cm$

El canto del tablero efectivo a viento es $h_{vt} := H + t_{pavi} + 2\ m = 3.85\ m$

$A_{ref\_Y} := h_{vt} = 3.85\ m$

El coeficiente de fuerza

$B_{tablero\_viento} := B = 20\ m$

$$c_{f.Y} := \max\left(\min\left(2.5 - 0.3 \cdot \frac{B_{tablero\_viento}}{A_{ref\_Y}}, 2.4\right), 1.3\right) = 1.3$$

Fuerza total de viento sobre tablero

$$F_{w.Y\_total} := \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^{\ 2} \cdot c_e \cdot c_{f.Y} \cdot A_{ref\_Y} \cdot L = 126.829\ kN$$

Fuerza de viento transversal en cada apoyo:

$$F_{w\_Y\_apoyo} := \frac{K_{1.apoyo}}{K_{longitudinal\_puente}} \cdot F_{w.Y\_total} = 7.046\ kN$$

Fuerza de viento longitudinal en cada apoyo:

$$F_{w\_X\_apoyo} := F_{w\_Y\_apoyo} \cdot 0.25 = 1.762\ kN$$

Fuerza de frenado longitudinal en cada apoyo:

$$F_{fr\_X\_apoyo} := \frac{K_{1.apoyo}}{K_{longitudinal\_puente}} \cdot F_{fren} = 39.467\ kN$$

5. ANÀLISI D'EFECTES TERMOHIGROMÈTRICS

$$\varepsilon_{termohigrometric\_total} := 1\ \frac{mm}{m}$$

$$\Delta_{total} := \frac{L}{2} \cdot \varepsilon_{termohigrometric\_total} = 16\ mm$$

$$F_{termohigrometrica\_total} := K_{longitudinal\_puente} \cdot \Delta_{total} = 489.057\ kN$$

$$F_{termohigrometrica\_X\_apoyo} := \frac{K_{1.apoyo}}{K_{longitudinal\_puente}} \cdot F_{termohigrometrica\_total} = 27.17\ kN$$

6. VERIFICACIÓ DEL NEOPRÈ

Verificación de aparato de apoyo según norma EN 1337-3:2005

Coeficiente de mayoración de acciones $\gamma_A := 1.35$

Parámetros de cálculo

$h_{elastómero\_total} = 53\ mm$ $a = 0.25\ m$ $b = 0.4\ m$

$a' := a - 2\ cm = 0.23\ m$ $b' := b - 2\ cm = 0.38\ m$

$A_1 := a' \cdot b' = 874\ cm^2$ $G_{neo} = 0.9\ MPa$ $G_{neo\_rapido} = 1.8\ MPa$

$$S := \frac{a' \cdot b'}{2 \cdot (a' + b') \cdot h_{1.elastómero}} = 8.11$$

$$A_{reducida} := a' \cdot b' \cdot \left(1 - \frac{\Delta_{total} \cdot \gamma_A}{a'}\right) = 791.92\ cm^2$$

Deformación máxima de compresión

$N_{ed} := R_{max} = \left(1.461 \cdot 10^3\right)\ kN$

$$\varepsilon_{c.d} := \frac{N_{ed}}{G_{neo} \cdot A_{reducida} \cdot S} = 2.528$$

Deformación máxima en cizalla

$$H_{ed} := \gamma_A \cdot \sqrt{F_{w\_Y\_apoyo}^{\ 2} + \left(F_{fr\_X\_apoyo} + F_{w\_X\_apoyo}\right)^2} = 56.465\ kN$$

$$v_{xy.d} := \frac{H_{ed} \cdot h_{elastómero\_total}}{a \cdot b \cdot G_{neo\_rapido}} + \Delta_{total} \cdot \gamma_A = 38.226\ mm$$

$$\varepsilon_{q.d} := \frac{v_{xy.d}}{h_{elastómero\_total}} = 0.721 \quad < 1 \quad \text{if}\left(\varepsilon_{q.d} \leq 1, \text{“válido”}, \text{“NO válido”}\right) = \text{“válido”}$$

Deformación máxima en cizalla debida a rotación angular

$$\theta_{max\_cargas} := \theta_{max} \cdot \gamma_A$$

$$\varepsilon_{\alpha.d} := \frac{a'^2 \cdot \theta_{max\_cargas} \cdot h_{1.elastómero}}{2 \cdot h_{1.elastómero}^{\ 3} \cdot n_{capas}} = 0.462$$

Deformación máxima de diseño

$\varepsilon_{t.d} := \varepsilon_{c.d} + \varepsilon_{q.d} + \varepsilon_{\alpha.d} = 3.711 \quad < 7 \quad \text{if}\left(\varepsilon_{t.d} \le 7, \text{“válido”}, \text{“NO válido”}\right) = \text{“válido”}$

Flecha vertical

$$v_{c.d} := \frac{N_{ed} \cdot h_{elastómero\_total}}{A_{reducida}} \cdot \left(\frac{1}{5 \cdot G_{neo} \cdot S^2} + \frac{1}{2000\ \text{MPa}}\right) = 3.793\ \text{mm}$$

Límite de rotación

$$v_{c.d} - \frac{\left(a' \cdot \theta_{max\_cargas}\right)}{3} = 0.003\ \text{m} \quad \text{if}\left(v_{c.d} - \frac{\left(a' \cdot \theta_{max\_cargas}\right)}{3} \ge 0, \text{“válido”}, \text{“NO válido”}\right) = \text{“válido”}$$

Estabilidad a torsión

$$\frac{N_{ed}}{A_{reducida}} = 18.453\ \text{MPa} \qquad \frac{2 \cdot a' \cdot G_{neo} \cdot S}{3 \cdot h_{1.elastómero}} = 126.701\ \text{MPa}$$

$$\text{if}\left(\frac{N_{ed}}{A_{reducida}} \le \frac{2 \cdot a' \cdot G_{neo} \cdot S}{3 \cdot h_{1.elastómero}}, \text{“válido”}, \text{“NO válido”}\right) = \text{“válido”}$$

Condición de no deslizamiento

$$\frac{R_{min}}{A_{reducida}} = 7.743\ \text{MPa}$$

$$\text{if}\left(\frac{R_{min}}{A_{reducida}} \ge 3\ \text{MPa}, \text{“válido”}, \text{“NO válido”}\right) = \text{“válido”}$$

$K_f := 0.2$ [0.2 para morteros lecho de resina , 0.6 para hormigón]

$$\mu_e := 0.1 + \frac{1.5\ \text{MPa} \cdot K_f}{\frac{R_{min}}{A_{reducida}}} = 0.139$$

$H_{ed} = 56.465\ \text{kN} \qquad \mu_e \cdot R_{min} = 85.078\ \text{kN}$

$\text{if}\left(H_{ed} \le \mu_e \cdot R_{min} \cdot \gamma_A, \text{“no es necesario anclar”}, \text{“ES NECESARIO ANCLAR”}\right) = \text{“no es necesario anclar”}$

7. CATÀL·LEG DE NEOPRENS

Sense pèrdua de generalitat s'escull el catàleg del fabricant Mecanogumba

CUADRO DE CARACTERÍSTICAS

mecanoGumba

APOYOS ARMADOS STANDARD Y ANCLADOS

				mínima $\sigma \geq 5$ N/mm^2			mínima $\sigma < 5$ N/mm^2									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Formato Dimensiones en planta a · b D	Carga Admisible	Módulo E	Nº de capas	Desplaza-miento admisible Tipo 1	Altura total del apoyo Tipo 1	Altura total de elastómero Tipo 1 T	Desplaza-miento admisible Tipos 2 a 5	Altura total del apoyo Tipo 2	Altura total del apoyo Tipo 4	Altura total del apoyo Tipo 5	Altura total de elastómero Tipos 2 a 5 T	Pernos para Tipos 2 y 4 ver 1.2.2	Angulos de giro			
													n · α	n · α	n · α	Ø n · α
mm	kN	N/mm²		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm		arc.	arc.	arc.	arc.
100 x 150	225	235	1	7,0	14	10	--	--	--	--	--	1	0,004	0,003	0,005	
			2	10,5	21	15	7,0	42	72	26	10		0,008	0,006	0,010	
			3	14,0	28	20	10,5	49	79	33	15		0,012	0,009	0,015	
			4	16,3	35	25	14,0	56	86	40	20		0,016	0,012	0,020	
			5	18,0	42	30	16,3	63	93	47	25		0,020	0,015	0,025	
			6	--	--	--	18,0	70	100	54	30		0,024	0,018	0,030	
150 x 200	450	480	1	7,0	14	10	--	--	--	--	--	1	0,003	0,003	0,004	
			2	10,5	21	15	7,0	42	72	26	10		0,006	0,006	0,008	
			3	14,0	28	20	10,5	49	79	33	15		0,009	0,009	0,013	
			4	17,5	35	25	14,0	56	86	40	20		0,012	0,012	0,017	
			5	21,0	42	30	17,5	63	93	47	25		0,015	0,015	0,021	
			6	23,3	49	35	21,0	70	100	54	30		0,018	0,018	0,025	
			7	25,3	56	40	23,3	77	107	61	35		0,021	0,021	0,029	
			8	27,0	63	45	25,3	84	114	68	40		0,024	0,024	0,033	
			9	--	--	--	27,0	91	121	75	45		0,027	0,027	0,037	
Ø 200	471	236	1	9,1	19	13	--	--	--	--	--	1	0,003	0,003	0,004	0,004
200 x 250	750	315	2	14,7	30	21	11,2	49	79	33	16	1	0,006	0,005	0,008	0,008
200 x 300	900	355	3	20,3	41	29	16,8	60	90	44	24	1	0,009	0,008	0,012	0,012
			4	25,9	52	37	22,4	71	101	55	32		0,012	0,010	0,016	0,016
			5	30,4	63	45	28,0	82	112	66	40		0,015	0,013	0,020	0,020
			6	33,7	74	53	31,7	93	123	77	48		0,018	0,015	0,024	0,024
			7	36,3	85	61	34,7	104	134	88	56		0,021	0,018	0,028	0,028
200 x 400	1200	430	1	9,1	19	13	--	--	--	--	--	2	0,003	0,001	0,003	
			2	14,7	30	21	11,2	49	79	33	16		0,006	0,002	0,006	
			3	20,3	41	29	16,8	60	90	44	24		0,009	0,003	0,009	
			4	25,9	52	37	22,4	71	101	55	32		0,012	0,005	0,012	
			5	30,4	63	45	28,0	82	112	66	40		0,015	0,006	0,015	
			6	33,7	74	53	31,7	93	123	77	48		0,018	0,008	0,018	
			7	36,3	85	61	34,7	104	134	88	56		0,021	0,009	0,021	
Ø 250	735	366	1	9,1	19	13	--	--	--	--	--	1	0,003	0,001	0,003	0,004
250 x 400	1500	610	2	14,7	30	21	11,2	49	79	33	16	2	0,005	0,002	0,005	0,008
			3	20,3	41	29	16,8	60	90	44	24		0,008	0,004	0,008	0,012
			4	25,9	52	37	22,4	71	101	55	32		0,010	0,005	0,010	0,016
			5	31,5	63	45	28,0	82	112	66	40		0,013	0,006	0,013	0,020
			6	36,5	74	53	33,6	93	123	77	48		0,015	0,007	0,016	0,024
			7	40,0	85	61	37,9	104	134	88	56		0,018	0,009	0,018	0,028
			8	43,1	96	69	41,2	115	141	99	64		0,020	0,010	0,021	0,032
			9	--	--	--	44,1	126	156	110	72		0,023	0,011	0,023	0,036

Datos según fabricante para el siguiente apoyo: $a = 250$ **mm** $b = 400$ **mm** $n_{capas} = 6$

$h_{elastómero\_total} = 53$ **mm** $h_{apoyo\_total} = 74$ **mm**

$carga_{admisible} := 1500$ **kN** $\frac{N_{ed}}{\gamma_A} = 1082.444$ **kN**

$desplazamiento_{max} := 33.7$ **mm** $\frac{v_{xy.d}}{\gamma_A} = 28.315$ **mm**

$giro_{admisible} := 0.015$ **rad** $\frac{\theta_{max\_cargas}}{\gamma_A} = 0.006$ **rad**

$$\text{if}\left(\text{carga}_{\text{admisible}} \geq \frac{N_{ed}}{\gamma_A}, \text{“válido”}, \text{“NO válido”}\right) = \text{“válido”}$$

$$\text{if}\left(\text{desplazamiento}_{\text{max}} \geq \frac{V_{xy.d}}{\gamma_A}, \text{“válido”}, \text{“NO válido”}\right) = \text{“válido”}$$

$$\text{if}\left(\text{giro}_{\text{admisible}} \geq \frac{\theta_{\text{max\_cargas}}}{\gamma_A}, \text{“válido”}, \text{“NO válido”}\right) = \text{“válido”}$$

Programa: CivilEstudio

Versión: 34 - 6
Barcelona, 2018

CivilEstudio, software propiedad de CivilCAD Consultores, S.L.
Autores: L.M.Callís, J.M.Roig, I.Callís, P.Reinés
Licencia de uso concedida a: Most Enginyers, S.L.
Número de usuario: 12202

Proyecto:

Nombre del proyecto: *PRECÀLCUL DE LES ESTRUCTURES DEL PROJECTE D'OBRES BÀSIQUES D'URBANITZACIÓ DEL PLA DIRECTOR URBANÍSTIC DEL CENTRE DIRECCIONAL DE CERDANYOLA DEL VALLÈS*
Nombre de la estructura: *2 V.B.2 Pont sobre el torrent de Magrans a l'eix B*
Nombre del elemento estructural: *Estrep flotant*
Tipo de estructura: *Cargadero cimentado mediante pilotes*
Funcionalidad de la estructura: *Estructura de Carretera*
Clase de estructura: *Cargadero sin encepado*
Vida útil: *100 años*

Normativas:

Ámbito: *Normas españolas*

Unidades:

Sistema *S.I.*

Despiece:

Sistema Métrico Europeo

Módulo del programa:

Módulo Estribo flotante
Nombre del archivo de proyecto: *estrep flotant_v4.efl*
Ruta de acceso: *p:\parc de l'alba\estructures\2. v-b.2_ok\civilcad*

Informe:

Tipo de informe: *Memoria de cálculo*
Informe generado el día 11-02-2021 a las 18:25:50.

Índice

1 RESUMEN DE VERIFICACIONES

2 DEFINICIóN DEL PROYECTO

2.1 Normativas
2.2 Geometría
2.2.1 Planta
2.2.2 Sección
2.2.3 Cargadero
2.2.4 Espaldón
2.2.5 Apoyos
2.2.6 Aleta 1
2.2.7 Aleta 2
2.2.8 Pilotes
2.3 Terreno
2.4 Materiales
2.4.1 Hormigón Alzado. Espaldón
2.4.2 Hormigón Alzado. Cargadero
2.4.3 Hormigón Alzado. Aletas
2.4.4 Hormigón Pilotes
2.4.5 Hormigón Capa de nivelación
2.4.6 Armadura pasiva Alzado. Espaldón
2.4.7 Armadura pasiva Alzado. Cargadero
2.4.8 Armadura pasiva Alzado. Aletas
2.4.9 Armadura pasiva Pilotes
2.5 Fisuración
2.6 Acciones
2.6.1 Acciones permanentes en el estribo
2.6.2 Acciones variables en el estribo
2.6.3 Acciones permanentes en el tablero
2.6.4 Acciones variables en el tablero
2.7 Seguridad
2.8 Armadura
2.8.1 Recubrimientos geométricos
2.9 Configuración del cálculo

3 MODELO

4 ESFUERZOS CARACTERíSTICOS

4.1 Peso propio. Estribo
4.1.1 Pilotes
4.1.2 Cargadero
4.1.3 Espaldón
4.1.4 Aleta 1
4.1.5 Aleta 2
4.2 Terreno. Tierras. Empuje en trasdós
4.2.1 Pilotes
4.2.2 Cargadero
4.2.3 Espaldón
4.2.4 Aleta 1

4.2.5 Aleta 2
4.3 Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje
4.3.1 Pilotes
4.3.2 Cargadero
4.3.3 Espaldón
4.3.4 Aleta 1
4.3.5 Aleta 2
4.4 Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical
4.4.1 Pilotes
4.4.2 Cargadero
4.4.3 Espaldón
4.4.4 Aleta 1
4.4.5 Aleta 2
4.5 Peso propio. Tablero
4.5.1 Pilotes
4.5.2 Cargadero
4.5.3 Espaldón
4.5.4 Aleta 1
4.5.5 Aleta 2
4.6 Superestructura del tablero
4.6.1 Pilotes
4.6.2 Cargadero
4.6.3 Espaldón
4.6.4 Aleta 1
4.6.5 Aleta 2
4.7 Reología. Fluencia
4.7.1 Pilotes
4.7.2 Cargadero
4.7.3 Espaldón
4.7.4 Aleta 1
4.7.5 Aleta 2
4.8 Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1
4.8.1 Pilotes
4.8.2 Cargadero
4.8.3 Espaldón
4.8.4 Aleta 1
4.8.5 Aleta 2
4.9 Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2
4.9.1 Pilotes
4.9.2 Cargadero
4.9.3 Espaldón
4.9.4 Aleta 1
4.9.5 Aleta 2
4.10 Viento. Con sobrecarga de uso
4.10.1 Pilotes
4.10.2 Cargadero
4.10.3 Espaldón
4.10.4 Aleta 1
4.10.5 Aleta 2

5 ESTADO LíMITE DE HUNDIMIENTO

5.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio
5.2 Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio
5.3 Resumen de verificaciones

6 ESTADO LíMITE DE ASIENTOS

6.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio
6.2 Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio
6.3 Resumen de verificaciones

7 ESTADO LíMITE DE ARRANQUE DE LOS PILOTES

7.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio
7.2 Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio
7.3 Resumen de verificaciones

8 ESTADO LíMITE DE FLEXIóN

8.1 Pilotes
8.1.1 Esfuerzos de cálculo
8.1.2 Armaduras
8.2 Espaldón
8.2.1 Esfuerzos de cálculo
8.2.2 Armaduras
8.3 Cargadero
8.3.1 Esfuerzos de cálculo
8.3.2 Armaduras
8.4 Aleta 1
8.4.1 Esfuerzos de cálculo
8.4.2 Armaduras
8.5 Aleta2
8.5.1 Esfuerzos de cálculo
8.5.2 Armaduras
8.6 Resumen de verificaciones

9 ESTADO LíMITE DE TORSIóN

9.1 Cargadero
9.1.1 Esfuerzos de cálculo
9.1.2 Dimensionamiento de armaduras
9.2 Resumen de verificaciones

10 ESTADO LíMITE DE FISURACIóN

10.1 Pilotes
10.1.1 Esfuerzos de cálculo
10.1.2 Cálculo de E.L. de fisuración
10.2 Espaldón
10.2.1 Esfuerzos de cálculo
10.2.2 Cálculo de E.L. de fisuración
10.3 Cargadero
10.3.1 Esfuerzos de cálculo
10.3.2 Cálculo de E.L. de fisuración
10.3.2.1 Resultados del cálculo por secciones
10.3.2.2 Resultados del cálculo en la sección más desfavorable
10.4 Aleta 1
10.4.1 Esfuerzos de cálculo
10.4.2 Cálculo de E.L. de fisuración
10.5 Aleta2
10.5.1 Esfuerzos de cálculo
10.5.2 Cálculo de E.L. de fisuración

10.6 Resumen de verificaciones

11 ESTADO LíMITE DE CORTANTE

11.1 Pilotes
11.1.1 Esfuerzos de cálculo
11.1.2 Armaduras de cortante
11.2 Espaldón
11.2.1 Esfuerzos de cálculo
11.2.2 Armaduras de cortante
11.3 Cargadero
11.3.1 Esfuerzos de cálculo
11.3.2 Armaduras de cortante
11.4 Aleta 1
11.4.1 Esfuerzos de cálculo
11.4.2 Armaduras de cortante
11.5 Aleta2
11.5.1 Esfuerzos de cálculo
11.5.2 Armaduras de cortante
11.6 Resumen de verificaciones

12 ESTADO LíMITE DE DEFORMACIONES

12.1 Pilotes
12.2 Muro espaldón
12.2.1 Deformaciones
12.2.2 Cálculo de E.L. de deformaciones
12.2.2.1 Desplazamientos. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio
12.2.2.2 Desplazamientos. Situación persistente. Combinación frecuente. Estructura en servicio
12.2.2.3 Desplazamientos. Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio
12.3 Aleta 1
12.4 Aleta2
12.5 Resumen de verificaciones

13 ESTADO LíMITE DE DESPIECE

13.1 Resumen de verificaciones

1 RESUMEN DE VERIFICACIONES

Nombre del proyecto: *PRECÀLCUL DE LES ESTRUCTURES DEL PROJECTE D'OBRES BÀSIQUES D'URBANITZACIÓ DEL PLA DIRECTOR URBANÍSTIC DEL CENTRE DIRECCIONAL DE CERDANYOLA DEL VALLÈS*
Nombre de la estructura: *2 V.B.2 Pont sobre el torrent de Magrans a l'eix B*
Nombre del elemento estructural: *Estrep flotant*
Tipo de estructura: *Cargadero cimentado mediante pilotes*
Funcionalidad de la estructura: *Estructura de Carretera*
Clase de estructura: *Cargadero sin encepado*
Vida útil: *100 años*

Estribo flotante		
Estado límite geotécnico último de hundimiento de los pilotes		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite geotécnico último de arranque de los pilotes		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite geotécnico de servicio de asientos		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por flexión		
Situación persistente	Envolvente global	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por torsión		
Situación persistente	Envolvente global	Cumple
Estado límite estructural de servicio de fisuración		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	No cumple
Estado límite estructural último de rotura por cortante		
Situación persistente	Envolvente global	Cumple
Estado límite estructural de servicio de deformaciones		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Obtención del despiece de la armadura		
Generación del armado	.	No cumple

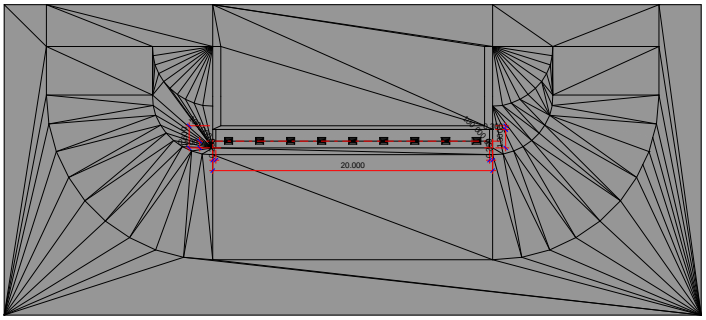
2 DEFINICIóN DEL PROYECTO

2.1 Normativas

IAP. Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera. V. 2011
Guía. Guía de cimentaciones. V. 2009
EHE. Instrucción Española del Hormigón Estructural. V. 2008

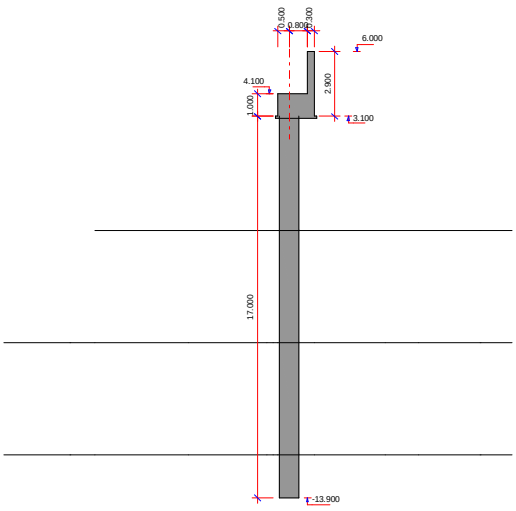
2.2 Geometría

2.2.1 Planta



2.2.2 Sección

Sección del muro frontal

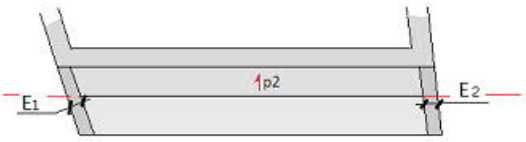


Canto del encepado	:	0.000 m
Cota de la cara superior del encepado	:	3.100 m

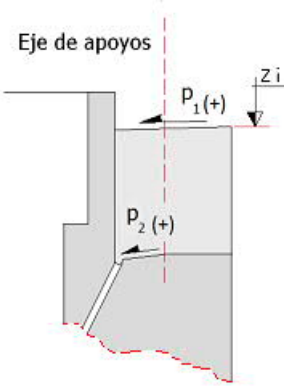
Espesor de la capa de nivelación : 0.100 m

2.2.3 Cargadero

Alzado

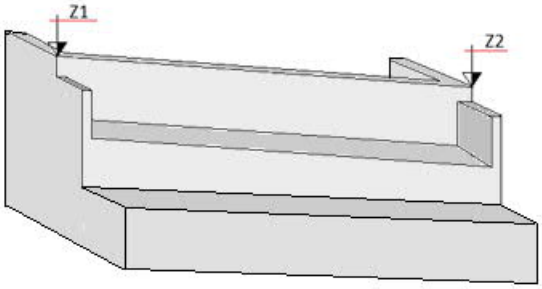


Planta



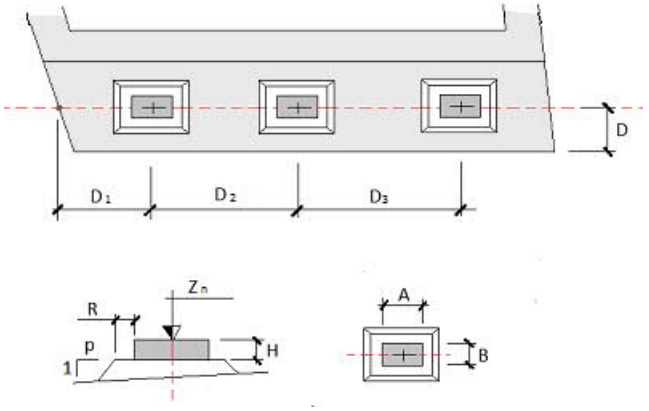
Z_1	:	6.000	m
Z_2	:	4.100	m
Z_3	:	4.100	m
Z_4	:	6.000	m
E_1	:	0.250	m
E_2	:	0.250	m
p_1	:	0.0	%
p_2	:	1.0	%

2.2.4 Espaldón



Z_1	:	6.000	m
Z_2	:	6.000	m

2.2.5 Apoyos

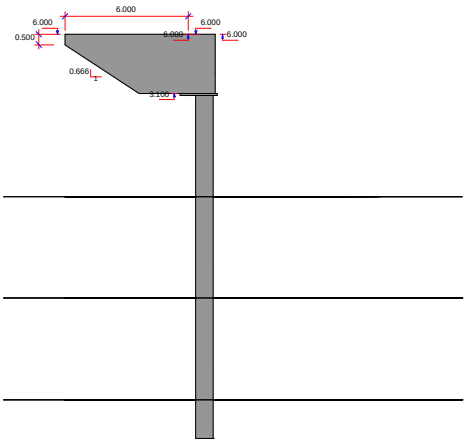


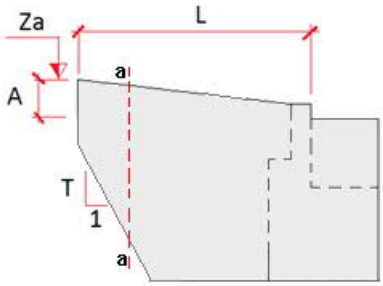
D	:	0.500	m
R	:	0.050	m
P	:	1.0	

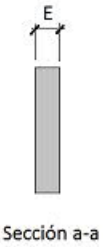
Apoyo	D_i (m)	H (m)	Z_n (m)	A (m)	B (m)
1	1.151	0.074	4.250	0.400	0.250
2	2.212	0.074	4.250	0.400	0.250
3	2.212	0.074	4.250	0.400	0.250
4	2.212	0.074	4.250	0.400	0.250
5	2.212	0.074	4.250	0.400	0.250
6	2.212	0.074	4.250	0.400	0.250
7	2.212	0.074	4.250	0.400	0.250
8	2.212	0.074	4.250	0.400	0.250
9	2.212	0.074	4.250	0.400	0.250

2.2.6 Aleta 1

Alzado aleta 1





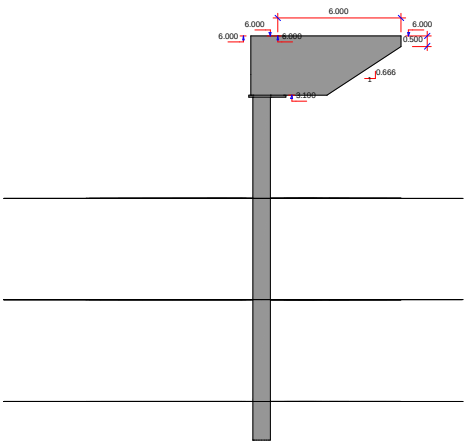


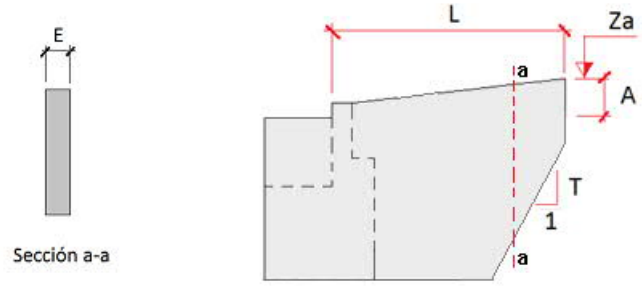
Sección a-a

E : 0.600 m

2.2.7 Aleta 2

Alzado aleta 2





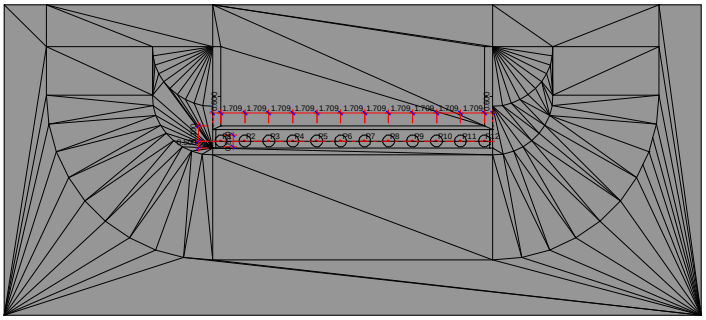
E : 0.600 m

2.2.8 Pilotes

Geometría del pilote :

Longitud	:	17.000 m
Diámetro	:	0.850 m

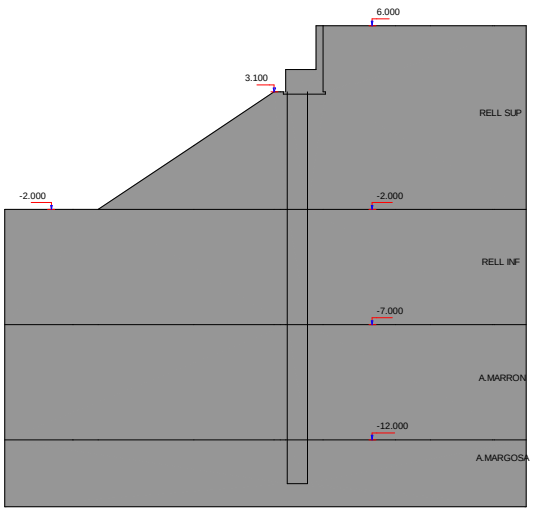
Planta de los pilotes



2.3 Terreno

Definición de las cotas del terreno

Terreno



Cota por debajo de la que se consideran los muelles para la modelización del terreno: -2.000 m

Definición de parámetros geotécnicos de las capas del terreno

Capa	Nombre	Tipo	Cota inferior (m)	Densidad natural (kN/m^3)
1	RELL SUP	Granular	-2.000	18.0
2	RELL INF	Granular	-7.000	18.0
3	A.MARRON	Cohesivo	-12.000	20.0
4	A.MARGOSA	Cohesivo	-10000.000	21.0

Capa	Nombre	Tipo	Ángulo de rozamiento (º)	Cohesión (kN/m^2)	Resist. Hund. Fuste (kN/m^2)	Resist. Hund. Punta (kN/m^2)	Resistencia Arranque (kN/m^2)
1	RELL SUP	Granular	30.0	5.0	0.0	0.0	0.0
2	RELL INF	Granular	24.0	5.0	0.0	0.0	61.0
3	A.MARRON	Cohesivo	25.0	20.0	88.0	0.0	61.0
4	A.MARGOSA	Cohesivo	20.0	60.0	90.0	1750.0	63.0

Definición de los parámetros contacto hormigón-terreno

Capa	Nombre	Áng. roz. zapata-terreno (º)	Adherencia (kN/m^2)	Áng. roz. alzado-terreno (º)
1	RELL SUP	0.0	0.0	0.0
2	RELL INF	0.0	0.0	0.0
3	A.MARRON	0.0	0.0	0.0
4	A.MARGOSA	0.0	0.0	0.0

Coeficiente de balasto vertical : 100000 kN/m^3

2.4 Materiales

2.4.1 Hormigón Alzado. Espaldón

Denominación: HA-30

Resistencia característica a compresión, f_{ck}	:	30.0 MPa
Resistencia media a compresión, f_{cm}	:	38.0 MPa
Resistencia característica a tracción, $f_{ct,k}$	:	-2.0 MPa
Resistencia media a tracción, $f_{ct,m}$	:	-2.9 MPa

Módulo elástico secante, E_{cm}	:	28576.8	MPa
Módulo elástico inicial (tangente), E_c	:	33577.7	MPa
Coeficiente de Poisson, ν	:	0.20	
Peso específico, γ	:	25.0	kN/m^3
Coeficiente del tipo de cemento, s	:	0.25	
Coeficiente de la naturaleza del árido, α	:	1.0	
Coeficiente de dilatación térmica, α	:	0.00001000	$^oC^{-1}$

Diagrama rectangular:

Coeficiente profundidad del bloque de compresión, λ	:	0.80
Coeficiente intensidad del bloque de compresión, η	:	1.00

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_c	:	1.00
ELU, situación persistente, γ_c	:	1.50
ELU, situación accidental, γ_c	:	1.30

Factores de cansancio del hormigón:

Factor de cansancio a compresión, α_{cc}	:	1.00
Factor de cansancio a tracción, α_{ct}	:	1.00

Endurecimiento : Normal
Tipo de cemento para Alzado. Espaldón : CEM II/A-S (según RC-08).

2.4.2 Hormigón Alzado. Cargadero

Denominación: HA-30

Resistencia característica a compresión, f_{ck}	:	30.0	MPa
Resistencia media a compresión, f_{cm}	:	38.0	MPa
Resistencia característica a tracción, $f_{ct,k}$	:	-2.0	MPa
Resistencia media a tracción, $f_{ct,m}$	:	-2.9	MPa
Módulo elástico secante, E_{cm}	:	28576.8	MPa
Módulo elástico inicial (tangente), E_c	:	33577.7	MPa
Coeficiente de Poisson, ν	:	0.20	
Peso específico, γ	:	25.0	kN/m^3
Coeficiente del tipo de cemento, s	:	0.25	
Coeficiente de la naturaleza del árido, α	:	1.0	
Coeficiente de dilatación térmica, α	:	0.00001000	$^oC^{-1}$

Diagrama rectangular:

Coeficiente profundidad del bloque de compresión, λ	:	0.80
Coeficiente intensidad del bloque de compresión, η	:	1.00

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_c	:	1.00
ELU, situación persistente, γ_c	:	1.50
ELU, situación accidental, γ_c	:	1.30

Factores de cansancio del hormigón:

Factor de cansancio a compresión, α_{cc}	:	1.00
Factor de cansancio a tracción, α_{ct}	:	1.00

Endurecimiento : Normal
Tipo de cemento para Alzado. Cargadero : CEM II/A-S (según RC-08).

2.4.3 Hormigón Alzado. Aletas

Denominación: HA-30

Resistencia característica a compresión, f_{ck}	:	30.0	MPa
Resistencia media a compresión, f_{cm}	:	38.0	MPa
Resistencia característica a tracción, $f_{ct,k}$	:	-2.0	MPa
Resistencia media a tracción, $f_{ct,m}$	:	-2.9	MPa
Módulo elástico secante, E_{cm}	:	28576.8	MPa
Módulo elástico inicial (tangente), E_c	:	33577.7	MPa
Coeficiente de Poisson, ν	:	0.20	

Peso específico, γ	25.0	kN/m^3
Coeficiente del tipo de cemento, s	0.25	
Coeficiente de la naturaleza del árido, α	1.0	
Coeficiente de dilatación térmica, α	0.00001000	$^oC^{-1}$

Diagrama rectangular:

Coeficiente profundidad del bloque de compresión, λ	0.80	
Coeficiente intensidad del bloque de compresión, η	1.00	

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_c	1.00	
ELU, situación persistente, γ_c	1.50	
ELU, situación accidental, γ_c	1.30	

Factores de cansancio del hormigón:

Factor de cansancio a compresión, α_{cc}	1.00	
Factor de cansancio a tracción, α_{ct}	1.00	

Endurecimiento : Normal
Tipo de cemento para Alzado. Aletas : CEM II/A-S (según RC-08).

2.4.4 Hormigón Pilotes

Denominación: HA-30

Resistencia característica a compresión, f_{ck}	30.0	MPa
Resistencia media a compresión, f_{cm}	38.0	MPa
Resistencia característica a tracción, $f_{ct,k}$	-2.0	MPa
Resistencia media a tracción, $f_{ct,m}$	-2.9	MPa
Módulo elástico secante, E_{cm}	28576.8	MPa
Módulo elástico inicial (tangente), E_c	33577.7	MPa
Coeficiente de Poisson, ν	0.20	
Peso específico, γ	25.0	kN/m^3
Coeficiente del tipo de cemento, s	0.25	
Coeficiente de la naturaleza del árido, α	1.0	
Coeficiente de dilatación térmica, α	0.00001000	$^oC^{-1}$

Diagrama rectangular:

Coeficiente profundidad del bloque de compresión, λ	0.80	
Coeficiente intensidad del bloque de compresión, η	1.00	

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_c	1.00	
ELU, situación persistente, γ_c	1.50	
ELU, situación accidental, γ_c	1.30	

Factores de cansancio del hormigón:

Factor de cansancio a compresión, α_{cc}	1.00	
Factor de cansancio a tracción, α_{ct}	1.00	

Endurecimiento : Normal
Tipo de cemento para Pilotes : CEM II/A-S (según RC-08).

2.4.5 Hormigón Capa de nivelación

Denominación: HM-15

Resistencia característica a compresión, f_{ck}	15.0	MPa

Tipo de cemento para Capa de nivelación : CEM I (según RC-08).

2.4.6 Armadura pasiva Alzado. Espaldón

Denominación: AP500 S

Límite elástico característico, f_{yk}	500	MPa
Tensión unitaria de rotura , f_s	550	MPa

Módulo de deformación longitudinal del acero, E_S	:	200000 MPa
Deformación última en compresión, $\varepsilon_{max,1}$	:	0.01000
Deformación última en tracción, $\varepsilon_{max,2}$	:	-0.01000
Densidad del acero, γ	:	77.0 kN/m^3

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_S	:	1.00
ELU, situación persistente, γ_S	:	1.15
ELU, situación accidental, γ_S	:	1.00

2.4.7 Armadura pasiva Alzado. Cargadero

Denominación: AP500 S

Límite elástico característico, f_{yk}	:	500 MPa
Tensión unitaria de rotura , f_S	:	550 MPa
Módulo de deformación longitudinal del acero, E_S	:	200000 MPa
Deformación última en compresión, $\varepsilon_{max,1}$	:	0.01000
Deformación última en tracción, $\varepsilon_{max,2}$	:	-0.01000
Densidad del acero, γ	:	77.0 kN/m^3

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_S	:	1.00
ELU, situación persistente, γ_S	:	1.15
ELU, situación accidental, γ_S	:	1.00

2.4.8 Armadura pasiva Alzado. Aletas

Denominación: AP500 S

Límite elástico característico, f_{yk}	:	500 MPa
Tensión unitaria de rotura , f_S	:	550 MPa
Módulo de deformación longitudinal del acero, E_S	:	200000 MPa
Deformación última en compresión, $\varepsilon_{max,1}$	:	0.01000
Deformación última en tracción, $\varepsilon_{max,2}$	:	-0.01000
Densidad del acero, γ	:	77.0 kN/m^3

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_S	:	1.00
ELU, situación persistente, γ_S	:	1.15
ELU, situación accidental, γ_S	:	1.00

2.4.9 Armadura pasiva Pilotes

Denominación: AP500 S

Límite elástico característico, f_{yk}	:	500 MPa
Tensión unitaria de rotura , f_S	:	550 MPa
Módulo de deformación longitudinal del acero, E_S	:	200000 MPa
Deformación última en compresión, $\varepsilon_{max,1}$	:	0.01000
Deformación última en tracción, $\varepsilon_{max,2}$	:	-0.01000
Densidad del acero, γ	:	77.0 kN/m^3

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_S	:	1.00
ELU, situación persistente, γ_S	:	1.15
ELU, situación accidental, γ_S	:	1.00

2.5 Fisuración

Alzado. Espaldón

Clase de exposición: IIb

Anchura de fisura admisible : 0.30 mm

Alzado. Cargadero
Clase de exposición: IIb
Anchura de fisura admisible : 0.30 mm

Alzado. Aletas
Clase de exposición: IIb
Anchura de fisura admisible : 0.30 mm

Pilotes
Clase de exposición: IIa
Anchura de fisura admisible : 0.30 mm

2.6 Acciones

2.6.1 Acciones permanentes en el estribo

Terreno :

Se considera el empuje activo en el terreno del trasdós.

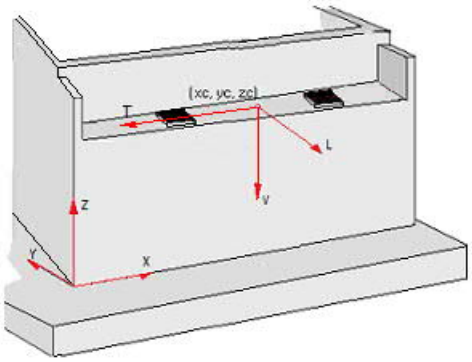
2.6.2 Acciones variables en el estribo

Sobrecarga en terraplén :

Sobrecarga en coronación de las tierras del trasdós : 10.00 kN/m^2

2.6.3 Acciones permanentes en el tablero

Definición de los ejes de las cargas del tablero :



	x (m)	y (m)	z (m)
Eje L	0.000	-1.000	0.000
Eje T	-1.000	0.000	0.000
Eje V	0.000	0.000	-1.000

Cargas :

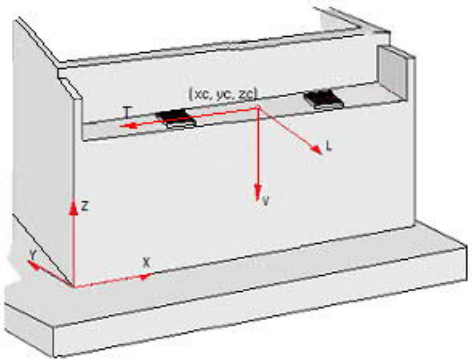
PP_Tab	:	Peso propio. Tablero
SE	:	Superestructura del tablero
FL	:	Reología. Fluencia

Acción	Hip.	Apoyo	F_L (kN)	F_T (kN)	F_V (kN)	Tipo	+/-
PP_Tab	1	1	0.00	0.00	233.00	Excluyentes	No
	1	2	0.00	0.00	233.00		
	1	3	0.00	0.00	233.00		
	1	4	0.00	0.00	233.00		
	1	5	0.00	0.00	233.00		
	1	6	0.00	0.00	233.00		
	1	7	0.00	0.00	233.00		
	1	8	0.00	0.00	233.00		
	1	9	0.00	0.00	233.00		
	2	1	0.00	0.00	225.60		
	2	2	0.00	0.00	221.30		
	2	3	0.00	0.00	221.30		
	2	4	0.00	0.00	221.30		
	2	5	0.00	0.00	221.30		
	2	6	0.00	0.00	221.30		
	2	7	0.00	0.00	221.30		
	2	8	0.00	0.00	221.30		
	2	9	0.00	0.00	221.30		
SE	1	1	0.00	0.00	362.70	Excluyentes	No
	1	2	0.00	0.00	161.40		
	1	3	0.00	0.00	160.00		
	1	4	0.00	0.00	125.20		
	1	5	0.00	0.00	117.50		
	1	6	0.00	0.00	125.20		
	1	7	0.00	0.00	160.00		
	1	8	0.00	0.00	161.40		
	1	9	0.00	0.00	362.70		
FL	1	1	28.00	0.00	0.00	Excluyentes	No
	1	2	28.00	0.00	0.00		
	1	3	28.00	0.00	0.00		
	1	4	28.00	0.00	0.00		
	1	5	28.00	0.00	0.00		
	1	6	28.00	0.00	0.00		
	1	7	28.00	0.00	0.00		
	1	8	28.00	0.00	0.00		
	1	9	28.00	0.00	0.00		

+/- : indica si se consideran o no las acciones de signo contrario a las introducidas.

2.6.4 Acciones variables en el tablero

Definición de los ejes de las cargas del tablero :



	x (m)	y (m)	z (m)
Eje L	0.000	-1.000	0.000

Eje T	-1.000	0.000	0.000
Eje V	0.000	0.000	-1.000

Cargas :

VI_CS_L	:	Viento. Con sobrecarga de uso. Componente longitudinal
VI_CS_T	:	Viento. Con sobrecarga de uso. Componente transversal
VI_CS_V	:	Viento. Con sobrecarga de uso. Componente vertical
GR1	:	Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1
GR2	:	Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Acción	Hip.	Apoyo	F_L (kN)	F_T (kN)	F_V (kN)	Tipo	+/-
VI_CS_L	1	1	2.00	0.00	0.00	Excluyentes	Sí
	1	2	2.00	0.00	0.00		
	1	3	2.00	0.00	0.00		
	1	4	2.00	0.00	0.00		
	1	5	2.00	0.00	0.00		
	1	6	2.00	0.00	0.00		
	1	7	2.00	0.00	0.00		
	1	8	2.00	0.00	0.00		
	1	9	2.00	0.00	0.00		
VI_CS_T	1	1	0.00	7.16	0.00	Excluyentes	Sí
	1	2	0.00	7.16	0.00		
	1	3	0.00	7.16	0.00		
	1	4	0.00	7.16	0.00		
	1	5	0.00	7.16	0.00		
	1	6	0.00	7.16	0.00		
	1	7	0.00	7.16	0.00		
	1	8	0.00	7.16	0.00		
	1	9	0.00	7.16	0.00		
VI_CS_V	1	1	0.00	0.00	70.40	Excluyentes	Sí
	1	2	0.00	0.00	57.70		
	1	3	0.00	0.00	56.10		
	1	4	0.00	0.00	47.20		
	1	5	0.00	0.00	29.60		
	1	6	0.00	0.00	47.20		
	1	7	0.00	0.00	56.10		
	1	8	0.00	0.00	57.70		
	1	9	0.00	0.00	70.40		
GR1	1	1	0.00	0.00	103.40	Excluyentes	No
	1	2	0.00	0.00	155.50		
	1	3	0.00	0.00	242.70		
	1	4	0.00	0.00	471.50		
	1	5	0.00	0.00	469.40		
	1	6	0.00	0.00	471.50		
	1	7	0.00	0.00	242.70		
	1	8	0.00	0.00	155.50		
	1	9	0.00	0.00	103.40		
GR2	1	1	40.00	0.00	77.55	Excluyentes	No
	1	2	40.00	0.00	116.63		
	1	3	40.00	0.00	182.02		
	1	4	40.00	0.00	353.63		
	1	5	40.00	0.00	352.05		
	1	6	40.00	0.00	353.63		
	1	7	40.00	0.00	182.02		
	1	8	40.00	0.00	116.63		
	1	9	40.00	0.00	77.55		

+/- : indica si se consideran o no las acciones de signo contrario a las introducidas.

Combinaciones de viento :

$VI\_SS_1 = 1.0 \cdot VI\_SS\_L + 0.0 \cdot VI\_SS\_T + 0.0 \cdot VI\_SS\_V$
$VI\_SS_2 = 0.0 \cdot VI\_SS\_L + 1.0 \cdot VI\_SS\_T + 1.0 \cdot VI\_SS\_V$

$VI\_CS_1 = 1.0 \cdot VI\_CS\_L + 0.0 \cdot VI\_CS\_T + 0.0 \cdot VI\_CS\_V$
$VI\_CS_2 = 0.0 \cdot VI\_CS\_L + 1.0 \cdot VI\_CS\_T + 1.0 \cdot VI\_CS\_V$

2.7 Seguridad

ESTADOS LÍMITE ESTRUCTURALES						
	Estado límite de Servicio		Estado límite Último			
			Situación Persistente		Situación Accidental	
	Coeficiente favorable	Coeficiente desfavorable	Coeficiente favorable	Coeficiente desfavorable	Coeficiente favorable	Coeficiente desfavorable
Peso propio. Estribo	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Peso propio. Tablero	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Superestructura del tablero	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Descensos de apoyo.	0.00	1.00	0.00	1.20	0.00	1.00
Reología. Retracción	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Reología. Fluencia	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Pretensado	0.90	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00
Terreno. Tierras. Empuje en trasdós	1.00	1.00	1.00	1.50	1.00	1.00
Terreno. Tierras. Peso propio	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Terreno. Fricción negativa	0.00	1.00	0.00	1.20	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje	0.00	1.00	0.00	1.50	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. TS	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. UDL	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. Frenado/arranque	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. Fuerza centrífuga	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. Tráfico vertical en aceras	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Viento. Sin sobrecarga de uso.	0.00	1.00	0.00	1.50	0.00	1.00
Temperatura. Efecto global	0.00	1.00	0.00	1.50	0.00	1.00
Temperatura. Aumento uniforme de temperatura	0.00	1.00	0.00	1.50	0.00	1.00
Temperatura. Gradiente térmico	0.00	1.00	0.00	1.50	0.00	1.00
Sismo	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
Impacto. Vehículos de carretera. Contra las aletas	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00

ESTADOS LÍMITE GEOTÉCNICOS				
	Estado límite Último			
	Situación Persistente		Situación Accidental	
	Coeficiente favorable	Coeficiente desfavorable	Coeficiente favorable	Coeficiente desfavorable
Peso propio. Estribo	1.00	1.00	1.00	1.00
Peso propio. Tablero	1.00	1.00	1.00	1.00
Superestructura del tablero	1.00	1.00	1.00	1.00
Descensos de apoyo.	0.00	1.00	0.00	1.00
Reología. Retracción	1.00	1.00	1.00	1.00
Reología. Fluencia	1.00	1.00	1.00	1.00
Pretensado	1.00	1.00	1.00	1.00
Terreno. Tierras. Empuje en trasdós	1.00	1.00	1.00	1.00
Terreno. Tierras. Peso propio	1.00	1.00	1.00	1.00
Terreno. Fricción negativa	0.00	1.00	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje	0.00	1.00	0.00	1.00

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical	0.00	1.00	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1	0.00	1.00	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2	0.00	1.00	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. TS	0.00	1.00	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. UDL	0.00	1.00	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. Frenado/arranque	0.00	1.00	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. Fuerza centrífuga	0.00	1.00	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. Tráfico vertical en aceras	0.00	1.00	0.00	1.00
Viento. Sin sobrecarga de uso.	0.00	1.00	0.00	1.00
Temperatura. Efecto global	0.00	1.00	0.00	1.00
Temperatura. Aumento uniforme de temperatura	0.00	1.00	0.00	1.00
Temperatura. Gradiente térmico	0.00	1.00	0.00	1.00
Sismo	0.00	0.00	1.00	1.00
Impacto. Vehículos de carretera. Contra las aletas	0.00	0.00	1.00	1.00

Factores de seguridad. EL geotécnico de Hundimiento

Situación persistente. Combinación característica	:	2.600
Situación persistente. Combinación cuasi permanente	:	3.000
Situación accidental. Combinación sísmica	:	2.200
Situación accidental. Combinación de impacto	:	2.200

Factores de seguridad. EL geotécnico de Deslizamiento

Situación persistente. Combinación característica	:	1.300
Situación persistente. Combinación cuasi permanente	:	1.500
Situación accidental. Combinación sísmica	:	1.100
Situación accidental. Combinación de impacto	:	1.100

Factores de seguridad. EL geotécnico de Vuelco rígido

Situación persistente. Combinación característica	:	1.800
Situación persistente. Combinación cuasi permanente	:	2.000
Situación accidental. Combinación sísmica	:	1.500
Situación accidental. Combinación de impacto	:	1.500

Factores de seguridad. EL geotécnico de Estabilidad global

Situación persistente. Combinación característica	:	1.300
Situación persistente. Combinación cuasi permanente	:	1.500
Situación accidental. Combinación sísmica	:	1.100
Situación accidental. Combinación de impacto	:	1.100

Factores de seguridad. EL geotécnico de Pandeo en los pilotes

Situación persistente. Combinación característica	:	2.600
Situación persistente. Combinación cuasi permanente	:	3.000
Situación accidental. Combinación sísmica	:	2.200
Situación accidental. Combinación de impacto	:	2.200

Factores de seguridad. EL geotécnico de Resistencia horizontal

Situación persistente. Combinación característica	:	2.600
Situación persistente. Combinación cuasi permanente	:	3.000

Situación accidental. Combinación sísmica	:	2.200
Situación accidental. Combinación de impacto	:	2.200

Factores de seguridad. EL geotécnico de Arranque pilotes

Situación persistente. Combinación característica	:	2.600
Situación persistente. Combinación cuasi permanente	:	3.000
Situación accidental. Combinación sísmica	:	2.200
Situación accidental. Combinación de impacto	:	2.200

Coeficientes de combinación

	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1	0.75	0.75	0.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. TS	0.75	0.75	0.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. UDL	0.40	0.40	0.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. Tráfico vertical en aceras	0.40	0.40	0.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2	0.00	0.00	0.00
Viento. Sin sobrecarga de uso. Componente longitudinal	0.60	0.20	0.00
Temperatura. Efecto global	0.60	0.60	0.50
Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje	1.00	1.00	1.00

Movimientos admisibles

Desplazamiento máximo horizontal en coronación	:	50	mm
Desplazamiento máximo vertical en coronación	:	50	mm
Desplazamiento máximo vertical en la zapata/encepado	:	25	mm

Combinaciones de acciones

Listado de acciones sobre el estribo

PP_Est: Peso propio. Estribo
PP_Tab: Peso propio. Tablero
SE: Superestructura del tablero
FL: Reología. Fluencia
Emp_T: Terreno. Tierras. Empuje en trasdós
GR1: Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1
GR2: Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2
VI_CS: Viento. Con sobrecarga de uso
SR_Emp: Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje
SR_V: Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Estado límite: Estado límite geotécnico último de hundimiento de los pilotes
Situación: Situación persistente
Combinación: Combinación cuasi permanente
Instante: Estructura en servicio

EST-ELU-GEO-CP-SV-1 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + FL + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 VI_CS + ψ_2 GR1
EST-ELU-GEO-CP-SV-2 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + FL + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR1
EST-ELU-GEO-CP-SV-3 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + FL + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR2
EST-ELU-GEO-CP-SV-4 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + FL + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V

Situación: Situación persistente
Combinación: Combinación característica
Instante: Estructura en servicio

EST-ELU-GEO-CR-SV-1 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + FL + SR_Emp + SR_V + ψ_0 VI_CS + ψ_0 GR1
EST-ELU-GEO-CR-SV-2 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + FL + SR_Emp + SR_V + ψ_0 GR1
EST-ELU-GEO-CR-SV-3 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + FL + SR_Emp + SR_V + ψ_0 GR2

EST-ELU-GEO-CR-SV-4 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + FL + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + GR1
EST-ELU-GEO-CR-SV-5 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + FL + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 VI_CS + GR1
EST-ELU-GEO-CR-SV-6 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + FL + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + GR2
EST-ELU-GEO-CR-SV-7 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + FL + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 GR1
EST-ELU-GEO-CR-SV-8 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + FL + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 GR2
EST-ELU-GEO-CR-SV-9 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + FL + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V

Estado límite: Estado límite geotécnico último de arranque de los pilotes
Situación: Situación persistente
Combinación: Combinación cuasi permanente
Instante: Estructura en servicio

EST-ELU-GEO-CP-SV-1 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + FL + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 VI_CS + ψ_2 GR1
EST-ELU-GEO-CP-SV-2 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + FL + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR1
EST-ELU-GEO-CP-SV-3 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + FL + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR2
EST-ELU-GEO-CP-SV-4 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + FL + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V

Situación: Situación persistente
Combinación: Combinación característica
Instante: Estructura en servicio

EST-ELU-GEO-CR-SV-1 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + FL + SR_Emp + SR_V + ψ_0 VI_CS + ψ_0 GR1
EST-ELU-GEO-CR-SV-2 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + FL + SR_Emp + SR_V + ψ_0 GR1
EST-ELU-GEO-CR-SV-3 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + FL + SR_Emp + SR_V + ψ_0 GR2
EST-ELU-GEO-CR-SV-4 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + FL + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + GR1
EST-ELU-GEO-CR-SV-5 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + FL + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 VI_CS + GR1
EST-ELU-GEO-CR-SV-6 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + FL + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + GR2
EST-ELU-GEO-CR-SV-7 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + FL + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 GR1
EST-ELU-GEO-CR-SV-8 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + FL + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 GR2
EST-ELU-GEO-CR-SV-9 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + FL + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V

Estado límite: Estado límite geotécnico de servicio de asientos
Situación: Situación persistente
Combinación: Combinación cuasi permanente
Instante: Estructura en servicio

EST-ELS-GEO-CP-SV-1 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + FL + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 VI_CS + ψ_2 GR1
EST-ELS-GEO-CP-SV-2 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + FL + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR1
EST-ELS-GEO-CP-SV-3 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + FL + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR2
EST-ELS-GEO-CP-SV-4 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + FL + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V

Situación: Situación persistente
Combinación: Combinación característica
Instante: Estructura en servicio

EST-ELS-GEO-CR-SV-1 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + FL + SR_Emp + SR_V + ψ_0 VI_CS + ψ_0 GR1
EST-ELS-GEO-CR-SV-2 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + FL + SR_Emp + SR_V + ψ_0 GR1
EST-ELS-GEO-CR-SV-3 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + FL + SR_Emp + SR_V + ψ_0 GR2
EST-ELS-GEO-CR-SV-4 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + FL + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + GR1
EST-ELS-GEO-CR-SV-5 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + FL + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 VI_CS + GR1
EST-ELS-GEO-CR-SV-6 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + FL + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + GR2
EST-ELS-GEO-CR-SV-7 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + FL + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 GR1
EST-ELS-GEO-CR-SV-8 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + FL + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 GR2
EST-ELS-GEO-CR-SV-9 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + FL + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V

Estado límite: Estado límite estructural último de rotura por flexión
Situación: Situación persistente
Combinación: Envolvente global
Instante: Envolvente global

EST-ELU-STR-P-EG-1 =

Estado límite: Estado límite estructural último de rotura por torsión
Situación: Situación persistente
Combinación: Envolvente global
Instante: Envolvente global

EST-ELU-STR-P-EG-1 =

Estado límite: Estado límite estructural de servicio de fisuración
Situación: Situación persistente
Combinación: Combinación cuasi permanente
Instante: Estructura en servicio

EST-ELS-STR-CP-SV-1 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + FL + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 VI_CS + ψ_2 GR1
EST-ELS-STR-CP-SV-2 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + FL + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR1
EST-ELS-STR-CP-SV-3 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + FL + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR2
EST-ELS-STR-CP-SV-4 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + FL + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V

Estado límite: Estado límite estructural último de rotura por cortante
Situación: Situación persistente
Combinación: Envolvente global
Instante: Envolvente global

EST-ELU-STR-P-EG-1 =

Estado límite: Estado límite estructural de servicio de deformaciones
Situación: Situación persistente
Combinación: Combinación cuasi permanente
Instante: Estructura en servicio

EST-ELS-STR-CP-SV-1 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + FL + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 VI_CS + ψ_2 GR1
EST-ELS-STR-CP-SV-2 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + FL + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR1
EST-ELS-STR-CP-SV-3 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + FL + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR2
EST-ELS-STR-CP-SV-4 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + FL + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V

Situación: Situación persistente
Combinación: Combinación frecuente
Instante: Estructura en servicio

EST-ELS-STR-FR-SV-1 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + FL + ψ_1 SR_Emp + ψ_1 SR_V + ψ_2 VI_CS + ψ_2 GR1
EST-ELS-STR-FR-SV-2 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + FL + ψ_1 SR_Emp + ψ_1 SR_V + ψ_2 GR1
EST-ELS-STR-FR-SV-3 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + FL + ψ_1 SR_Emp + ψ_1 SR_V + ψ_2 GR2
EST-ELS-STR-FR-SV-4 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + FL + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_1 GR1
EST-ELS-STR-FR-SV-5 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + FL + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 VI_CS + ψ_1 GR1
EST-ELS-STR-FR-SV-6 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + FL + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_1 GR2
EST-ELS-STR-FR-SV-7 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + FL + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR1
EST-ELS-STR-FR-SV-8 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + FL + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR2
EST-ELS-STR-FR-SV-9 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + FL + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V

Situación: Situación persistente
Combinación: Combinación característica
Instante: Estructura en servicio

EST-ELS-STR-CR-SV-1 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + FL + SR_Emp + SR_V + ψ_0 VI_CS + ψ_0 GR1
EST-ELS-STR-CR-SV-2 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + FL + SR_Emp + SR_V + ψ_0 GR1
EST-ELS-STR-CR-SV-3 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + FL + SR_Emp + SR_V + ψ_0 GR2
EST-ELS-STR-CR-SV-4 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + FL + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + GR1
EST-ELS-STR-CR-SV-5 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + FL + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 VI_CS + GR1
EST-ELS-STR-CR-SV-6 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + FL + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + GR2
EST-ELS-STR-CR-SV-7 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + FL + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 GR1
EST-ELS-STR-CR-SV-8 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + FL + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 GR2
EST-ELS-STR-CR-SV-9 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + FL + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V

2.8 Armadura

2.8.1 Recubrimientos geométricos

Alzado. Espaldón	:	45	mm
Alzado. Cargadero	:	45	mm
Alzado. Aletas	:	45	mm
Pilotes	:	70	mm

2.9 Configuración del cálculo

Método de distribución de tensiones uniforme (Método de la zapata equivalente)

El cálculo se realiza con una discretización de malla fina (adecuada para el cálculo definitivo de la estructura).

Los esfuerzos de cálculo se obtienen a partir de los esfuerzos del modelo de elementos finitos, integrándolos en una anchura de 1.000 m

La verificación del cálculo a flexión de los pilotes se realiza en un pilote con los esfuerzos pésimos.

La verificación del cálculo a cortante de los pilotes se realiza en un pilote con los esfuerzos pésimos.

3 MODELO

Para el cálculo del estribo se genera un modelo de elementos finitos.

Cada parte de la estructura se modeliza con placas discretizadas con elementos tipo TCCL1 (Elementos triangulares de lámina de Reissner-Mindlin, cuadrático en desplazamientos y giros, y lineal en desplazamientos de cortante).
Los pilotes se modelizan mediante elementos tipo barra.

Número de nodos de la estructura	:	3800
Número de elementos del tipo barra	:	365
Número de elementos del tipo lámina triangular TCCL1	:	1665

α: Ángulo interior mínimo de los elementos de la discretización
$L_{máx.}$: Longitud máxima de un lado del elemento TCCL1

Placa	α (º)	$L_{máx.}$ (m)
1	30.0	0.500
2	30.0	0.500
3	30.0	0.500
4	30.0	0.500
5	30.0	0.500
6	30.0	0.500

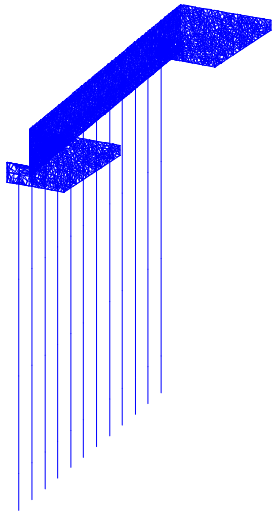
$L_{máx.}$: Longitud máxima de los elementos barra

Prisma	$L_{máx.}$ (m)
1	1.000
2	1.000
3	1.000
4	1.000
5	3.000
6	1.000
7	1.000
8	1.000
9	1.000
10	3.000
11	1.000
12	1.000
13	1.000
14	1.000
15	3.000
16	1.000
17	1.000
18	1.000
19	1.000
20	3.000

21	1.000
22	1.000
23	1.000
24	1.000
25	3.000
26	1.000
27	1.000
28	1.000
29	1.000
30	3.000
31	1.000
32	1.000
33	1.000
34	1.000
35	3.000
36	1.000
37	1.000
38	1.000
39	1.000
40	3.000
41	1.000
42	1.000
43	1.000
44	1.000
45	3.000
46	1.000
47	1.000
48	1.000
49	1.000
50	3.000
51	1.000
52	1.000
53	1.000
54	1.000
55	3.000
56	1.000
57	1.000
58	1.000
59	1.000
60	3.000
61	1.000
62	1.000
63	1.000
64	1.000
65	1.000
66	1.000
67	1.000
68	1.000
69	1.000
70	1.000
71	1.000
72	1.000
73	1.000
74	1.000
75	1.000
76	1.000
77	1.000
78	1.000
79	1.000
80	1.000
81	1.000
82	1.000
83	1.000
84	1.000
85	1.000
86	1.000
87	1.000
88	1.000
89	1.000
90	1.000

91	1.000
92	1.000
93	1.000
94	1.000
95	1.000
96	1.000
97	1.000
98	1.000
99	1.000
100	1.000
101	1.000
102	1.000
103	1.000
104	1.000
105	1.000
106	1.000
107	1.000
108	1.000
109	5.000
110	5.000
111	5.000
112	5.000
113	5.000
114	5.000
115	5.000
116	5.000
117	5.000
118	5.000
119	5.000
120	5.000
121	5.000
122	5.000
123	5.000
124	5.000
125	5.000
126	5.000
127	5.000
128	5.000
129	5.000
130	5.000
131	5.000
132	5.000
133	5.000
134	5.000
135	5.000
136	5.000
137	5.000
138	5.000
139	5.000
140	5.000
141	5.000
142	5.000
143	5.000
144	5.000
145	5.000
146	5.000
147	5.000
148	5.000
149	5.000
150	5.000
151	5.000
152	5.000
153	5.000
154	5.000
155	5.000
156	5.000
157	5.000
158	5.000
159	5.000
160	5.000

161	5.000
162	10.000
163	10.000
164	10.000
165	10.000
166	10.000
167	10.000
168	10.000
169	10.000
170	10.000
171	10.000
172	10.000
173	10.000

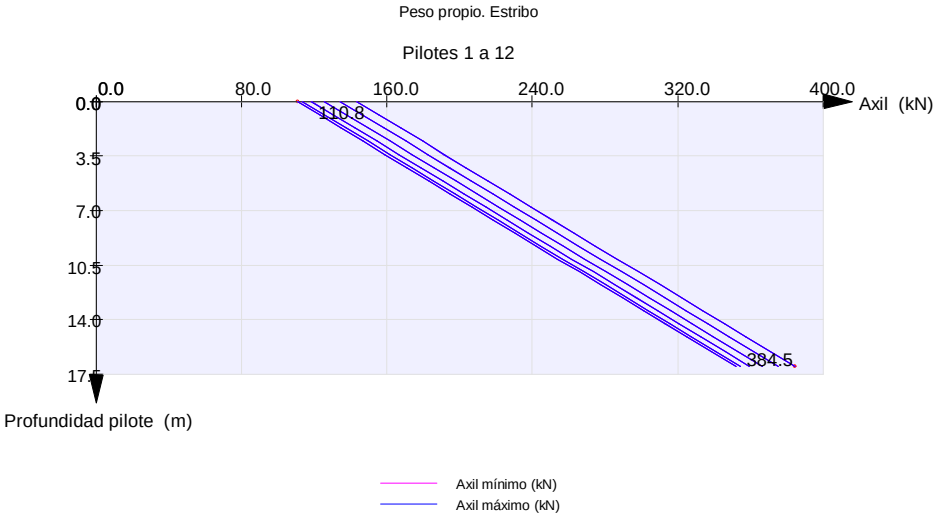


4 ESFUERZOS CARACTERíSTICOS

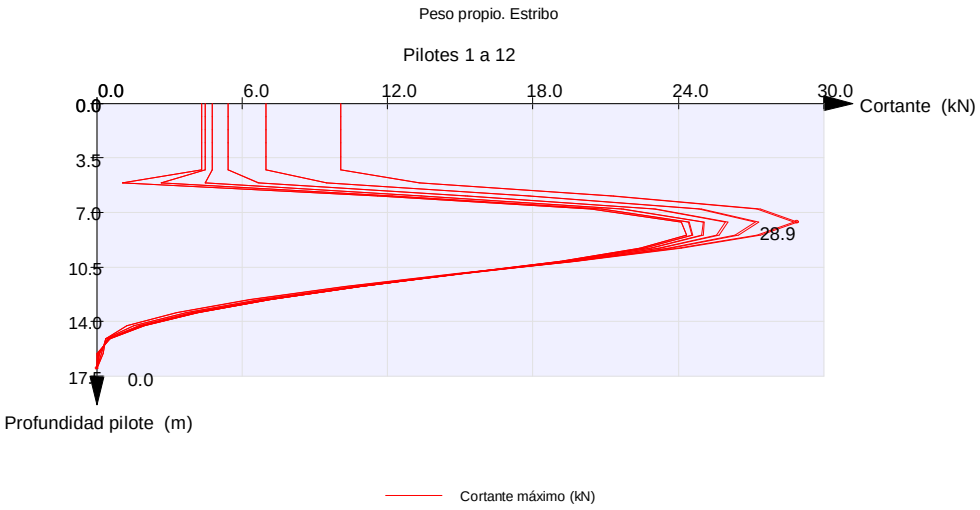
4.1 Peso propio. Estribo

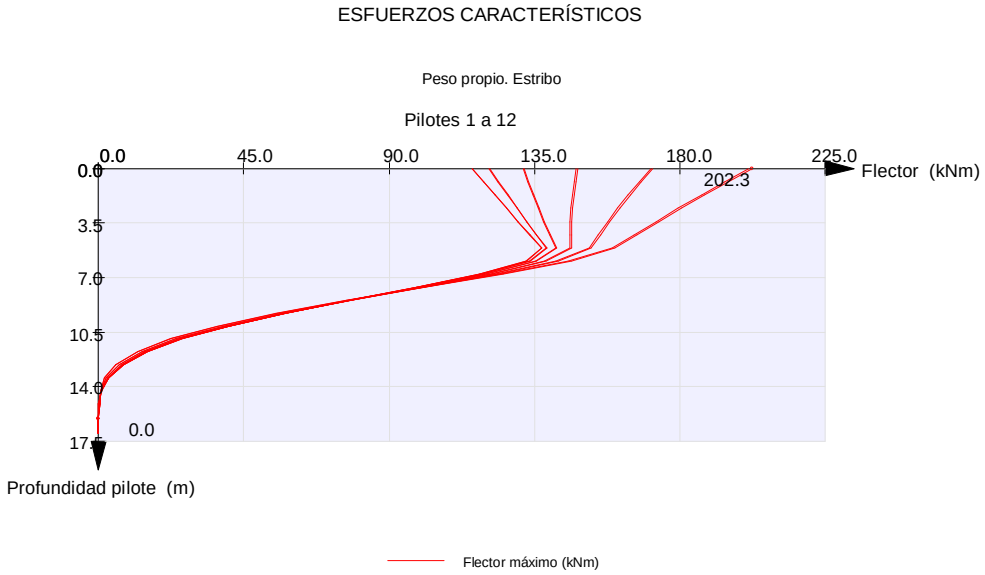
4.1.1 Pilotes

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

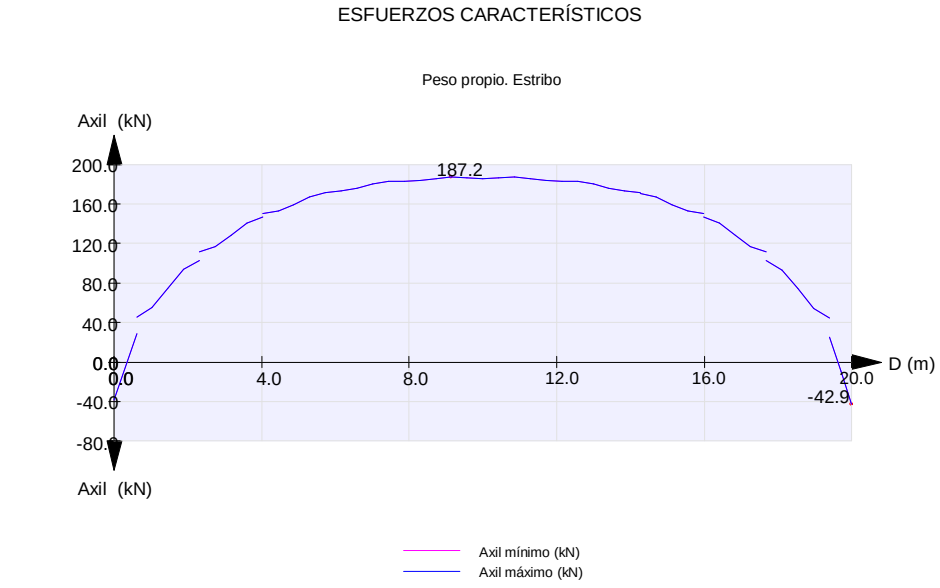


ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS



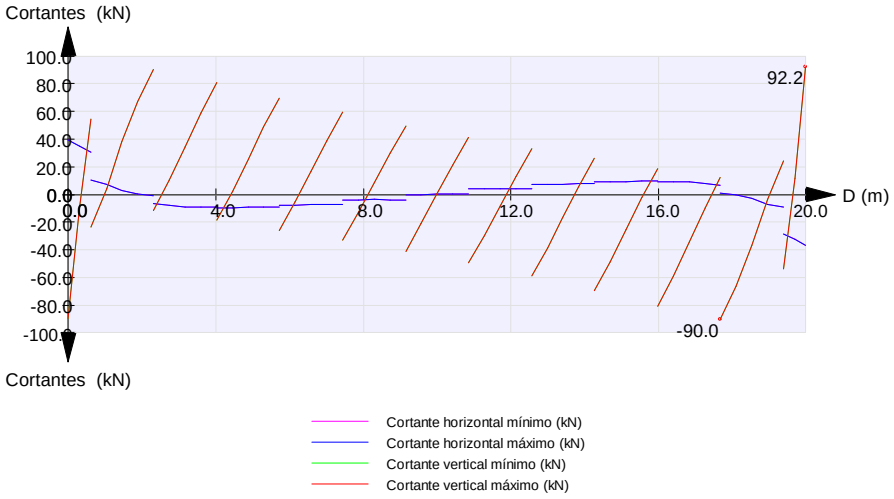


4.1.2 Cargadero



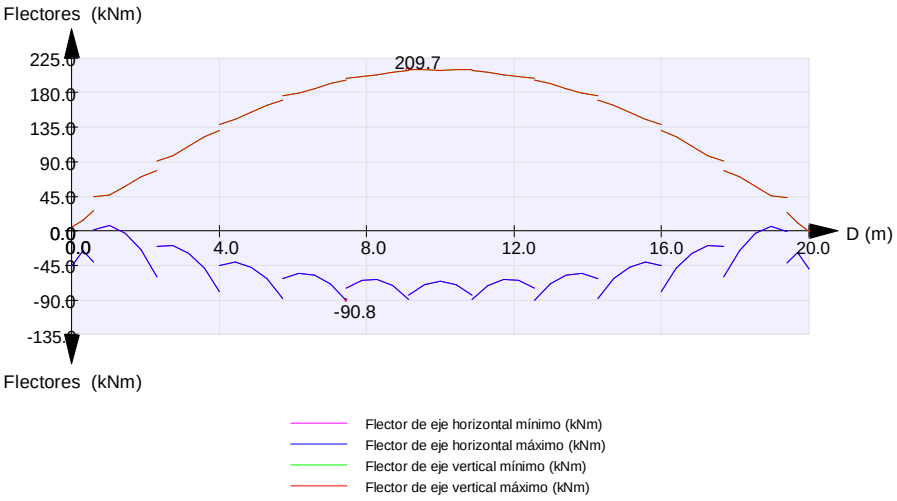
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo



4.1.3 Espaldón

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

Axil eje horizontal

68.88 a 103.32
34.44 a 68.88
0.00 a 34.44
-0.00 a 0.00
-71.44 a -0.00
-142.88 a -71.44
-214.32 a -142.88
-285.75 a -214.32

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

Axil eje vertical

36.59 a 54.89
18.30 a 36.59
0.00 a 18.30
-0.00 a 0.00
-24.96 a -0.00
-49.92 a -24.96
-74.89 a -49.92
-99.85 a -74.89

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

Cortante eje horizontal

24.71 a 32.95
16.47 a 24.71
8.24 a 16.47
0.00 a 8.24
-0.00 a 0.00
-10.55 a -0.00
-21.10 a -10.55
-31.65 a -21.10

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

Cortante eje vertical

0.00 a 1.15
-0.00 a 0.00
-10.41 a -0.00
-20.82 a -10.41
-31.23 a -20.82
-41.64 a -31.23
-52.05 a -41.64
-62.46 a -52.05

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

Momento de eje vertical (armado horizontal)

16.16 a 20.20
12.12 a 16.16
8.08 a 12.12
4.04 a 8.08
0.00 a 4.04
-0.00 a 0.00
-2.06 a -0.00
-4.13 a -2.06

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

Momento de eje horizontal (armado vertical)

1.53 a 3.07
0.00 a 1.53
-0.00 a 0.00
-3.40 a -0.00
-6.79 a -3.40
-10.19 a -6.79
-13.58 a -10.19
-16.98 a -13.58

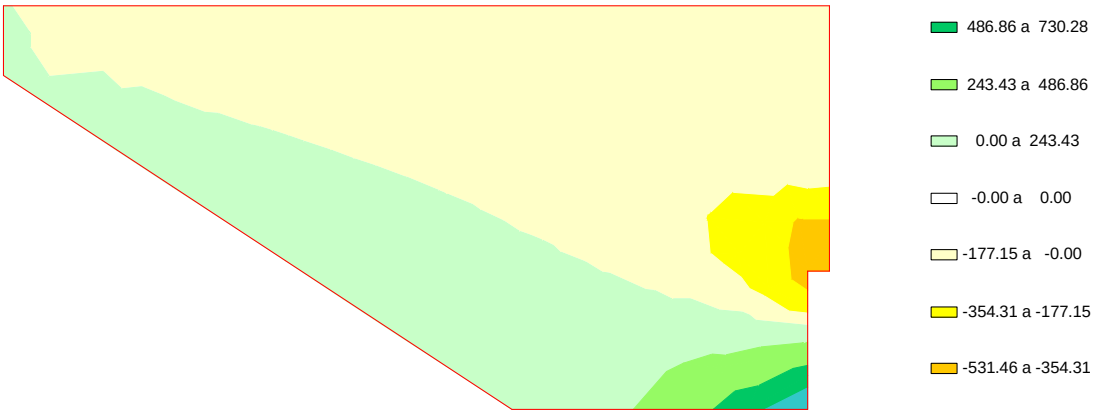
Unidades: kNm/m

4.1.4 Aleta 1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

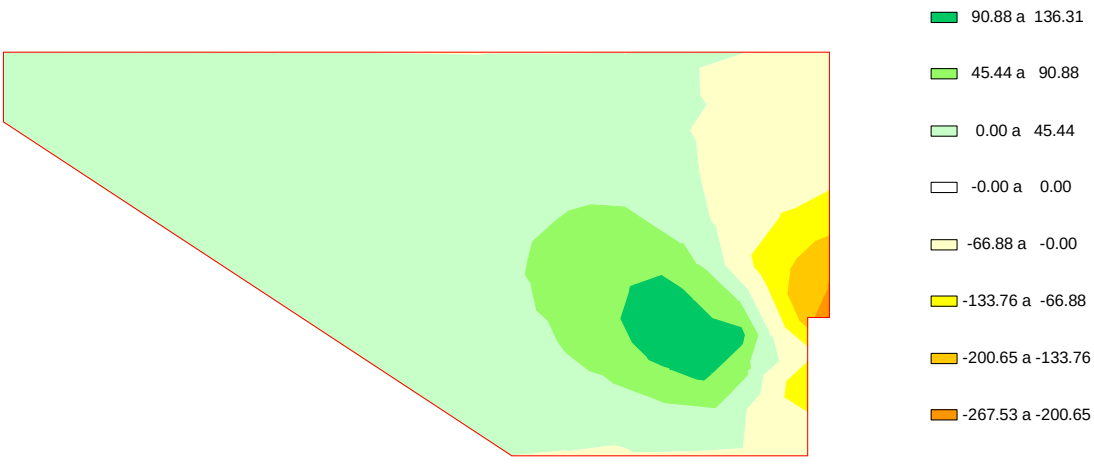
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

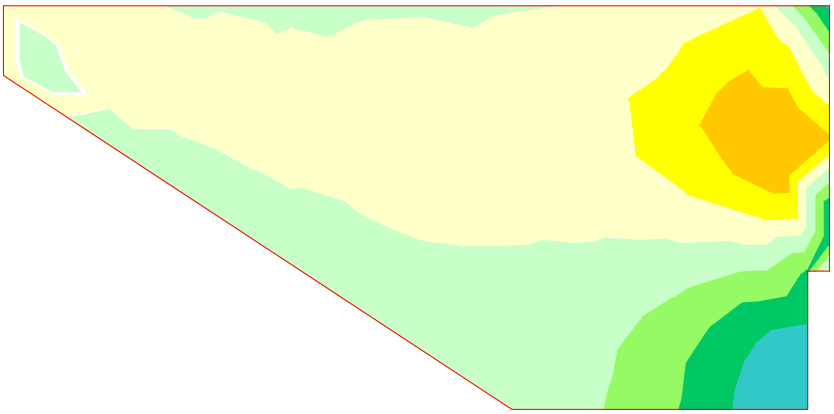
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

Cortante eje horizontal



12.19 a 16.25

8.13 a 12.19

4.06 a 8.13

0.00 a 4.06

-0.00 a 0.00

-3.84 a -0.00

-7.68 a -3.84

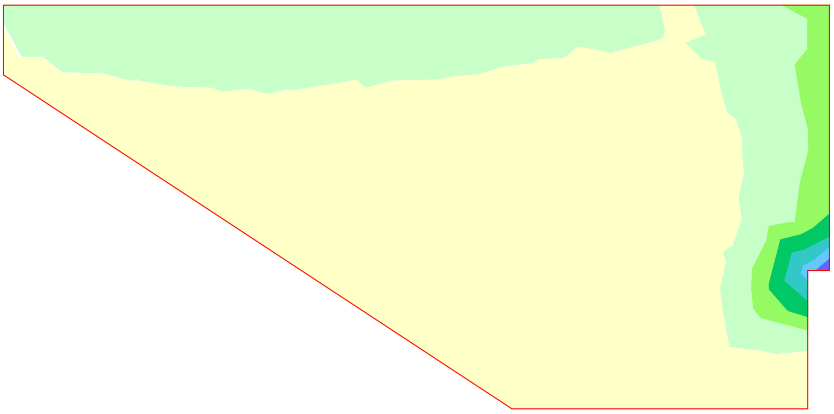
-11.53 a -7.68

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

Cortante eje vertical



62.35 a 74.81

49.88 a 62.35

37.41 a 49.88

24.94 a 37.41

12.47 a 24.94

0.00 a 12.47

-0.00 a 0.00

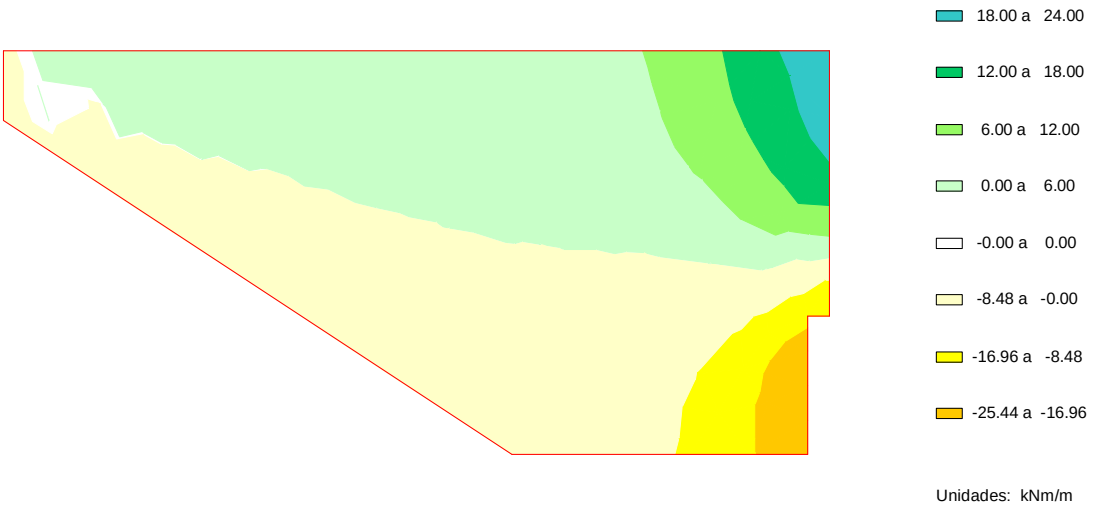
-9.62 a -0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

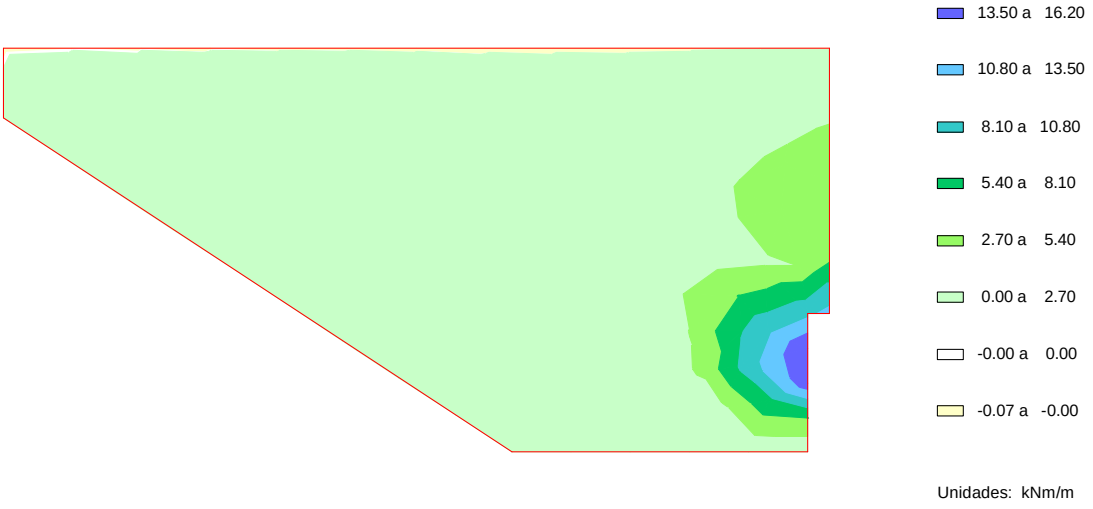
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

Momento de eje horizontal (armado vertical)

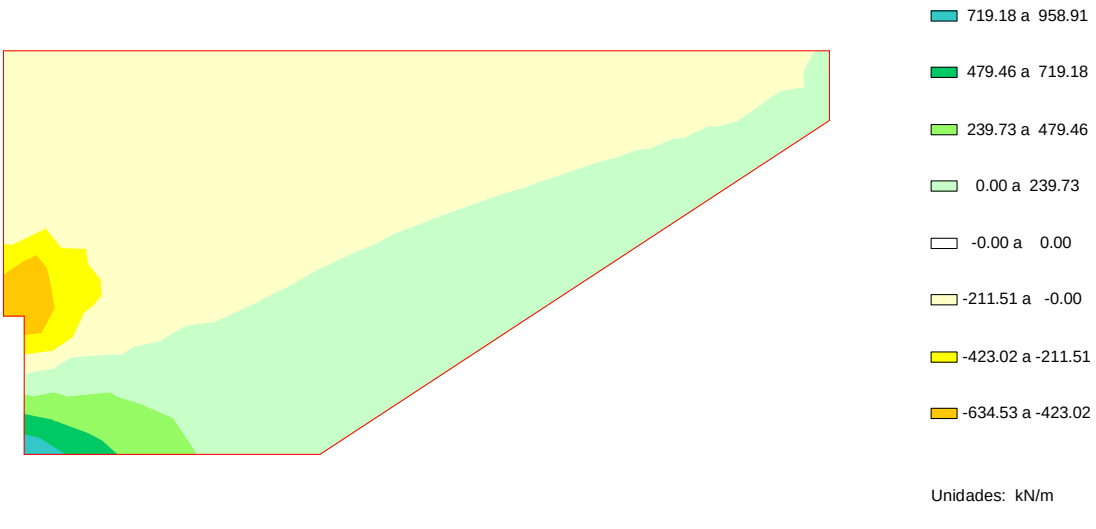


4.1.5 Aleta 2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

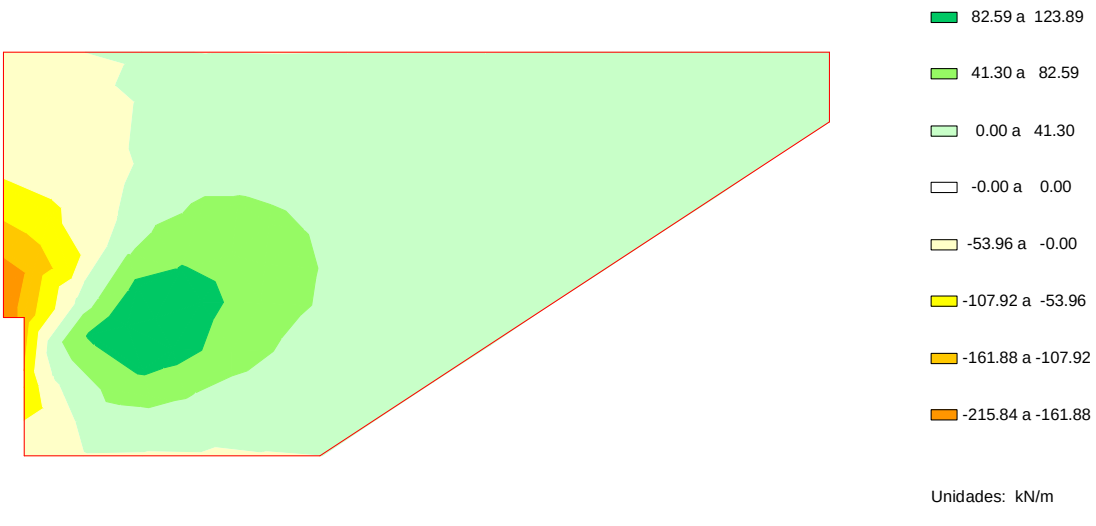
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

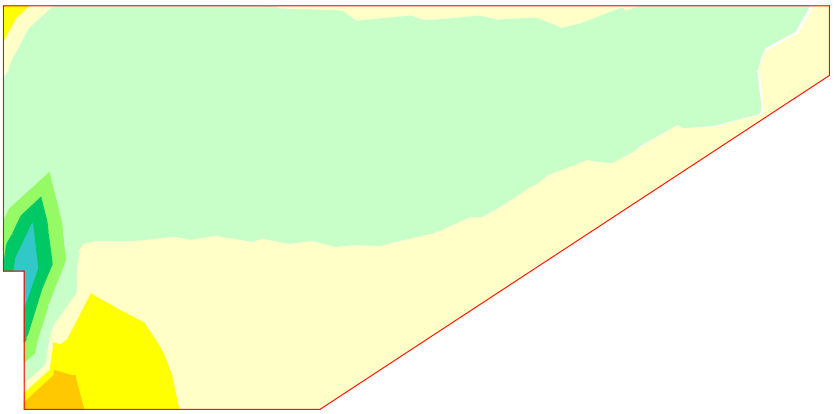
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

Cortante eje horizontal



39.42 a 52.56
26.28 a 39.42
13.14 a 26.28
0.00 a 13.14
-0.00 a 0.00
-5.92 a -0.00
-11.84 a -5.92
-17.76 a -11.84

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

Cortante eje vertical

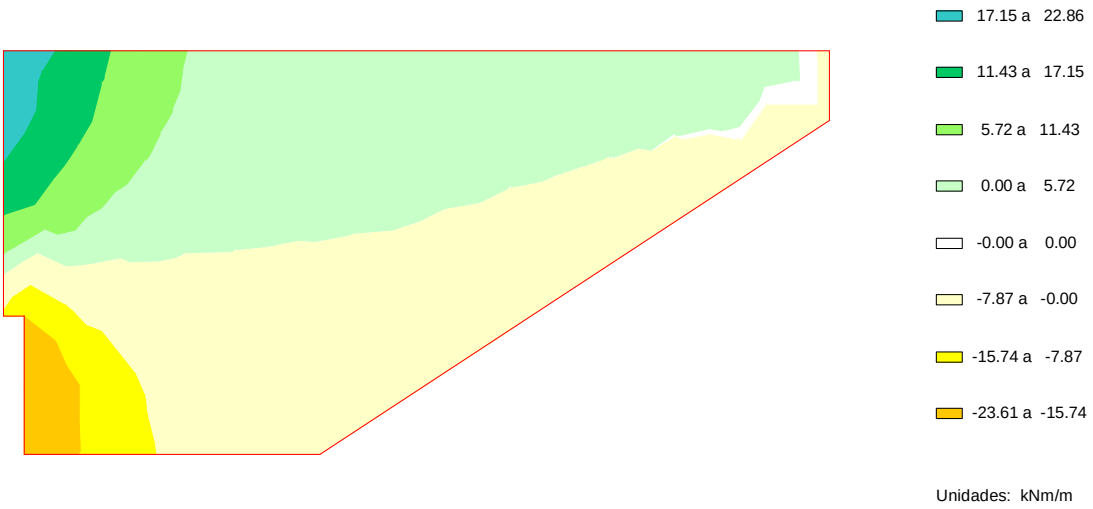
52.42 a 65.52
39.31 a 52.42
26.21 a 39.31
13.10 a 26.21
0.00 a 13.10
-0.00 a 0.00
-5.06 a -0.00
-10.13 a -5.06

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

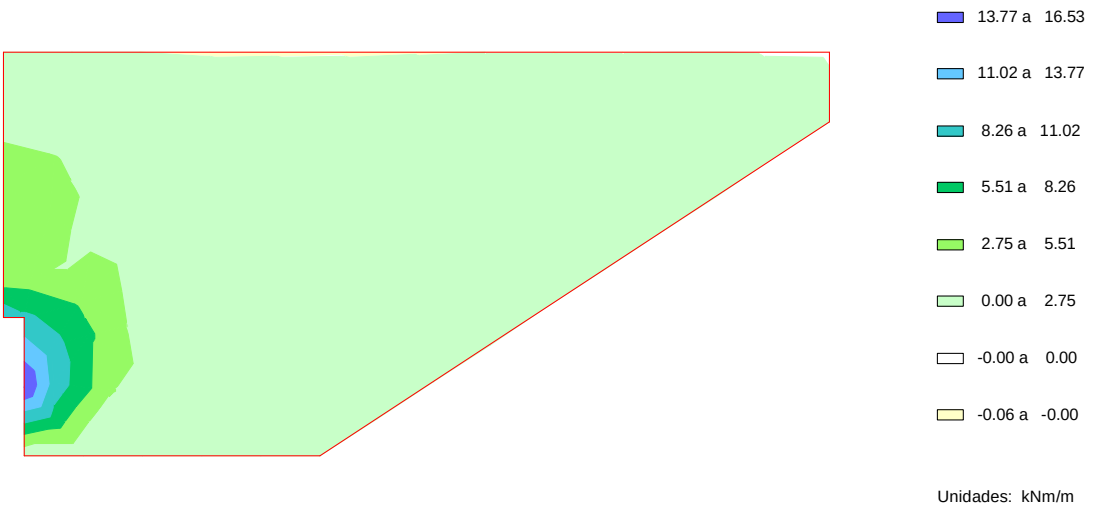
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

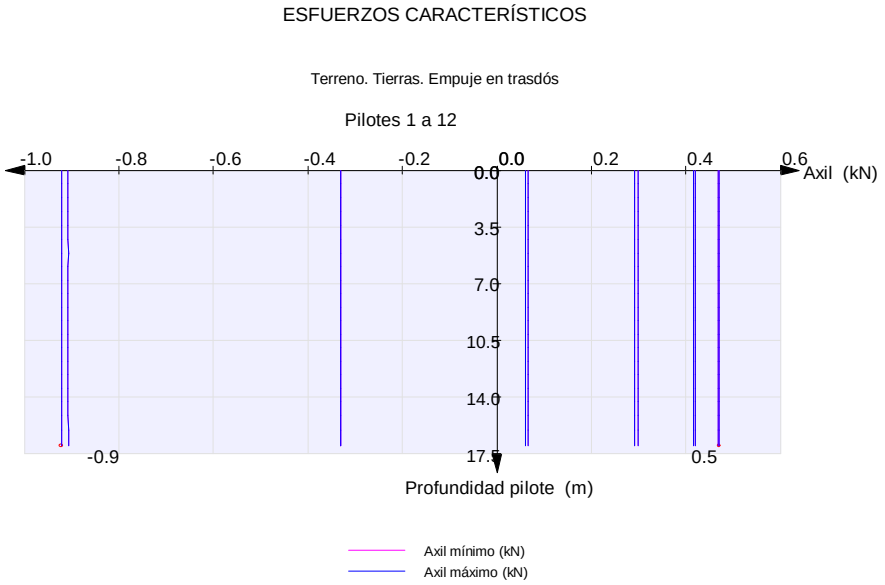
Peso propio. Estribo

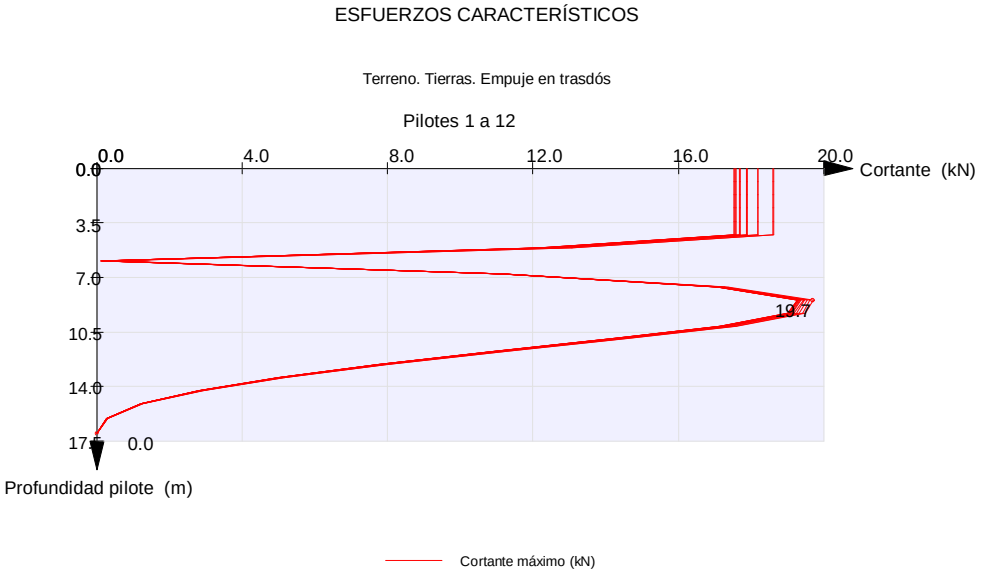
Momento de eje horizontal (armado vertical)

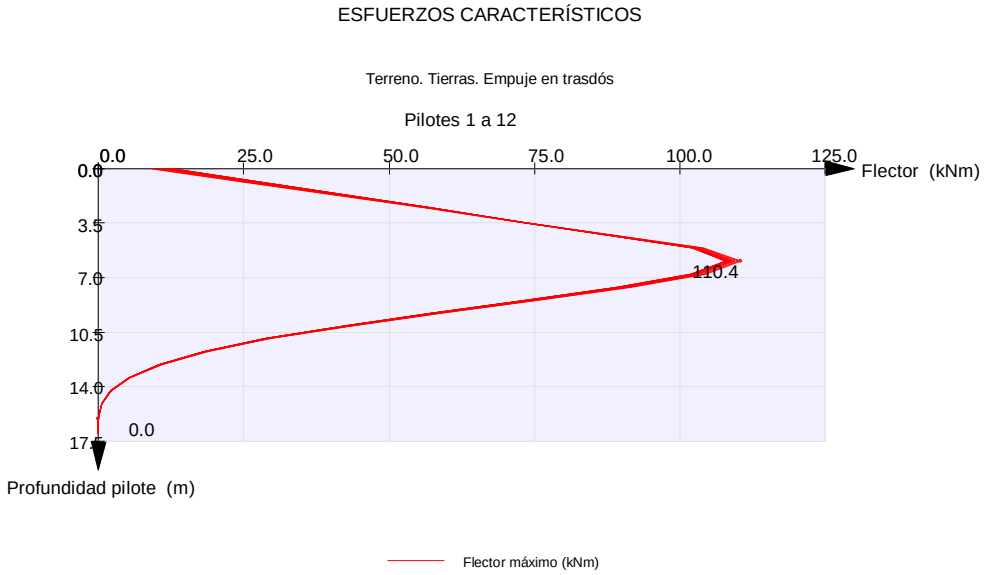


4.2 Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

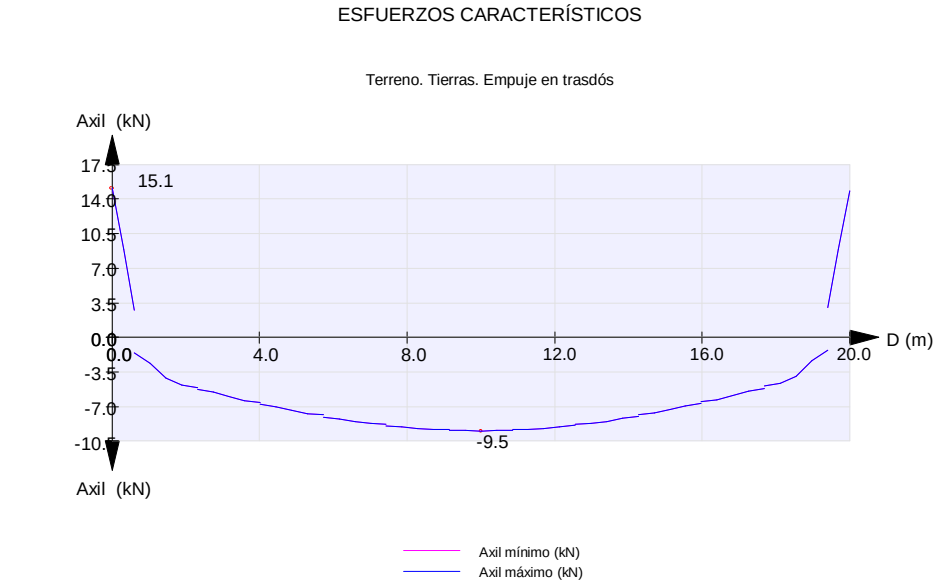
4.2.1 Pilotes


ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS
Terreno. Tierras. Empuje en trasdós
Pilotes 1 a 12
-1.0
-0.8
-0.6
-0.4
-0.2
0.0
0.2
0.4
0.6
Axil (kN)
0.0
3.5
7.0
10.5
14.0
17.5
-0.9
0.5
Profundidad pilote (m)
Axil mínimo (kN)
Axil máximo (kN)


ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS
Terreno. Tierras. Empuje en trasdós
Pilotes 1 a 12
0.0
4.0
8.0
12.0
16.0
20.0
Cortante (kN)
0.0
3.5
7.0
10.5
14.0
17.5
19.7
0.0
Profundidad pilote (m)
Cortante máximo (kN)

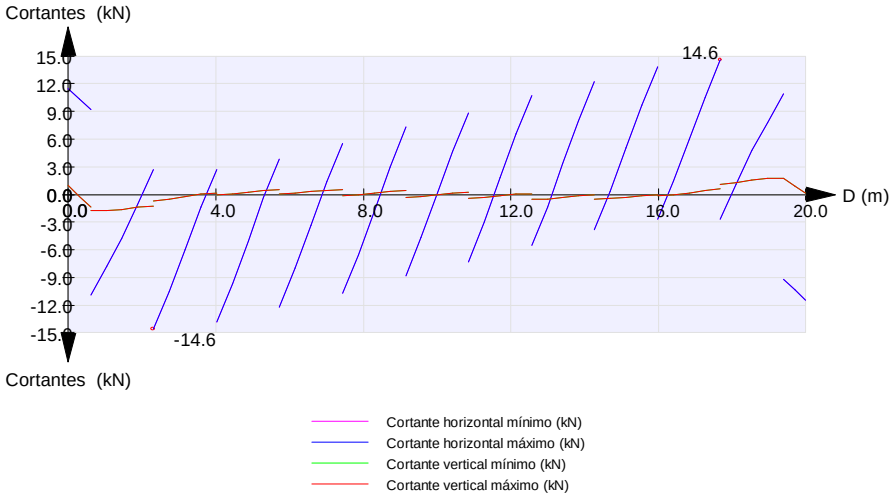


4.2.2 Cargadero



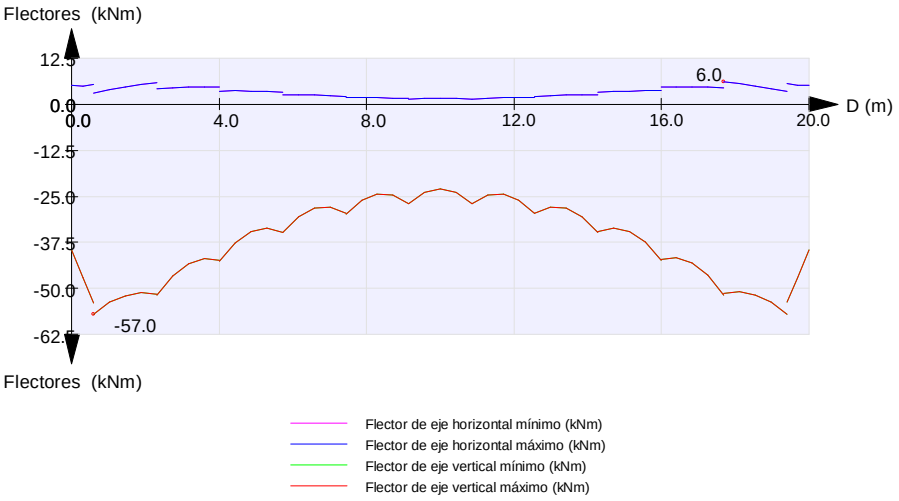
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

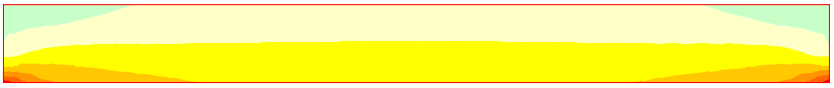


4.2.3 Espaldón

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Axil eje horizontal



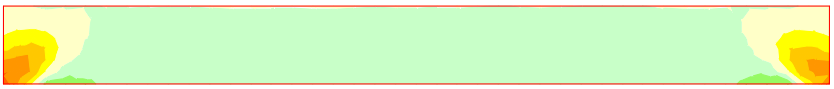
0.00 a 4.54
-0.00 a 0.00
-8.76 a -0.00
-17.52 a -8.76
-26.28 a -17.52
-35.05 a -26.28
-43.81 a -35.05
-52.57 a -43.81

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Axil eje vertical



0.78 a 1.56
0.00 a 0.78
-0.00 a 0.00
-1.09 a -0.00
-2.19 a -1.09
-3.28 a -2.19
-4.37 a -3.28
-5.47 a -4.37

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Cortante eje horizontal

5.66 a 7.55

3.77 a 5.66

1.89 a 3.77

0.00 a 1.89

-0.00 a 0.00

-2.57 a -0.00

-5.14 a -2.57

-7.71 a -5.14

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Cortante eje vertical

2.07 a 2.76

1.38 a 2.07

0.69 a 1.38

0.00 a 0.69

-0.00 a 0.00

-0.74 a -0.00

-1.48 a -0.74

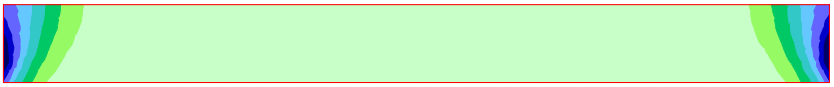
-2.22 a -1.48

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Momento de eje vertical (armado horizontal)



5.10 a 5.82

4.37 a 5.10

3.65 a 4.37

2.93 a 3.65

2.20 a 2.93

1.48 a 2.20

0.76 a 1.48

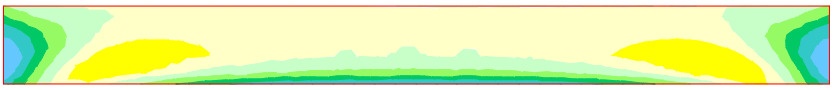
0.03 a 0.76

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Momento de eje horizontal (armado vertical)



0.87 a 1.09

0.65 a 0.87

0.44 a 0.65

0.22 a 0.44

0.00 a 0.22

-0.00 a 0.00

-0.15 a -0.00

-0.30 a -0.15

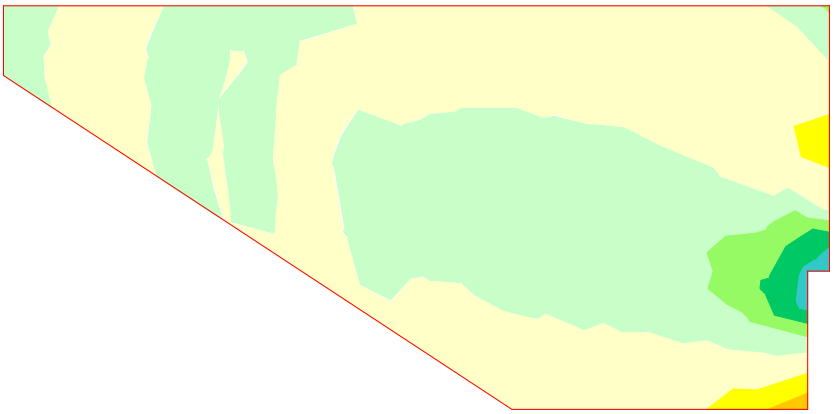
Unidades: kNm/m

4.2.4 Aleta 1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Axil eje horizontal



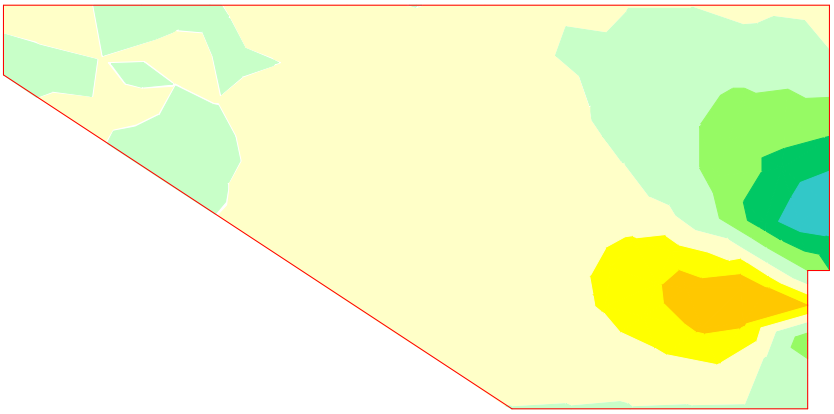
8.23 a 10.97
5.48 a 8.23
2.74 a 5.48
0.00 a 2.74
-0.00 a 0.00
-3.55 a -0.00
-7.09 a -3.55
-10.64 a -7.09

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Axil eje vertical



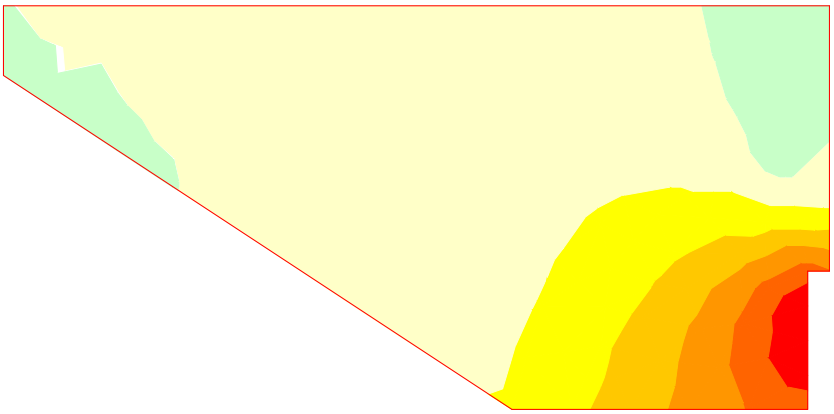
3.36 a 4.48
2.24 a 3.36
1.12 a 2.24
0.00 a 1.12
-0.00 a 0.00
-0.90 a -0.00
-1.80 a -0.90
-2.70 a -1.80

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Cortante eje horizontal



0.00 a 2.23

-0.00 a 0.00

-5.74 a -0.00

-11.48 a -5.74

-17.22 a -11.48

-22.96 a -17.22

-28.69 a -22.96

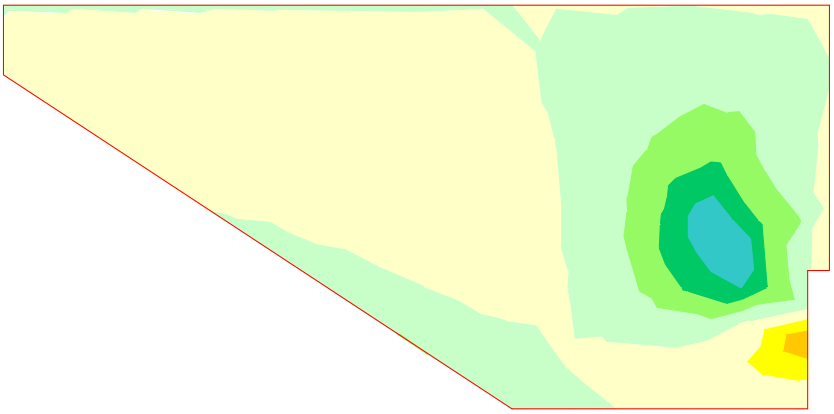
-34.43 a -28.69

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Cortante eje vertical



7.31 a 9.75

4.87 a 7.31

2.44 a 4.87

0.00 a 2.44

-0.00 a 0.00

-4.78 a -0.00

-9.56 a -4.78

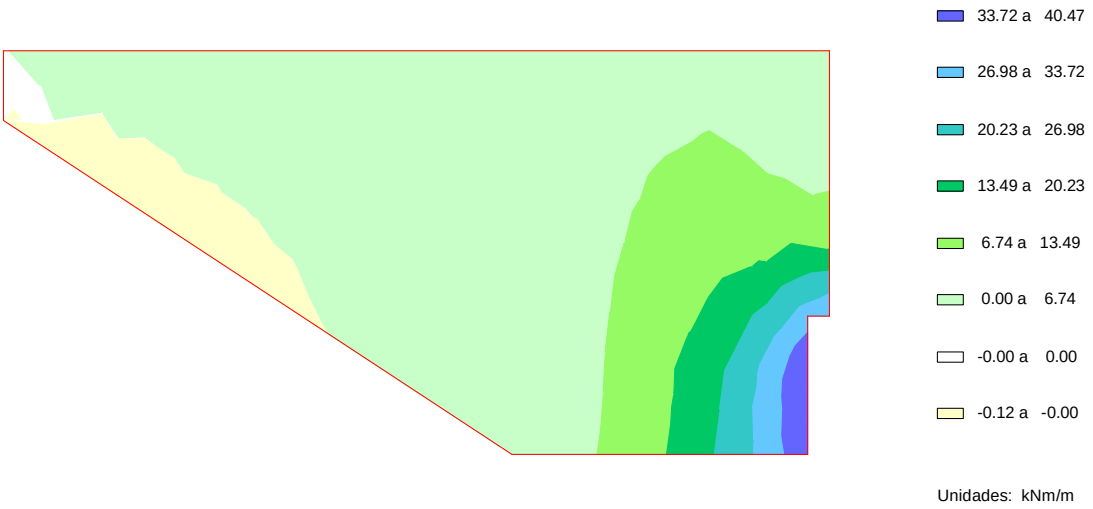
-14.34 a -9.56

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

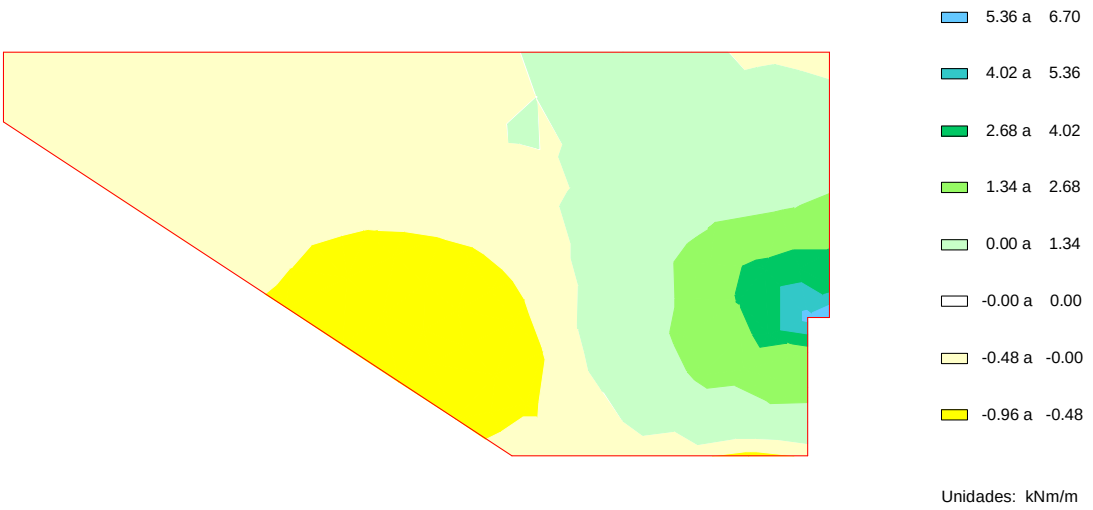
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Momento de eje horizontal (armado vertical)

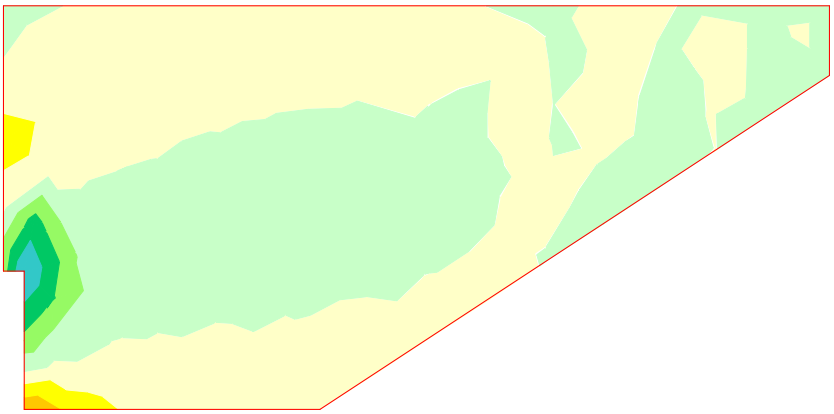


4.2.5 Aleta 2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Axil eje horizontal



15.99 a 21.32

10.66 a 15.99

5.33 a 10.66

0.00 a 5.33

-0.00 a 0.00

-3.72 a -0.00

-7.43 a -3.72

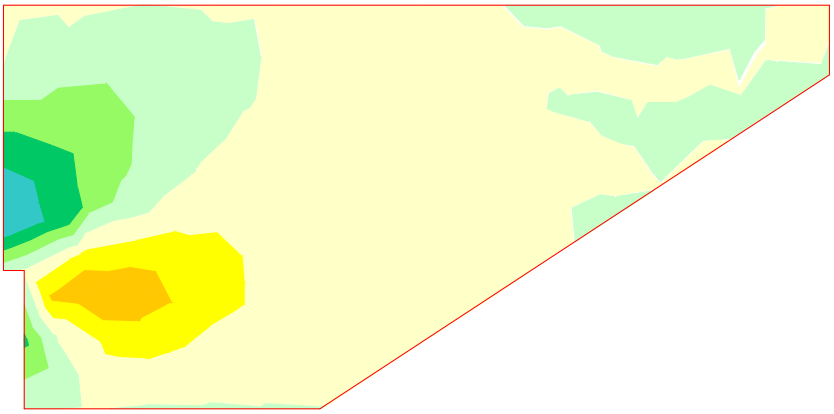
-11.15 a -7.43

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Axil eje vertical



2.94 a 3.92

1.96 a 2.94

0.98 a 1.96

0.00 a 0.98

-0.00 a 0.00

-0.86 a -0.00

-1.71 a -0.86

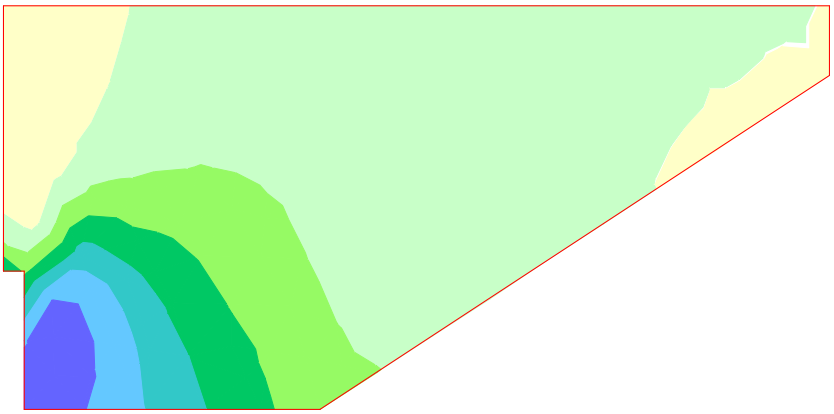
-2.57 a -1.71

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Cortante eje horizontal



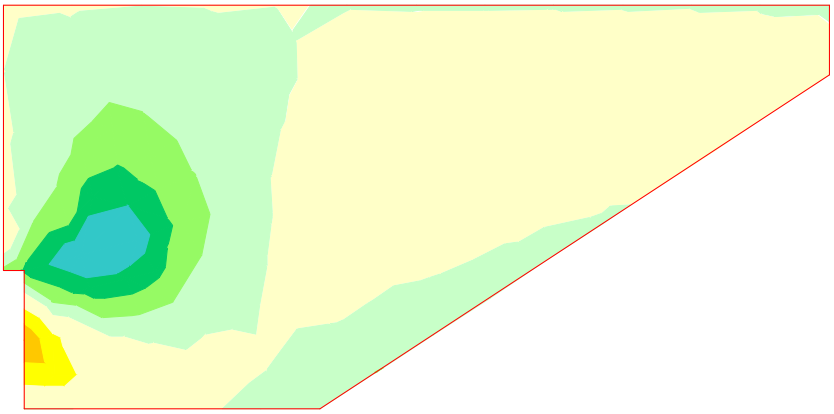
23.24 a 27.89
18.59 a 23.24
13.94 a 18.59
9.30 a 13.94
4.65 a 9.30
0.00 a 4.65
-0.00 a 0.00
-2.16 a -0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Cortante eje vertical



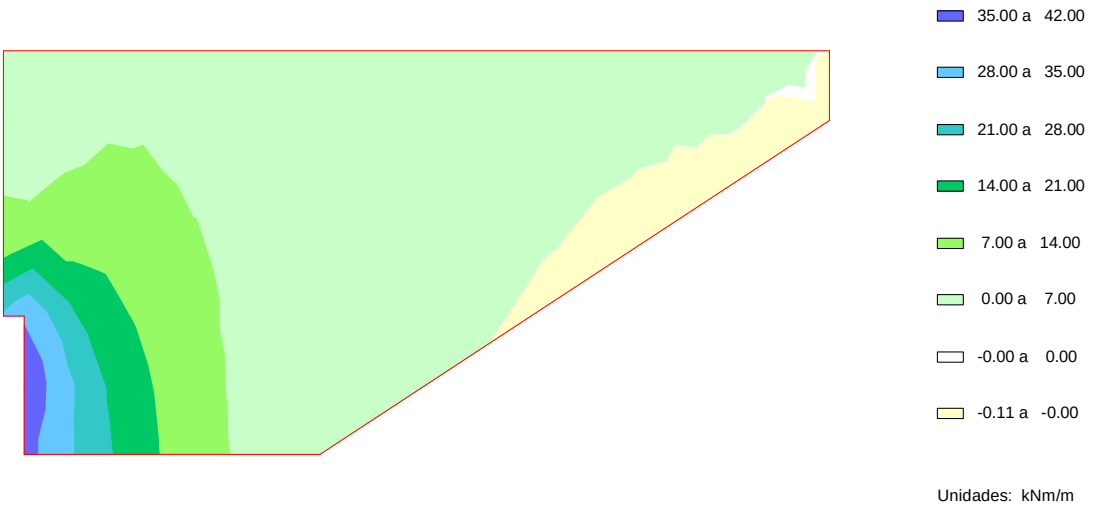
7.47 a 9.96
4.98 a 7.47
2.49 a 4.98
0.00 a 2.49
-0.00 a 0.00
-4.12 a -0.00
-8.23 a -4.12
-12.35 a -8.23

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

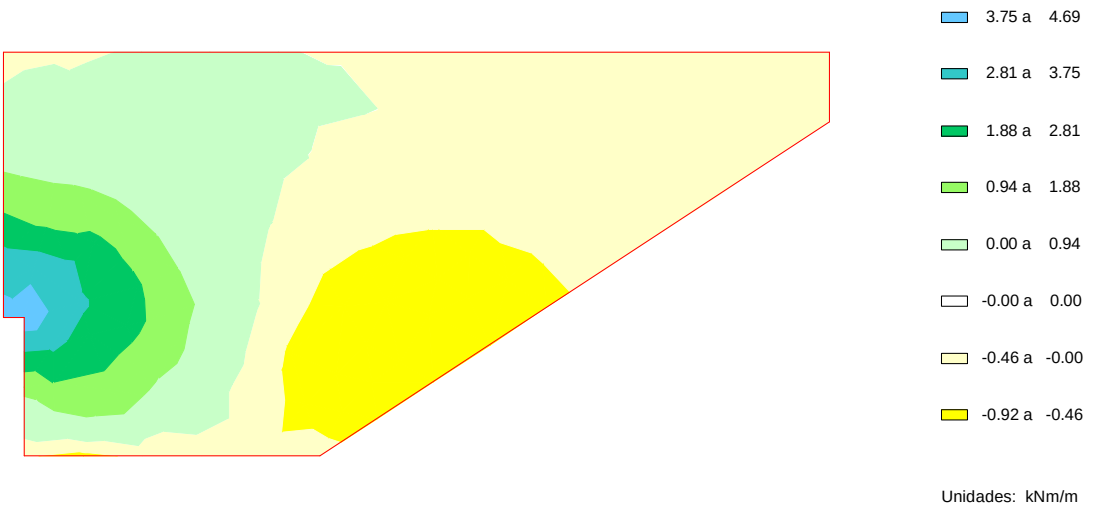
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

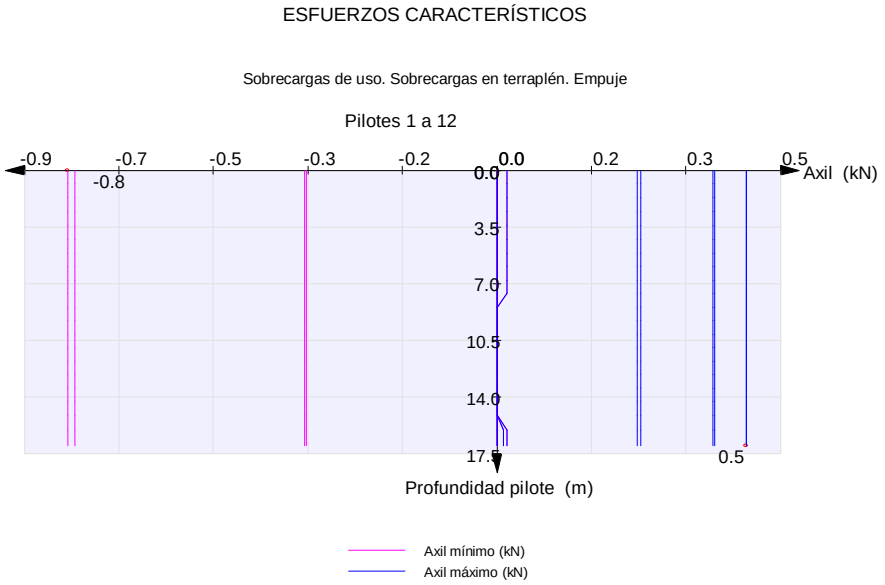
Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Momento de eje horizontal (armado vertical)

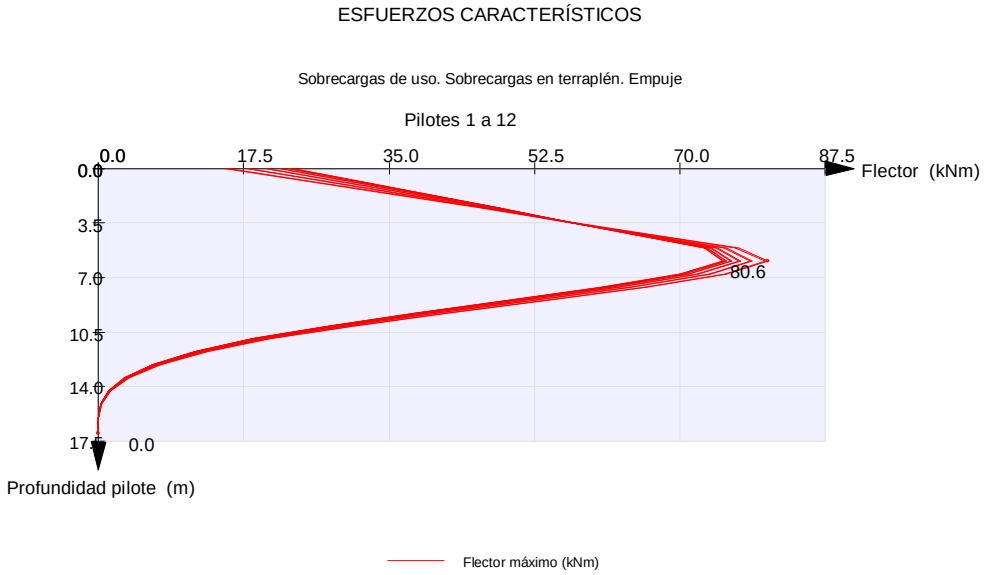


4.3 Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

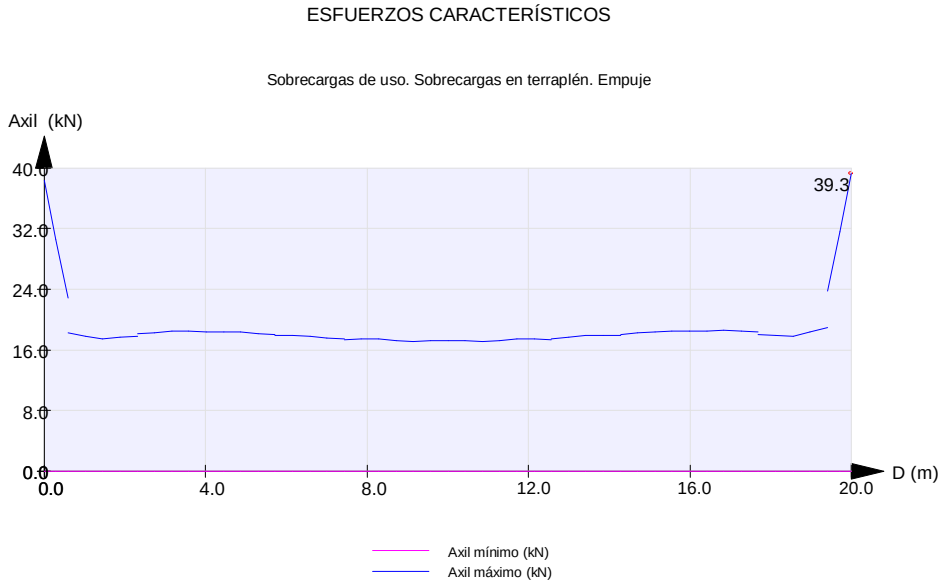
4.3.1 Pilotes


ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS
Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje
Pilotes 1 a 12
-0.9
-0.7
-0.5
-0.3
-0.2
0.0
0.2
0.3
0.5
Axil (kN)
-0.8
0.0
3.5
7.0
10.5
14.0
17.5
0.5
Profundidad pilote (m)
Axil mínimo (kN)
Axil máximo (kN)

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS
Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje
Pilotes 1 a 12
0.0
3.0
6.0
9.0
12.0
15.0
Cortante (kN)
0.0
3.5
7.0
10.5
14.0
17.5
14.4
0.0
Profundidad pilote (m)
Cortante máximo (kN)

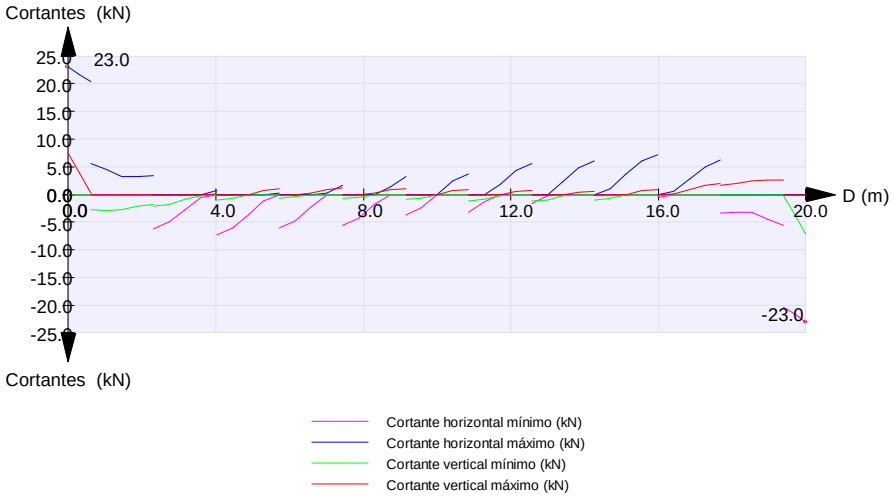


4.3.2 Cargadero



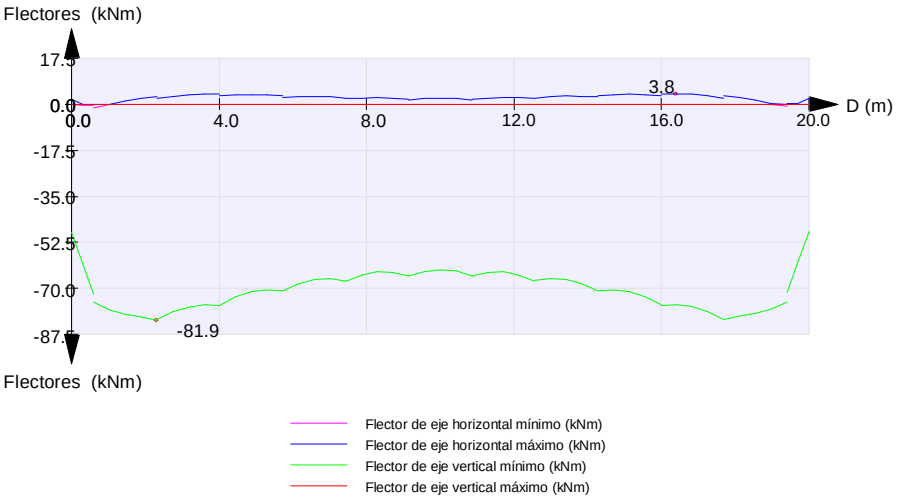
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje



4.3.3 Espaldón

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Axil eje horizontal

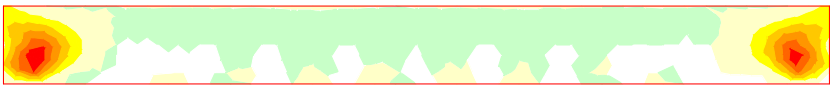
-12.28 a -4.10
-20.46 a -12.28
-28.64 a -20.46
-36.82 a -28.64
-45.00 a -36.82
-53.18 a -45.00
-61.36 a -53.18
-69.54 a -61.36

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Axil eje vertical



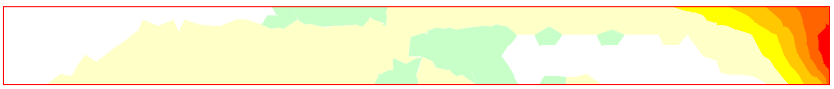
0.00 a 0.10
-0.00 a 0.00
-0.81 a -0.00
-1.62 a -0.81
-2.43 a -1.62
-3.24 a -2.43
-4.05 a -3.24
-4.86 a -4.05

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Cortante eje horizontal



0.00 a 0.10
-0.00 a 0.00
-2.09 a -0.00
-4.17 a -2.09
-6.26 a -4.17
-8.35 a -6.26
-10.44 a -8.35
-12.52 a -10.44

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Cortante eje vertical

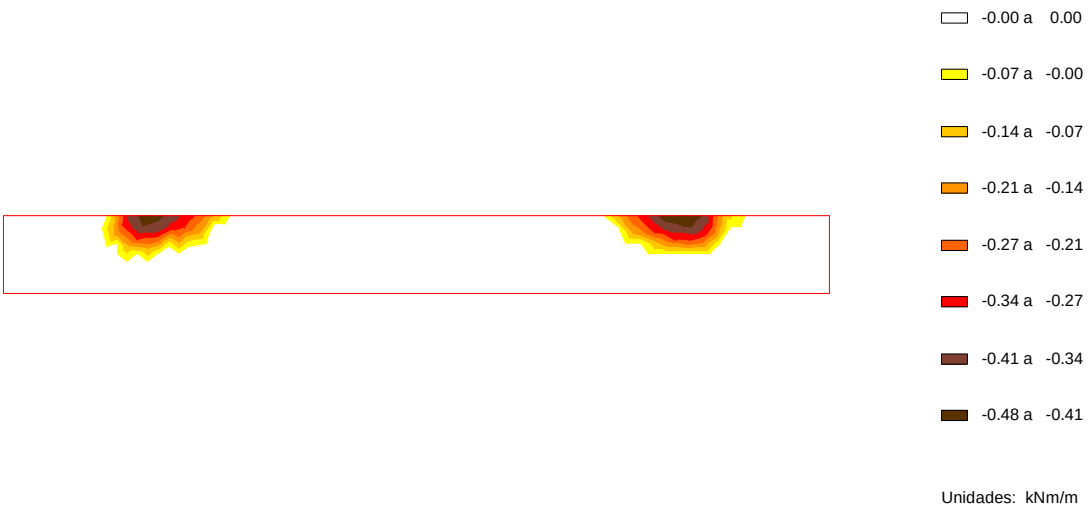
0.00 a 0.05
-0.00 a 0.00
-0.67 a -0.00
-1.34 a -0.67
-2.00 a -1.34
-2.67 a -2.00
-3.34 a -2.67
-4.01 a -3.34

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

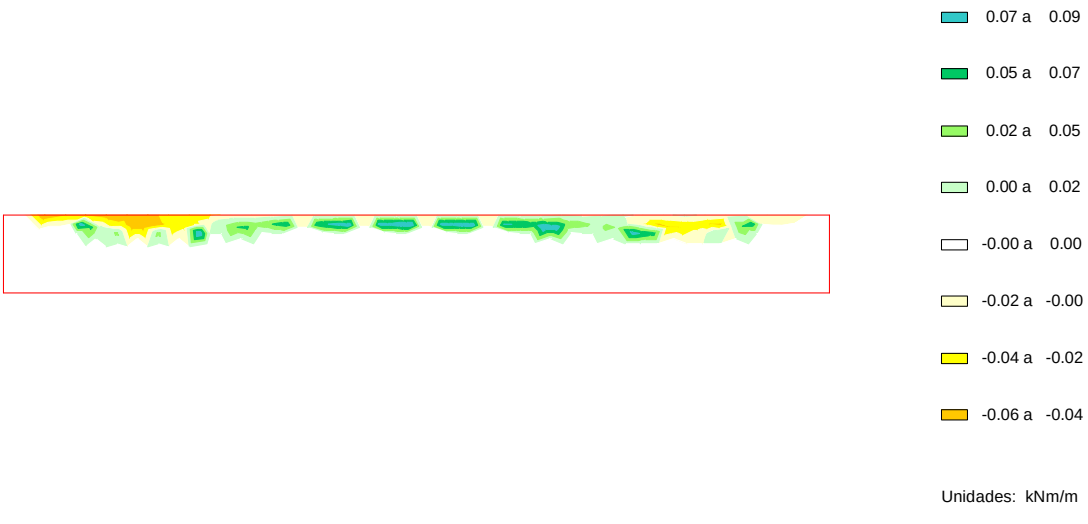
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Momento de eje horizontal (armado vertical)

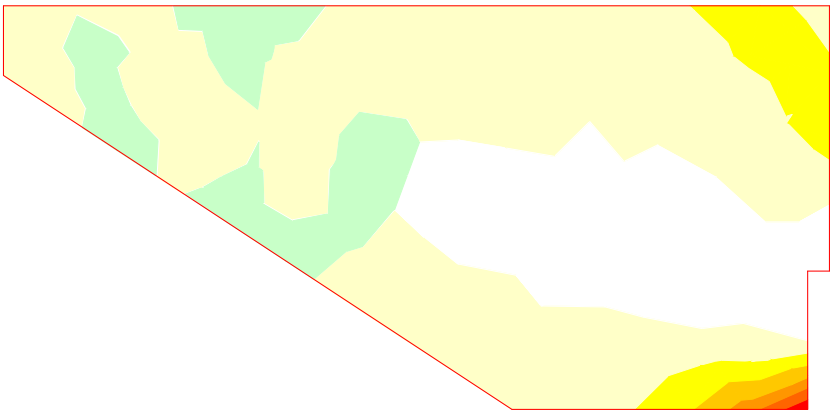


4.3.4 Aleta 1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Axil eje horizontal



0.00 a 0.08

-0.00 a 0.00

-8.15 a -0.00

-16.30 a -8.15

-24.46 a -16.30

-32.61 a -24.46

-40.76 a -32.61

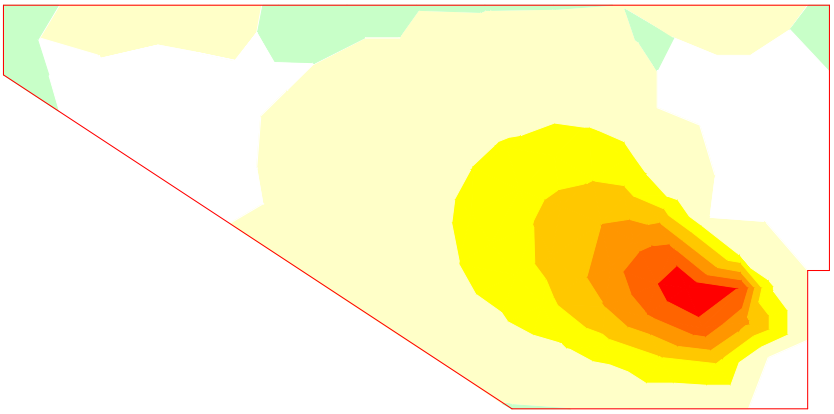
-48.91 a -40.76

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Axil eje vertical



0.00 a 0.08

-0.00 a 0.00

-1.57 a -0.00

-3.14 a -1.57

-4.70 a -3.14

-6.27 a -4.70

-7.84 a -6.27

-9.41 a -7.84

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Cortante eje horizontal

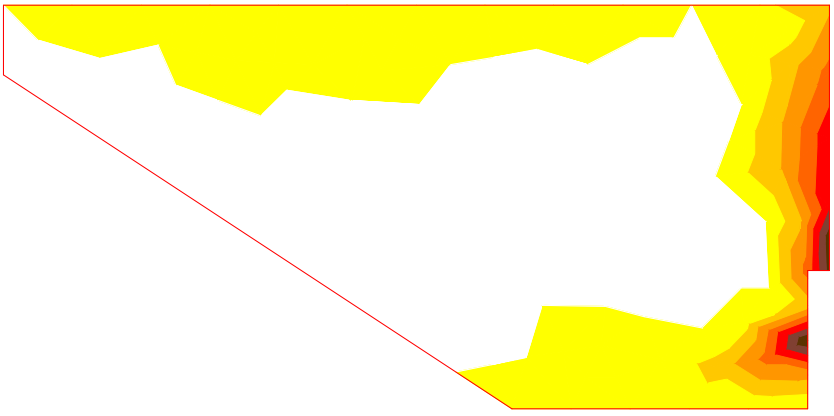
-0.00 a 0.00
-5.80 a -0.00
-11.59 a -5.80
-17.39 a -11.59
-23.19 a -17.39
-28.98 a -23.19
-34.78 a -28.98
-40.58 a -34.78

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Cortante eje vertical



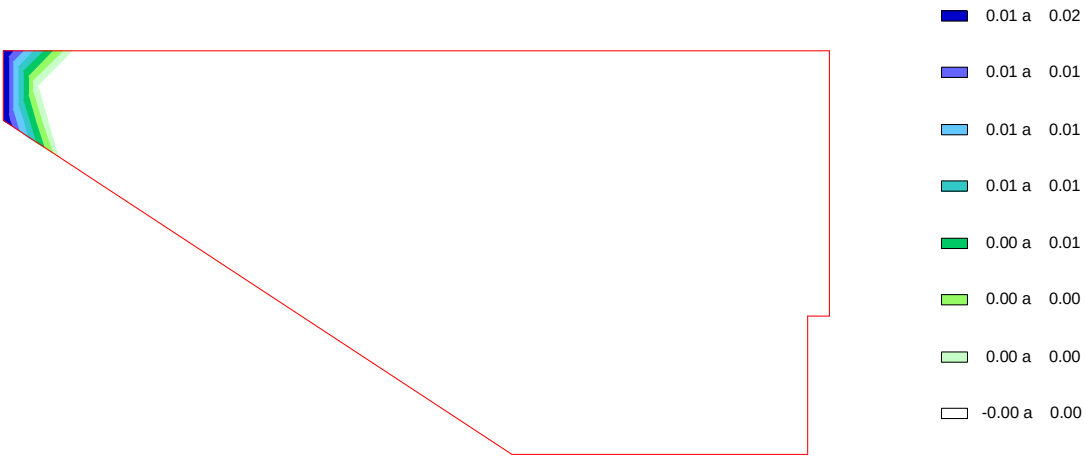
-0.00 a 0.00
-2.78 a -0.00
-5.56 a -2.78
-8.34 a -5.56
-11.12 a -8.34
-13.90 a -11.12
-16.69 a -13.90
-19.47 a -16.69

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

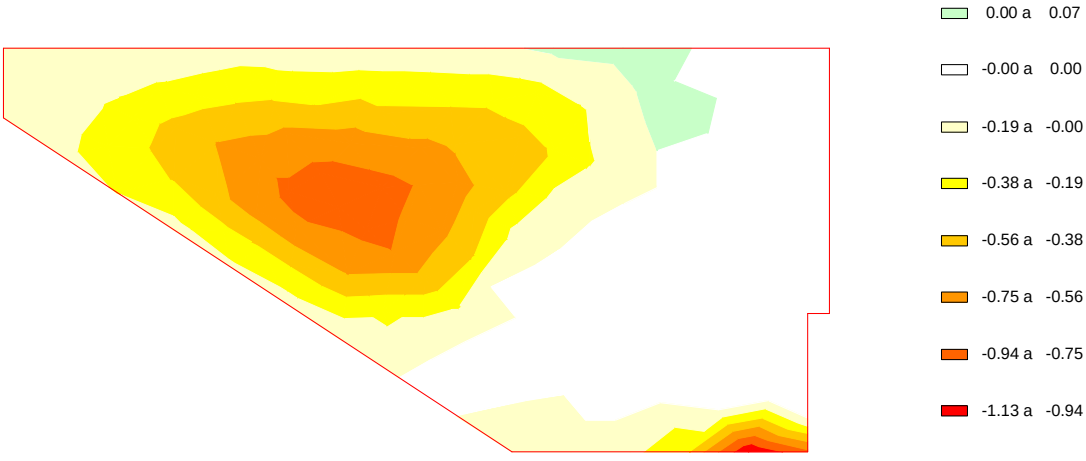
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Momento de eje horizontal (armado vertical)

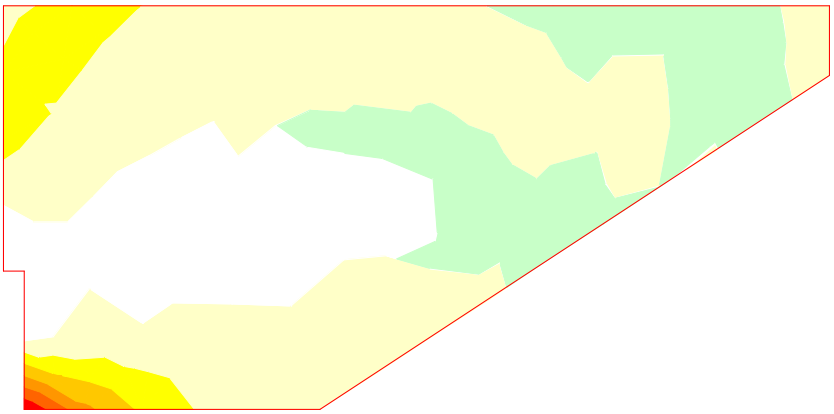


4.3.5 Aleta 2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Axil eje horizontal



0.00 a 0.07

-0.00 a 0.00

-8.09 a -0.00

-16.18 a -8.09

-24.27 a -16.18

-32.36 a -24.27

-40.46 a -32.36

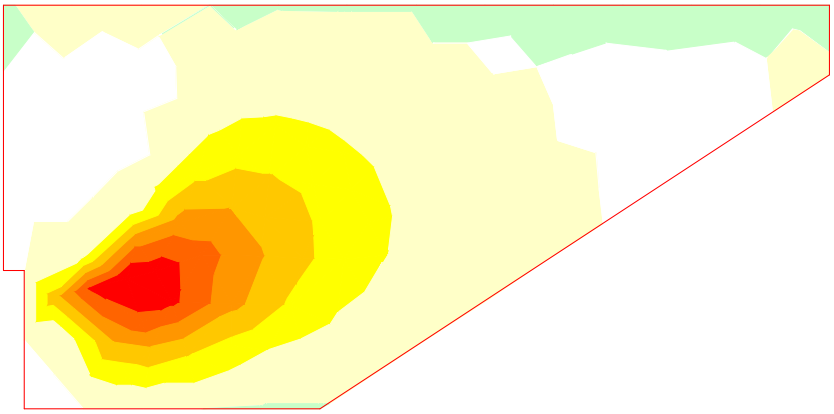
-48.55 a -40.46

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Axil eje vertical



0.00 a 0.10

-0.00 a 0.00

-1.38 a -0.00

-2.77 a -1.38

-4.15 a -2.77

-5.53 a -4.15

-6.91 a -5.53

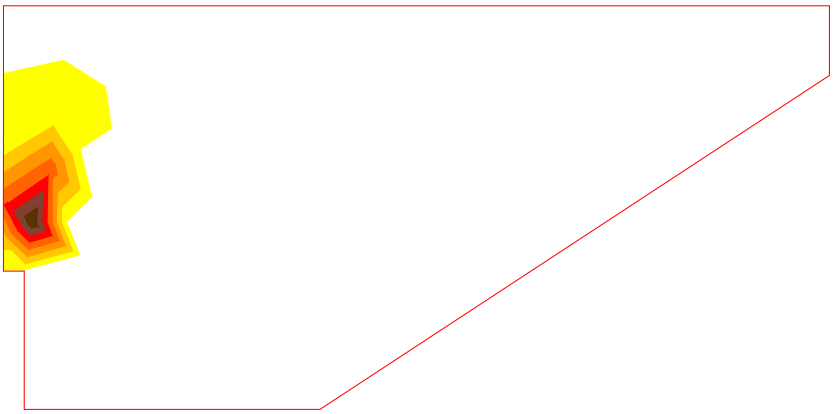
-8.30 a -6.91

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Cortante eje horizontal



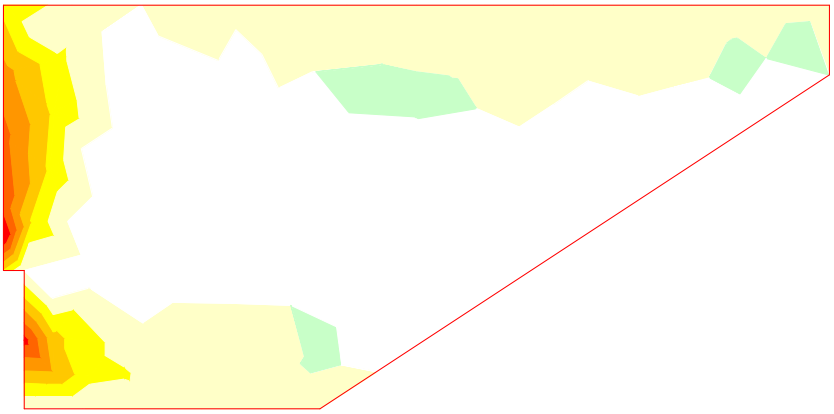
-0.00 a 0.00
-1.02 a -0.00
-2.04 a -1.02
-3.06 a -2.04
-4.08 a -3.06
-5.09 a -4.08
-6.11 a -5.09
-7.13 a -6.11

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Cortante eje vertical



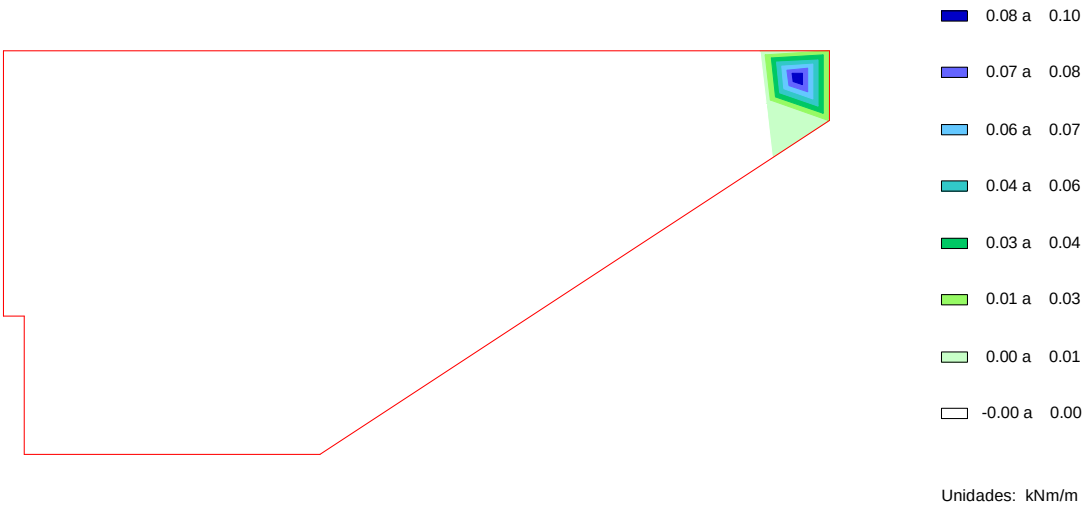
0.00 a 0.05
-0.00 a 0.00
-2.91 a -0.00
-5.83 a -2.91
-8.74 a -5.83
-11.66 a -8.74
-14.57 a -11.66
-17.49 a -14.57

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

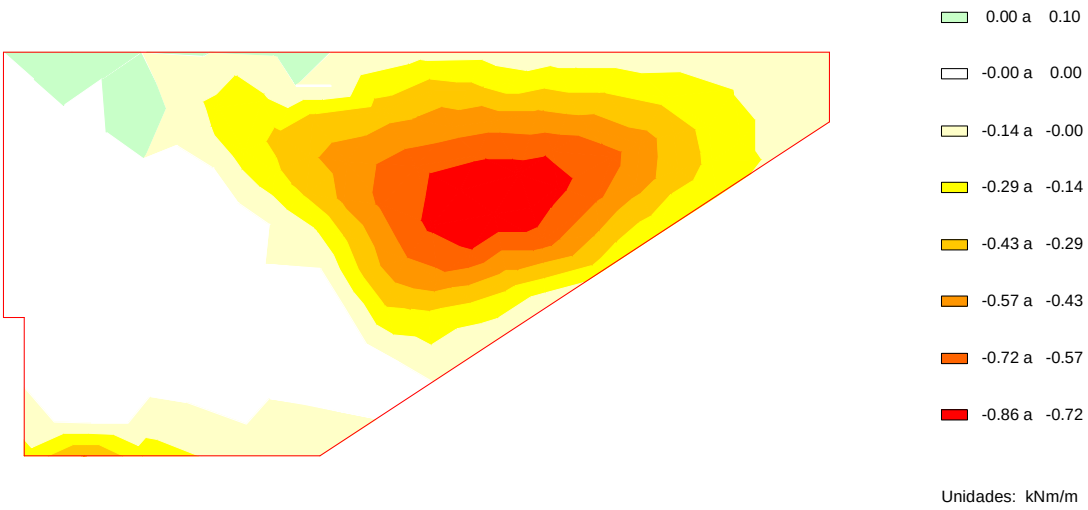
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

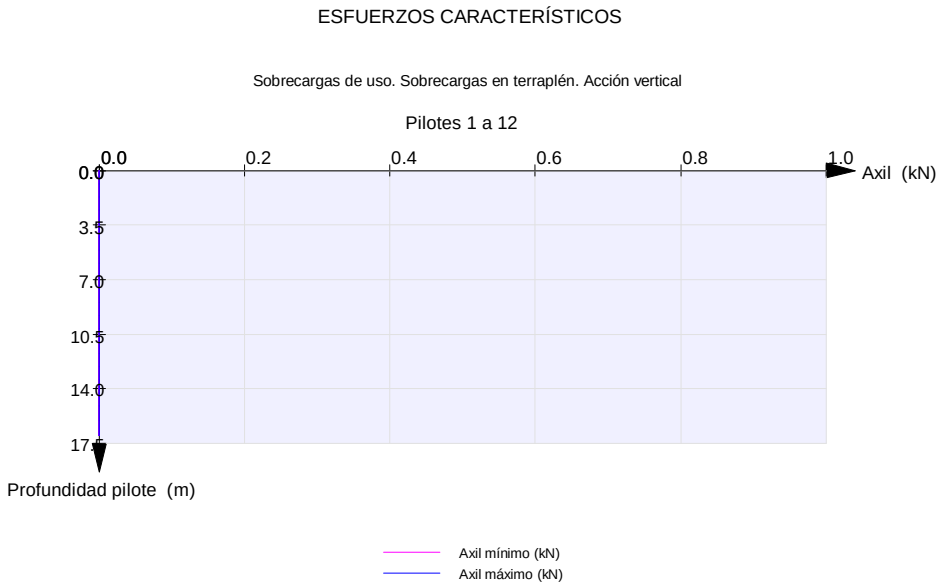
Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

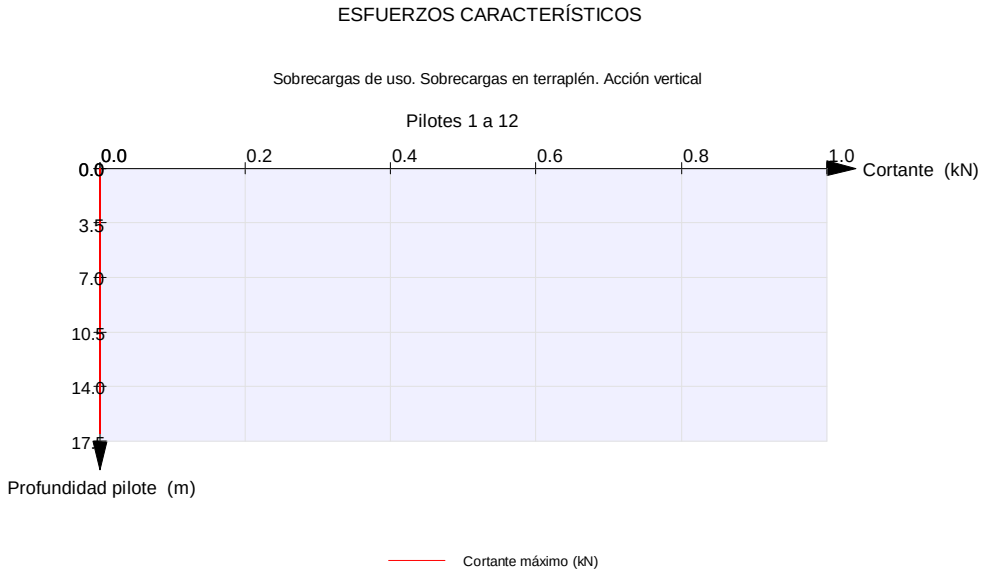
Momento de eje horizontal (armado vertical)

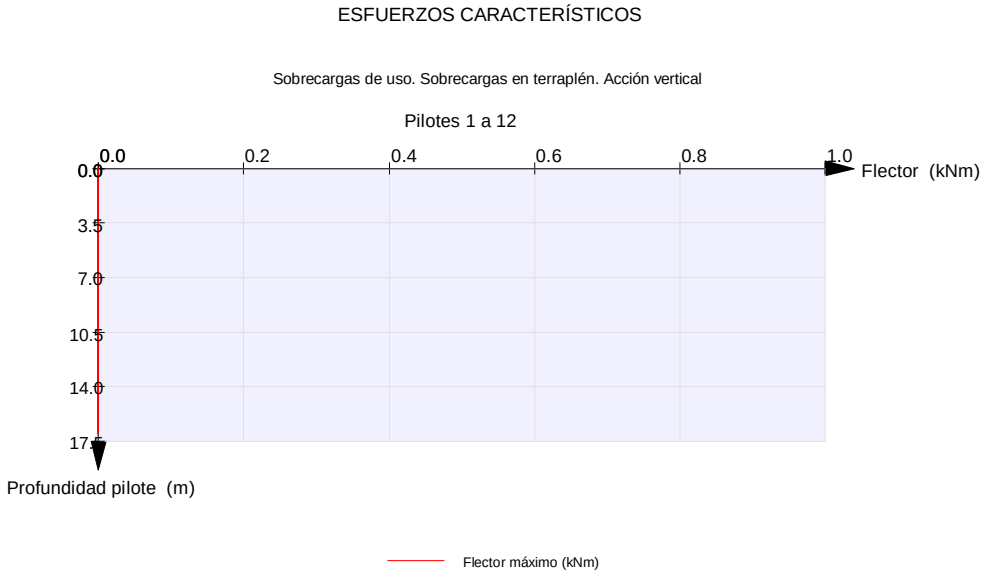


4.4 Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

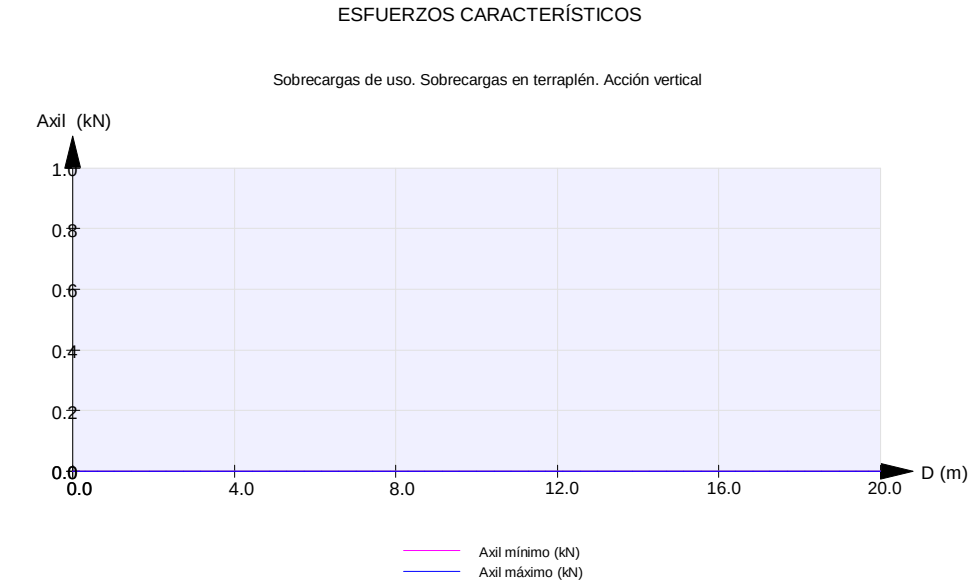
4.4.1 Pilotes


ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS
Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical
Pilotes 1 a 12
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
Axil (kN)
0.0
3.5
7.0
10.5
14.0
17.5
Profundidad pilote (m)
Axil mínimo (kN)
Axil máximo (kN)


ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS
Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical
Pilotes 1 a 12
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
Cortante (kN)
0.0
3.5
7.0
10.5
14.0
17.5
Profundidad pilote (m)
Cortante máximo (kN)

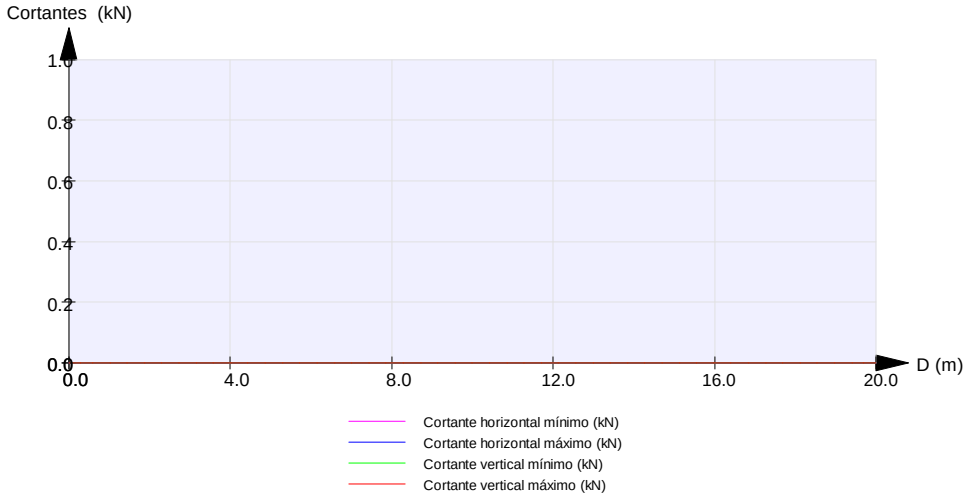


4.4.2 Cargadero



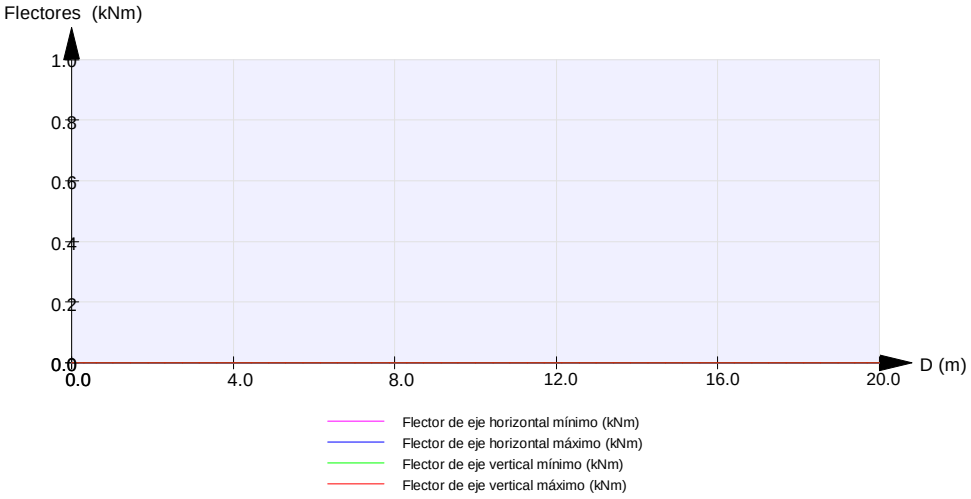
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

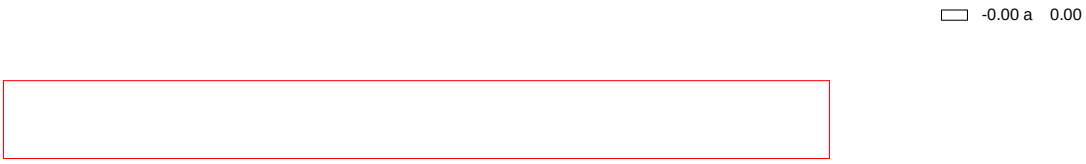


4.4.3 Espaldón

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Axil eje horizontal

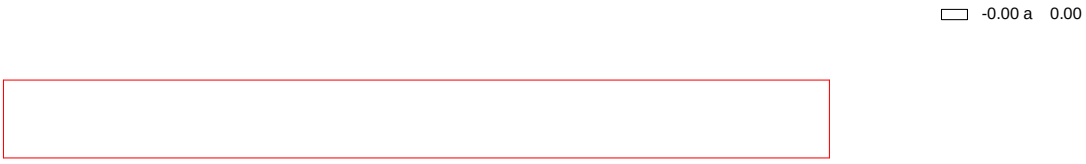


Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Axil eje vertical

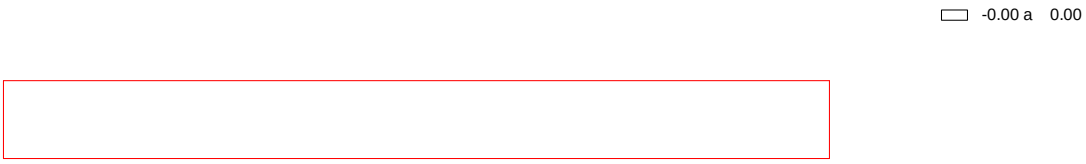


Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Cortante eje horizontal

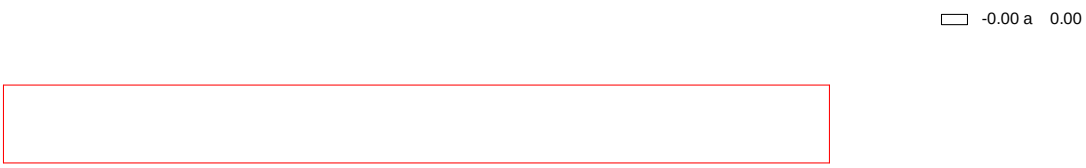


Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Cortante eje vertical



Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Momento de eje vertical (armado horizontal)

-0.00 a 0.00

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Momento de eje horizontal (armado vertical)

-0.00 a 0.00

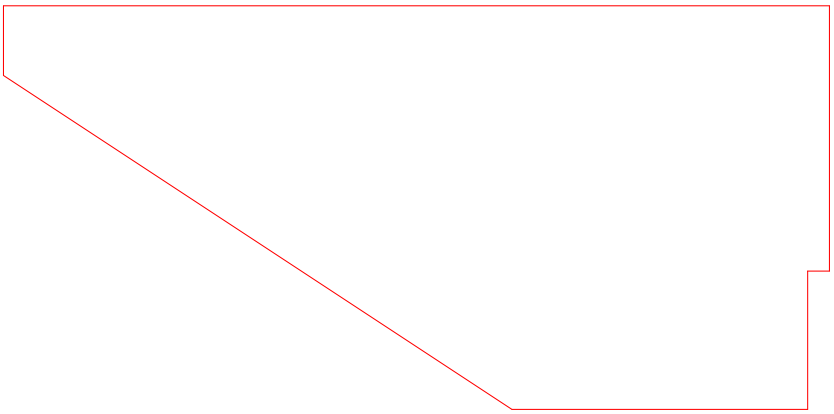
Unidades: kNm/m

4.4.4 Aleta 1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Axil eje horizontal



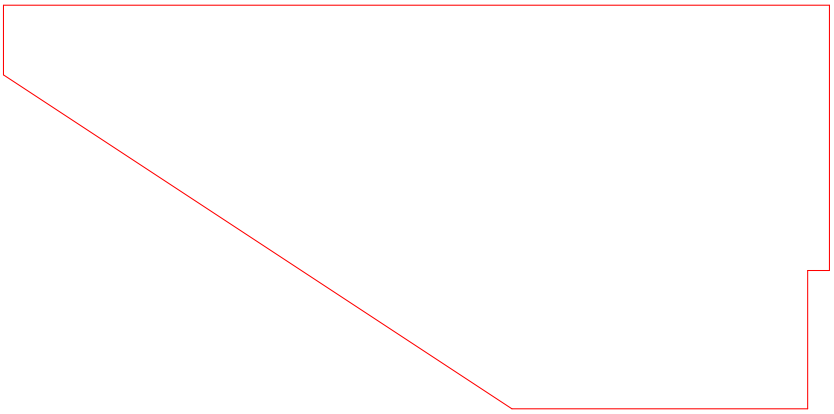
-0.00 a 0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Axil eje vertical



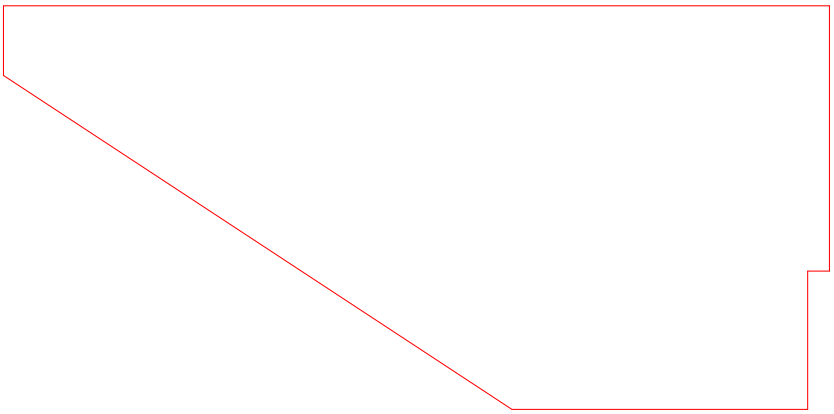
-0.00 a 0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Cortante eje horizontal



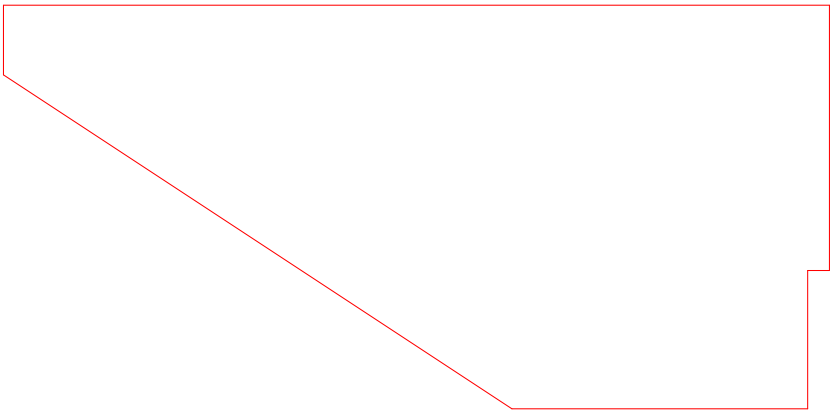
-0.00 a 0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Cortante eje vertical



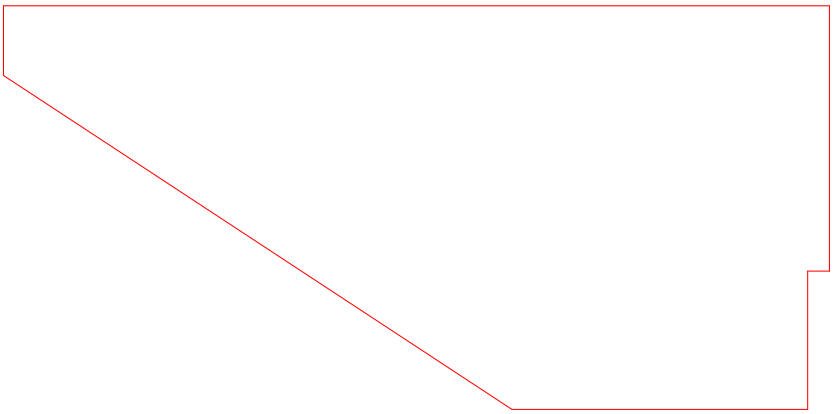
-0.00 a 0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Momento de eje vertical (armado horizontal)



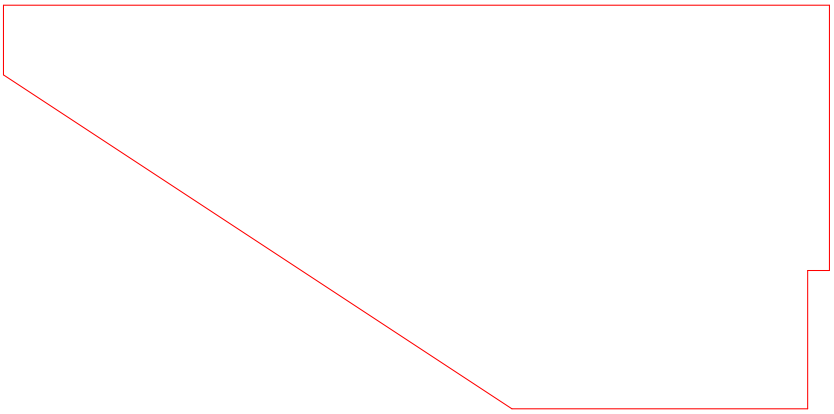
-0.00 a 0.00

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Momento de eje horizontal (armado vertical)



-0.00 a 0.00

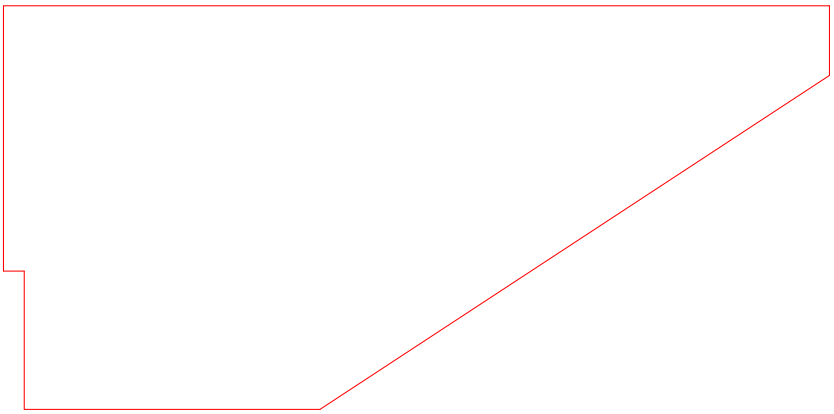
Unidades: kNm/m

4.4.5 Aleta 2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Axil eje horizontal



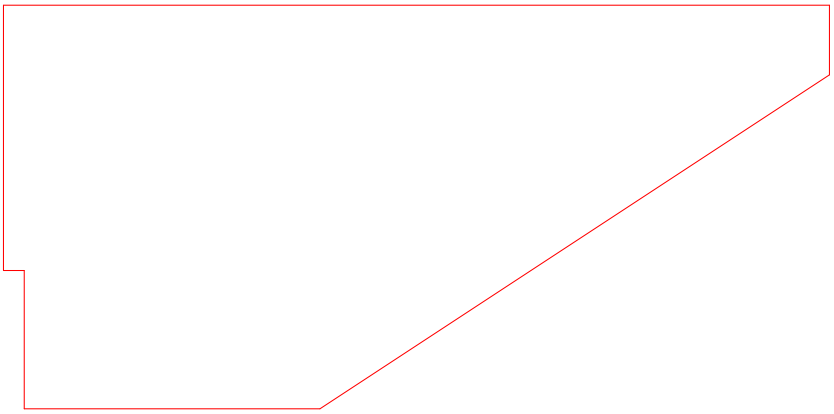
-0.00 a 0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Axil eje vertical



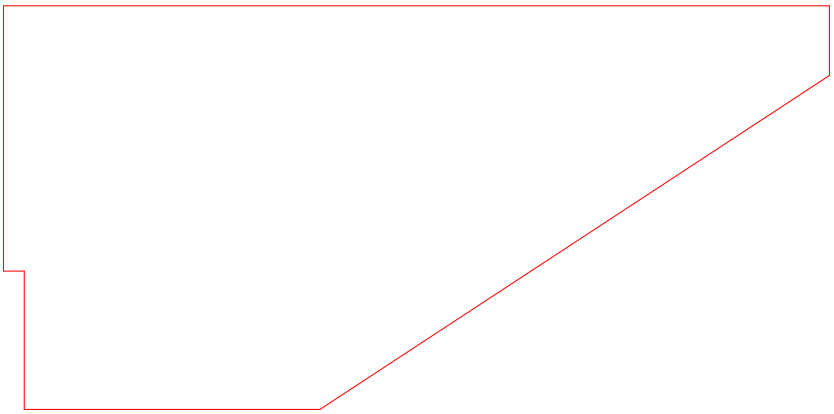
-0.00 a 0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Cortante eje horizontal



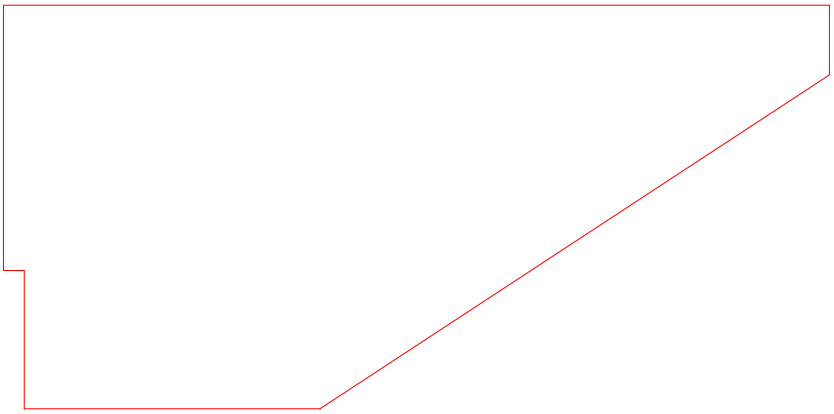
-0.00 a 0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Cortante eje vertical



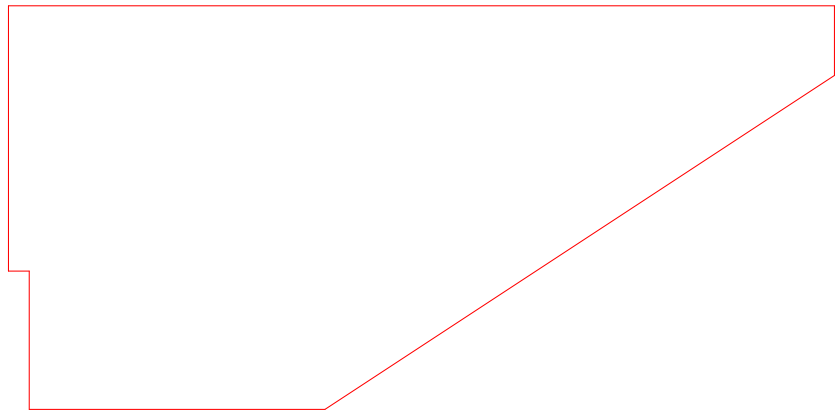
-0.00 a 0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Momento de eje vertical (armado horizontal)



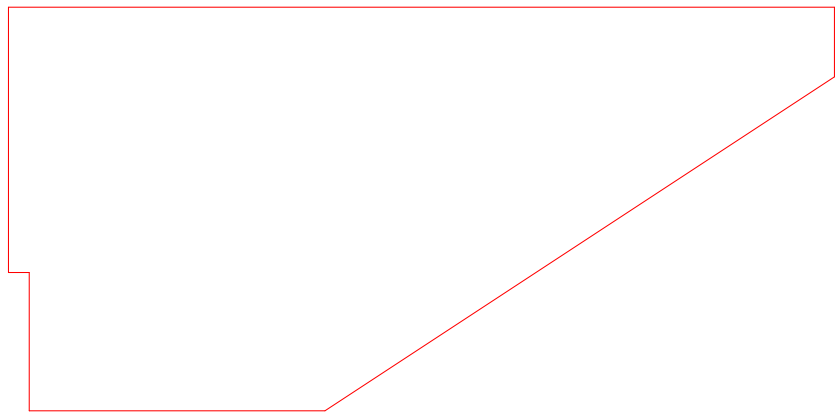
-0.00 a 0.00

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Momento de eje horizontal (armado vertical)

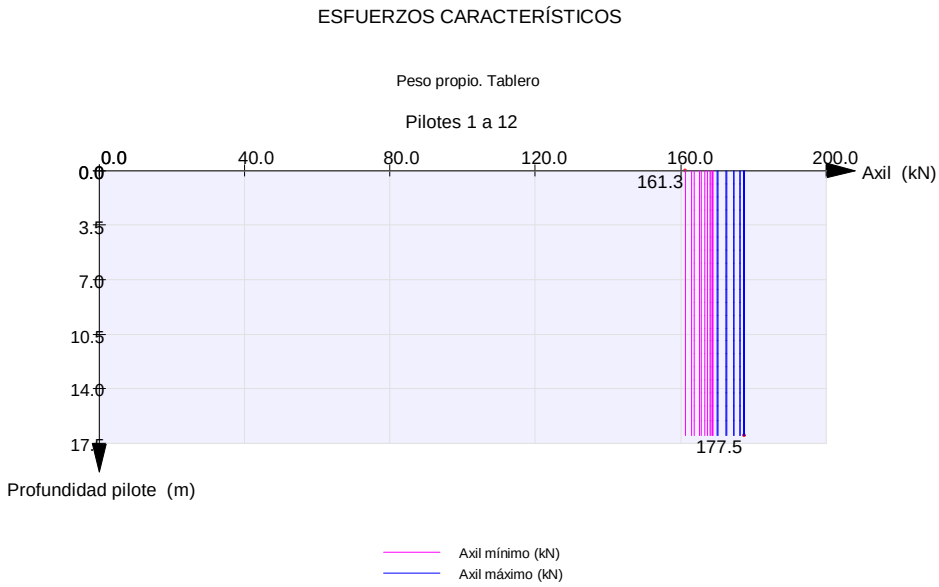


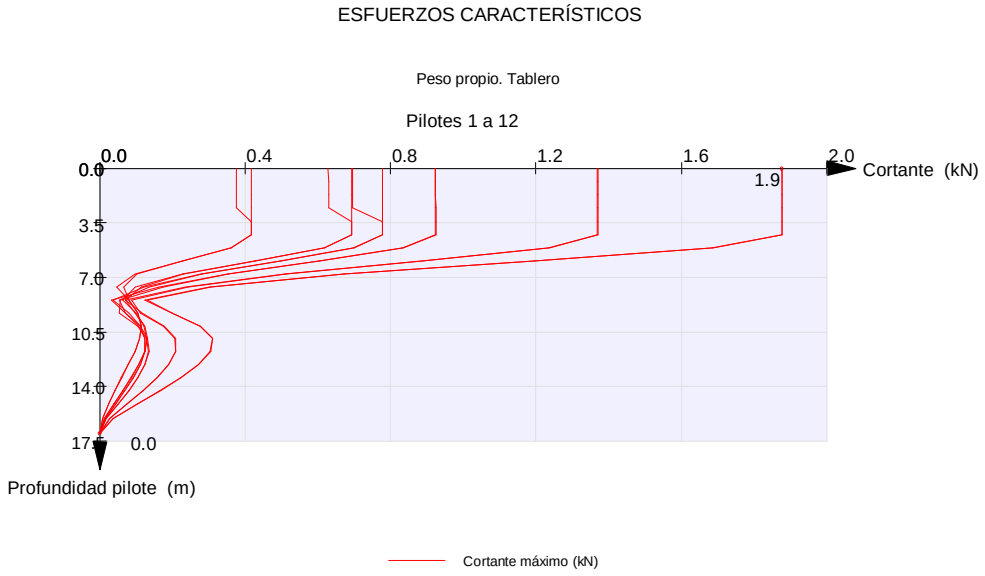
-0.00 a 0.00

Unidades: kNm/m

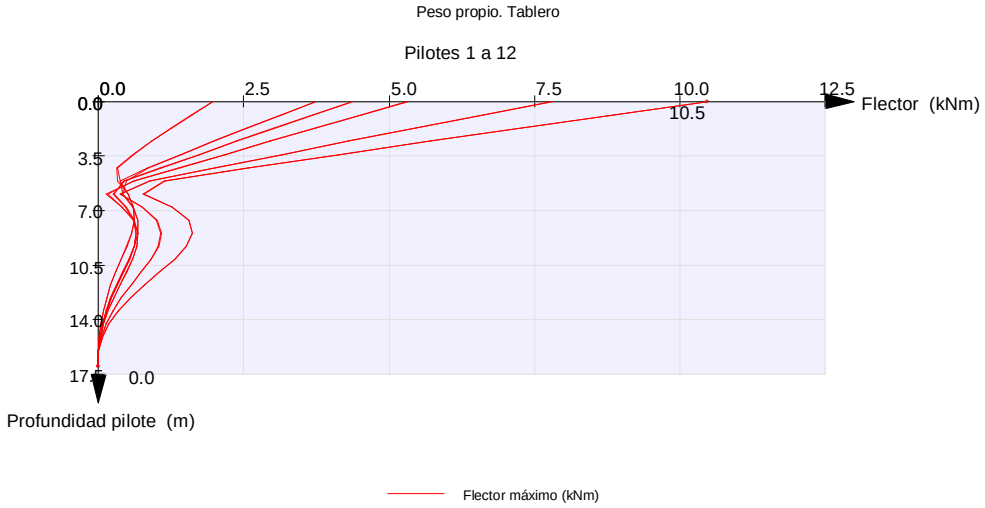
4.5 Peso propio. Tablero

4.5.1 Pilotes


ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS
Peso propio. Tablero
Pilotes 1 a 12
0.0
40.0
80.0
120.0
160.0
200.0
Axil (kN)
161.3
177.5
0.0
3.5
7.0
10.5
14.0
17.5
Profundidad pilote (m)
Axil mínimo (kN)
Axil máximo (kN)

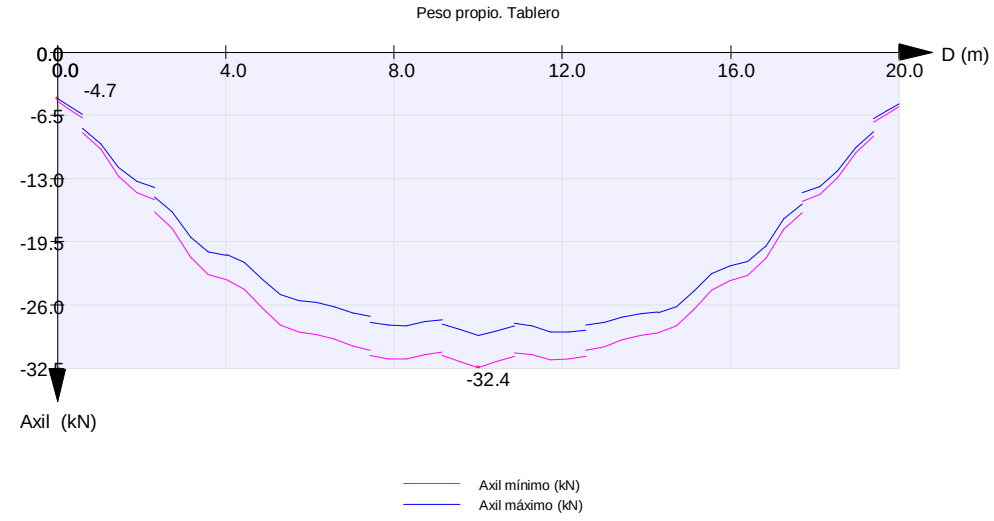

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS
Peso propio. Tablero
Pilotes 1 a 12
0.0
0.4
0.8
1.2
1.6
2.0
Cortante (kN)
1.9
0.0
3.5
7.0
10.5
14.0
17.5
Profundidad pilote (m)
Cortante máximo (kN)

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS



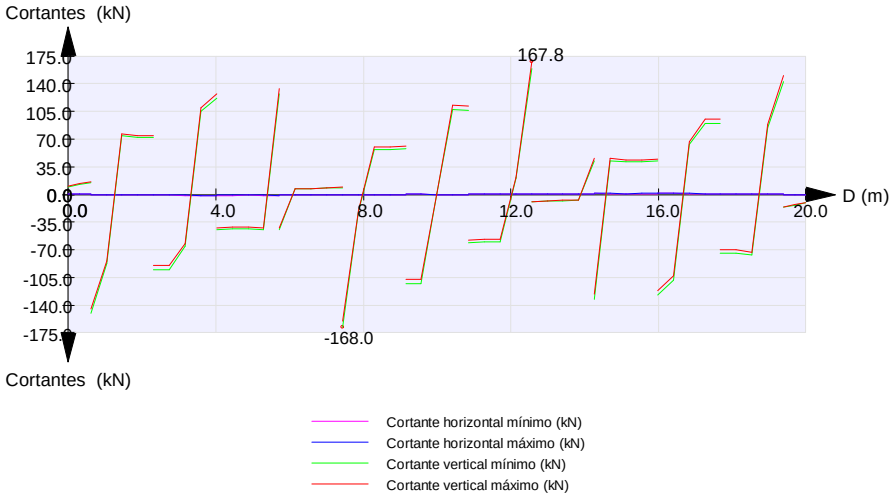
4.5.2 Cargadero

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS



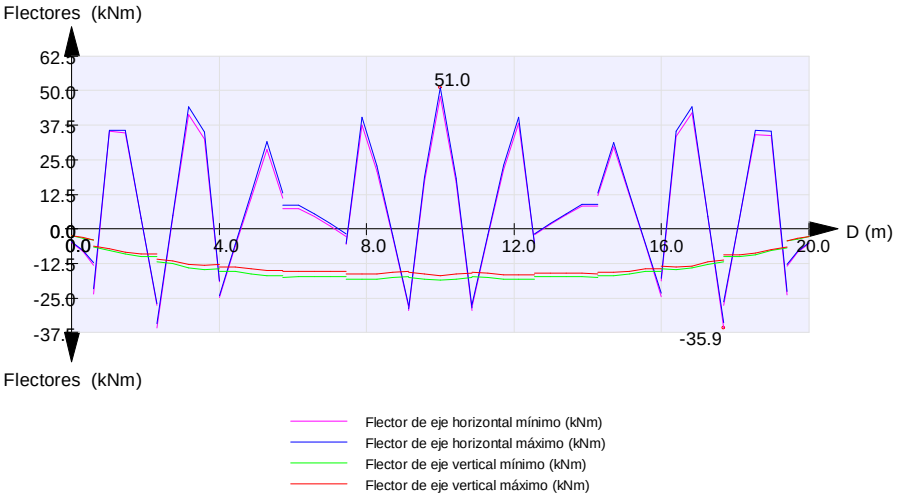
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

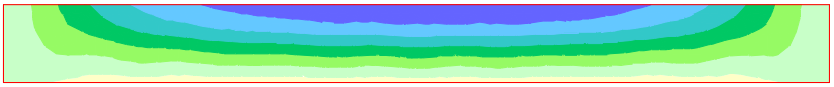


4.5.3 Espaldón

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

Axil eje horizontal



30.72 a 36.86
24.58 a 30.72
18.43 a 24.58
12.29 a 18.43
6.14 a 12.29
0.00 a 6.14
-0.00 a 0.00
-3.87 a -0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

Axil eje vertical

7.42 a 9.89
4.94 a 7.42
2.47 a 4.94
0.00 a 2.47
-0.00 a 0.00
-1.61 a -0.00
-3.22 a -1.61
-4.83 a -3.22

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

Cortante eje horizontal

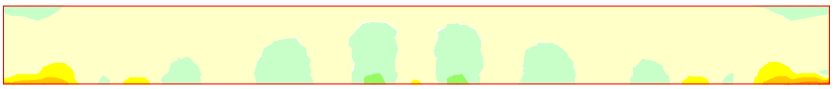
0.70 a 0.94
0.47 a 0.70
0.23 a 0.47
0.00 a 0.23
-0.00 a 0.00
-0.28 a -0.00
-0.57 a -0.28
-0.85 a -0.57

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

Cortante eje vertical



0.10 a 0.19
0.00 a 0.10
-0.00 a 0.00
-0.16 a -0.00
-0.31 a -0.16
-0.47 a -0.31
-0.62 a -0.47
-0.78 a -0.62

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

Momento de eje vertical (armado horizontal)

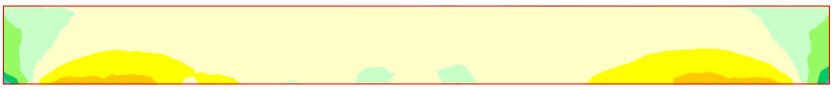
0.34 a 0.40
0.27 a 0.34
0.20 a 0.27
0.13 a 0.20
0.07 a 0.13
0.00 a 0.07
-0.00 a 0.00
-0.04 a -0.00

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

Momento de eje horizontal (armado vertical)



0.11 a 0.15
0.07 a 0.11
0.04 a 0.07
0.00 a 0.04
-0.00 a 0.00
-0.06 a -0.00
-0.11 a -0.06
-0.17 a -0.11

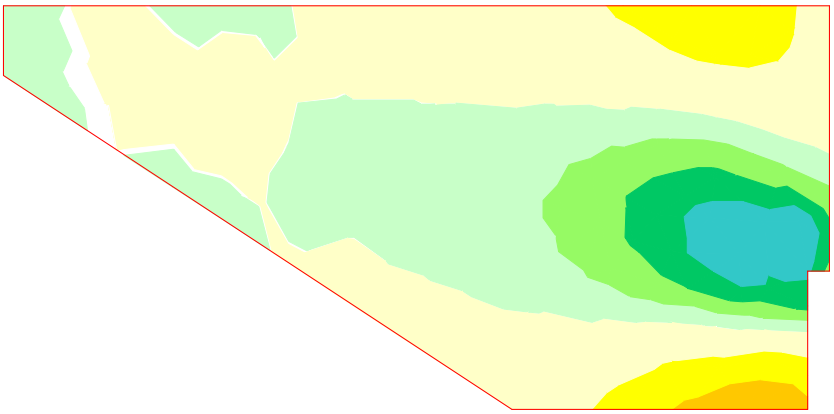
Unidades: kNm/m

4.5.4 Aleta 1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

Axil eje horizontal



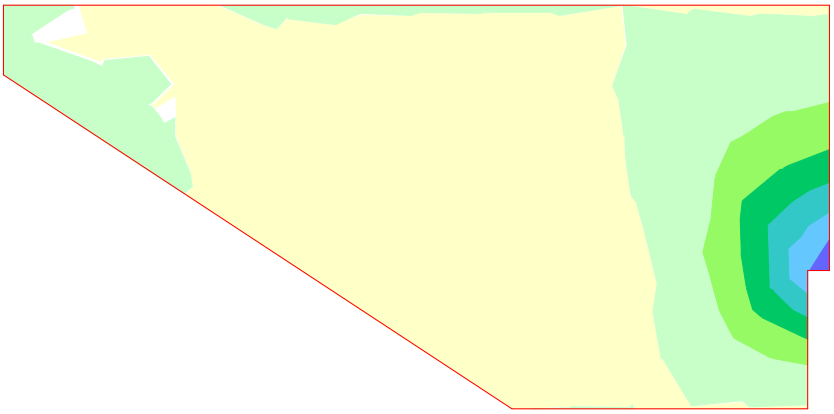
2.30 a 3.07
1.53 a 2.30
0.77 a 1.53
0.00 a 0.77
-0.00 a 0.00
-1.48 a -0.00
-2.97 a -1.48
-4.45 a -2.97

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

Axil eje vertical



12.48 a 14.97
9.98 a 12.48
7.49 a 9.98
4.99 a 7.49
2.50 a 4.99
0.00 a 2.50
-0.00 a 0.00
-0.66 a -0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

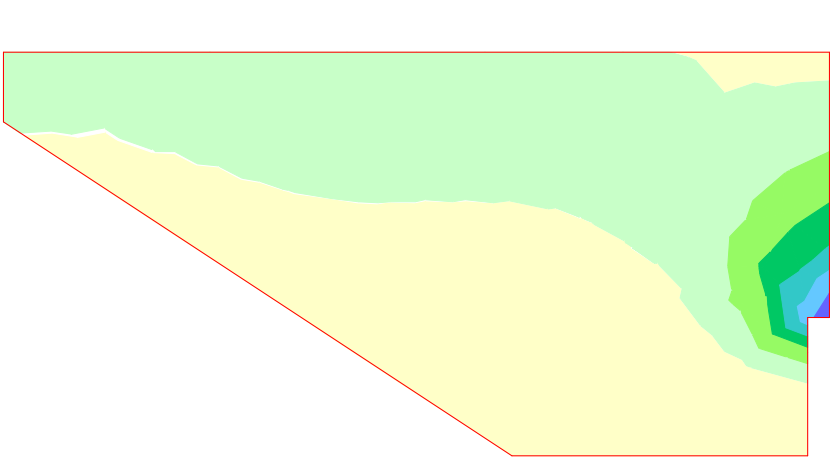
Peso propio. Tablero

Cortante eje horizontal

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

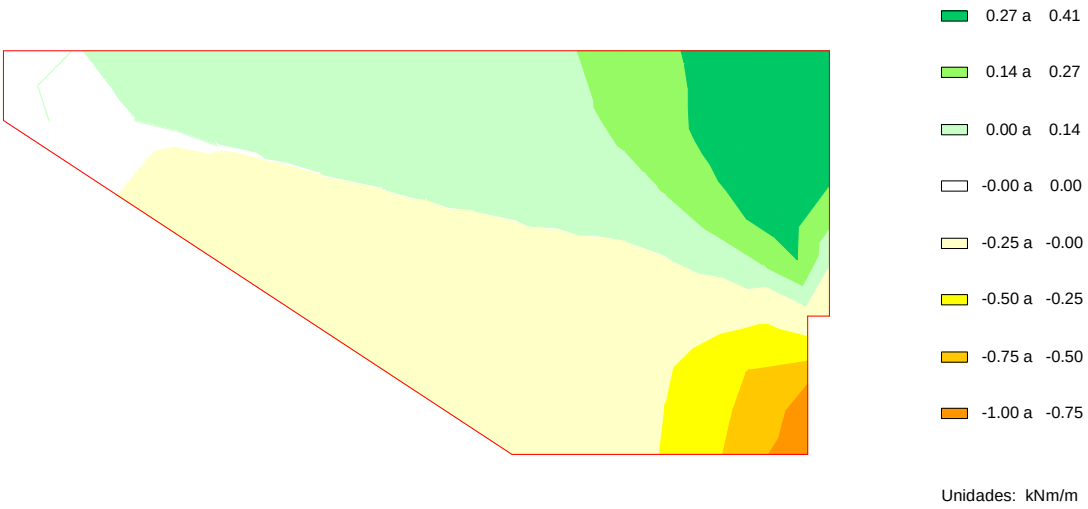
Cortante eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

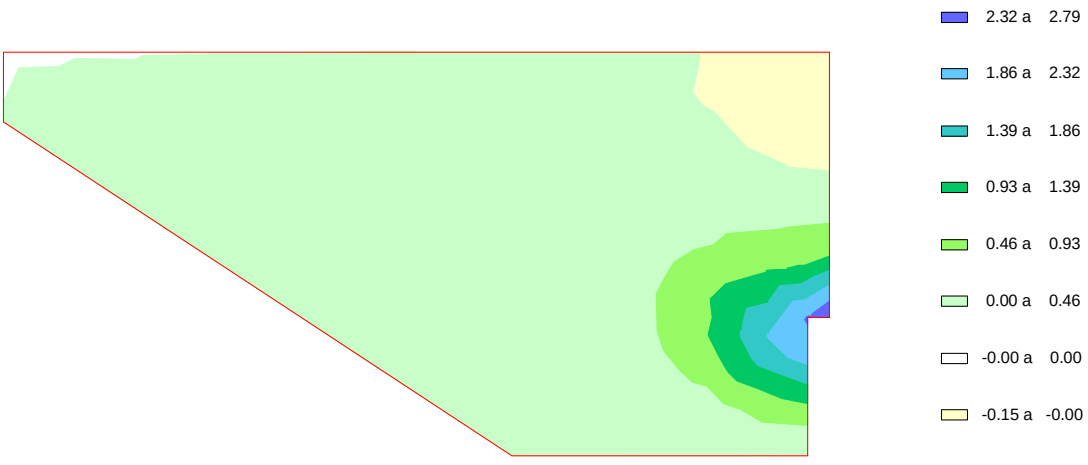
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

Momento de eje horizontal (armado vertical)

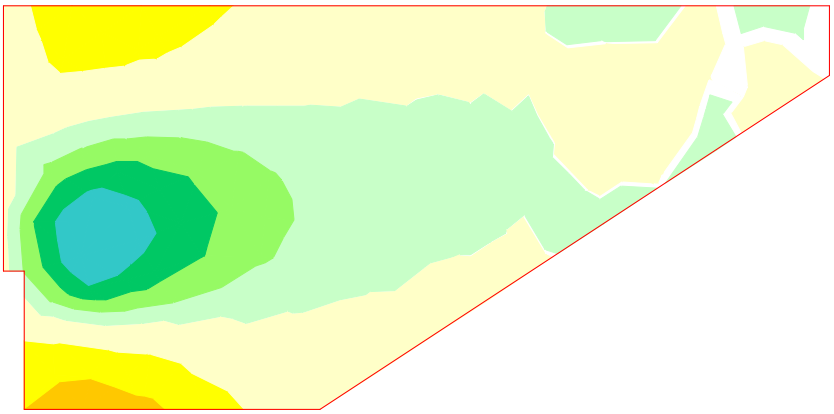


4.5.5 Aleta 2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

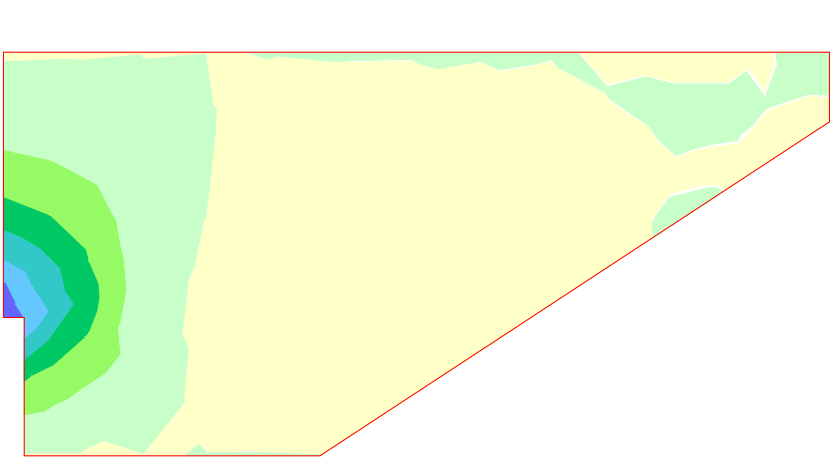
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

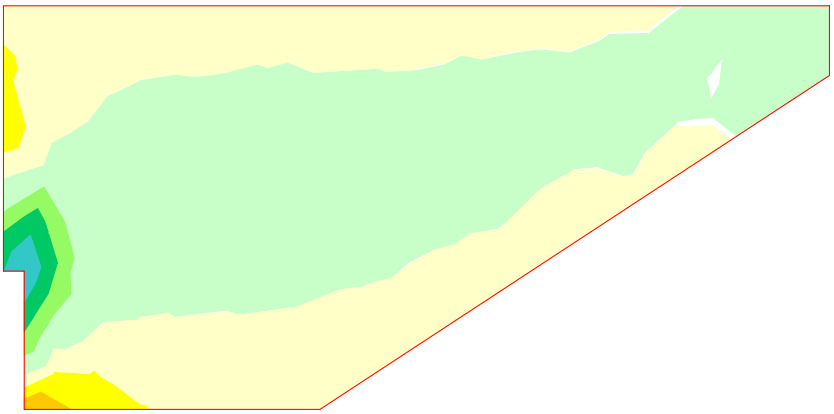
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

Cortante eje horizontal



4.61 a 6.15

3.07 a 4.61

1.54 a 3.07

0.00 a 1.54

-0.00 a 0.00

-0.89 a -0.00

-1.78 a -0.89

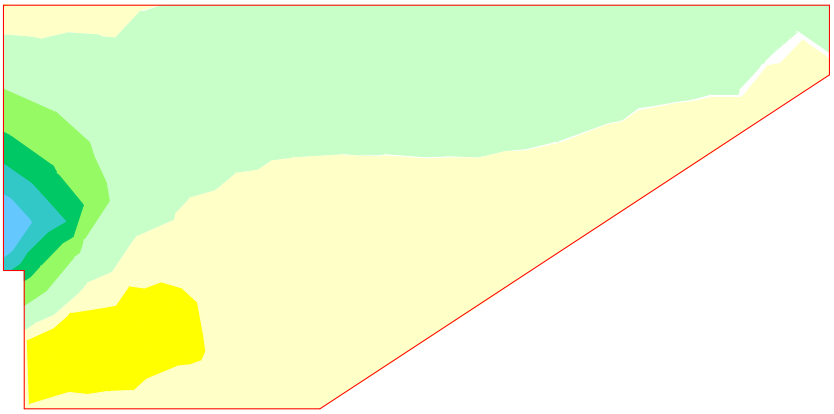
-2.67 a -1.78

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

Cortante eje vertical



3.19 a 3.99

2.39 a 3.19

1.59 a 2.39

0.80 a 1.59

0.00 a 0.80

-0.00 a 0.00

-0.37 a -0.00

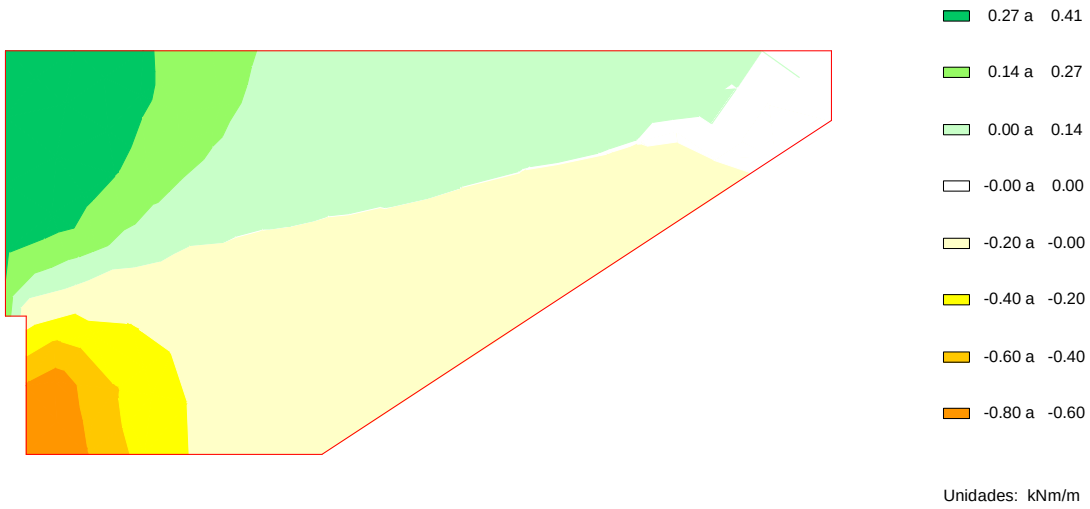
-0.74 a -0.37

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

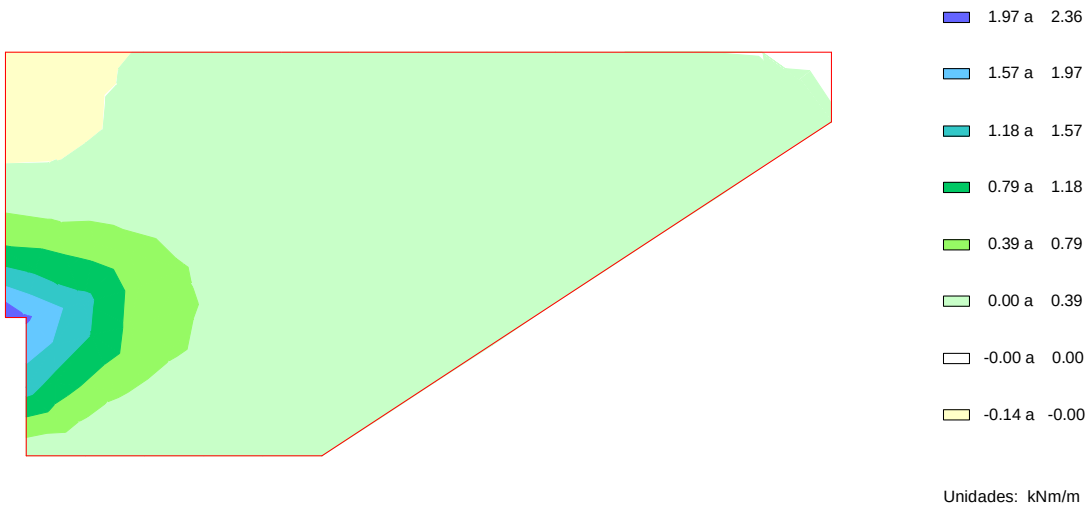
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

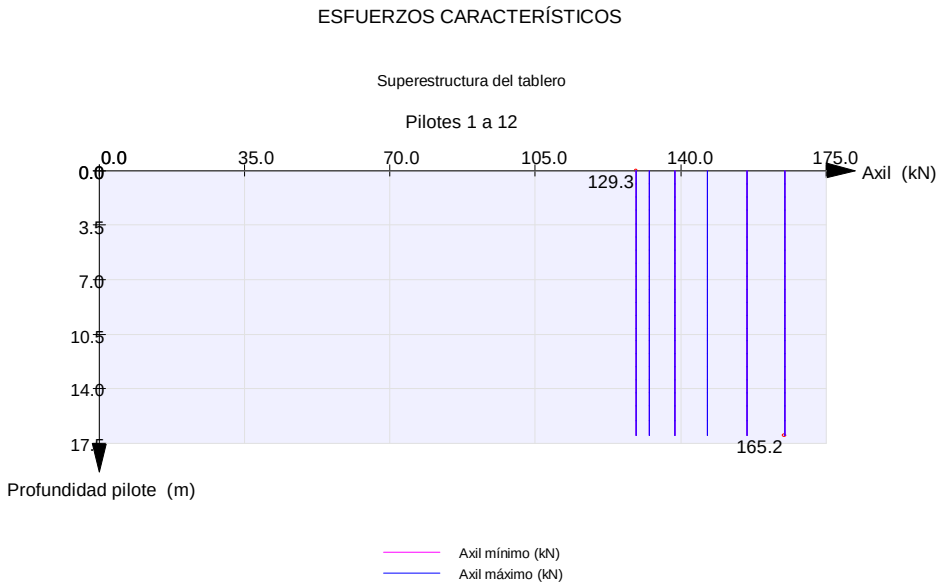
Peso propio. Tablero

Momento de eje horizontal (armado vertical)

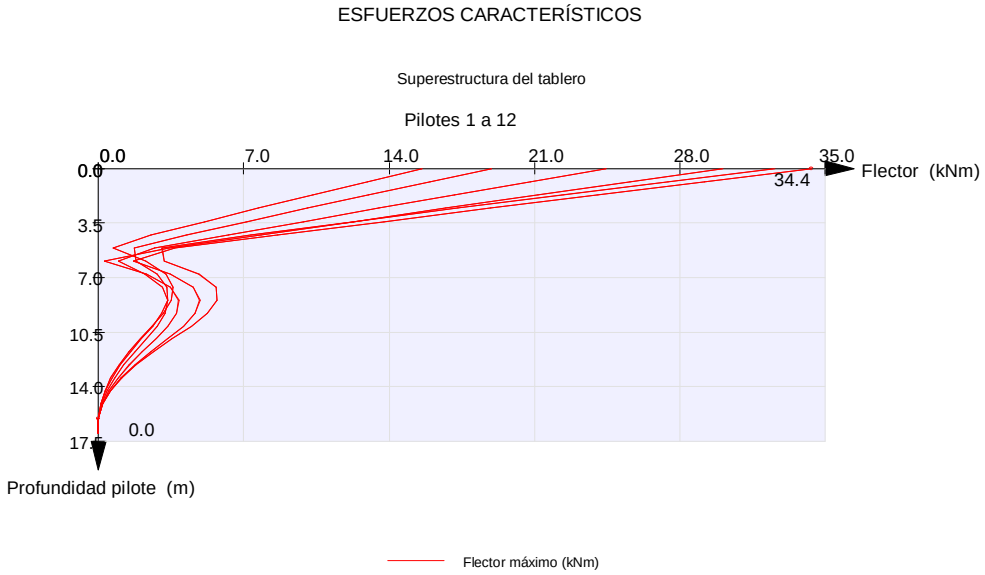


4.6 Superestructura del tablero

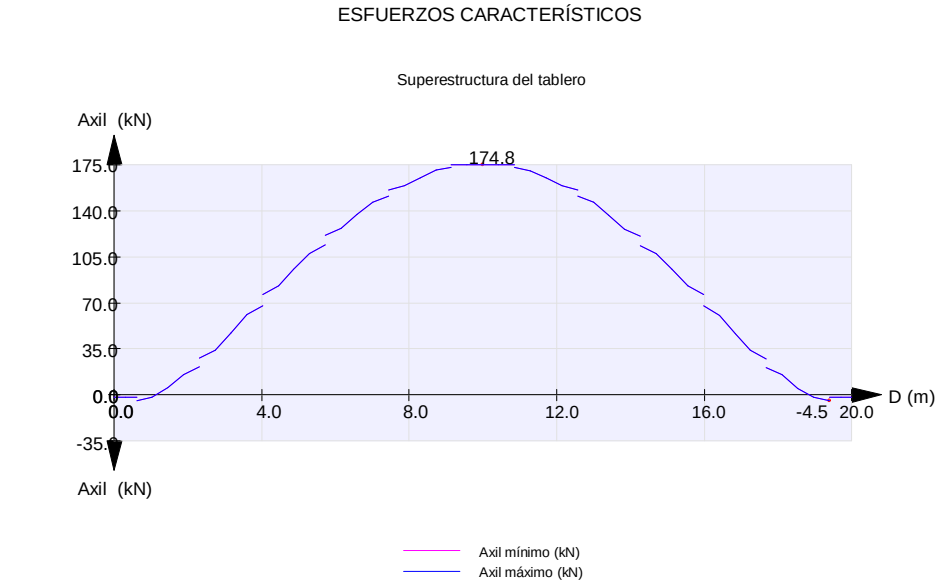
4.6.1 Pilotes


ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS
Superestructura del tablero
Pilotes 1 a 12
0.0
35.0
70.0
105.0
140.0
175.0
Axil (kN)
129.3
165.2
0.0
3.5
7.0
10.5
14.0
17.5
Profundidad pilote (m)
Axil mínimo (kN)
Axil máximo (kN)

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS
Superestructura del tablero
Pilotes 1 a 12
0.0
1.3
2.5
3.8
5.0
6.3
Cortante (kN)
6.1
0.0
3.5
7.0
10.5
14.0
17.5
Profundidad pilote (m)
Cortante máximo (kN)

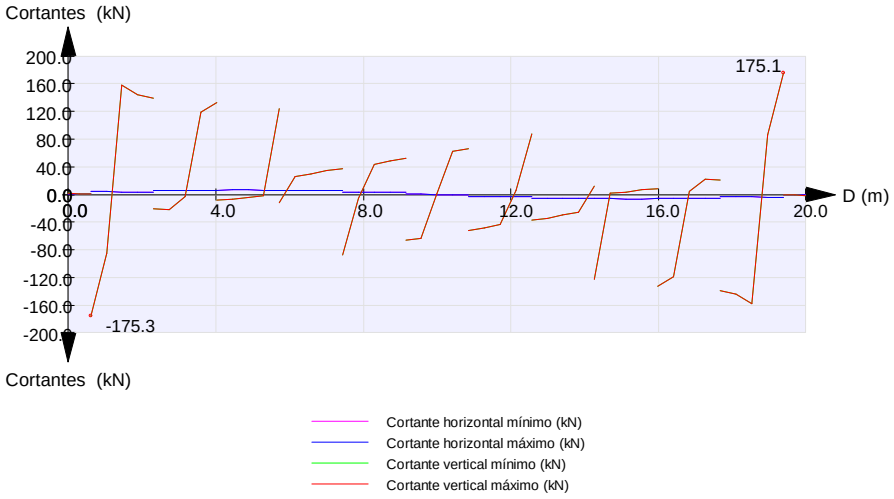


4.6.2 Cargadero



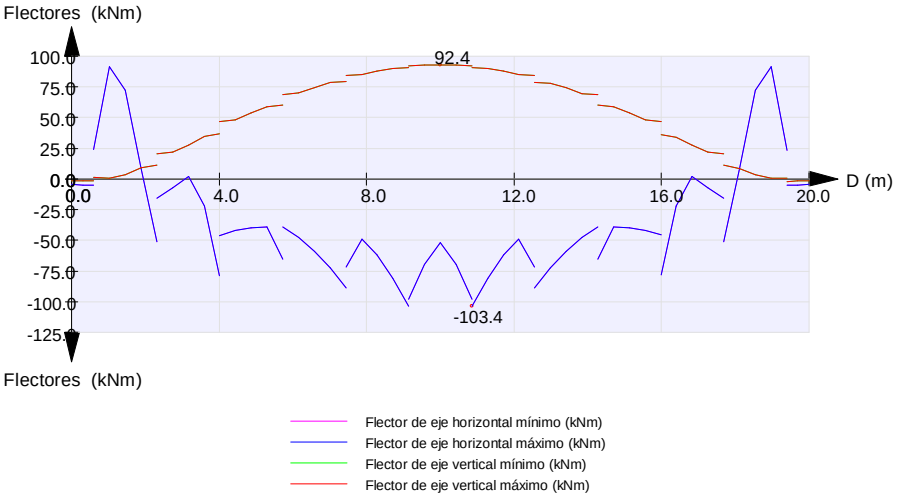
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero



4.6.3 Espaldón

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

Axil eje horizontal

0.00 a 19.89

-0.00 a 0.00

-37.16 a -0.00

-74.32 a -37.16

-111.48 a -74.32

-148.64 a -111.48

-185.80 a -148.64

-222.96 a -185.80

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

Axil eje vertical

9.14 a 13.72

4.57 a 9.14

0.00 a 4.57

-0.00 a 0.00

-6.86 a -0.00

-13.71 a -6.86

-20.57 a -13.71

-27.42 a -20.57

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

Cortante eje horizontal

0.85 a 1.13

0.56 a 0.85

0.28 a 0.56

0.00 a 0.28

-0.00 a 0.00

-0.38 a -0.00

-0.75 a -0.38

-1.13 a -0.75

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

Cortante eje vertical

0.32 a 0.42

0.21 a 0.32

0.11 a 0.21

0.00 a 0.11

-0.00 a 0.00

-0.20 a -0.00

-0.39 a -0.20

-0.59 a -0.39

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

Momento de eje vertical (armado horizontal)

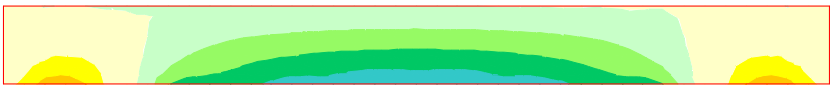
0.07 a 0.15
0.00 a 0.07
-0.00 a 0.00
-0.15 a -0.00
-0.31 a -0.15
-0.46 a -0.31
-0.61 a -0.46
-0.77 a -0.61

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

Momento de eje horizontal (armado vertical)



0.22 a 0.29
0.15 a 0.22
0.07 a 0.15
0.00 a 0.07
-0.00 a 0.00
-0.12 a -0.00
-0.24 a -0.12
-0.35 a -0.24

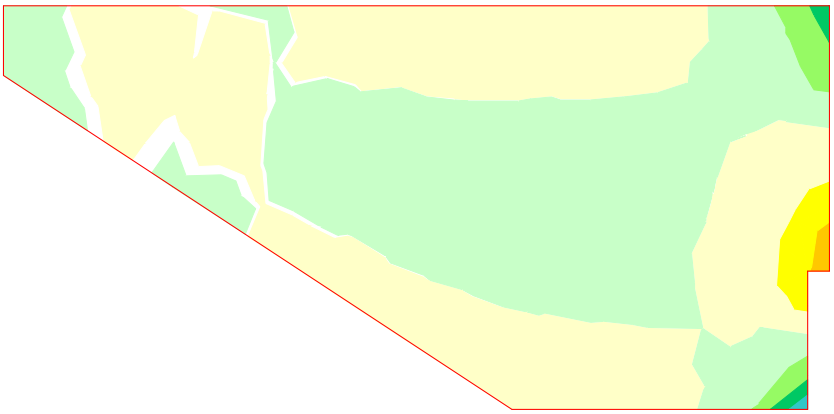
Unidades: kNm/m

4.6.4 Aleta 1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

Axil eje horizontal



1.18 a 1.58

0.79 a 1.18

0.39 a 0.79

0.00 a 0.39

-0.00 a 0.00

-0.55 a -0.00

-1.09 a -0.55

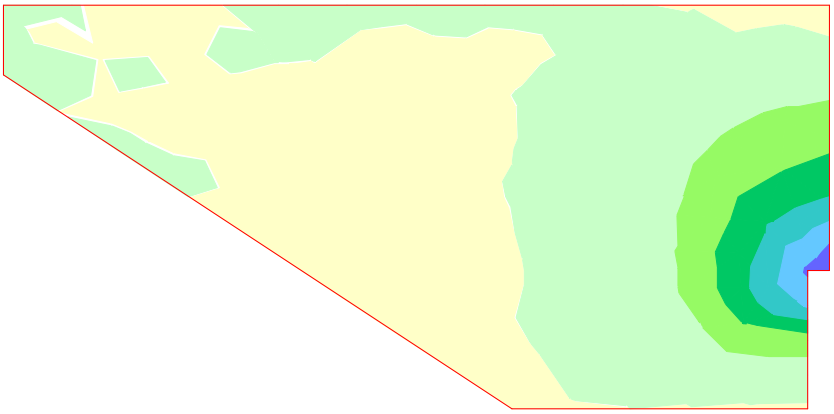
-1.64 a -1.09

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

Axil eje vertical



2.89 a 3.46

2.31 a 2.89

1.73 a 2.31

1.15 a 1.73

0.58 a 1.15

0.00 a 0.58

-0.00 a 0.00

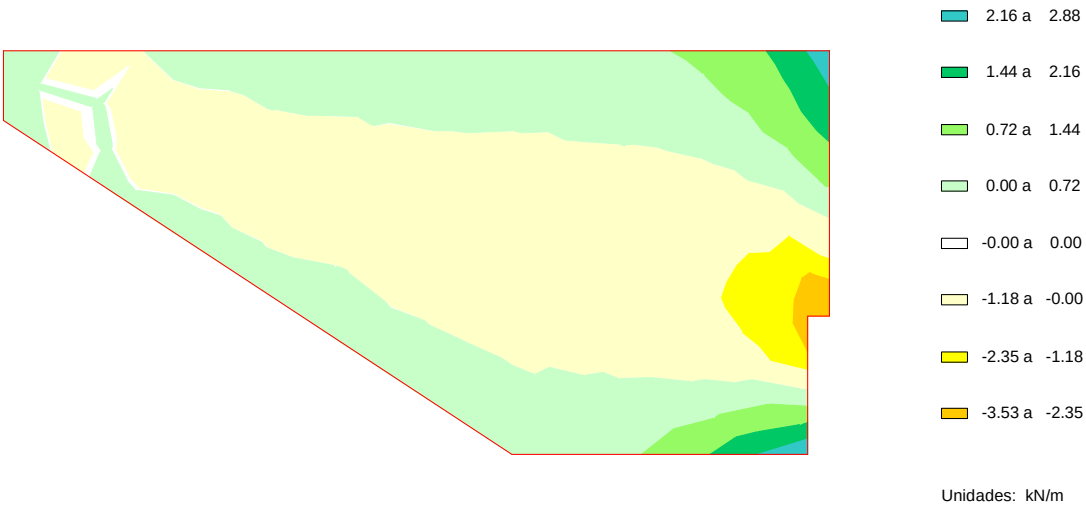
-0.27 a -0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

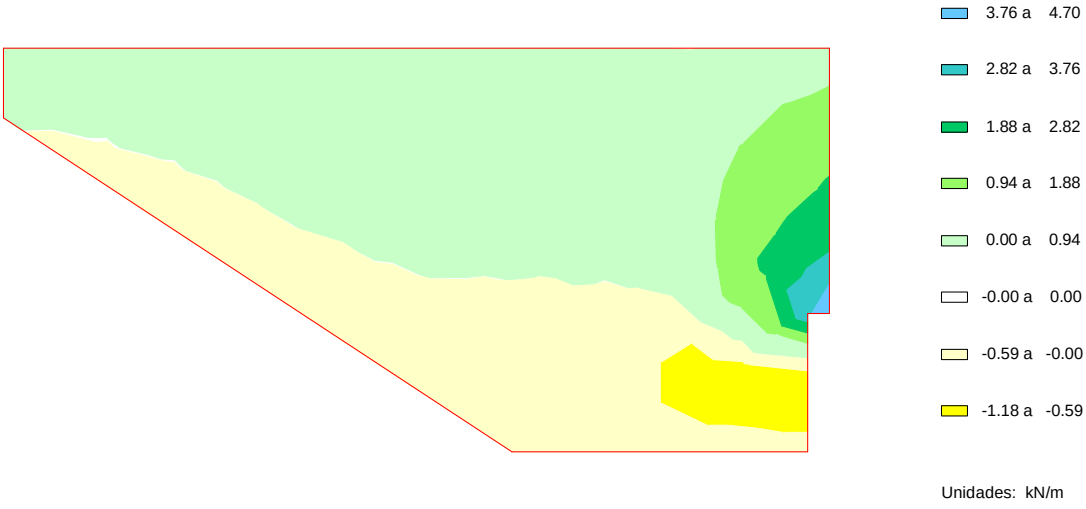
Cortante eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

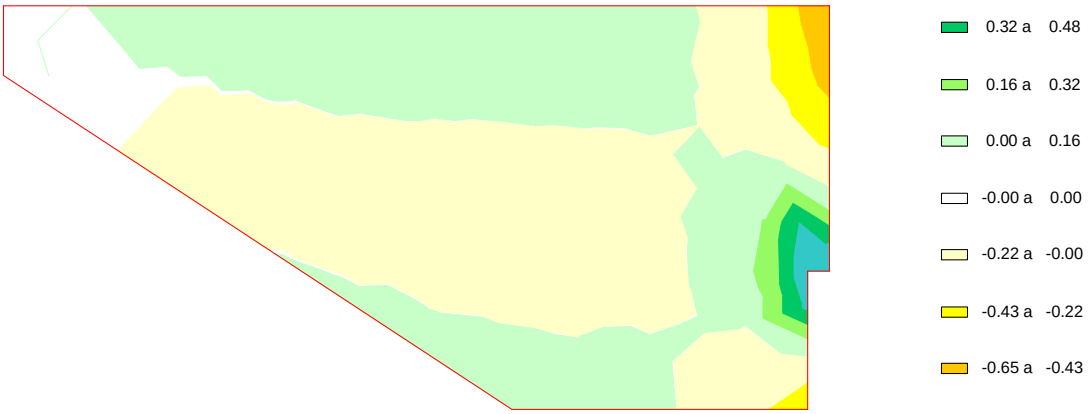
Cortante eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

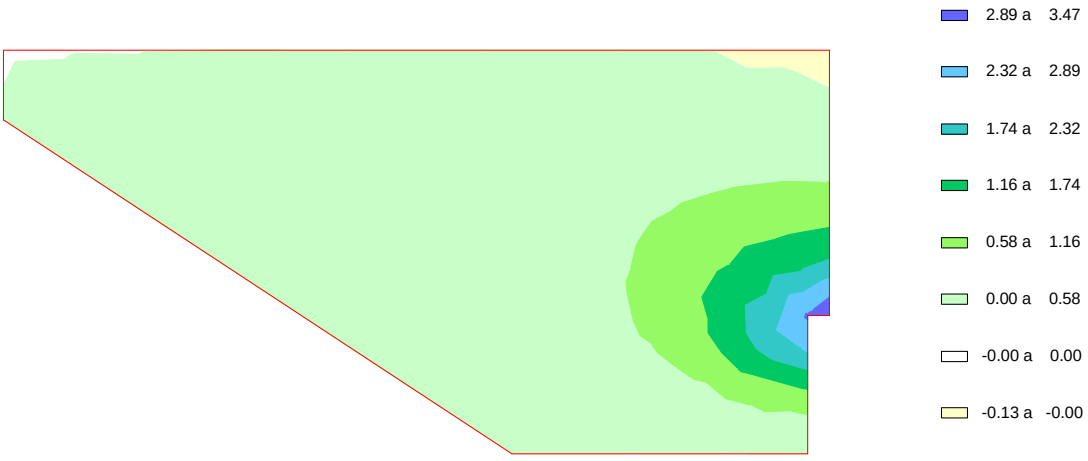
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

Momento de eje horizontal (armado vertical)

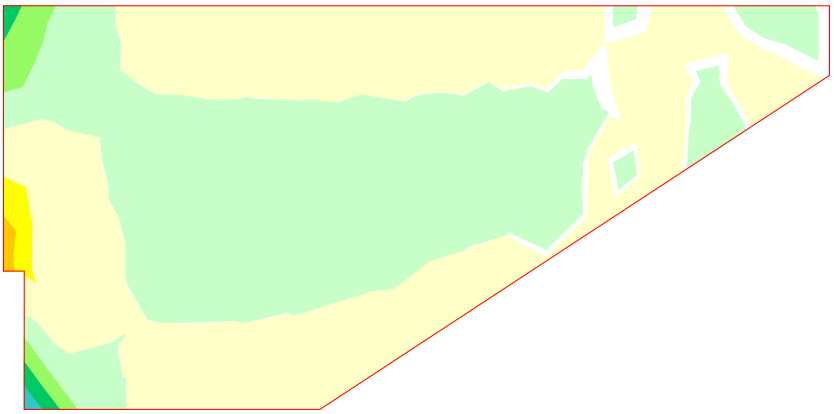


4.6.5 Aleta 2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

Axil eje horizontal



1.20 a 1.59

0.80 a 1.20

0.40 a 0.80

0.00 a 0.40

-0.00 a 0.00

-0.67 a -0.00

-1.34 a -0.67

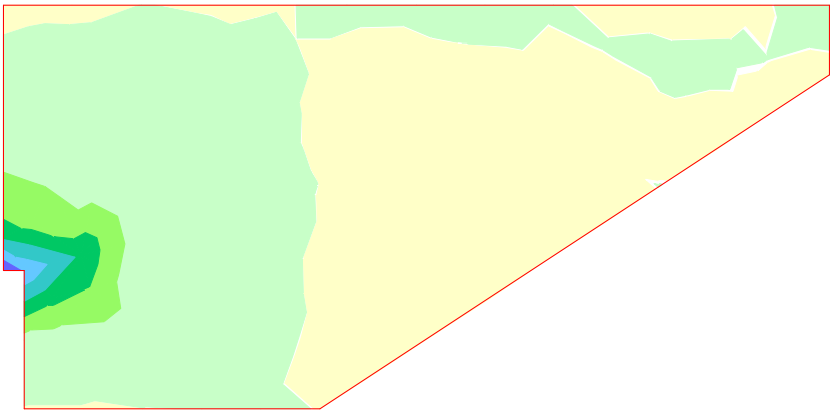
-2.01 a -1.34

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

Axil eje vertical



7.53 a 9.03

6.02 a 7.53

4.52 a 6.02

3.01 a 4.52

1.51 a 3.01

0.00 a 1.51

-0.00 a 0.00

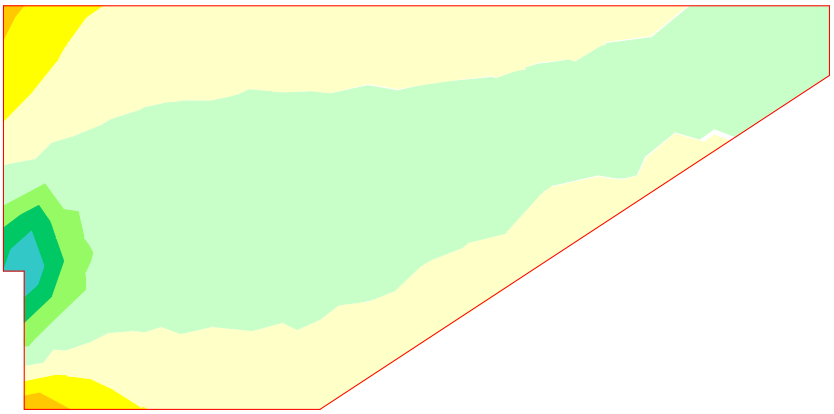
-0.25 a -0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

Cortante eje horizontal



4.37 a 5.82

2.91 a 4.37

1.46 a 2.91

0.00 a 1.46

-0.00 a 0.00

-1.12 a -0.00

-2.23 a -1.12

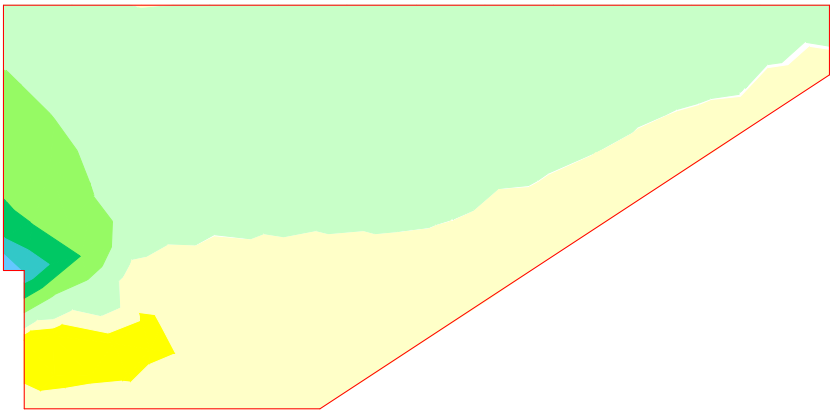
-3.35 a -2.23

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

Cortante eje vertical



5.73 a 7.16

4.30 a 5.73

2.86 a 4.30

1.43 a 2.86

0.00 a 1.43

-0.00 a 0.00

-0.60 a -0.00

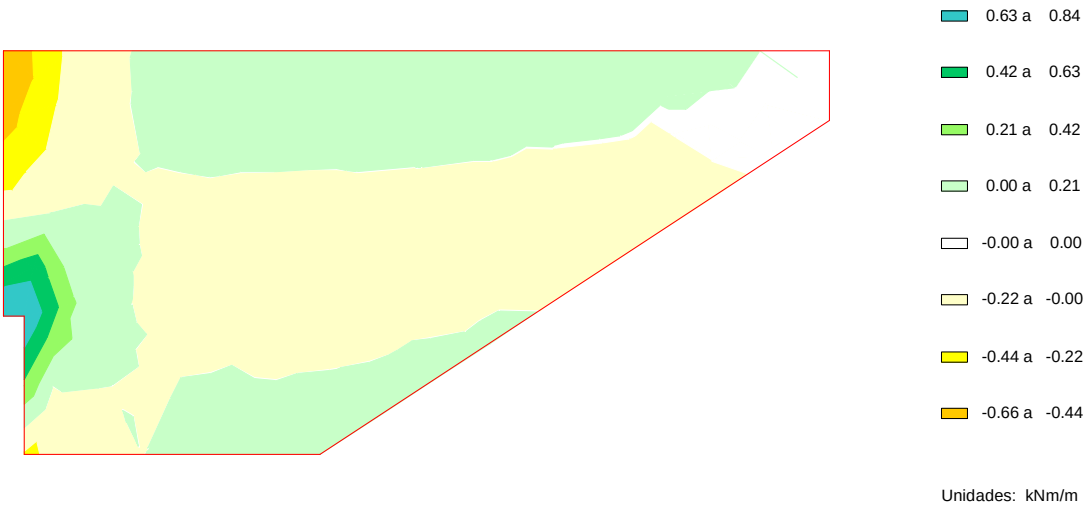
-1.20 a -0.60

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

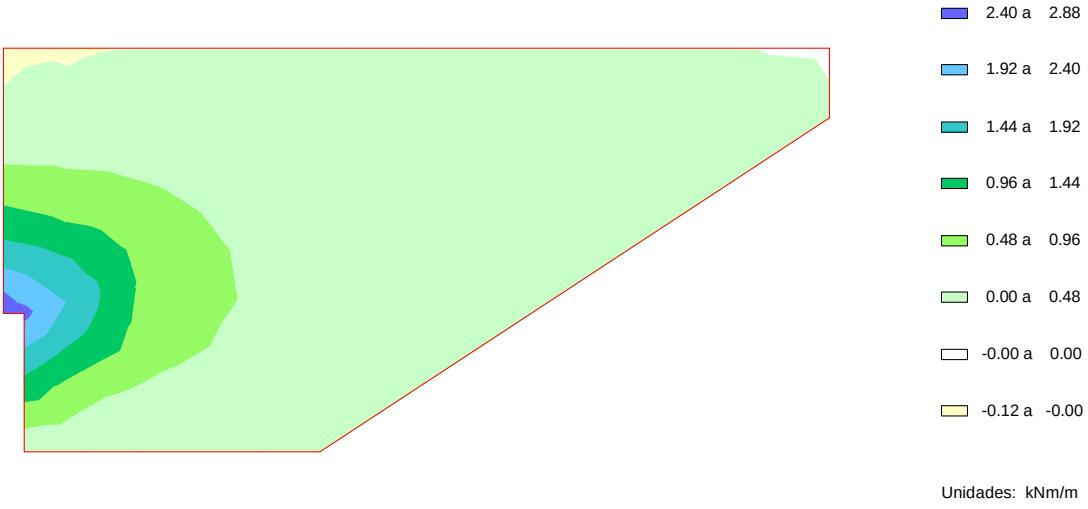
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

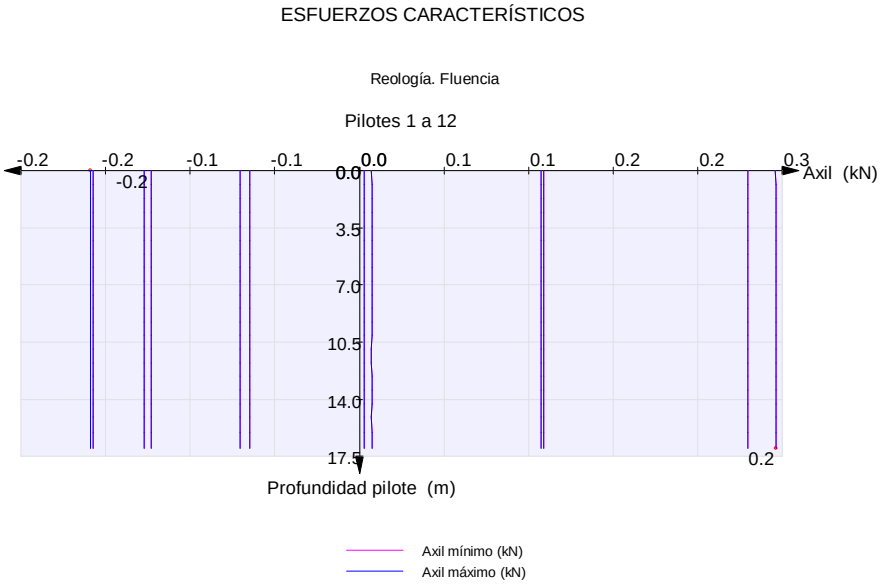
Superestructura del tablero

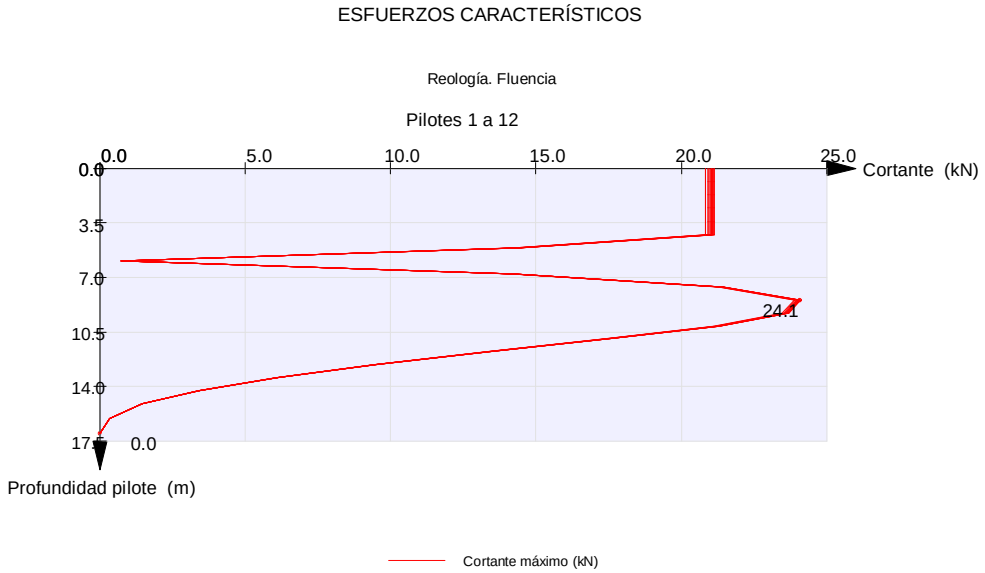
Momento de eje horizontal (armado vertical)

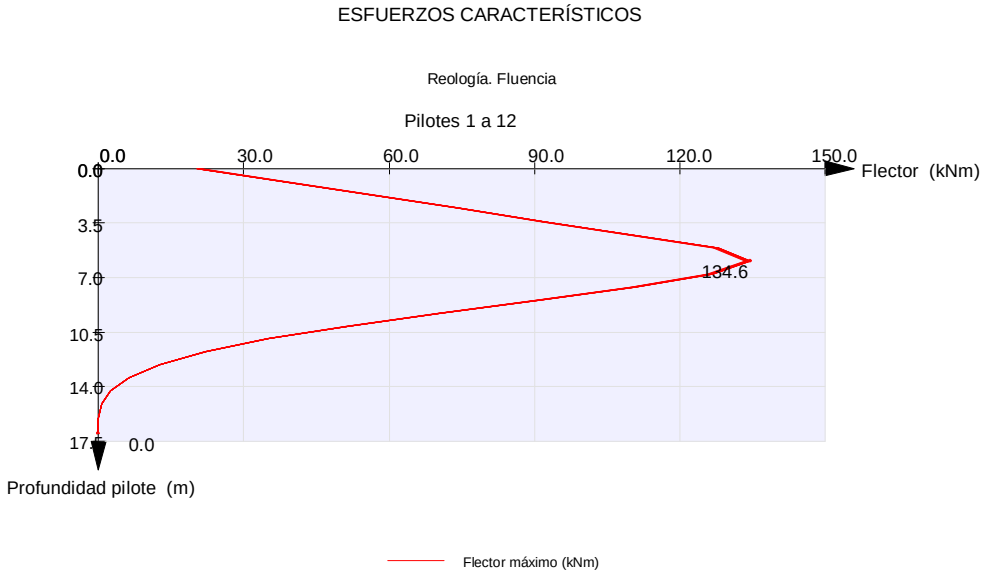


4.7 Reología. Fluencia

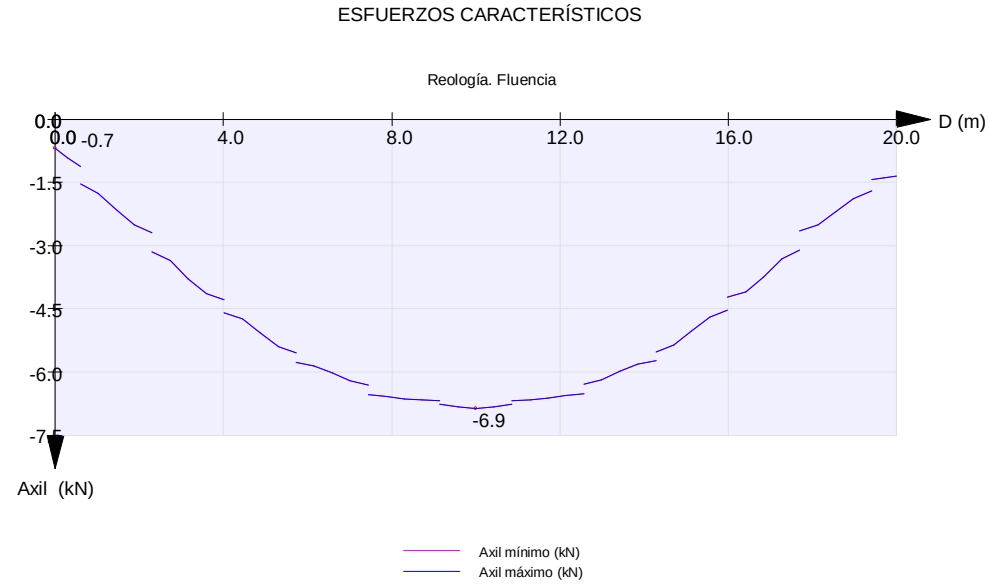
4.7.1 Pilotes


ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS
Reología. Fluencia
Pilotes 1 a 12
-0.2
-0.2
-0.1
-0.1
0.0
0.1
0.1
0.2
0.2
0.3
Axil (kN)
0.0
3.5
7.0
10.5
14.0
17.5
0.2
Profundidad pilote (m)
Axil mínimo (kN)
Axil máximo (kN)


ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS
Reología. Fluencia
Pilotes 1 a 12
0.0
5.0
10.0
15.0
20.0
25.0
Cortante (kN)
0.0
3.5
7.0
10.5
14.0
17.5
24.1
0.0
Profundidad pilote (m)
Cortante máximo (kN)

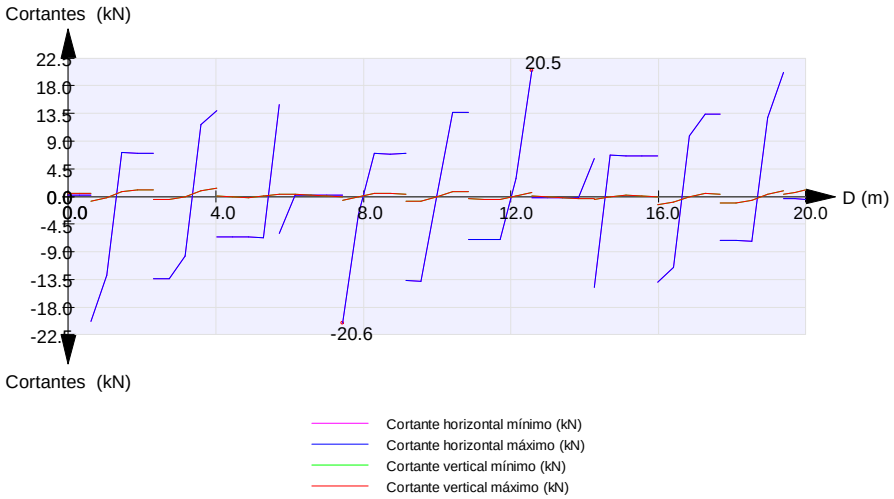


4.7.2 Cargadero



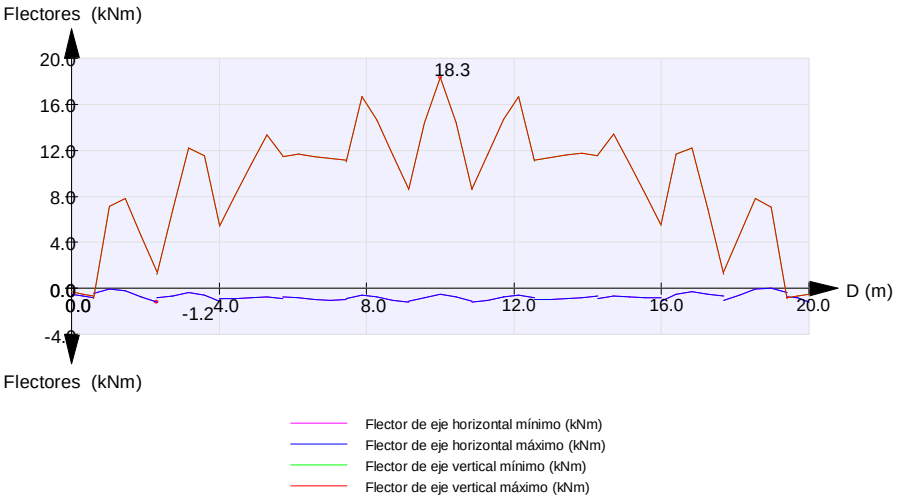
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Fluencia



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Fluencia

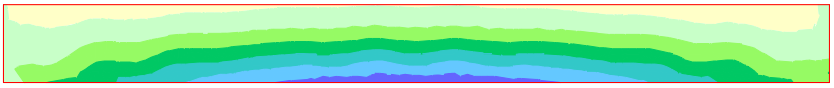


4.7.3 Espaldón

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Fluencia

Axil eje horizontal



4.32 a 5.18
3.45 a 4.32
2.59 a 3.45
1.73 a 2.59
0.86 a 1.73
0.00 a 0.86
-0.00 a 0.00
-0.56 a -0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Fluencia

Axil eje vertical

0.76 a 1.01
0.51 a 0.76
0.25 a 0.51
0.00 a 0.25
-0.00 a 0.00
-0.31 a -0.00
-0.61 a -0.31
-0.92 a -0.61

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Fluencia

Cortante eje horizontal

0.19 a 0.29

0.10 a 0.19

0.00 a 0.10

-0.00 a 0.00

-0.13 a -0.00

-0.26 a -0.13

-0.39 a -0.26

-0.52 a -0.39

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Fluencia

Cortante eje vertical

0.06 a 0.08

0.03 a 0.06

0.00 a 0.03

-0.00 a 0.00

-0.05 a -0.00

-0.10 a -0.05

-0.15 a -0.10

-0.20 a -0.15

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Fluencia

Momento de eje vertical (armado horizontal)

0.15 a 0.20
0.10 a 0.15
0.05 a 0.10
0.00 a 0.05
-0.00 a 0.00
-0.06 a -0.00
-0.12 a -0.06
-0.19 a -0.12

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Fluencia

Momento de eje horizontal (armado vertical)

0.05 a 0.07
0.04 a 0.05
0.02 a 0.04
0.00 a 0.02
-0.00 a 0.00
-0.02 a -0.00
-0.03 a -0.02
-0.05 a -0.03

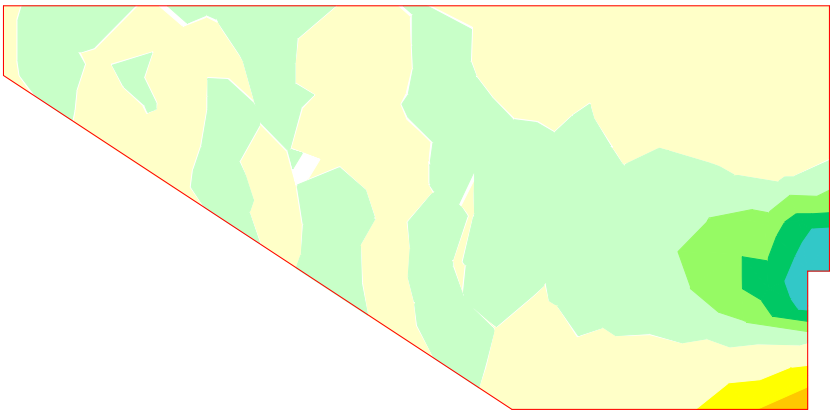
Unidades: kNm/m

4.7.4 Aleta 1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Fluencia

Axil eje horizontal



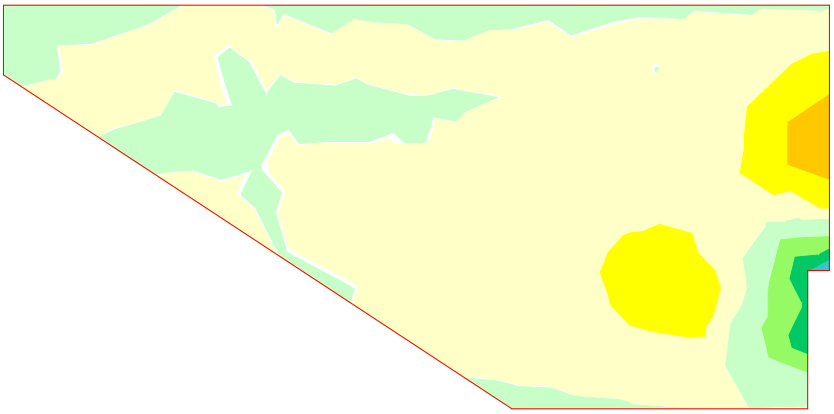
0.31 a 0.42
0.21 a 0.31
0.10 a 0.21
0.00 a 0.10
-0.00 a 0.00
-0.16 a -0.00
-0.32 a -0.16
-0.47 a -0.32

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Fluencia

Axil eje vertical



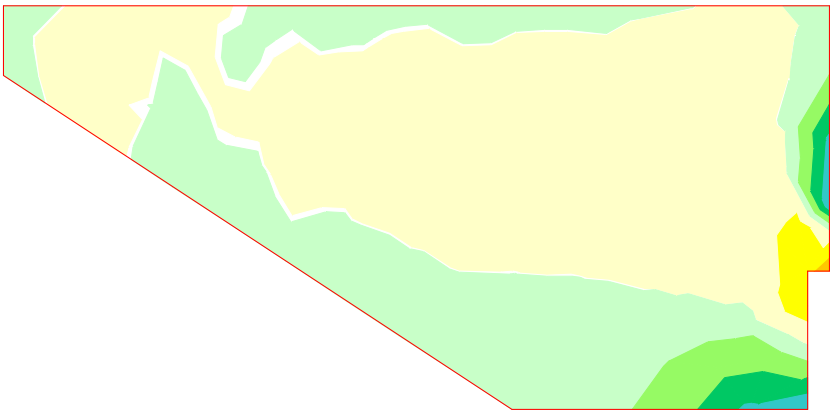
0.32 a 0.43
0.21 a 0.32
0.11 a 0.21
0.00 a 0.11
-0.00 a 0.00
-0.06 a -0.00
-0.12 a -0.06
-0.18 a -0.12

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Fluencia

Cortante eje horizontal



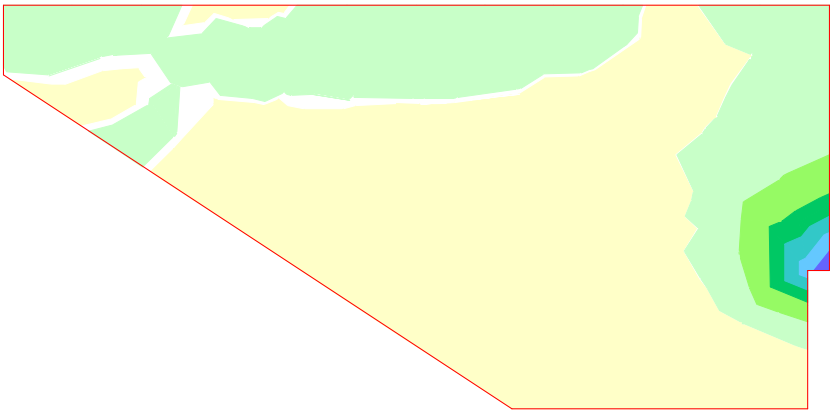
0.13 a 0.17
0.08 a 0.13
0.04 a 0.08
0.00 a 0.04
-0.00 a 0.00
-0.07 a -0.00
-0.14 a -0.07
-0.21 a -0.14

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Fluencia

Cortante eje vertical



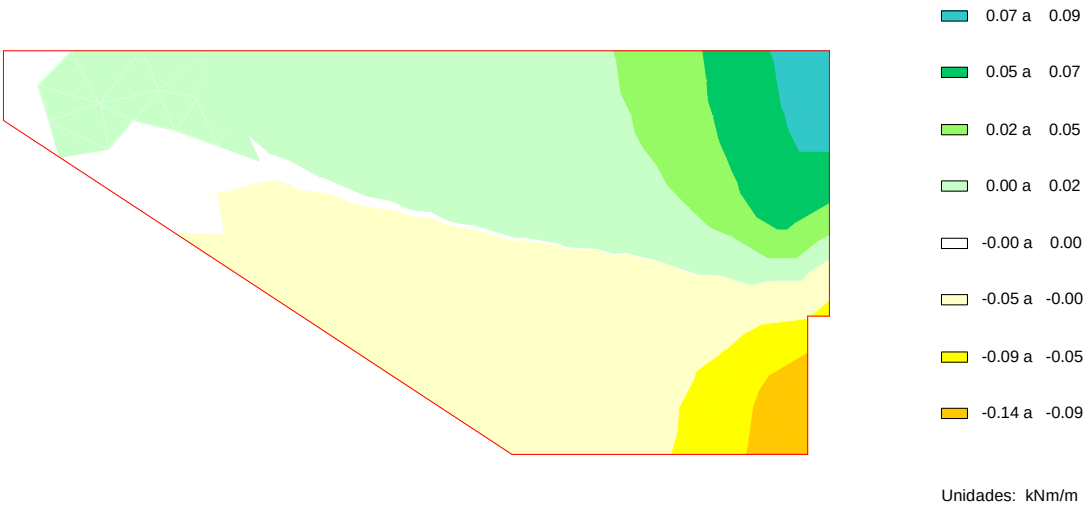
0.65 a 0.78
0.52 a 0.65
0.39 a 0.52
0.26 a 0.39
0.13 a 0.26
0.00 a 0.13
-0.00 a 0.00
-0.06 a -0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Fluencia

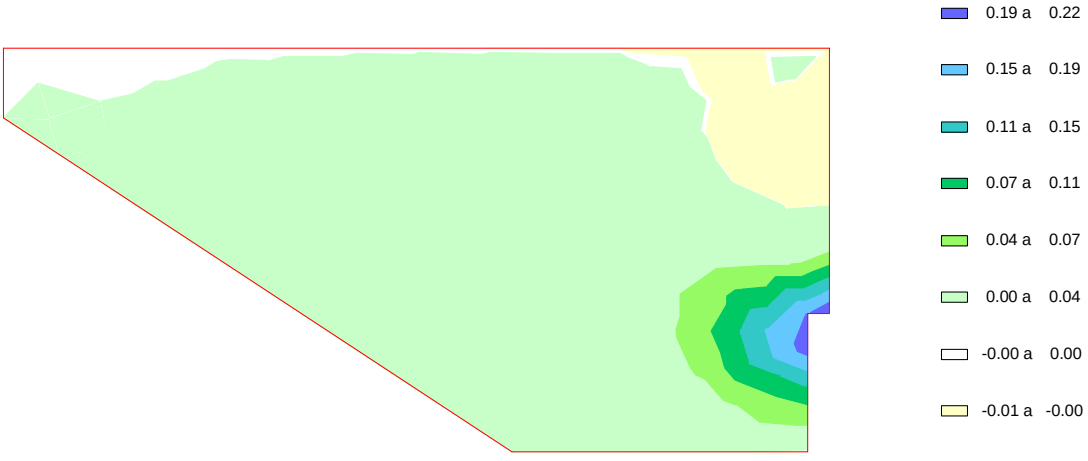
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Fluencia

Momento de eje horizontal (armado vertical)

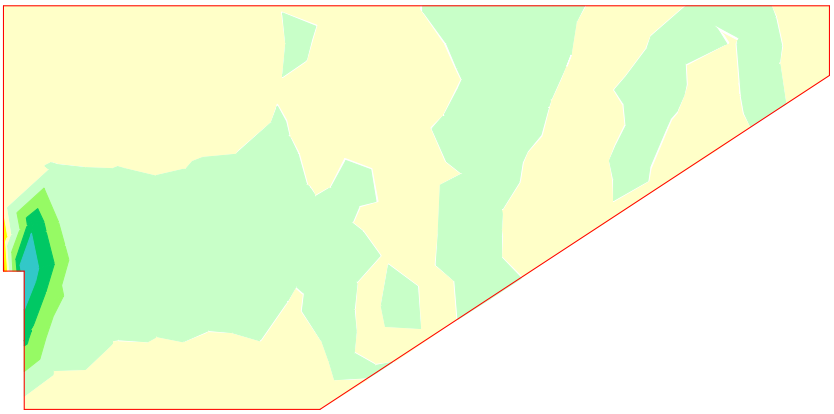


4.7.5 Aleta 2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Fluencia

Axil eje horizontal



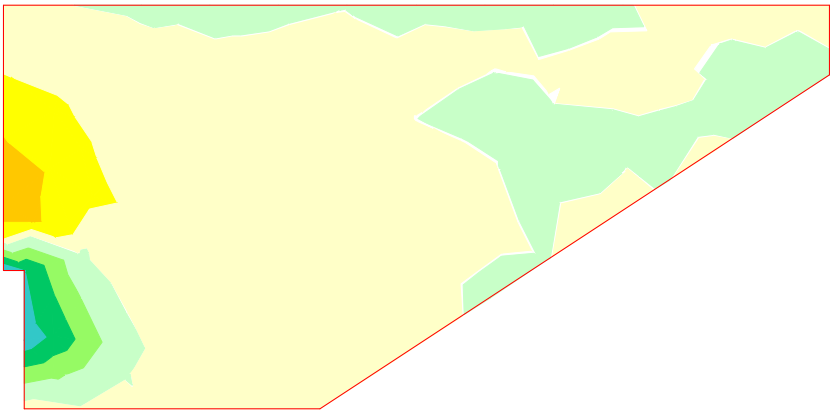
6.60 a 8.80
4.40 a 6.60
2.20 a 4.40
0.00 a 2.20
-0.00 a 0.00
-1.16 a -0.00
-2.31 a -1.16
-3.47 a -2.31

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Fluencia

Axil eje vertical



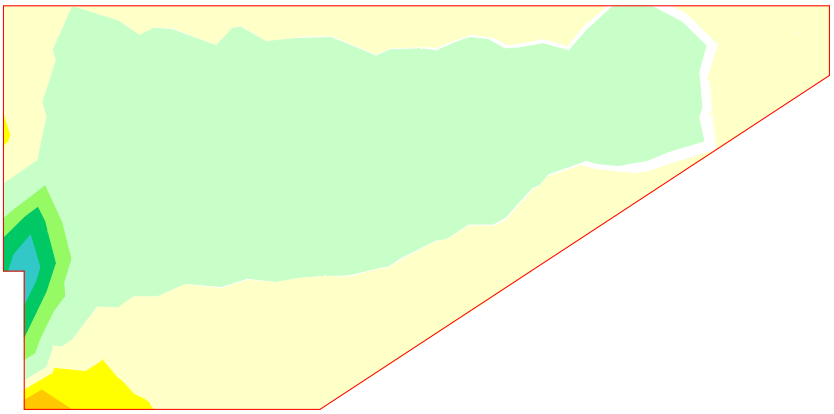
0.92 a 1.22
0.61 a 0.92
0.31 a 0.61
0.00 a 0.31
-0.00 a 0.00
-0.20 a -0.00
-0.40 a -0.20
-0.60 a -0.40

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Fluencia

Cortante eje horizontal



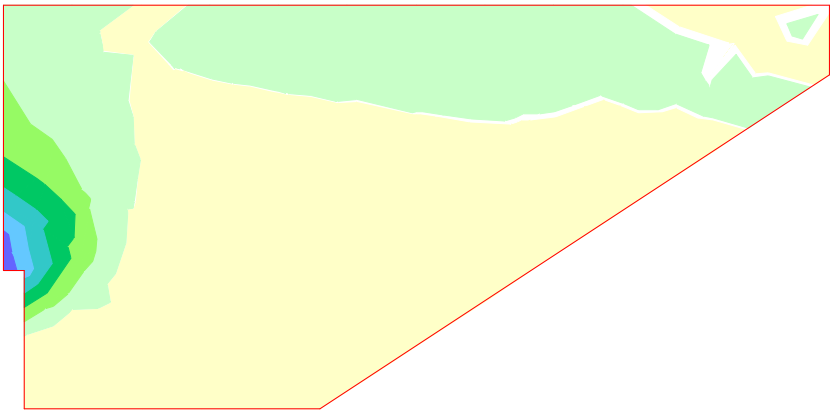
1.06 a 1.41
0.71 a 1.06
0.35 a 0.71
0.00 a 0.35
-0.00 a 0.00
-0.18 a -0.00
-0.35 a -0.18
-0.53 a -0.35

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Fluencia

Cortante eje vertical



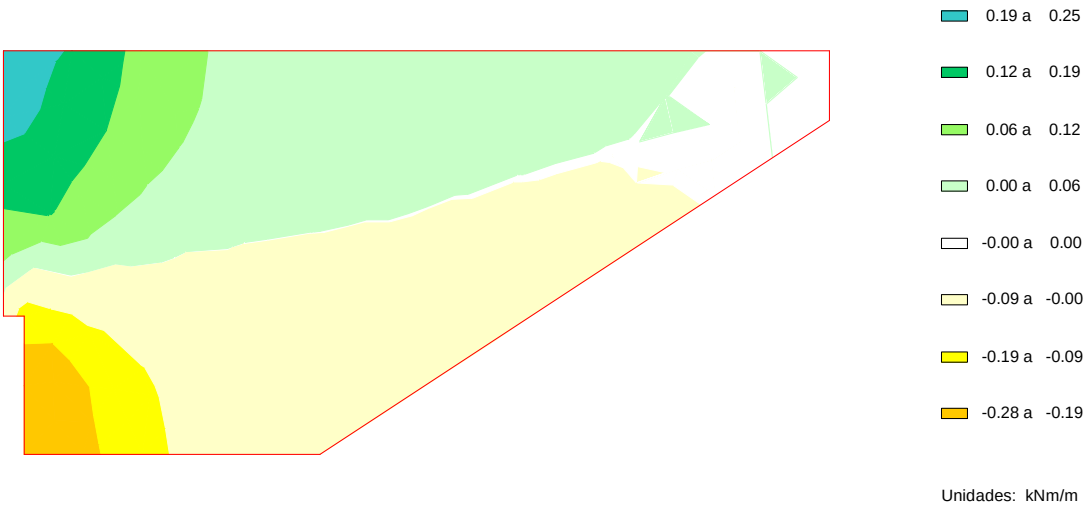
0.98 a 1.18
0.79 a 0.98
0.59 a 0.79
0.39 a 0.59
0.20 a 0.39
0.00 a 0.20
-0.00 a 0.00
-0.14 a -0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Fluencia

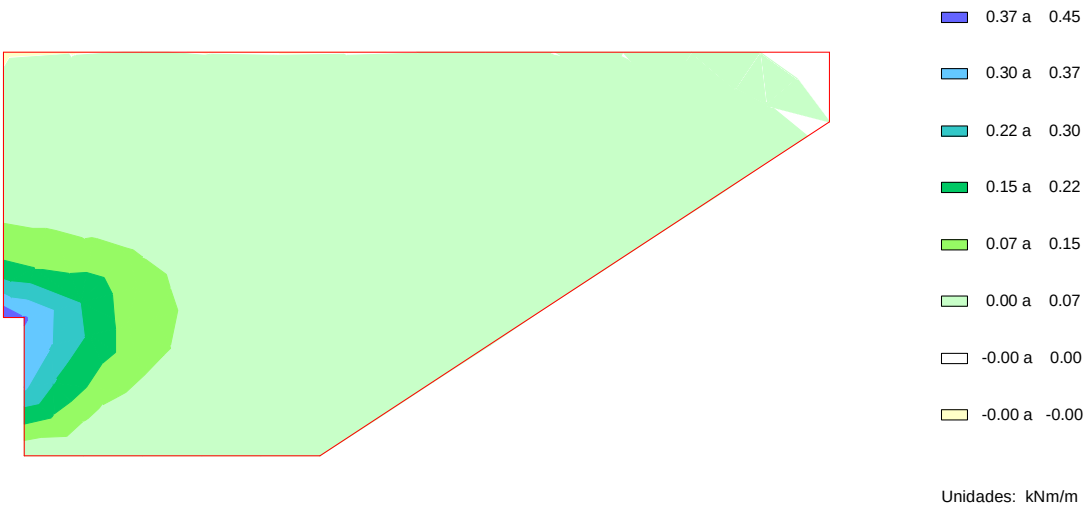
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Fluencia

Momento de eje horizontal (armado vertical)

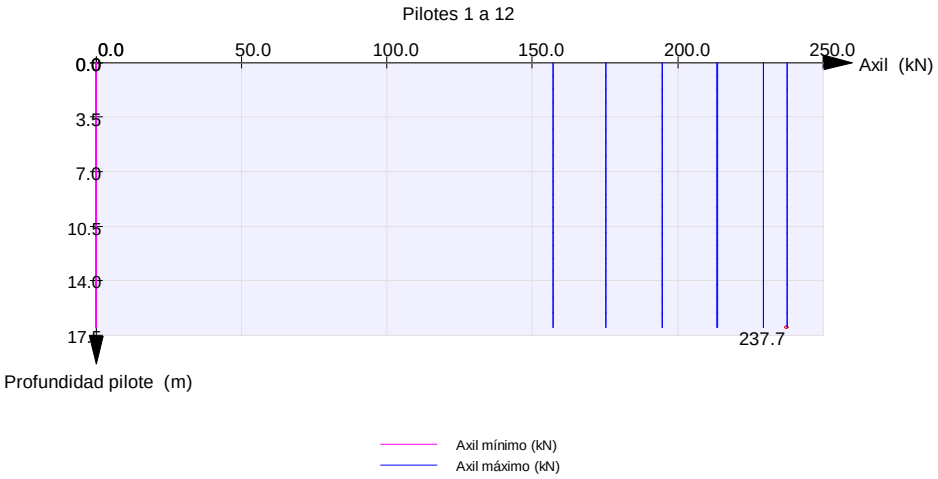


4.8 Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

4.8.1 Pilotes

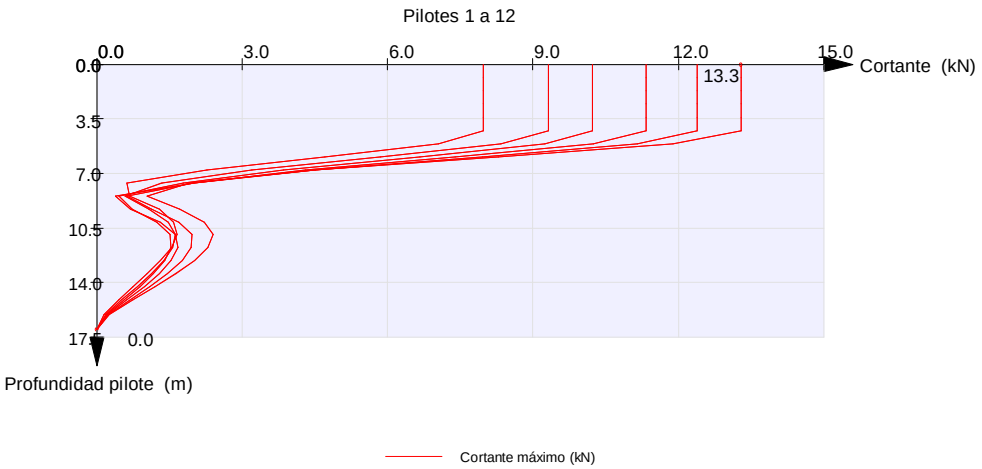
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

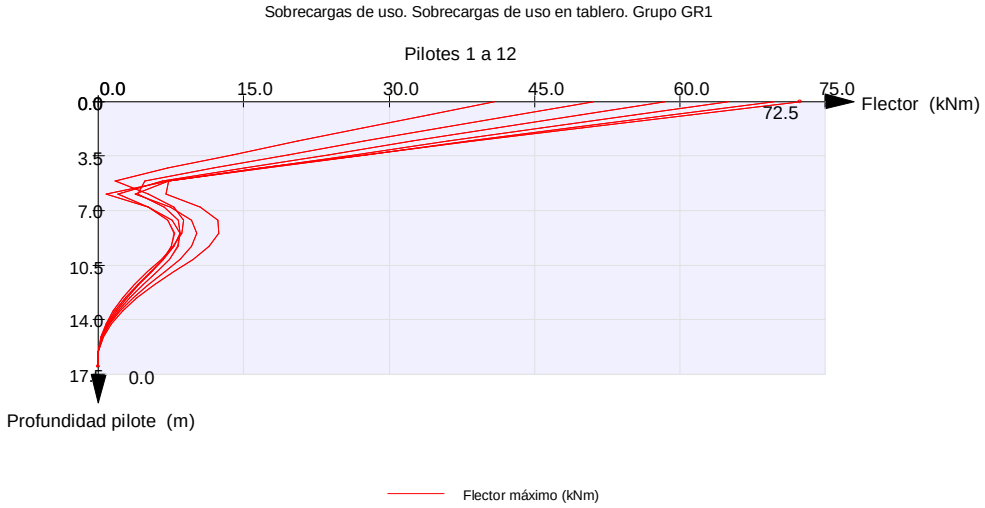


ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

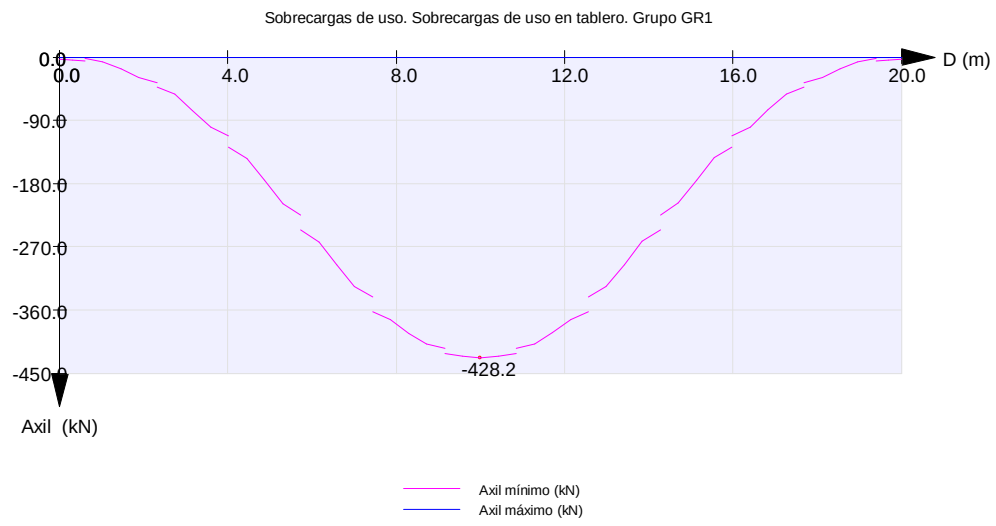


ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS



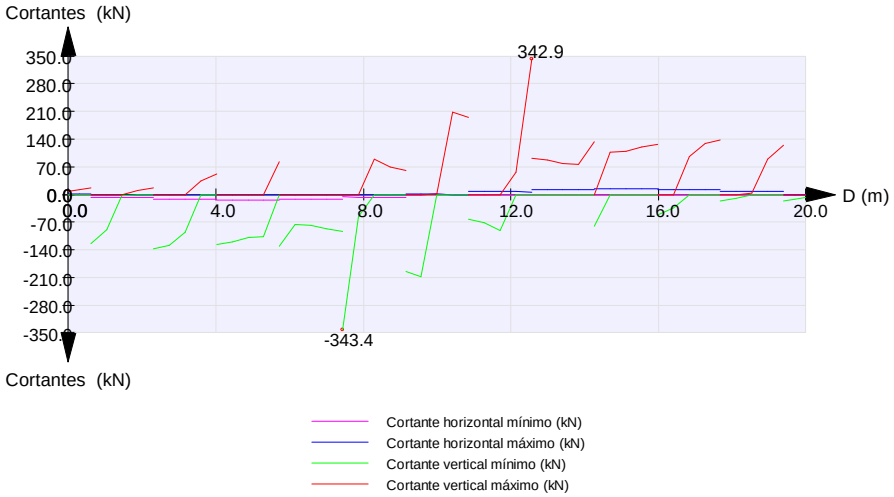
4.8.2 Cargadero

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS



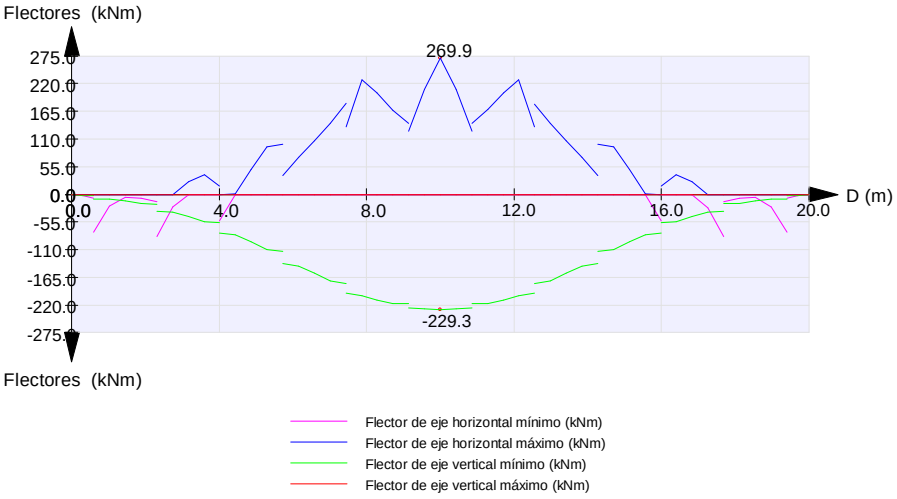
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

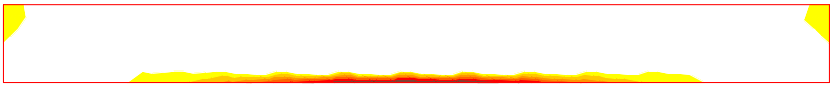


4.8.3 Espaldón

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Axil eje horizontal



-0.00 a 0.00
-7.70 a -0.00
-15.40 a -7.70
-23.11 a -15.40
-30.81 a -23.11
-38.51 a -30.81
-46.21 a -38.51
-53.91 a -46.21

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Axil eje vertical

0.00 a 0.10
-0.00 a 0.00
-7.81 a -0.00
-15.62 a -7.81
-23.42 a -15.62
-31.23 a -23.42
-39.04 a -31.23
-46.85 a -39.04

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Cortante eje horizontal

0.00 a 0.10
-0.00 a 0.00
-0.27 a -0.00
-0.55 a -0.27
-0.82 a -0.55
-1.09 a -0.82
-1.36 a -1.09
-1.64 a -1.36

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Cortante eje vertical

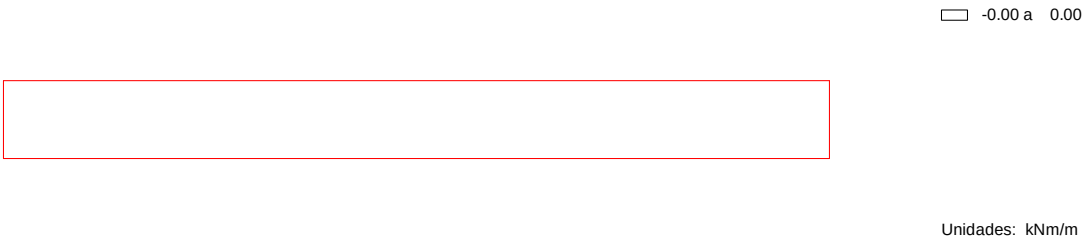
0.00 a 0.10
-0.00 a 0.00
-0.13 a -0.00
-0.26 a -0.13
-0.39 a -0.26
-0.52 a -0.39
-0.65 a -0.52
-0.77 a -0.65

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

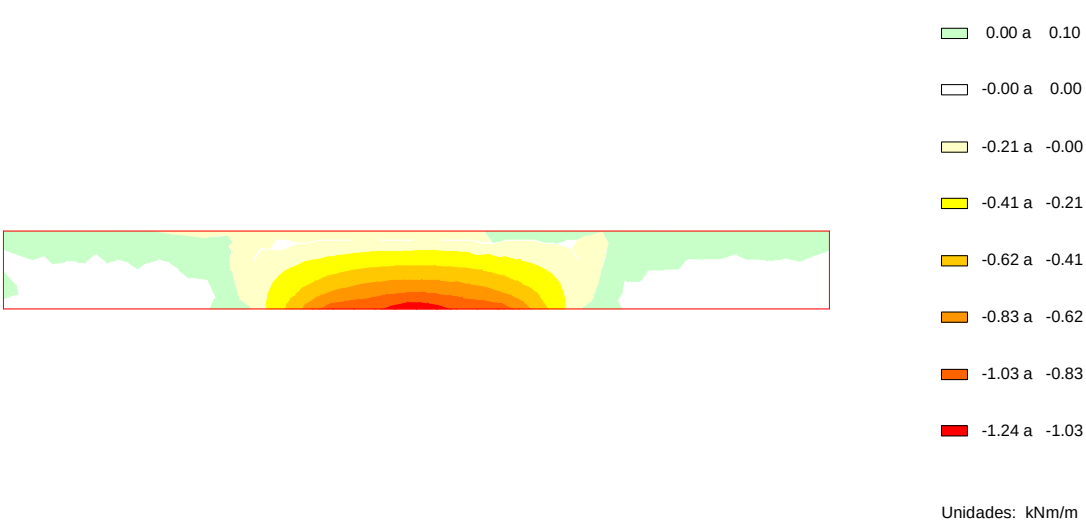
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Momento de eje horizontal (armado vertical)

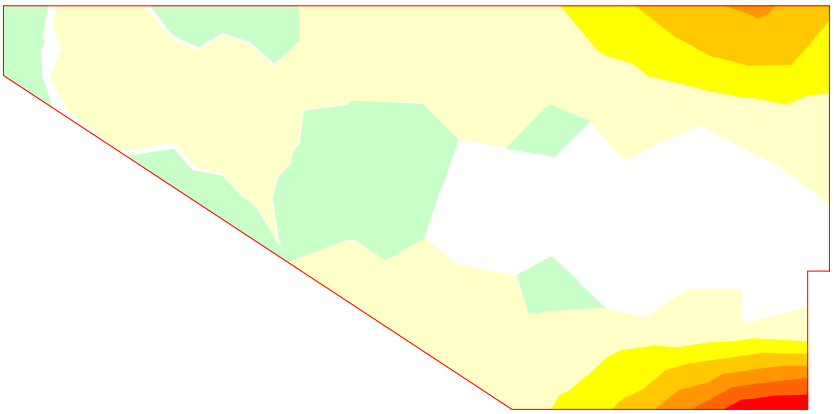


4.8.4 Aleta 1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Axil eje horizontal



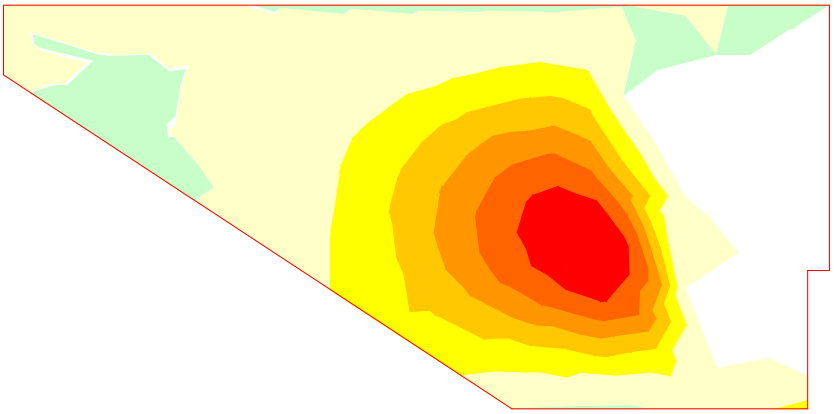
0.00 a 0.09
-0.00 a 0.00
-0.80 a -0.00
-1.60 a -0.80
-2.39 a -1.60
-3.19 a -2.39
-3.99 a -3.19
-4.79 a -3.99

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Axil eje vertical



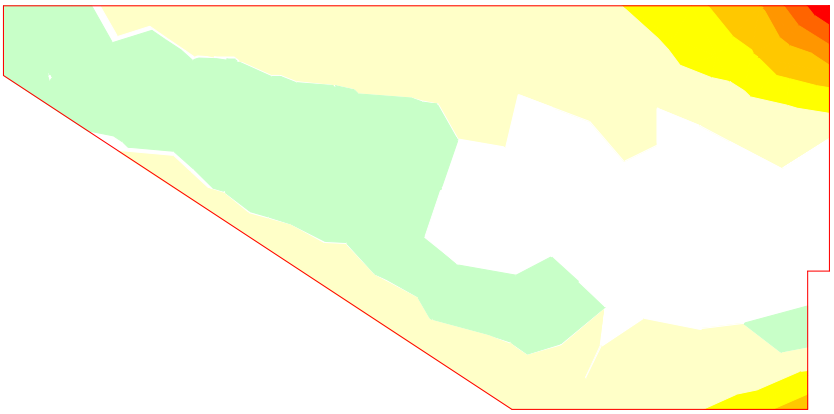
0.00 a 0.06
-0.00 a 0.00
-0.12 a -0.00
-0.24 a -0.12
-0.36 a -0.24
-0.48 a -0.36
-0.59 a -0.48
-0.71 a -0.59

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Cortante eje horizontal



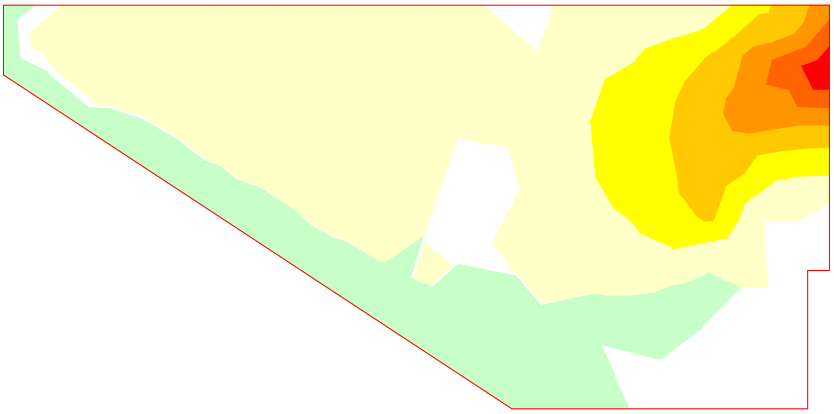
0.00 a 0.10
-0.00 a 0.00
-0.36 a -0.00
-0.73 a -0.36
-1.09 a -0.73
-1.46 a -1.09
-1.82 a -1.46
-2.19 a -1.82

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Cortante eje vertical



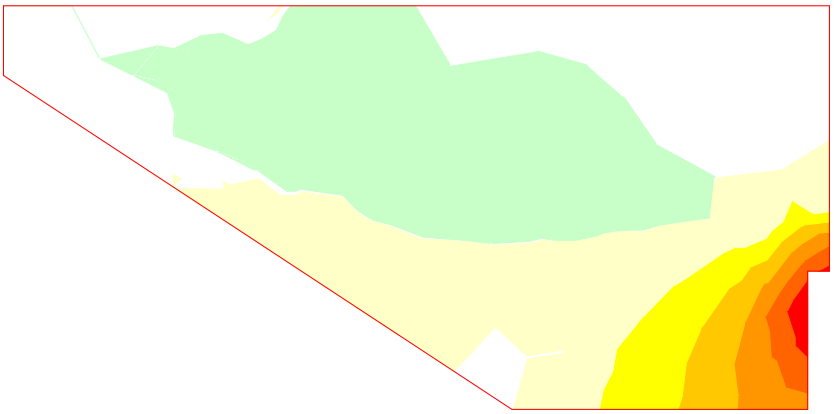
0.00 a 0.10
-0.00 a 0.00
-0.19 a -0.00
-0.39 a -0.19
-0.58 a -0.39
-0.78 a -0.58
-0.97 a -0.78
-1.17 a -0.97

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Momento de eje vertical (armado horizontal)



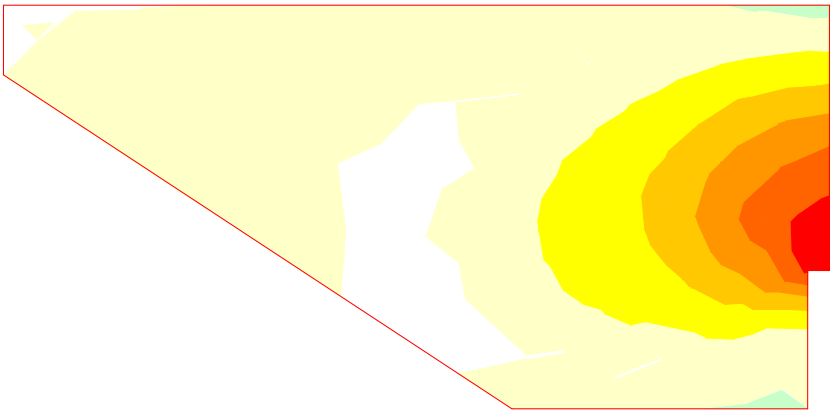
0.00 a 0.08
-0.00 a 0.00
-0.16 a -0.00
-0.32 a -0.16
-0.48 a -0.32
-0.63 a -0.48
-0.79 a -0.63
-0.95 a -0.79

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Momento de eje horizontal (armado vertical)



0.00 a 0.06
-0.00 a 0.00
-0.16 a -0.00
-0.33 a -0.16
-0.49 a -0.33
-0.65 a -0.49
-0.81 a -0.65
-0.98 a -0.81

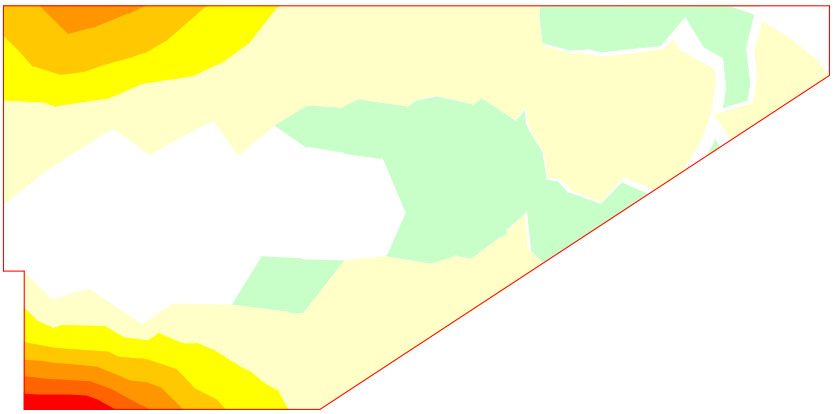
Unidades: kNm/m

4.8.5 Aleta 2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Axil eje horizontal



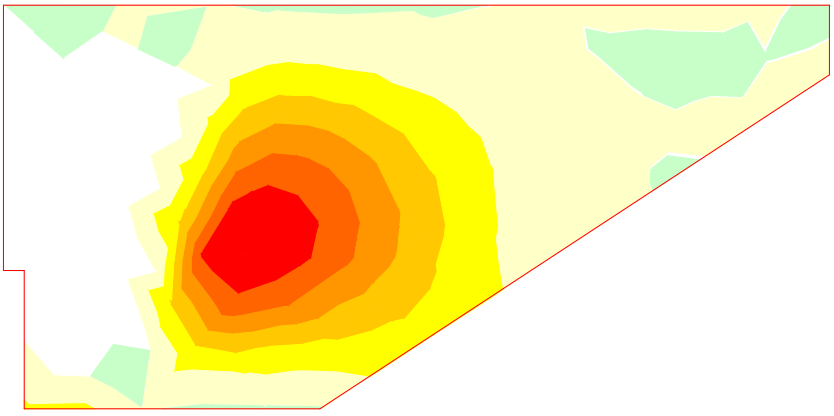
0.00 a 0.08
-0.00 a 0.00
-0.72 a -0.00
-1.45 a -0.72
-2.17 a -1.45
-2.90 a -2.17
-3.62 a -2.90
-4.35 a -3.62

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Axil eje vertical



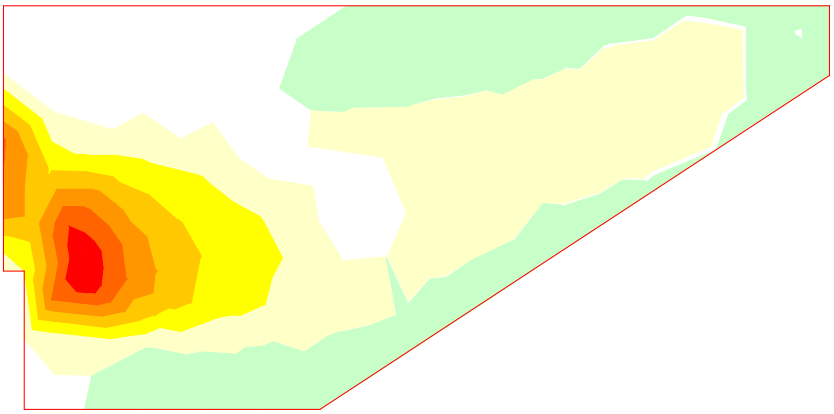
0.00 a 0.07
-0.00 a 0.00
-0.12 a -0.00
-0.23 a -0.12
-0.35 a -0.23
-0.46 a -0.35
-0.58 a -0.46
-0.70 a -0.58

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Cortante eje horizontal



0.00 a 0.09

-0.00 a 0.00

-0.13 a -0.00

-0.27 a -0.13

-0.40 a -0.27

-0.53 a -0.40

-0.67 a -0.53

-0.80 a -0.67

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Cortante eje vertical

0.00 a 0.10

-0.00 a 0.00

-1.43 a -0.00

-2.86 a -1.43

-4.29 a -2.86

-5.72 a -4.29

-7.15 a -5.72

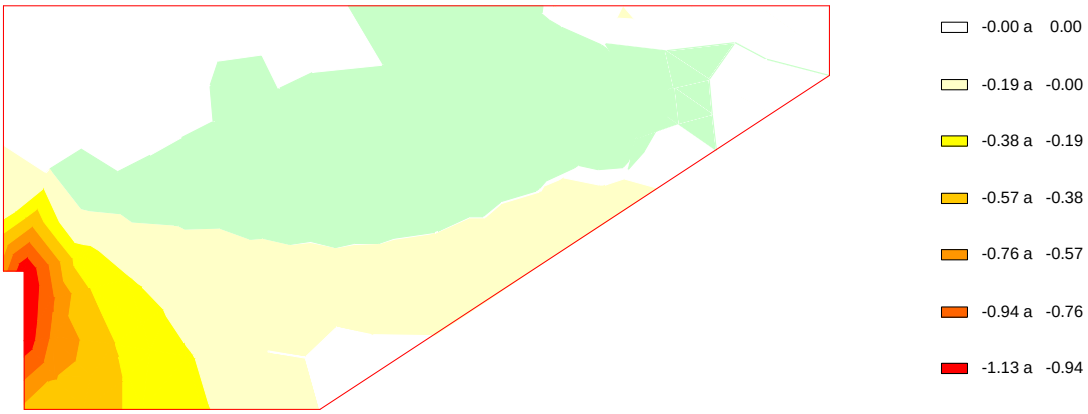
-8.58 a -7.15

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

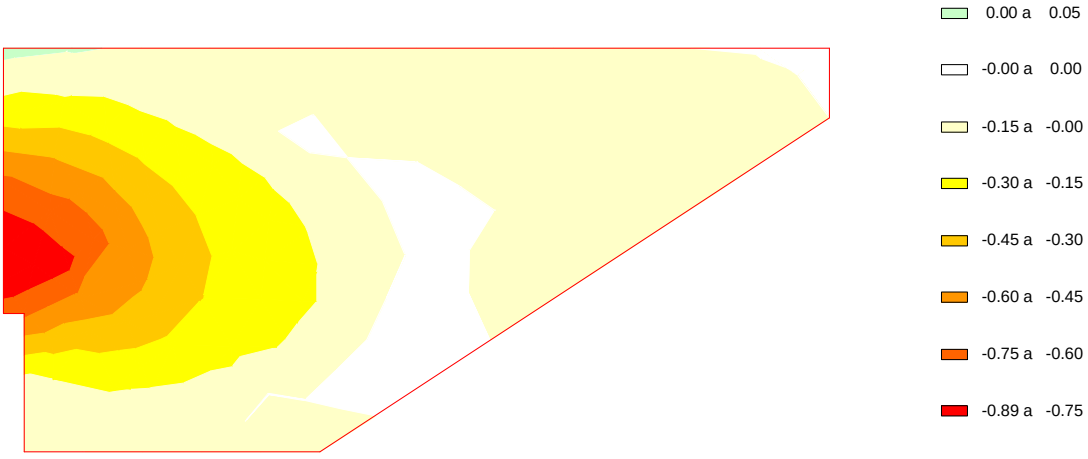
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

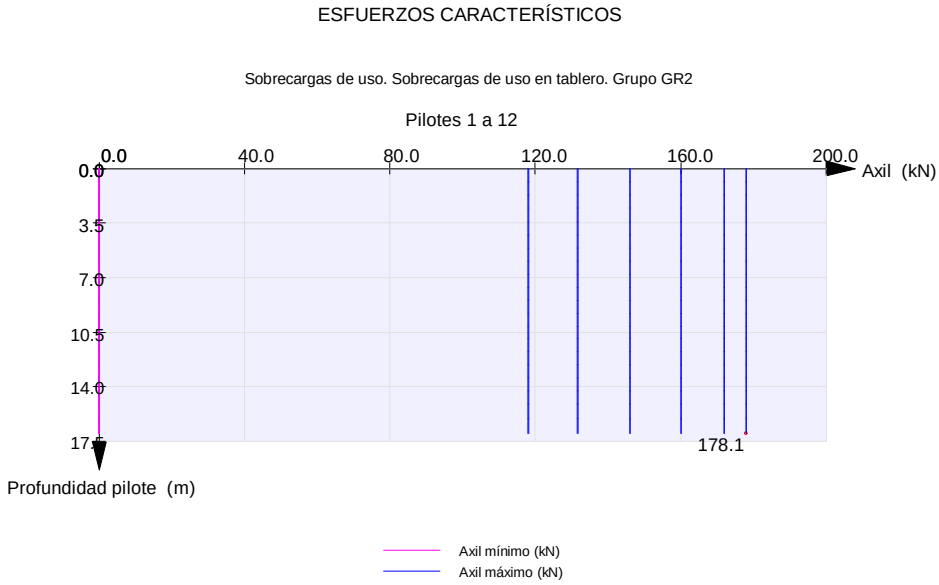
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Momento de eje horizontal (armado vertical)

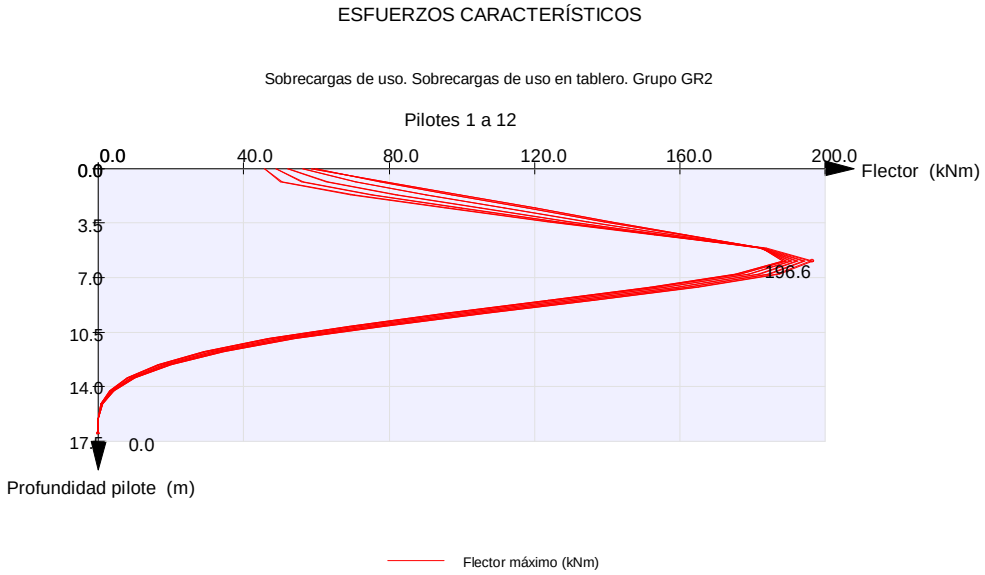


4.9 Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

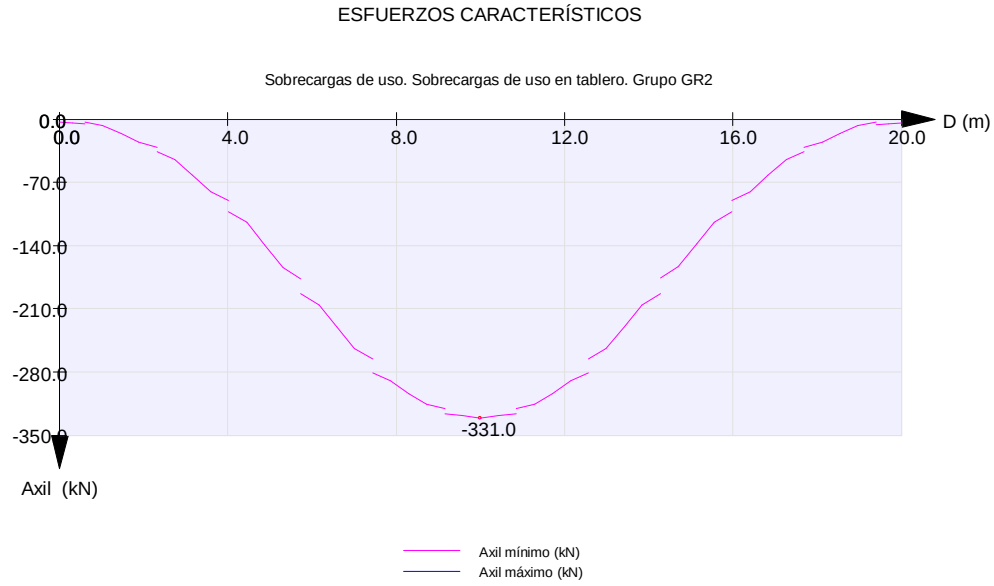
4.9.1 Pilotes


ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2
Pilotes 1 a 12
0.0
40.0
80.0
120.0
160.0
200.0
Axil (kN)
0.0
3.5
7.0
10.5
14.0
178.1
Profundidad pilote (m)
Axil mínimo (kN)
Axil máximo (kN)

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2
Pilotes 1 a 12
0.0
7.5
15.0
22.5
30.0
37.5
Cortante (kN)
0.0
3.5
7.0
10.5
14.0
36.5
0.0
Profundidad pilote (m)
Cortante máximo (kN)

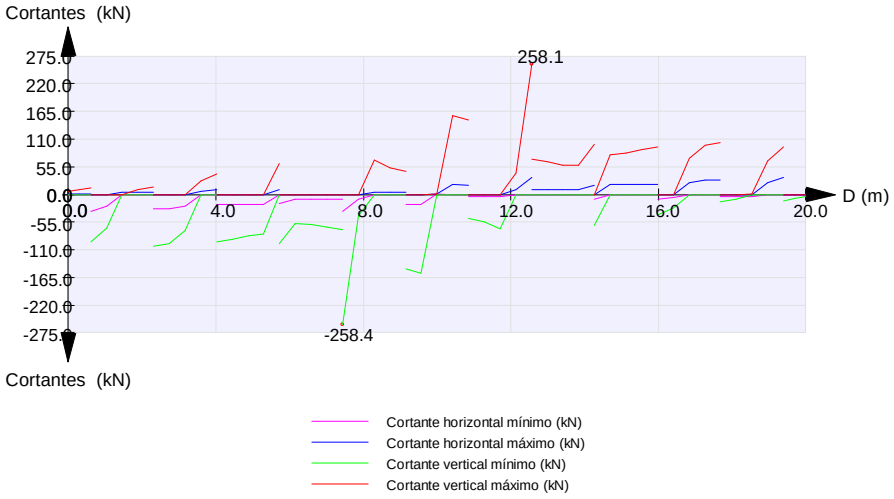


4.9.2 Cargadero



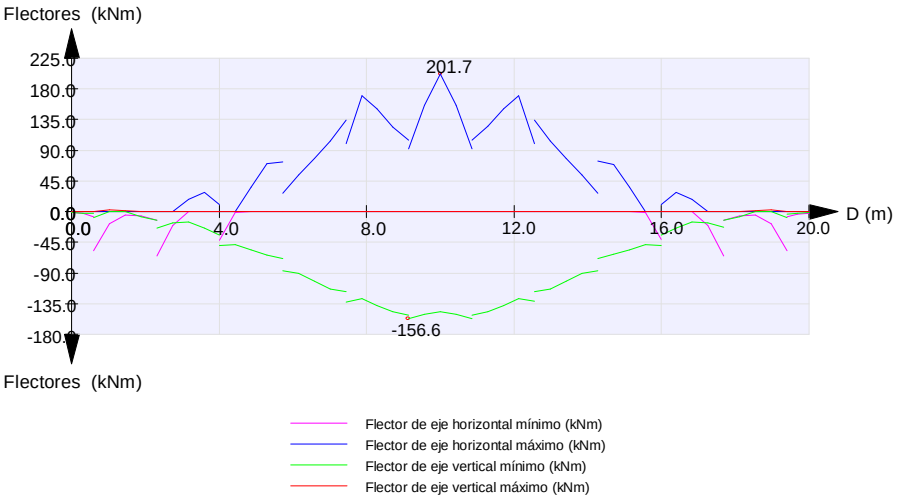
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

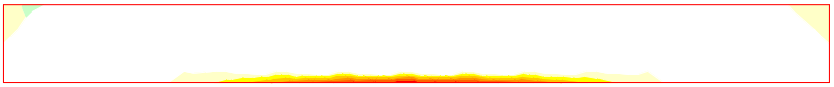


4.9.3 Espaldón

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Axil eje horizontal



0.00 a 0.05

-0.00 a 0.00

-5.51 a -0.00

-11.01 a -5.51

-16.52 a -11.01

-22.02 a -16.52

-27.53 a -22.02

-33.03 a -27.53

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Axil eje vertical

0.00 a 0.10

-0.00 a 0.00

-5.64 a -0.00

-11.28 a -5.64

-16.92 a -11.28

-22.55 a -16.92

-28.19 a -22.55

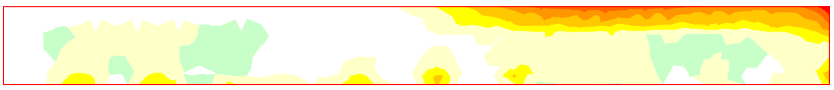
-33.83 a -28.19

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Cortante eje horizontal



0.00 a 0.10
-0.00 a 0.00
-0.29 a -0.00
-0.58 a -0.29
-0.87 a -0.58
-1.17 a -0.87
-1.46 a -1.17
-1.75 a -1.46

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Cortante eje vertical

0.00 a 0.09
-0.00 a 0.00
-0.14 a -0.00
-0.29 a -0.14
-0.43 a -0.29
-0.57 a -0.43
-0.72 a -0.57
-0.86 a -0.72

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Momento de eje vertical (armado horizontal)

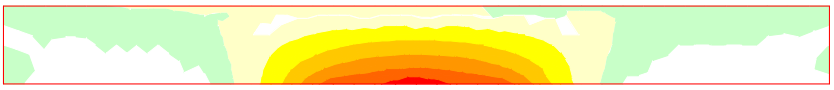
0.06 a 0.07
0.05 a 0.06
0.04 a 0.05
0.03 a 0.04
0.02 a 0.03
0.01 a 0.02
0.00 a 0.01
-0.00 a 0.00

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Momento de eje horizontal (armado vertical)



0.00 a 0.10
-0.00 a 0.00
-0.17 a -0.00
-0.33 a -0.17
-0.50 a -0.33
-0.66 a -0.50
-0.83 a -0.66
-1.00 a -0.83

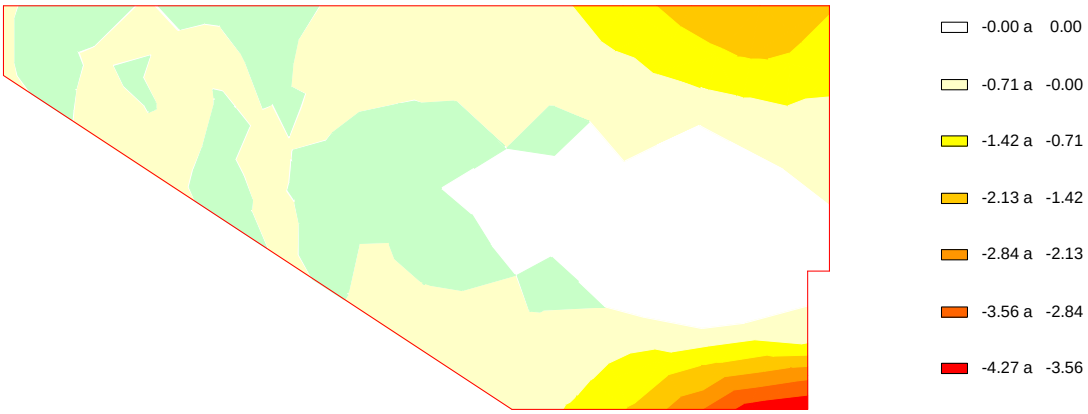
Unidades: kNm/m

4.9.4 Aleta 1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

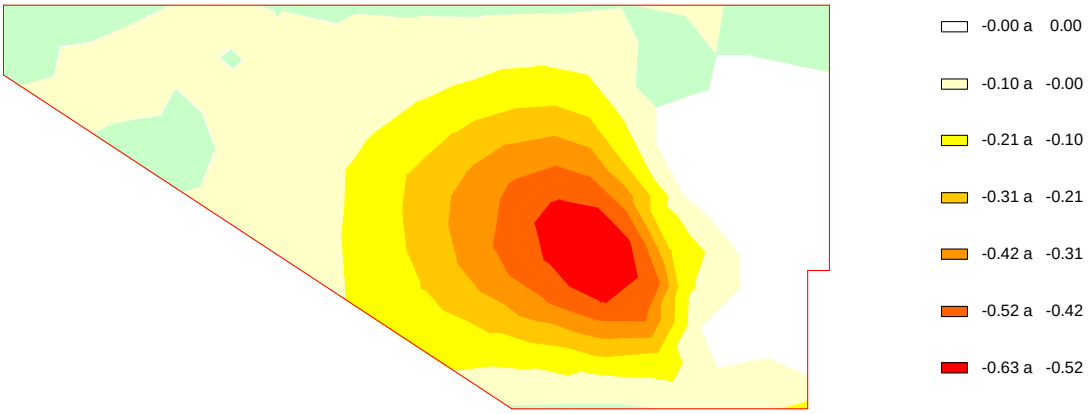
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

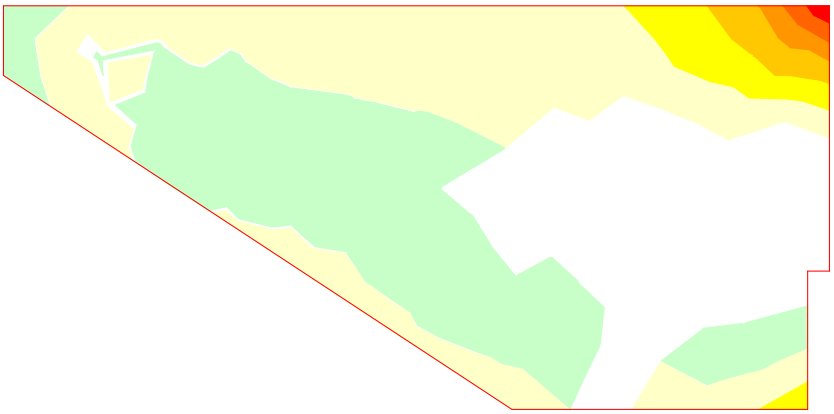
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Cortante eje horizontal



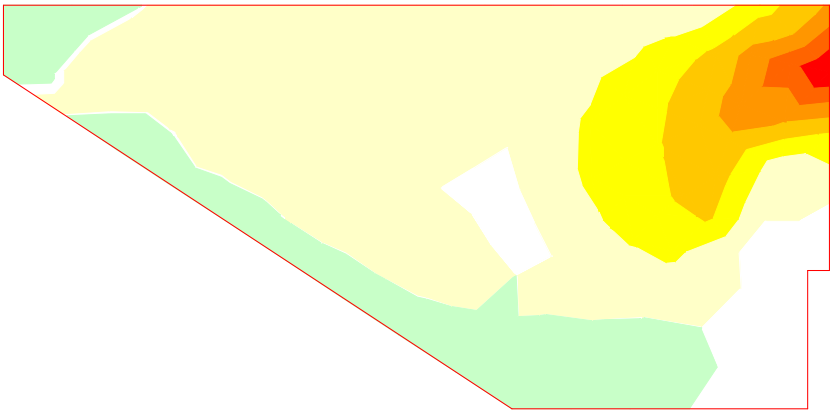
0.00 a 0.08
-0.00 a 0.00
-0.27 a -0.00
-0.54 a -0.27
-0.81 a -0.54
-1.08 a -0.81
-1.34 a -1.08
-1.61 a -1.34

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Cortante eje vertical



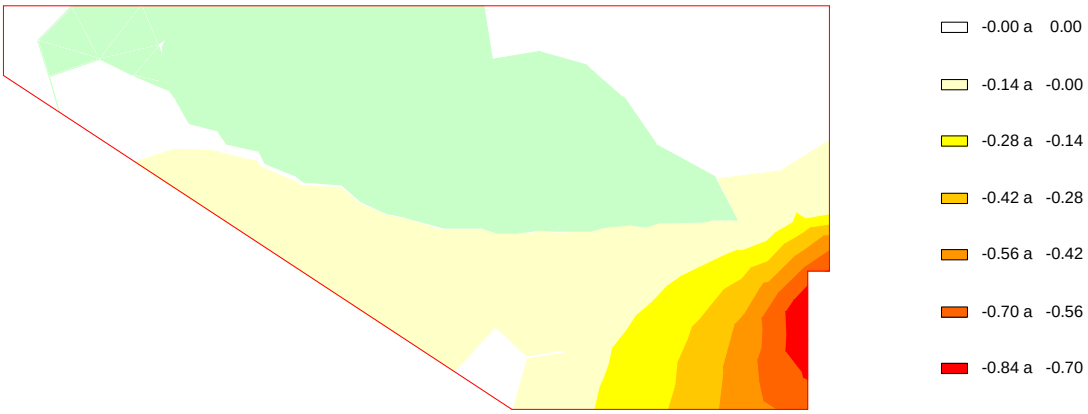
0.00 a 0.07
-0.00 a 0.00
-0.14 a -0.00
-0.28 a -0.14
-0.42 a -0.28
-0.57 a -0.42
-0.71 a -0.57
-0.85 a -0.71

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

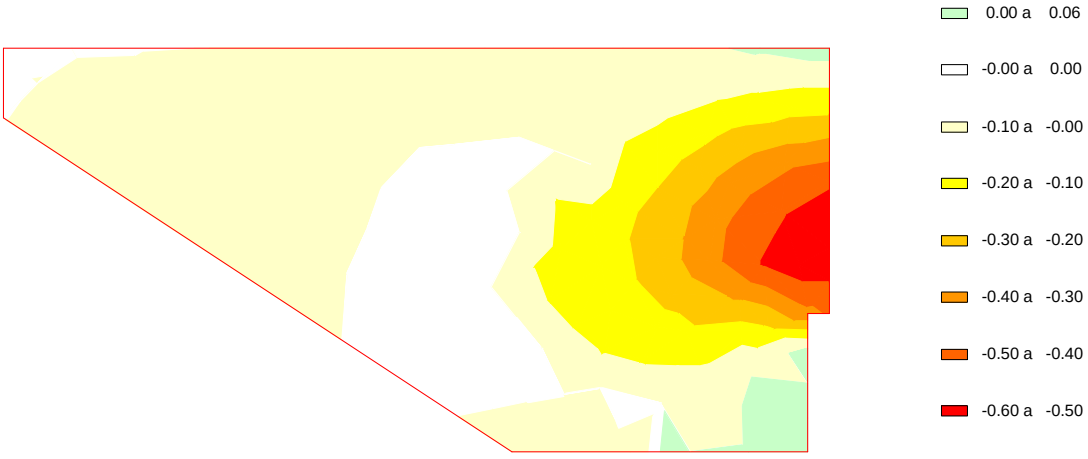
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Momento de eje horizontal (armado vertical)

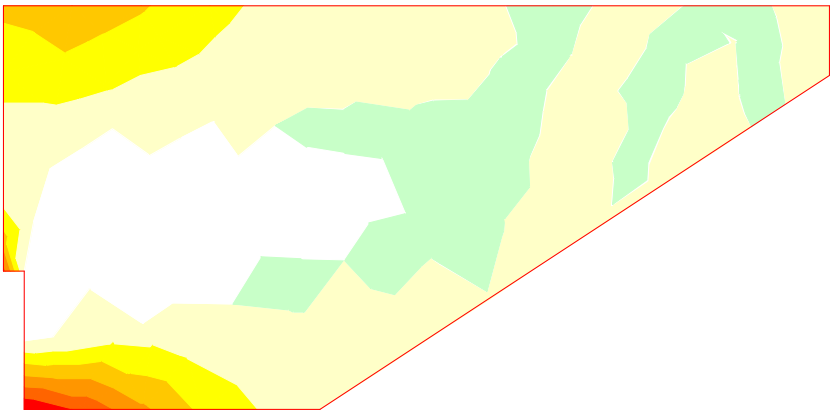


4.9.5 Aleta 2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Axil eje horizontal



0.00 a 0.08

-0.00 a 0.00

-0.82 a -0.00

-1.64 a -0.82

-2.46 a -1.64

-3.28 a -2.46

-4.10 a -3.28

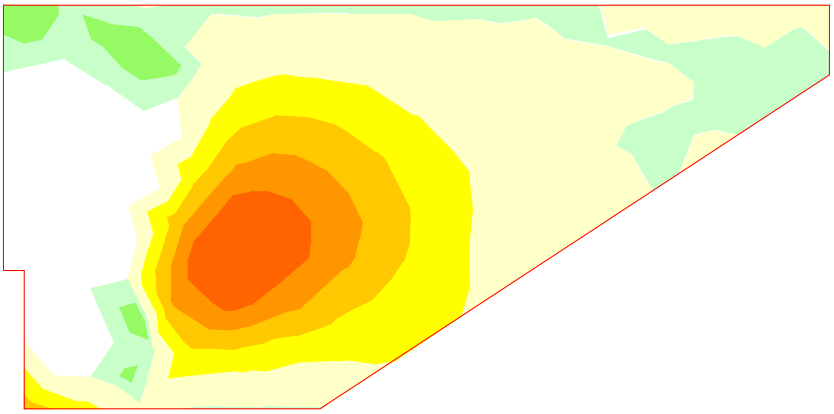
-4.93 a -4.10

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Axil eje vertical



0.05 a 0.09

0.00 a 0.05

-0.00 a 0.00

-0.13 a -0.00

-0.25 a -0.13

-0.38 a -0.25

-0.51 a -0.38

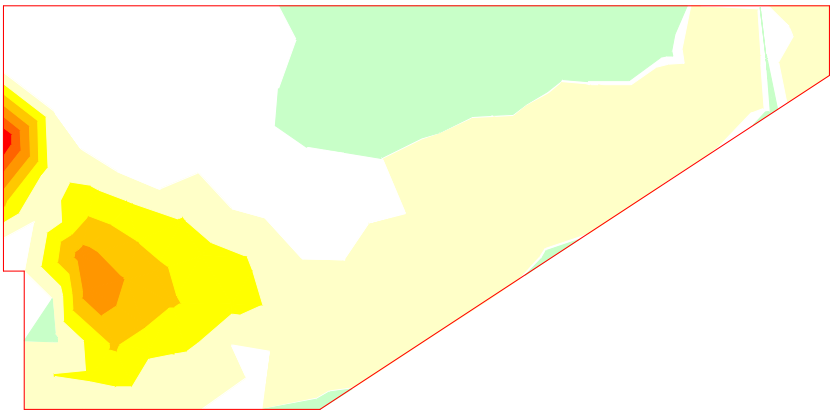
-0.64 a -0.51

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Cortante eje horizontal



0.00 a 0.07

-0.00 a 0.00

-0.12 a -0.00

-0.24 a -0.12

-0.36 a -0.24

-0.48 a -0.36

-0.60 a -0.48

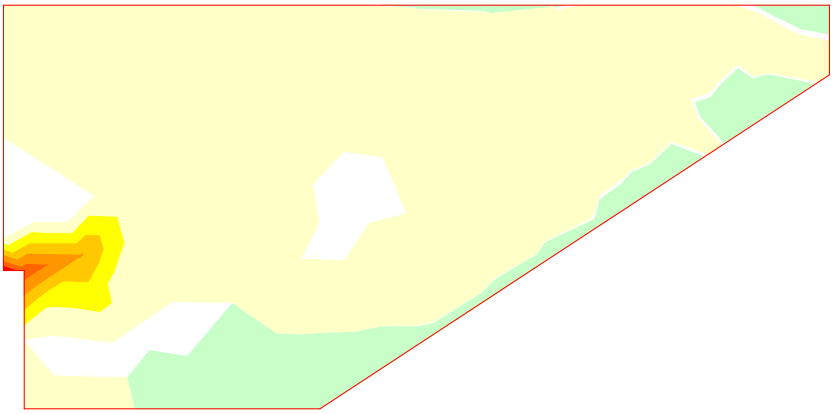
-0.72 a -0.60

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Cortante eje vertical



0.00 a 0.04

-0.00 a 0.00

-0.79 a -0.00

-1.58 a -0.79

-2.37 a -1.58

-3.17 a -2.37

-3.96 a -3.17

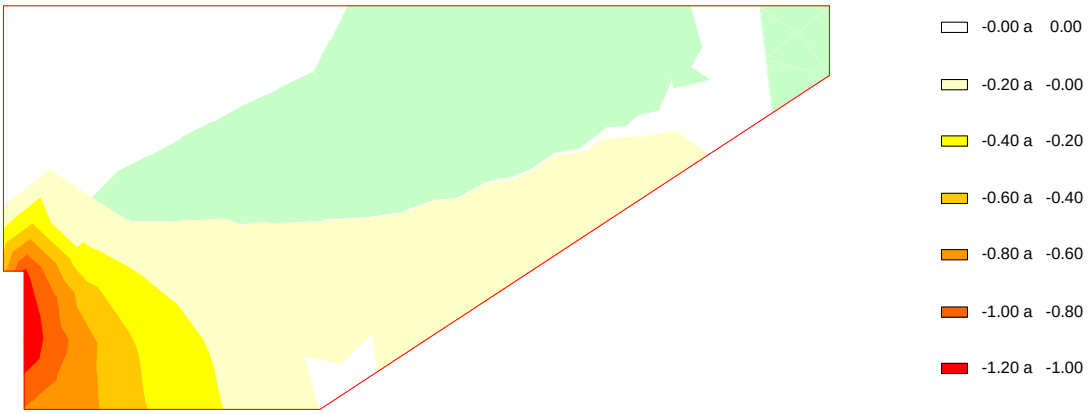
-4.75 a -3.96

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Momento de eje vertical (armado horizontal)



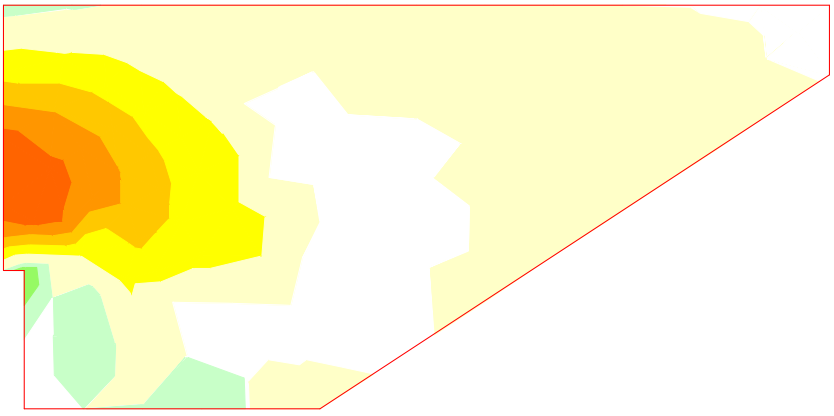
0.00 a 0.09
-0.00 a 0.00
-0.20 a -0.00
-0.40 a -0.20
-0.60 a -0.40
-0.80 a -0.60
-1.00 a -0.80
-1.20 a -1.00

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Momento de eje horizontal (armado vertical)

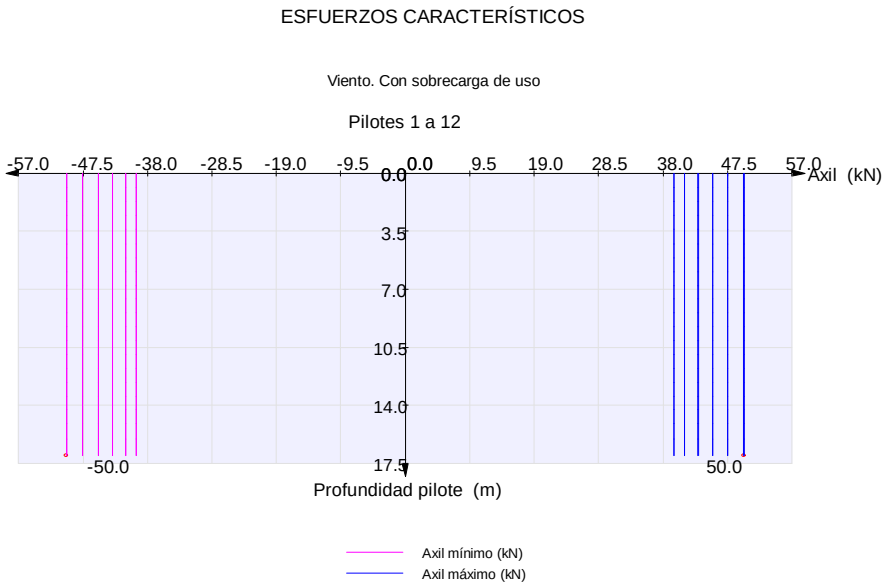


0.04 a 0.08
0.00 a 0.04
-0.00 a 0.00
-0.10 a -0.00
-0.20 a -0.10
-0.30 a -0.20
-0.40 a -0.30
-0.51 a -0.40

Unidades: kNm/m

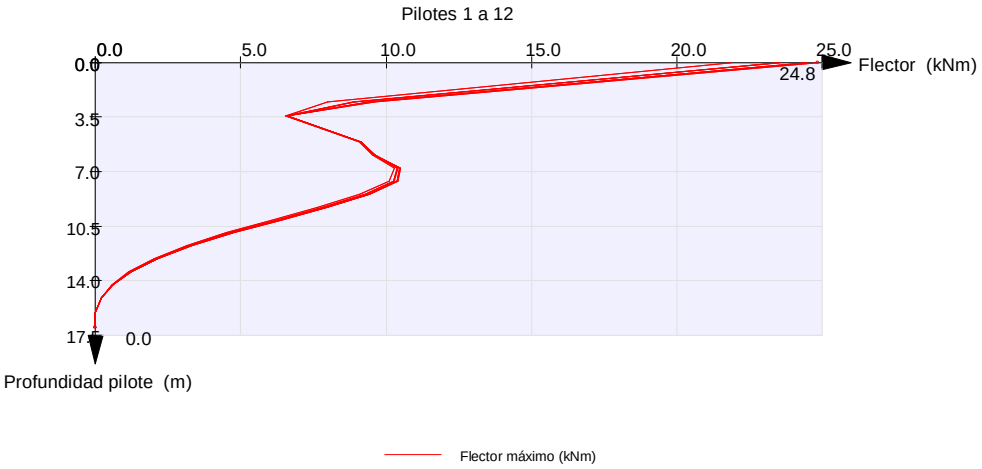
4.10 Viento. Con sobrecarga de uso

4.10.1 Pilotes



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

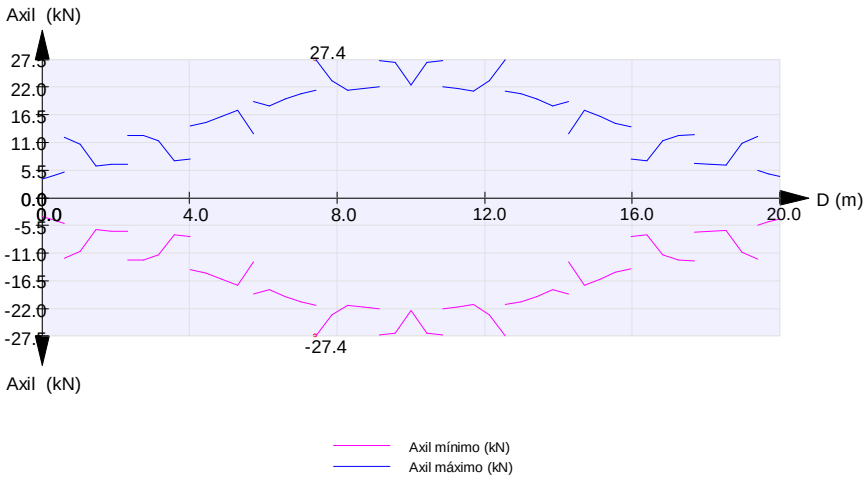
Viento. Con sobrecarga de uso



4.10.2 Cargadero

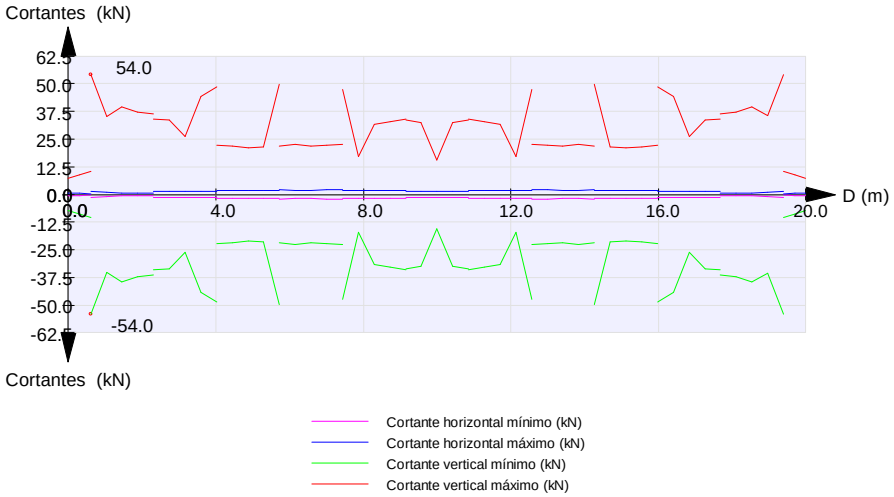
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso



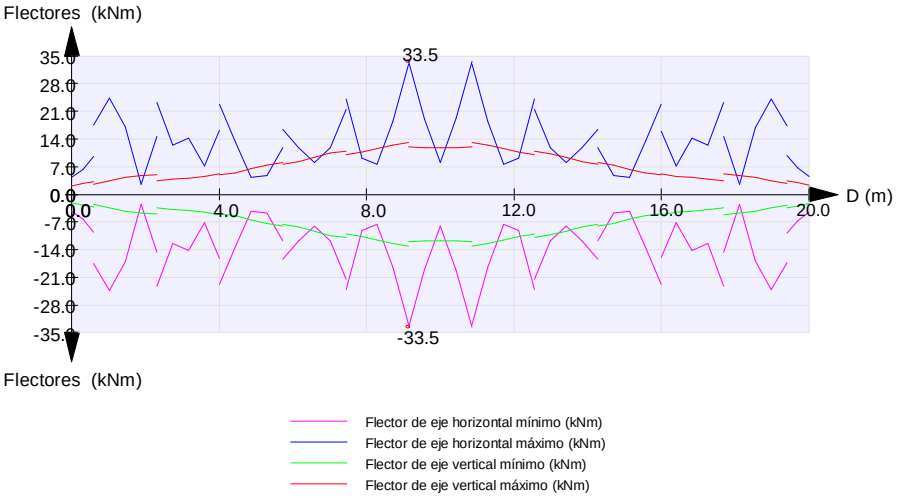
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

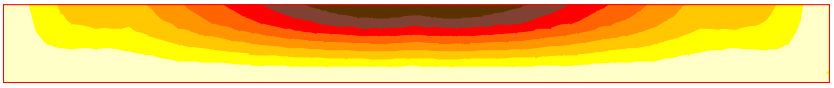


4.10.3 Espaldón

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Axil eje horizontal. Valor mínimo



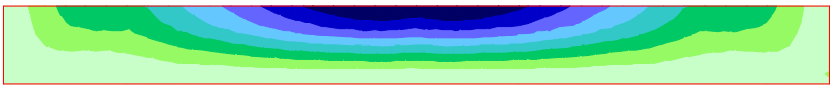
-4.23 a -0.53
-7.93 a -4.23
-11.63 a -7.93
-15.33 a -11.63
-19.03 a -15.33
-22.73 a -19.03
-26.43 a -22.73
-30.13 a -26.43

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Axil eje horizontal. Valor máximo



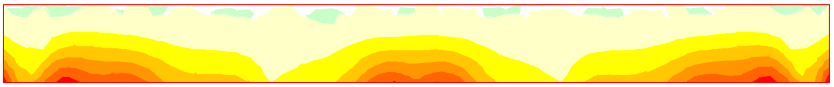
26.43 a 30.13
22.73 a 26.43
19.03 a 22.73
15.33 a 19.03
11.63 a 15.33
7.93 a 11.63
4.23 a 7.93
0.53 a 4.23

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Axil eje vertical. Valor mínimo



0.00 a 0.00

-0.00 a 0.00

-0.85 a -0.00

-1.71 a -0.85

-2.56 a -1.71

-3.41 a -2.56

-4.27 a -3.41

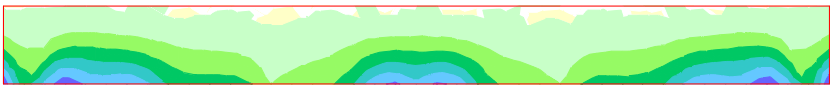
-5.12 a -4.27

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Axil eje vertical. Valor máximo



4.27 a 5.12

3.41 a 4.27

2.56 a 3.41

1.71 a 2.56

0.85 a 1.71

0.00 a 0.85

-0.00 a 0.00

-0.00 a -0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Cortante eje horizontal. Valor mínimo

0.00 a 0.07
-0.00 a 0.00
-0.11 a -0.00
-0.23 a -0.11
-0.34 a -0.23
-0.45 a -0.34
-0.57 a -0.45
-0.68 a -0.57

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Cortante eje horizontal. Valor máximo

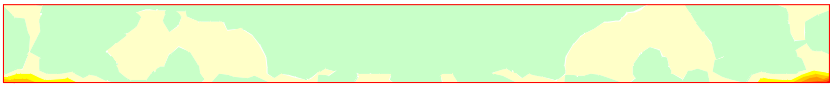
0.57 a 0.68
0.45 a 0.57
0.34 a 0.45
0.23 a 0.34
0.11 a 0.23
0.00 a 0.11
-0.00 a 0.00
-0.07 a -0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Cortante eje vertical. Valor mínimo



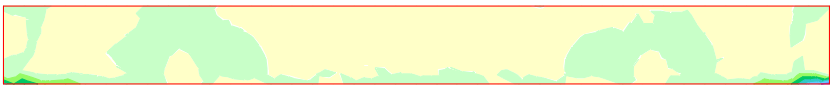
0.00 a 0.07
-0.00 a 0.00
-0.09 a -0.00
-0.18 a -0.09
-0.27 a -0.18
-0.36 a -0.27
-0.45 a -0.36
-0.53 a -0.45

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Cortante eje vertical. Valor máximo



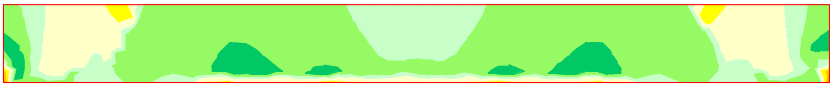
0.45 a 0.53
0.36 a 0.45
0.27 a 0.36
0.18 a 0.27
0.09 a 0.18
0.00 a 0.09
-0.00 a 0.00
-0.07 a -0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor mínimo



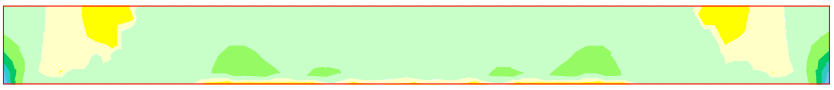
0.05 a 0.08
0.03 a 0.05
0.00 a 0.03
-0.00 a 0.00
-0.04 a -0.00
-0.08 a -0.04
-0.12 a -0.08
-0.16 a -0.12

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor máximo



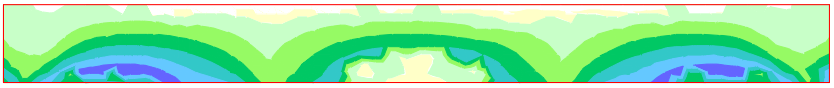
0.20 a 0.25
0.15 a 0.20
0.10 a 0.15
0.05 a 0.10
0.00 a 0.05
-0.00 a 0.00
-0.03 a -0.00
-0.06 a -0.03

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor mínimo



0.07 a 0.08

0.05 a 0.07

0.04 a 0.05

0.03 a 0.04

0.01 a 0.03

0.00 a 0.01

-0.00 a 0.00

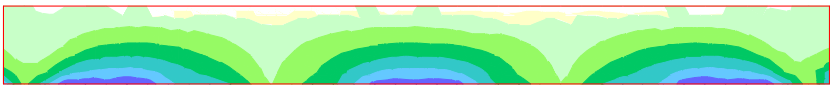
-0.00 a -0.00

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor máximo



0.09 a 0.11

0.07 a 0.09

0.05 a 0.07

0.04 a 0.05

0.02 a 0.04

0.00 a 0.02

-0.00 a 0.00

-0.00 a -0.00

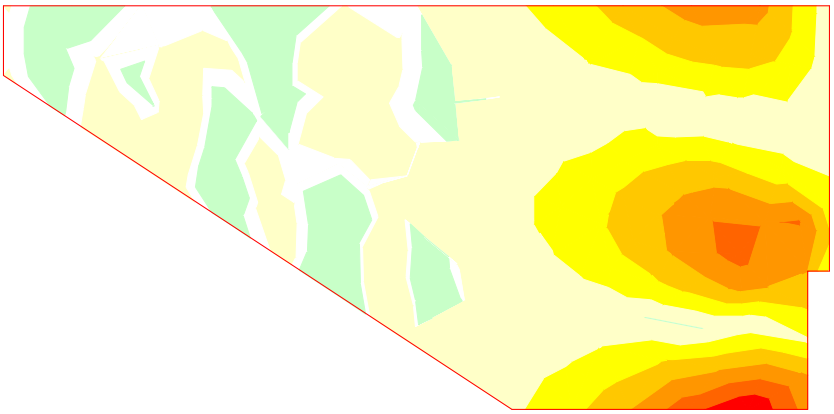
Unidades: kNm/m

4.10.4 Aleta 1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Axil eje horizontal. Valor mínimo



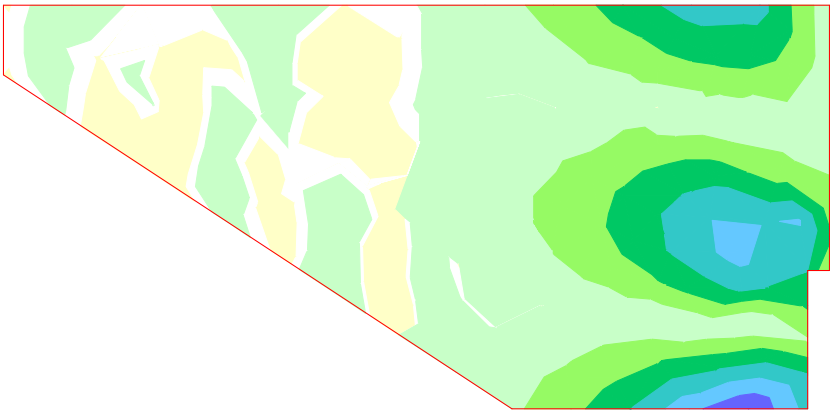
0.00 a 0.00
-0.00 a 0.00
-0.44 a -0.00
-0.88 a -0.44
-1.33 a -0.88
-1.77 a -1.33
-2.21 a -1.77
-2.65 a -2.21

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Axil eje horizontal. Valor máximo



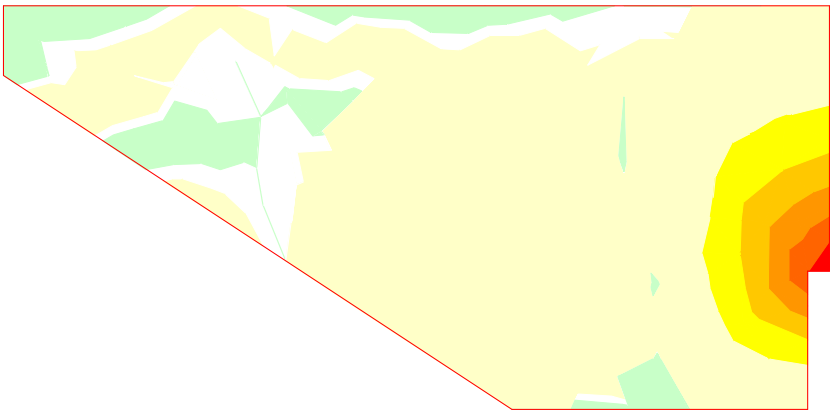
2.21 a 2.65
1.77 a 2.21
1.33 a 1.77
0.88 a 1.33
0.44 a 0.88
0.00 a 0.44
-0.00 a 0.00
-0.01 a -0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Axil eje vertical. Valor mínimo



0.00 a 0.04

-0.00 a 0.00

-1.78 a -0.00

-3.56 a -1.78

-5.34 a -3.56

-7.12 a -5.34

-8.90 a -7.12

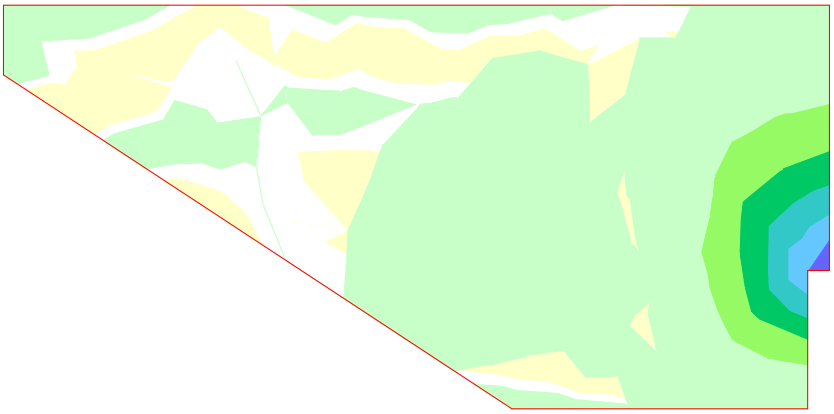
-10.68 a -8.90

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Axil eje vertical. Valor máximo



8.90 a 10.68

7.12 a 8.90

5.34 a 7.12

3.56 a 5.34

1.78 a 3.56

0.00 a 1.78

-0.00 a 0.00

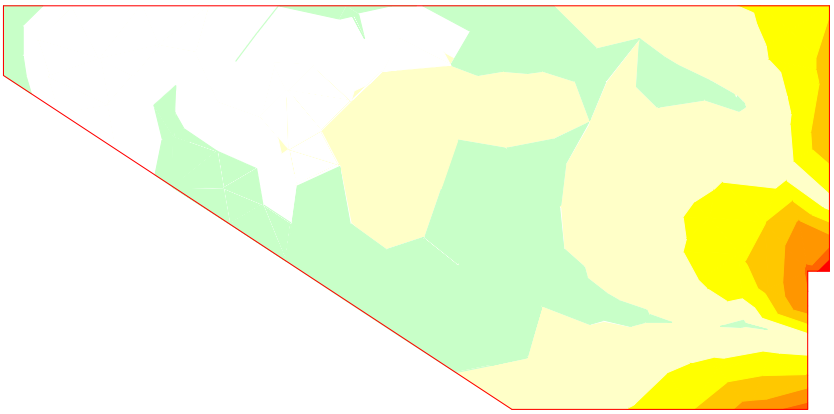
-0.07 a -0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Cortante eje horizontal. Valor mínimo



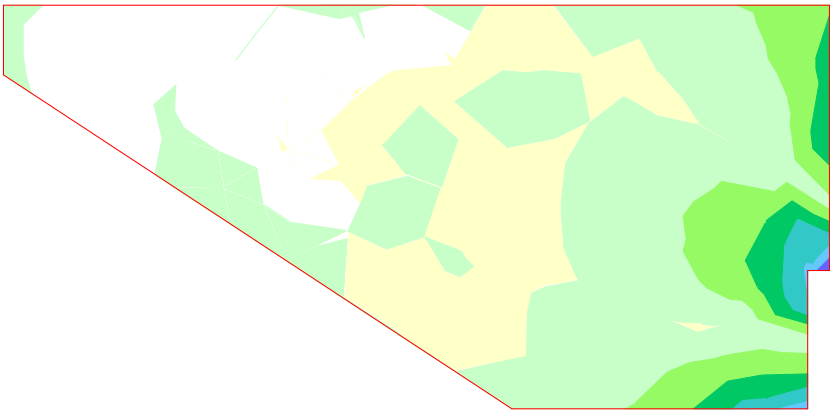
0.00 a 0.08
-0.00 a 0.00
-0.44 a -0.00
-0.88 a -0.44
-1.32 a -0.88
-1.76 a -1.32
-2.20 a -1.76
-2.64 a -2.20

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Cortante eje horizontal. Valor máximo



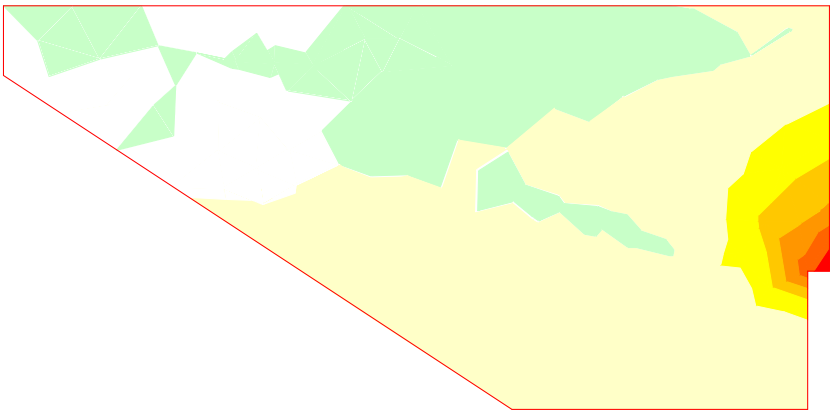
2.20 a 2.64
1.76 a 2.20
1.32 a 1.76
0.88 a 1.32
0.44 a 0.88
0.00 a 0.44
-0.00 a 0.00
-0.07 a -0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Cortante eje vertical. Valor mínimo



0.00 a 0.09

-0.00 a 0.00

-0.92 a -0.00

-1.84 a -0.92

-2.77 a -1.84

-3.69 a -2.77

-4.61 a -3.69

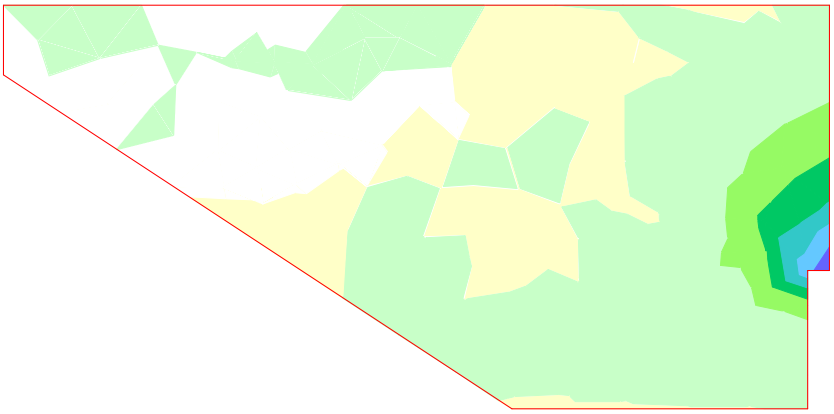
-5.53 a -4.61

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Cortante eje vertical. Valor máximo



4.61 a 5.53

3.69 a 4.61

2.77 a 3.69

1.84 a 2.77

0.92 a 1.84

0.00 a 0.92

-0.00 a 0.00

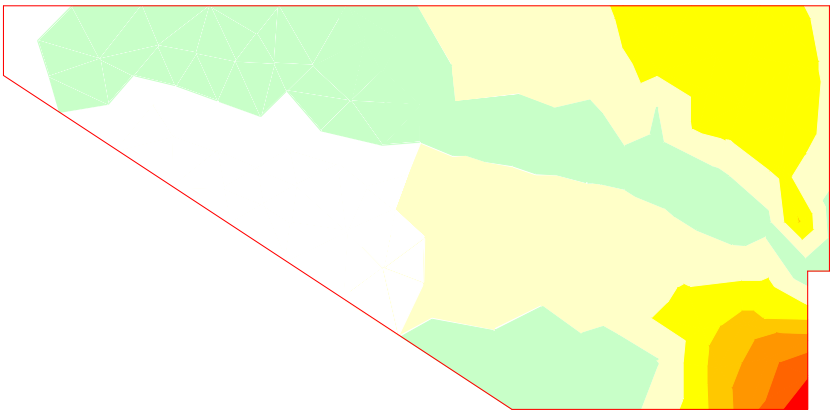
-0.08 a -0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor mínimo



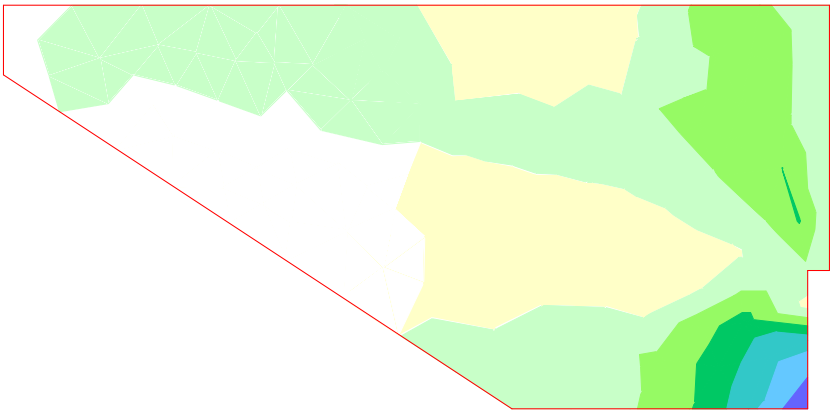
0.00 a 0.09
-0.00 a 0.00
-0.12 a -0.00
-0.25 a -0.12
-0.37 a -0.25
-0.49 a -0.37
-0.61 a -0.49
-0.74 a -0.61

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor máximo



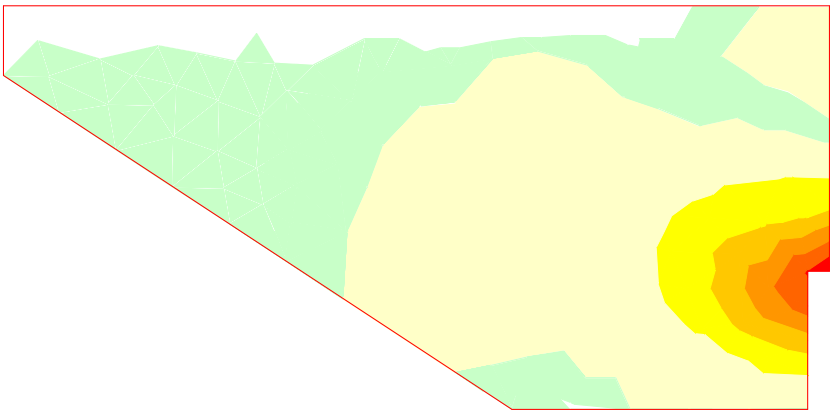
0.61 a 0.74
0.49 a 0.61
0.37 a 0.49
0.25 a 0.37
0.12 a 0.25
0.00 a 0.12
-0.00 a 0.00
-0.07 a -0.00

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

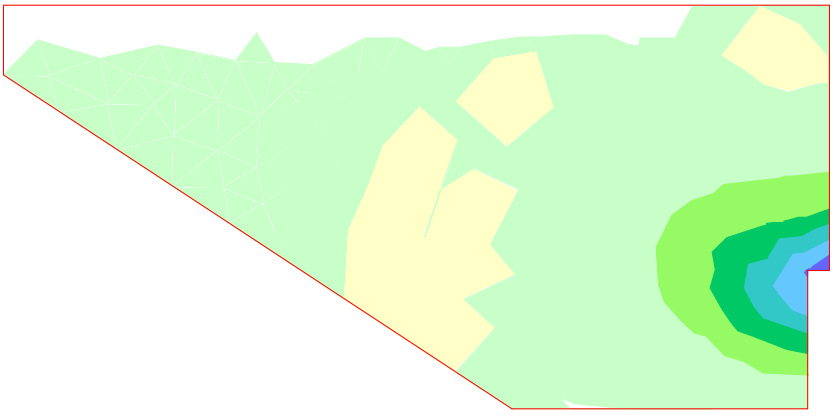
Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor mínimo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor máximo

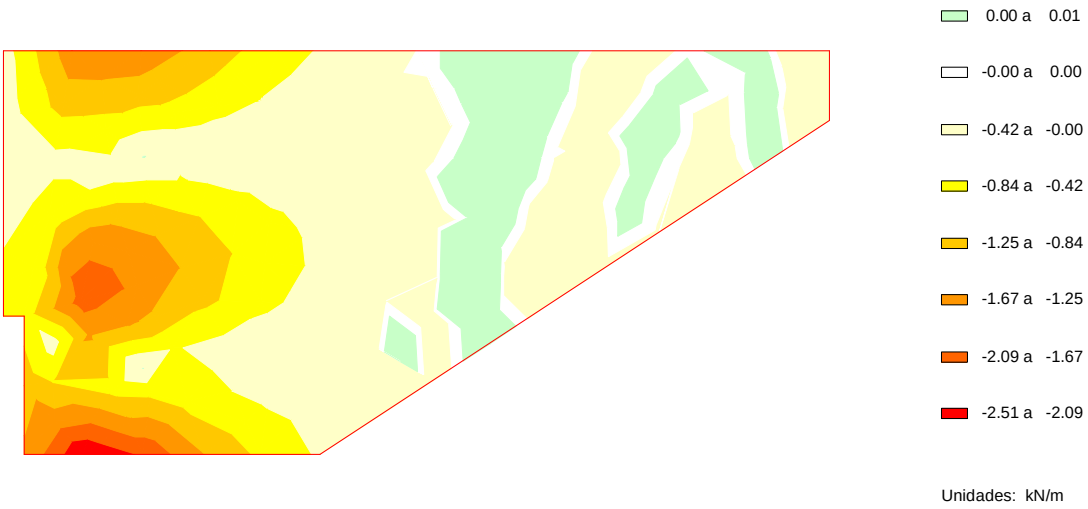


4.10.5 Aleta 2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

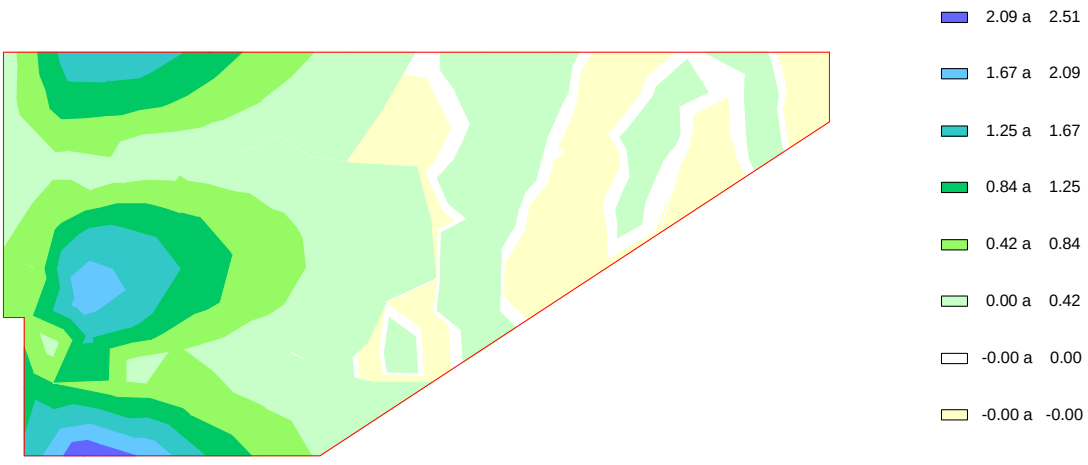
Axil eje horizontal. Valor mínimo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

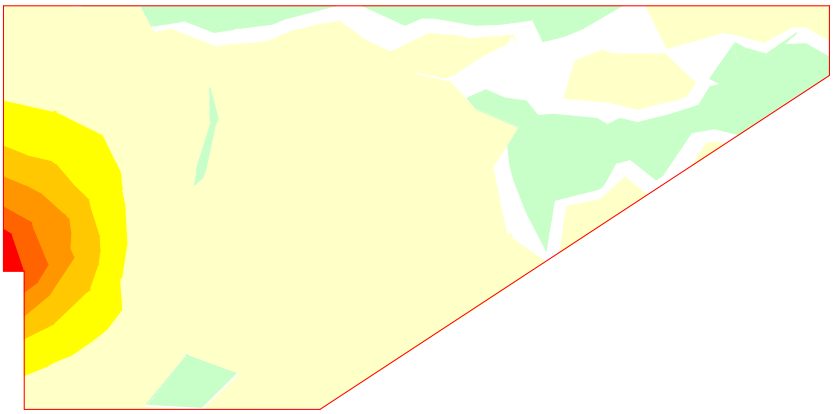
Axil eje horizontal. Valor máximo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Axil eje vertical. Valor mínimo



0.00 a 0.04

-0.00 a 0.00

-1.61 a -0.00

-3.22 a -1.61

-4.84 a -3.22

-6.45 a -4.84

-8.06 a -6.45

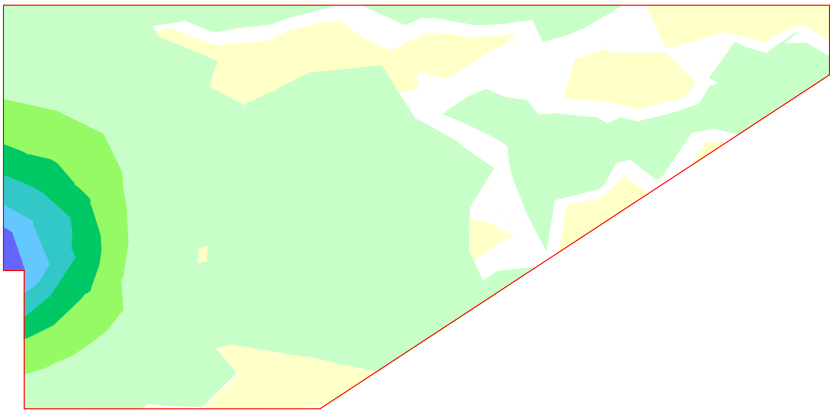
-9.67 a -8.06

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Axil eje vertical. Valor máximo



8.06 a 9.67

6.45 a 8.06

4.84 a 6.45

3.22 a 4.84

1.61 a 3.22

0.00 a 1.61

-0.00 a 0.00

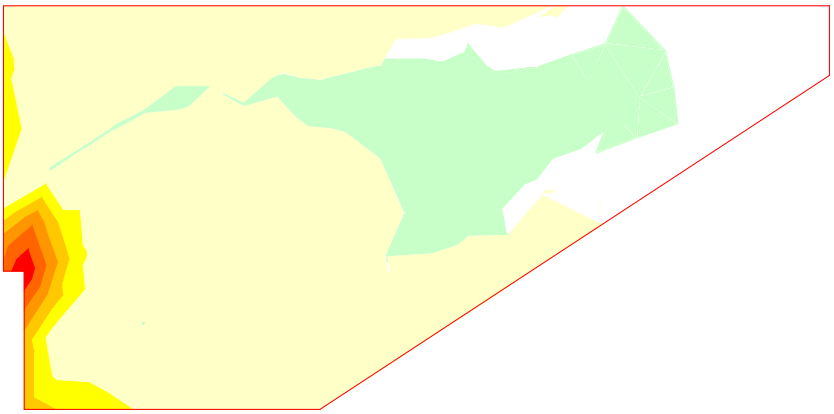
-0.05 a -0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Cortante eje horizontal. Valor mínimo



0.00 a 0.07

-0.00 a 0.00

-0.91 a -0.00

-1.82 a -0.91

-2.73 a -1.82

-3.64 a -2.73

-4.55 a -3.64

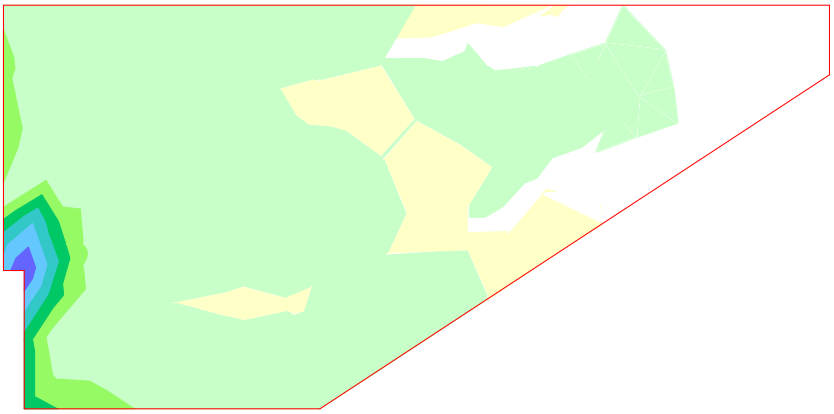
-5.47 a -4.55

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Cortante eje horizontal. Valor máximo



4.55 a 5.47

3.64 a 4.55

2.73 a 3.64

1.82 a 2.73

0.91 a 1.82

0.00 a 0.91

-0.00 a 0.00

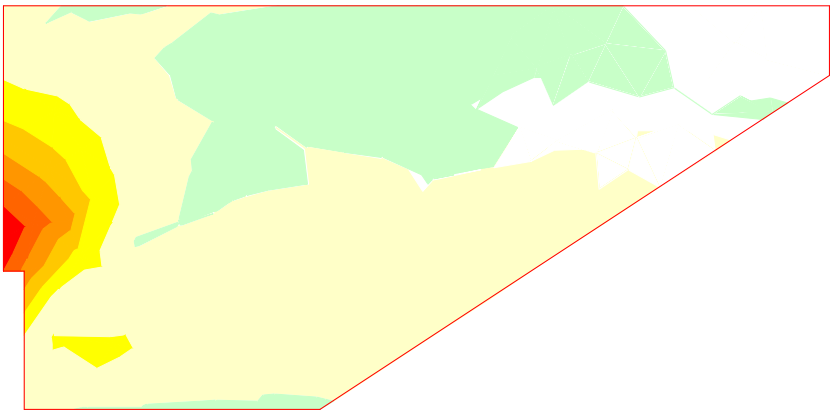
-0.07 a -0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Cortante eje vertical. Valor mínimo



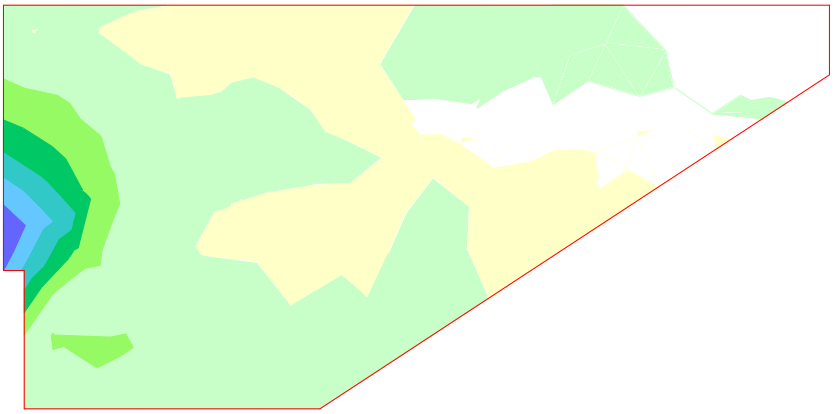
0.00 a 0.08
-0.00 a 0.00
-0.60 a -0.00
-1.19 a -0.60
-1.79 a -1.19
-2.39 a -1.79
-2.99 a -2.39
-3.58 a -2.99

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Cortante eje vertical. Valor máximo



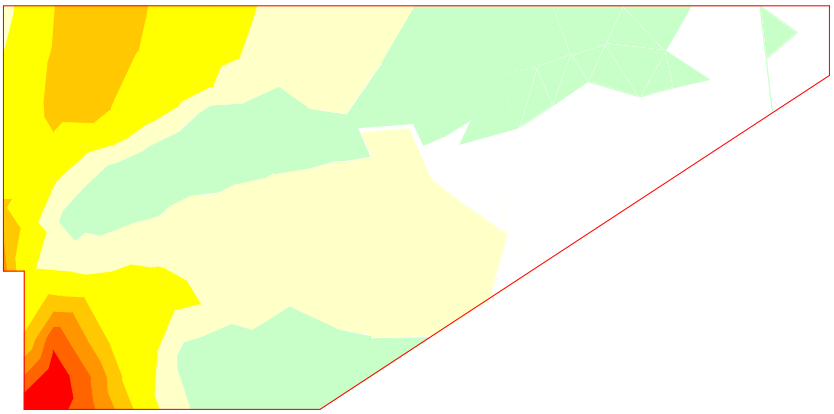
2.99 a 3.58
2.39 a 2.99
1.79 a 2.39
1.19 a 1.79
0.60 a 1.19
0.00 a 0.60
-0.00 a 0.00
-0.08 a -0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor mínimo



0.00 a 0.07

-0.00 a 0.00

-0.09 a -0.00

-0.18 a -0.09

-0.28 a -0.18

-0.37 a -0.28

-0.46 a -0.37

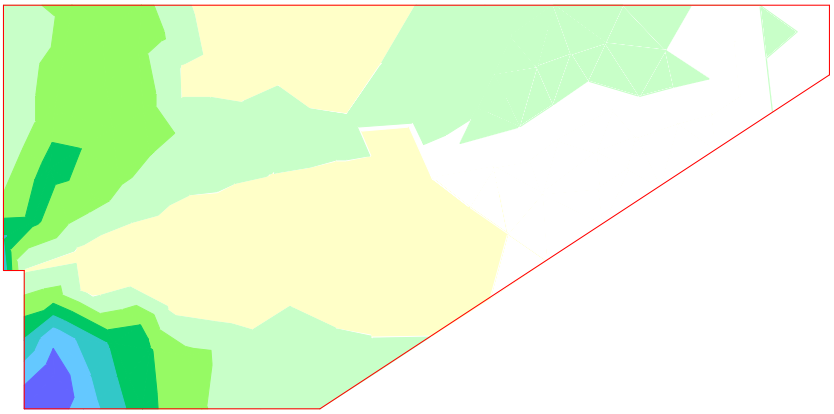
-0.55 a -0.46

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor máximo



0.46 a 0.55

0.37 a 0.46

0.28 a 0.37

0.18 a 0.28

0.09 a 0.18

0.00 a 0.09

-0.00 a 0.00

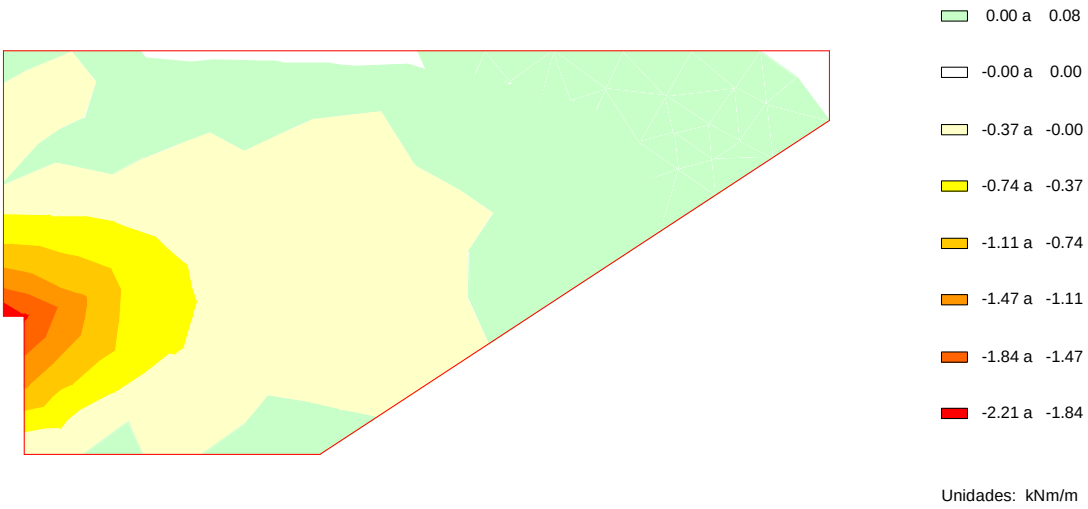
-0.07 a -0.00

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

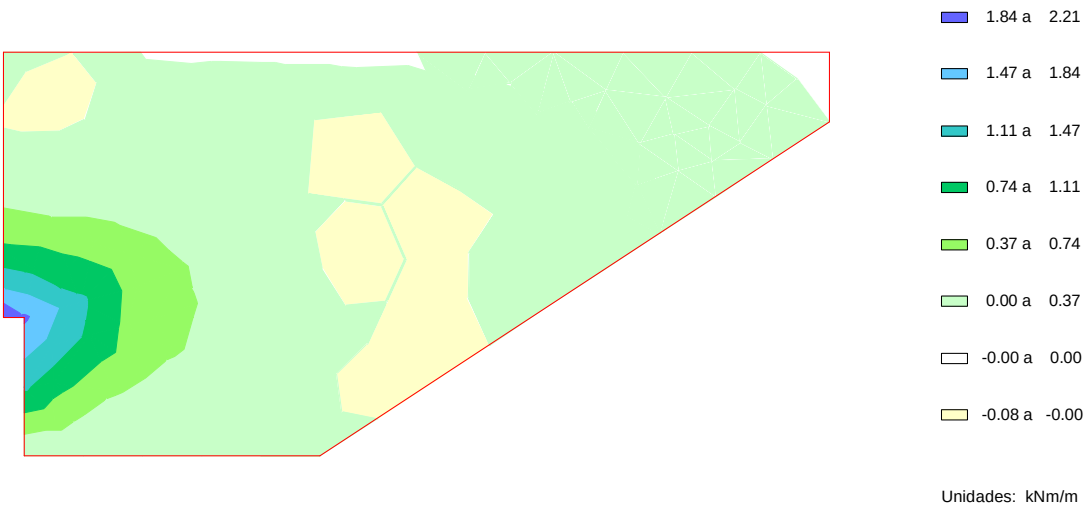
Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor mínimo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor máximo



5 ESTADO LÍMITE DE HUNDIMIENTO

5.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Pilote más cargado : 1.

Coordenadas pilote más cargado :
X : 0.600 m
Y : -0.800 m

Carga máxima	:	719.31	kN
Carga de hundimiento por fuste	:	1631.59	kN
Carga de hundimiento por punta	:	993.04	kN
Carga de hundimiento	:	2624.62	kN
Factor de seguridad admisible	:	3.000	
Carga admisible, Q_{adm}	:	874.87	kN
Factor de seguridad , FS	:	3.649	

FS = 3.649 >= FS_{adm} = 3.000 -> Cumple

5.2 Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio

Pilote más cargado : 6.

Coordenadas pilote más cargado :
X : 9.145 m
Y : -0.800 m

Carga máxima	:	921.10	kN
Carga de hundimiento por fuste	:	1631.59	kN
Carga de hundimiento por punta	:	993.04	kN
Carga de hundimiento	:	2624.62	kN
Factor de seguridad admisible	:	2.600	
Carga admisible, Q_{adm}	:	1009.47	kN
Factor de seguridad , FS	:	2.849	

FS = 2.849 >= FS_{adm} = 2.600 -> Cumple

5.3 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Verifica la comprobación.

Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio. Verifica la comprobación.

6 ESTADO LíMITE DE ASIENTOS

6.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Asiento máximo	:	13.3	mm
Asiento admisible	:	25.0	mm

6.2 Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio

Asiento máximo	:	17.1	mm
Asiento admisible	:	25.0	mm

6.3 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Verifica la comprobación.

Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio. Verifica la comprobación.

7 ESTADO LÍMITE DE ARRANQUE DE LOS PILOTES

7.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Pilote más traccionado : 7.

Coordenadas pilote más traccionado :
X : 10.855 m
Y : -0.800 m

Carga mínima	:	650.37	kN
Carga de arranque	:	-1948.56	kN
Factor de seguridad admisible	:	3.000	
Carga admisible, Q_{adm}	:	-649.52	kN
Factor de seguridad , FS	:	100.000	

FS = 100.000 >= FS_{adm} = 3.000 -> Cumple

7.2 Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio

Pilote más traccionado : 7.

Coordenadas pilote más traccionado :
X : 10.855 m
Y : -0.800 m

Carga mínima	:	626.58	kN
Carga de arranque	:	-1948.56	kN
Factor de seguridad admisible	:	2.600	
Carga admisible, Q_{adm}	:	-749.45	kN
Factor de seguridad , FS	:	100.000	

FS = 100.000 >= FS_{adm} = 2.600 -> Cumple

7.3 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Verifica la comprobación.

Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio. Verifica la comprobación.

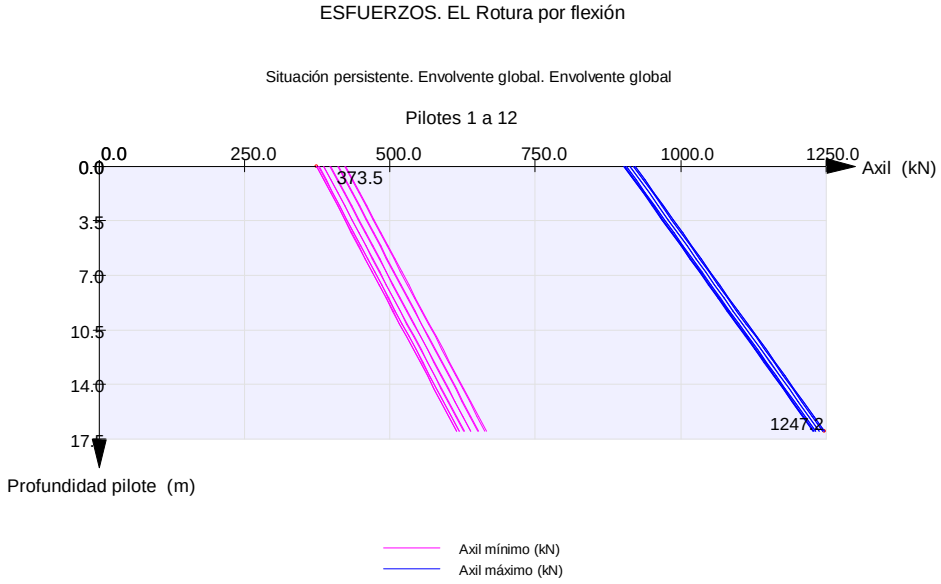
8 ESTADO LÍMITE DE FLEXIÓN

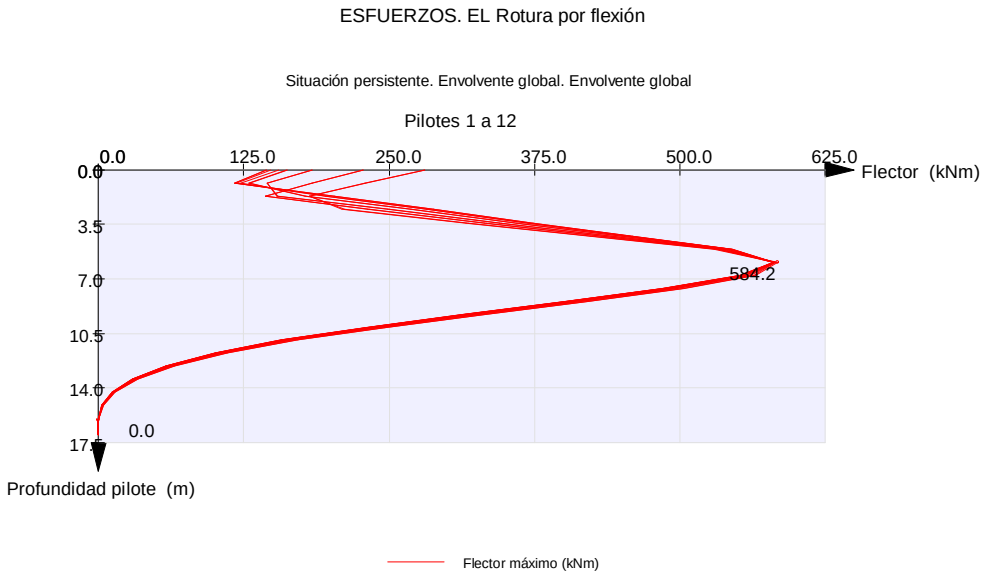
8.1 Pilotes

8.1.1 Esfuerzos de cálculo

Criterio de signos:

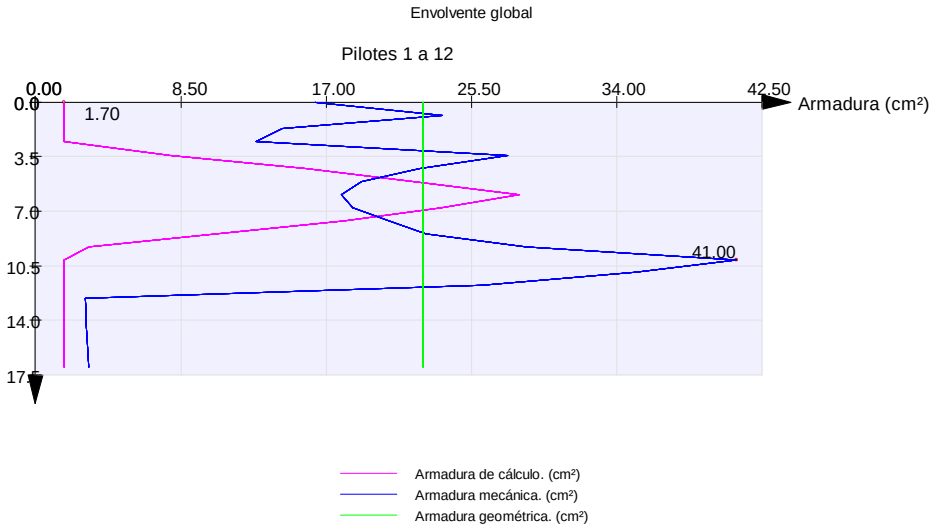
Los axiles positivos comprimen al pilote.





8.1.2 Armaduras

ARMADURA. EL Rotura por flexión



8.2 Espaldón

8.2.1 Esfuerzos de cálculo

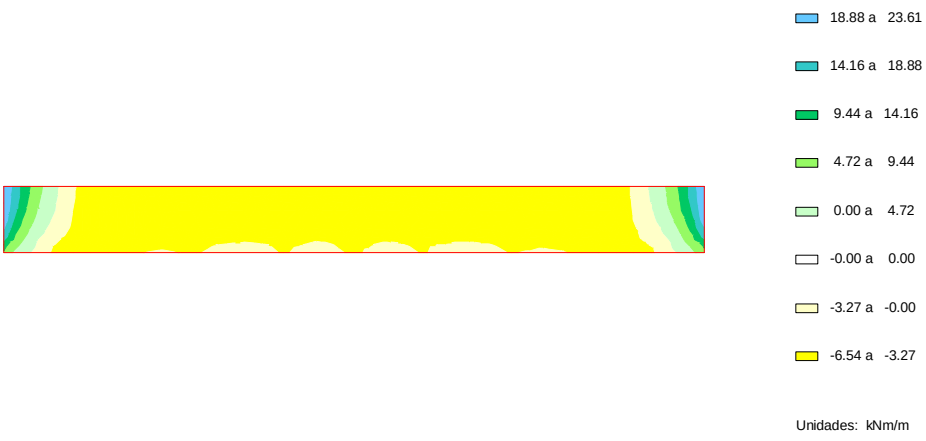
Criterio de signos:

Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores positivos traccionan el trasdós del espaldón.

ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

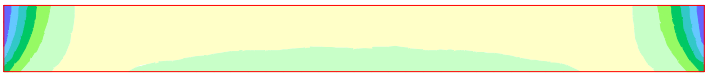
Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor máximo



45.25 a 54.30
36.20 a 45.25
27.15 a 36.20
18.10 a 27.15
9.05 a 18.10
0.00 a 9.05
-0.00 a 0.00
-3.37 a -0.00

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor mínimo

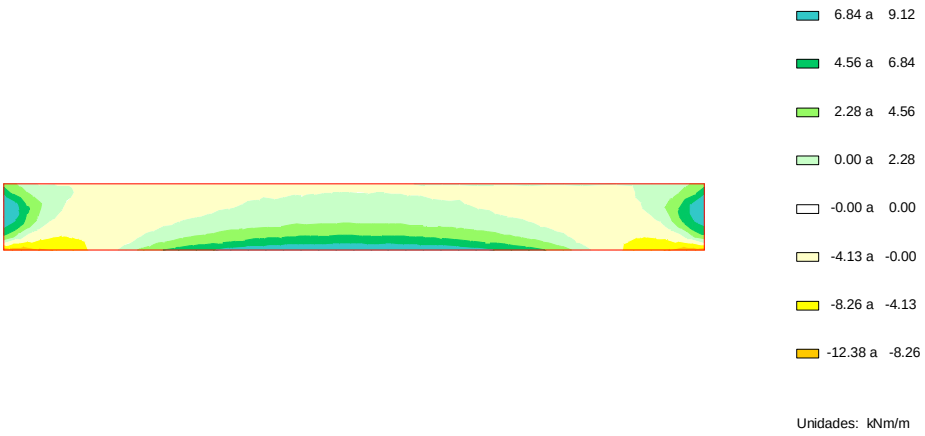
2.01 a 4.01
0.00 a 2.01
-0.00 a 0.00
-4.39 a -0.00
-8.79 a -4.39
-13.18 a -8.79
-17.57 a -13.18
-21.96 a -17.57

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor máximo



8.2.2 Armaduras

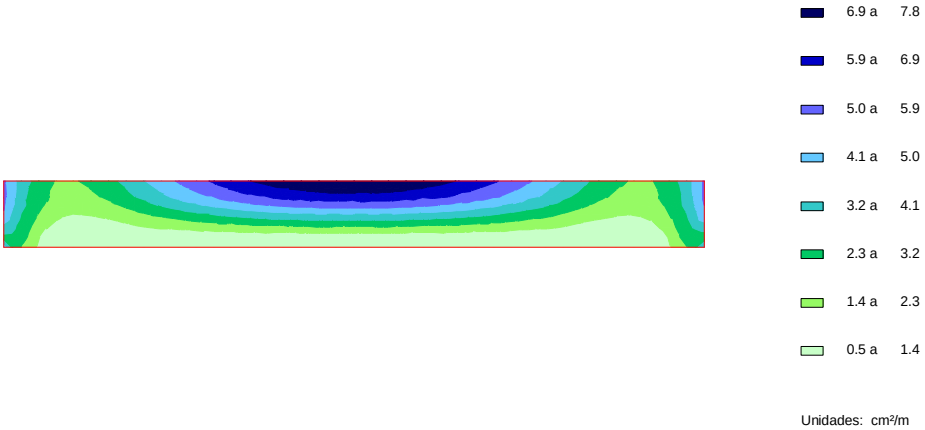
Cuantías de cálculo :

EL Rotura por flexión

Envolvente global

Espaldón. Armadura horizontal interior. cm²/m

Armaduras de cálculo

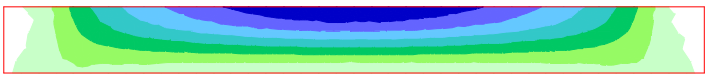


EL Rotura por flexión

Envolvente global

Espaldón. Armadura horizontal exterior. cm²/m

Armaduras de cálculo



7.4 a 8.6

6.1 a 7.4

4.9 a 6.1

3.7 a 4.9

2.5 a 3.7

1.2 a 2.5

0.0 a 1.2

-0.0 a 0.0

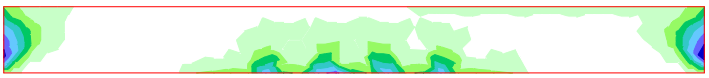
Unidades: cm²/m

EL Rotura por flexión

Envolvente global

Espaldón. Armadura vertical interior. cm²/m

Armaduras de cálculo



1.3 a 1.5

1.1 a 1.3

0.9 a 1.1

0.6 a 0.9

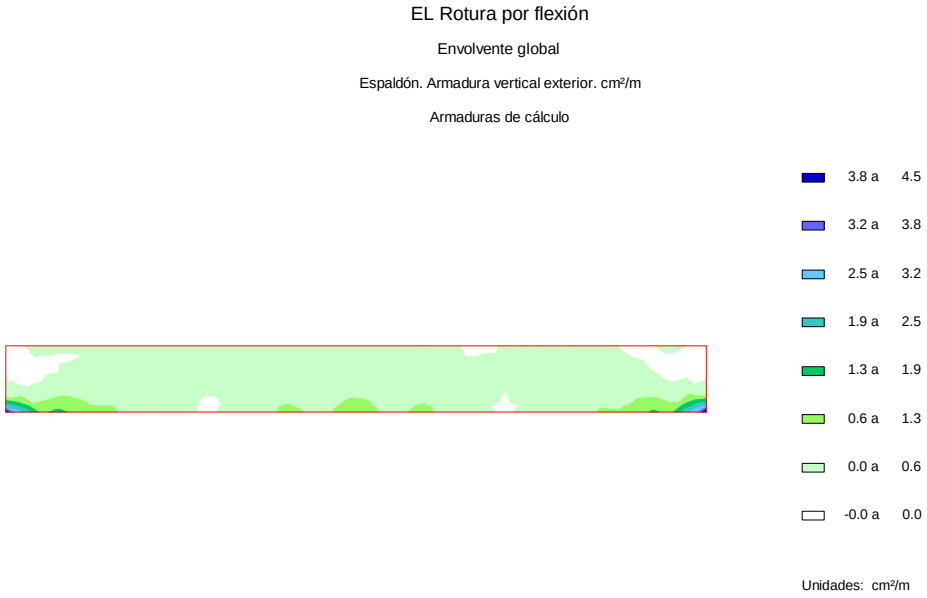
0.4 a 0.6

0.2 a 0.4

0.0 a 0.2

-0.0 a 0.0

Unidades: cm²/m



Cuantías máximas de cálculo :

Armadura horizontal en cara interior	:	7.8 cm^2/m
Armadura horizontal en cara exterior	:	8.6 cm^2/m
Armadura vertical en cara interior	:	1.5 cm^2/m
Armadura vertical en cara exterior	:	4.5 cm^2/m

Cuantías mecánicas :

Armadura horizontal en cara interior	:	5.4 cm^2/m
Armadura horizontal en cara exterior	:	5.3 cm^2/m
Armadura vertical en cara interior	:	5.8 cm^2/m
Armadura vertical en cara exterior	:	5.8 cm^2/m

Cuantías geométricas :

Armadura horizontal en cara interior	:	1.4 cm^2/m
Armadura horizontal en cara exterior	:	1.4 cm^2/m
Armadura vertical en cara interior	:	2.7 cm^2/m
Armadura vertical en cara exterior	:	2.7 cm^2/m

8.3 Cargadero

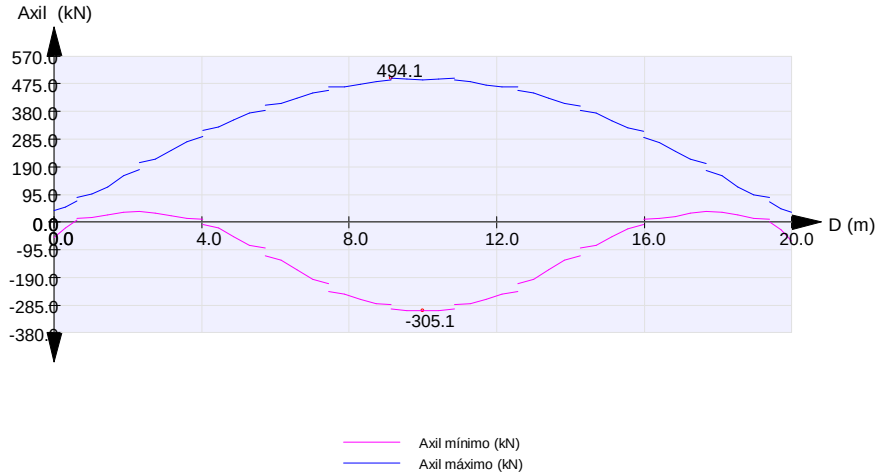
8.3.1 Esfuerzos de cálculo

Criterio de signos:

Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores de eje vertical positivos comprimen la cara posterior del cargadero.
Los flectores de eje horizontal positivos comprimen la cara superior del cargadero.

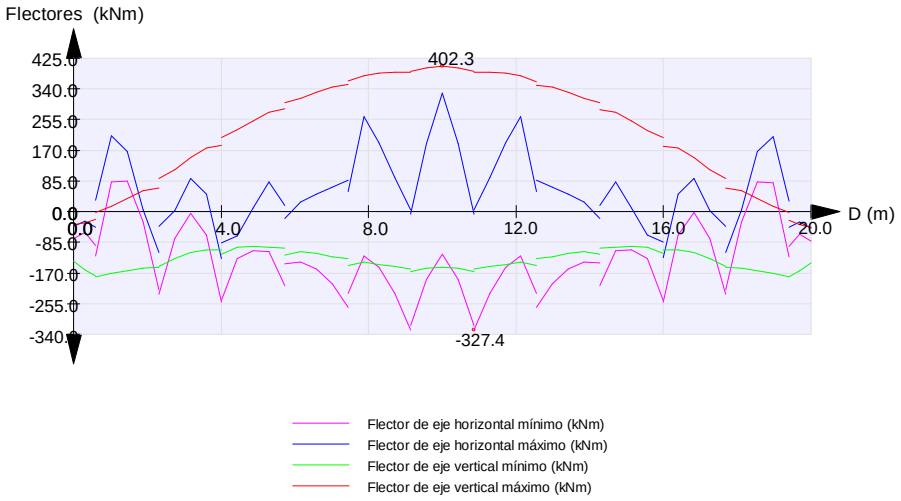
ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global



ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

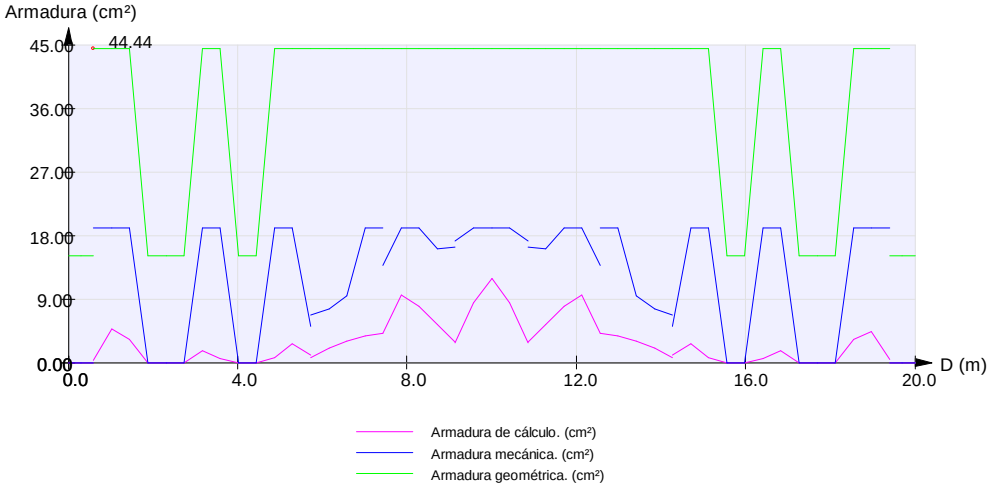


8.3.2 Armaduras

ARMADURA. EL Rotura por flexión

Envolvente global

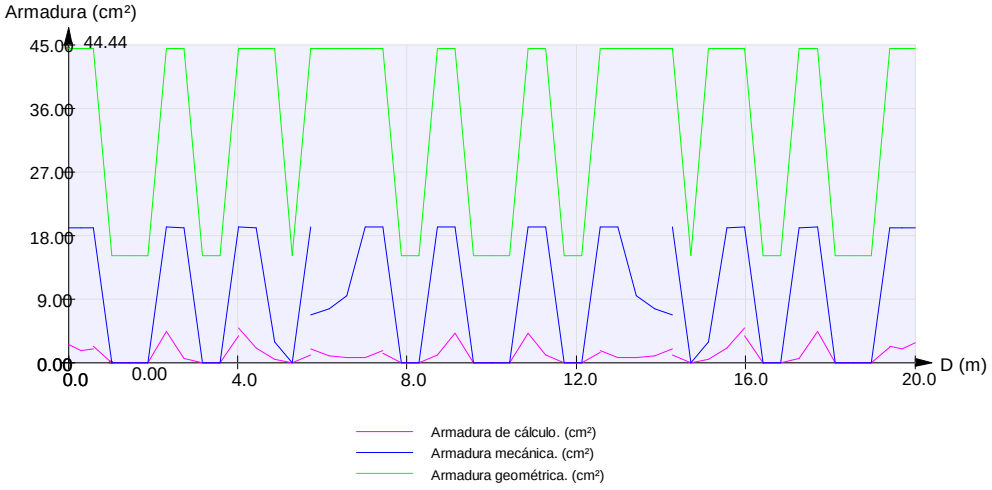
Armadura en la cara inferior

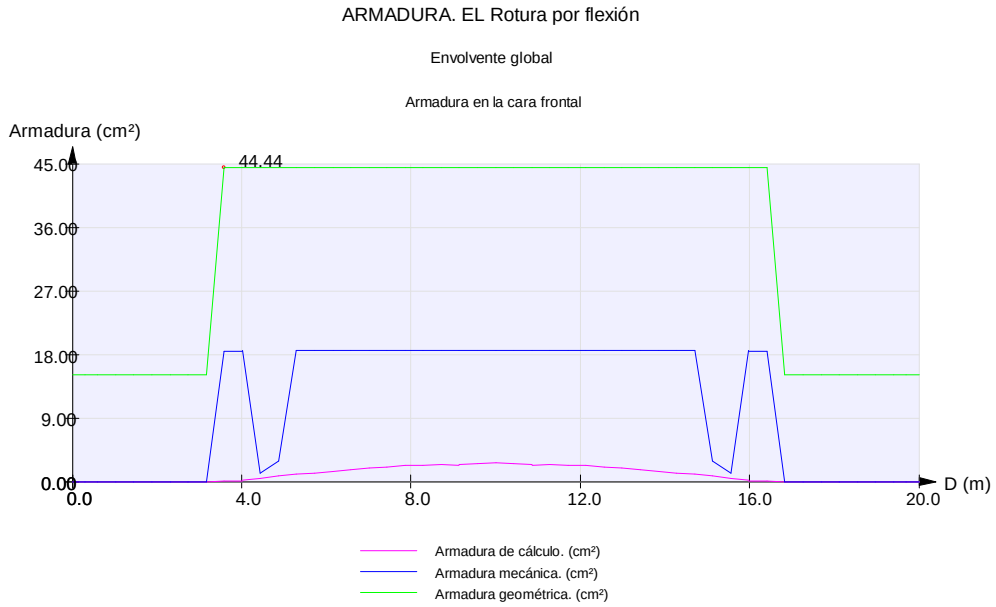


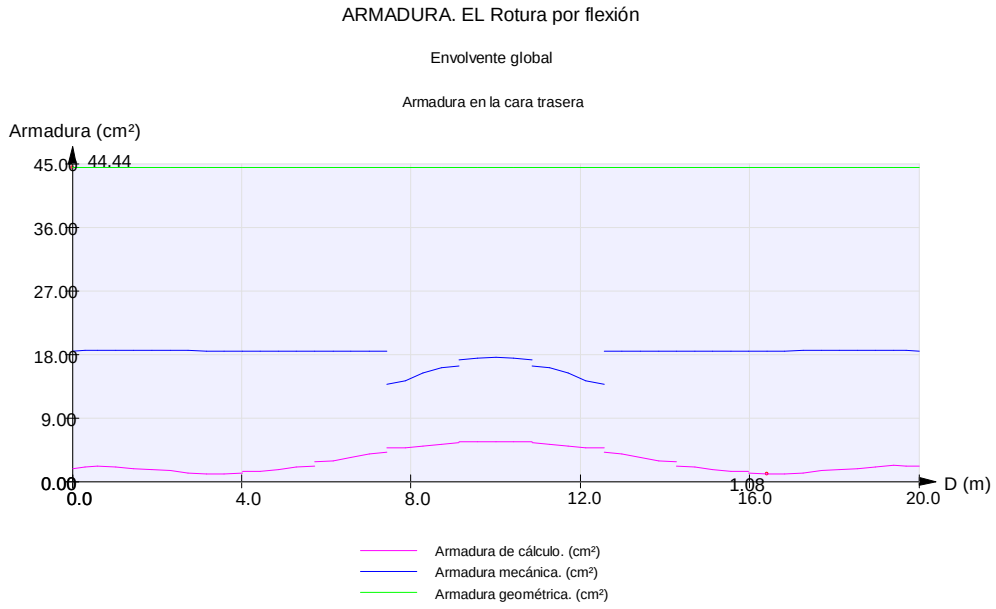
ARMADURA. EL Rotura por flexión

Envolvente global

Armadura en la cara superior







8.4 Aleta 1

8.4.1 Esfuerzos de cálculo

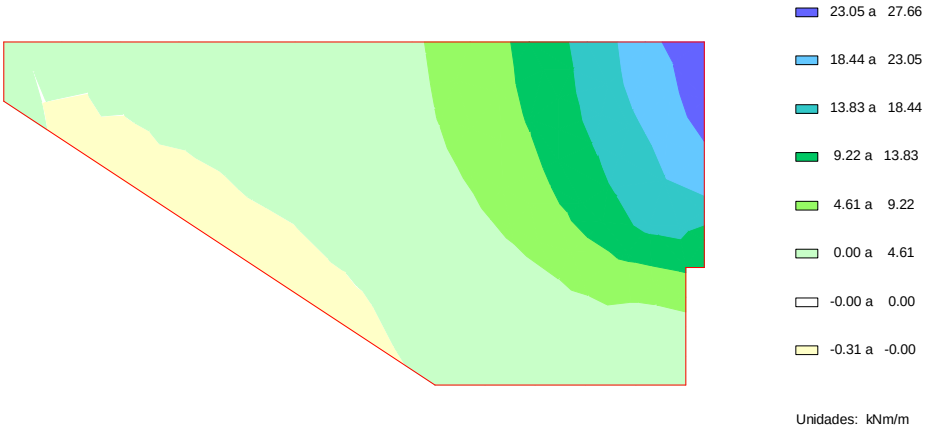
Criterio de signos:

Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores positivos traccionan la cara interior de la aleta.

ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

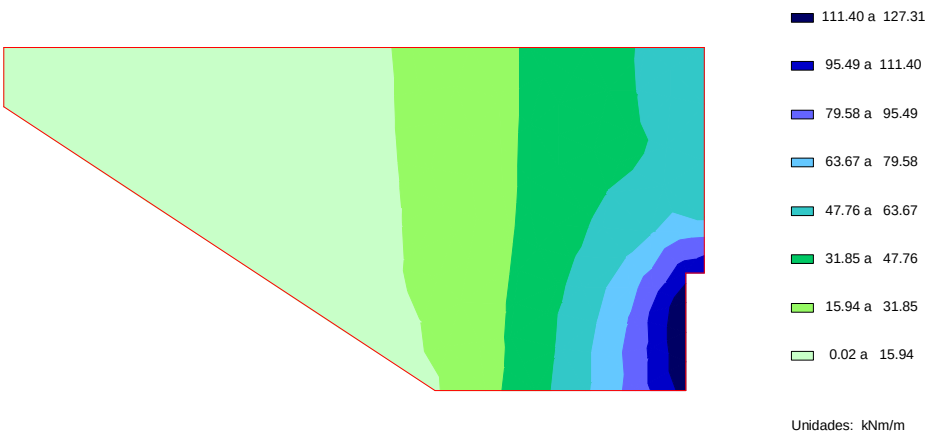
Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

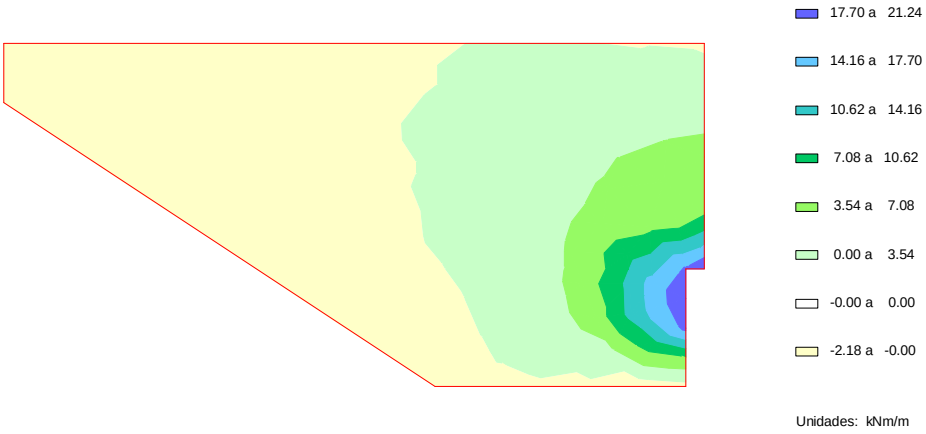
Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor máximo



ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

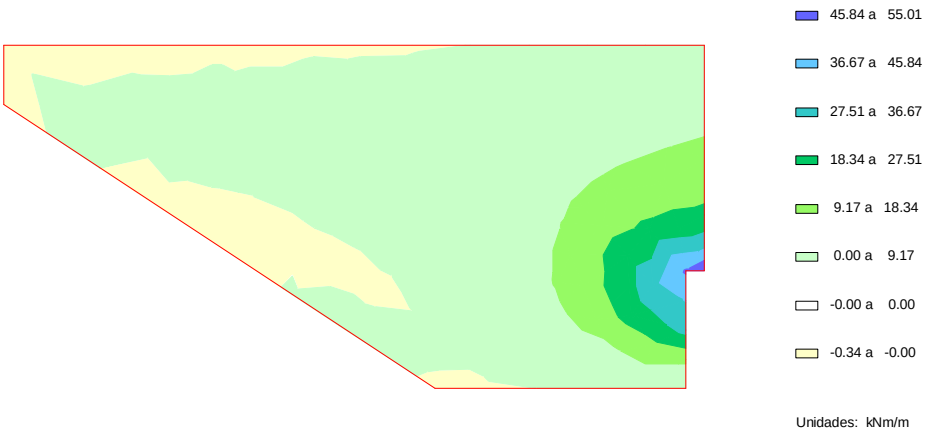
Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor máximo



8.4.2 Armaduras

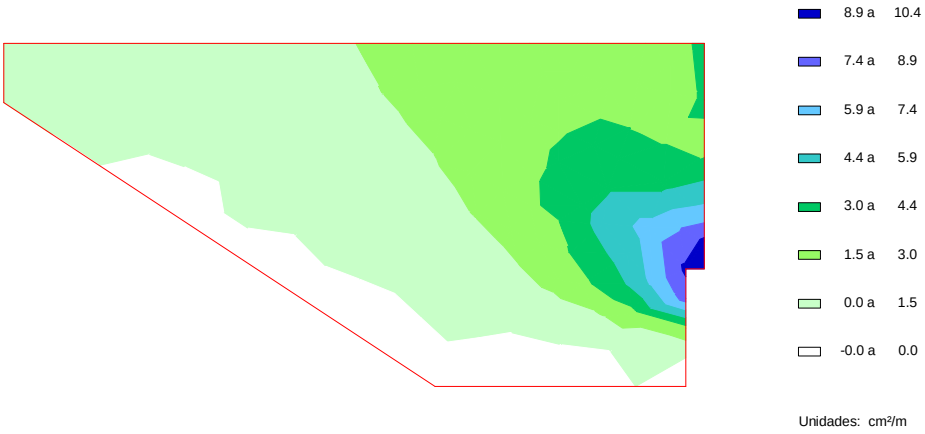
Cuantías de cálculo :

EL Rotura por flexión

Envolvente global

Aletas. Armadura horizontal interior. cm²/m

Armaduras de cálculo

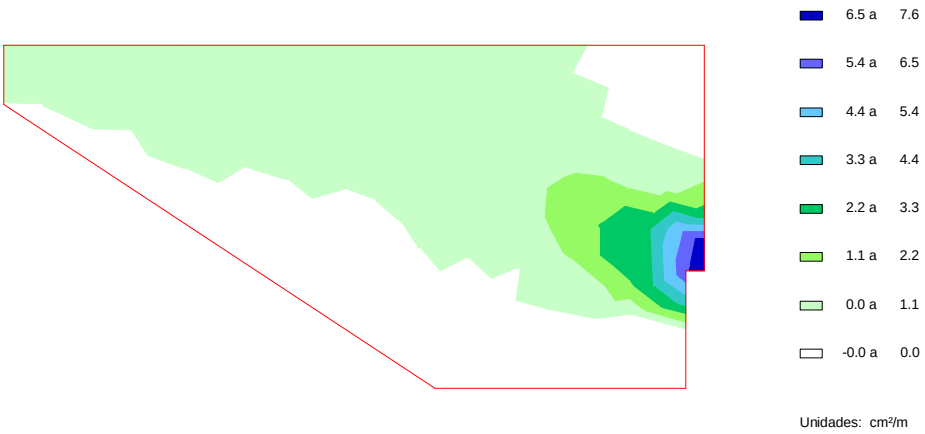


EL Rotura por flexión

Envolvente global

Aletas. Armadura horizontal exterior. cm²/m

Armaduras de cálculo

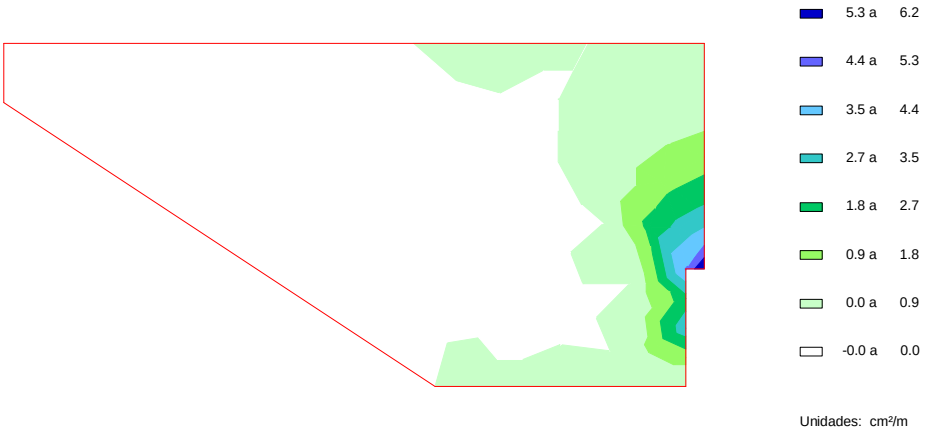


EL Rotura por flexión

Envolvente global

Aletas. Armadura vertical interior. cm²/m

Armaduras de cálculo

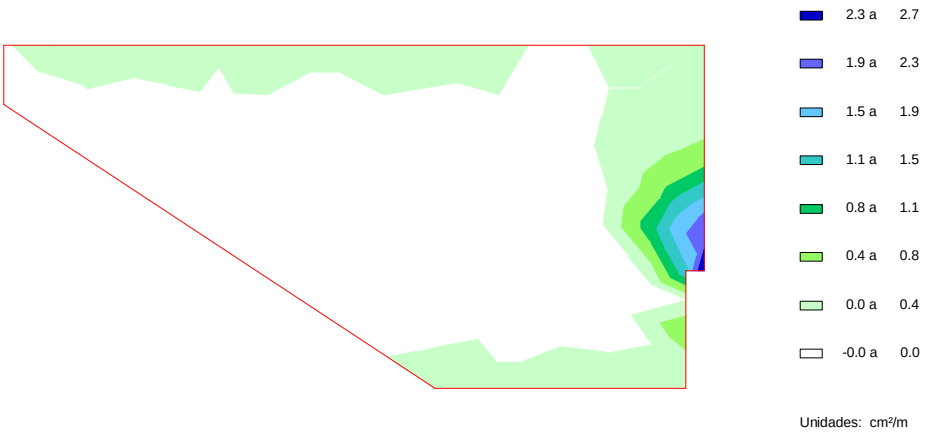


EL Rotura por flexión

Envolvente global

Aletas. Armadura vertical exterior. cm²/m

Armaduras de cálculo



Cuantías máximas de cálculo :

Voladizo aleta 1

Armadura horizontal en cara interior	:	10.4	cm^2/m
Armadura horizontal en cara exterior	:	7.6	cm^2/m
Armadura vertical en cara interior	:	6.2	cm^2/m
Armadura vertical en cara exterior	:	2.7	cm^2/m

Cuantías mecánicas :

Voladizo aleta 1

Armadura horizontal en cara interior	:	7.5 cm^2/m
Armadura horizontal en cara exterior	:	0.0 cm^2/m
Armadura vertical en cara interior	:	7.6 cm^2/m
Armadura vertical en cara exterior	:	7.6 cm^2/m

Cuantías geométricas :

Voladizo aleta 1

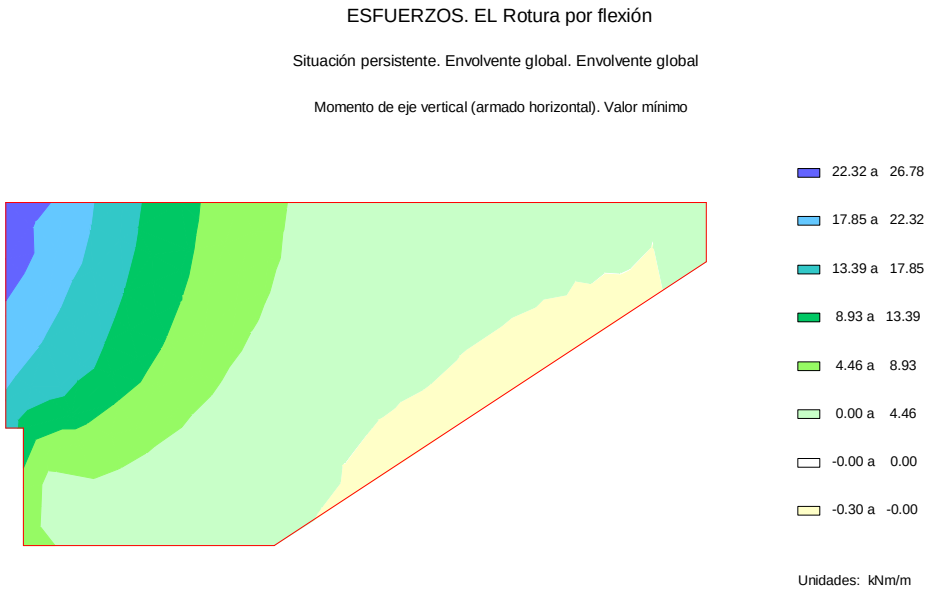
Armadura horizontal en cara interior	:	3.0 cm^2/m
Armadura horizontal en cara exterior	:	3.0 cm^2/m
Armadura vertical en cara interior	:	5.4 cm^2/m
Armadura vertical en cara exterior	:	5.4 cm^2/m

8.5 Aleta2

8.5.1 Esfuerzos de cálculo

Criterio de signos:

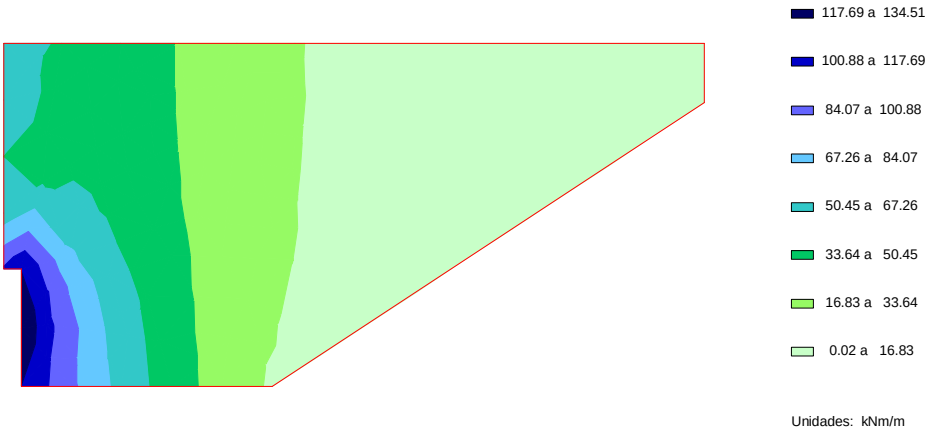
Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores positivos traccionan la cara interior de la aleta.



ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

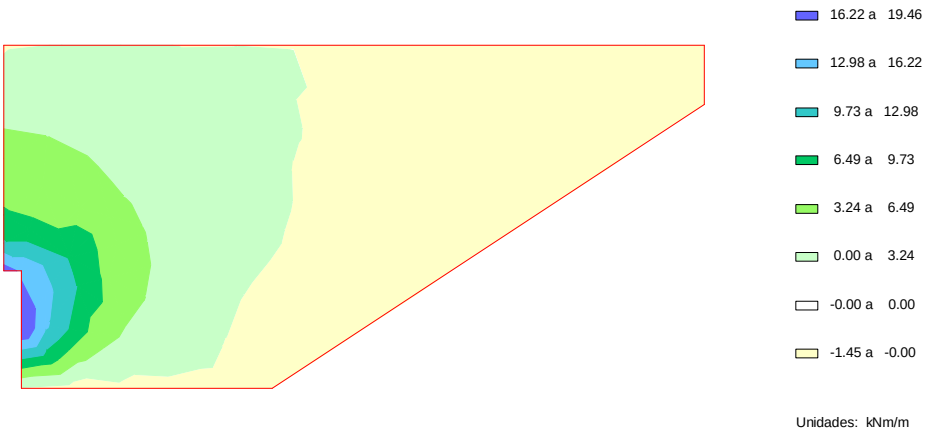
Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor máximo



ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

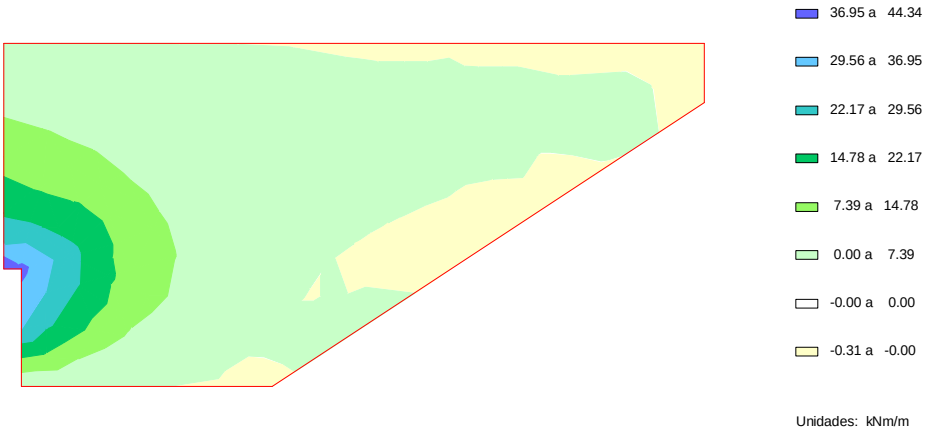
Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor máximo



8.5.2 Armaduras

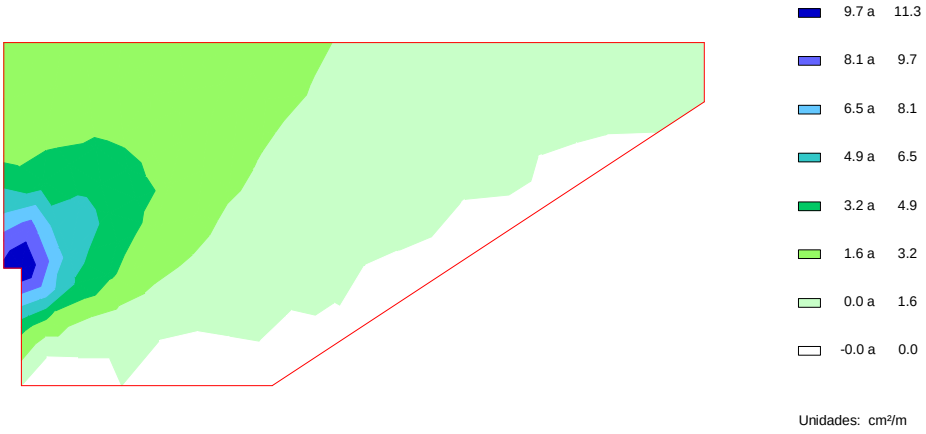
Cuantías de cálculo :

EL Rotura por flexión

Envolvente global

Aletas. Armadura horizontal interior. cm²/m

Armaduras de cálculo

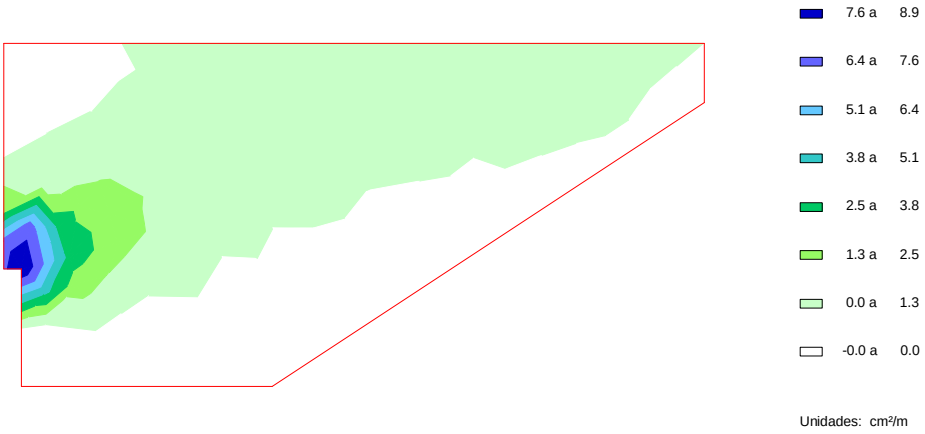


EL Rotura por flexión

Envolvente global

Aletas. Armadura horizontal exterior. cm²/m

Armaduras de cálculo

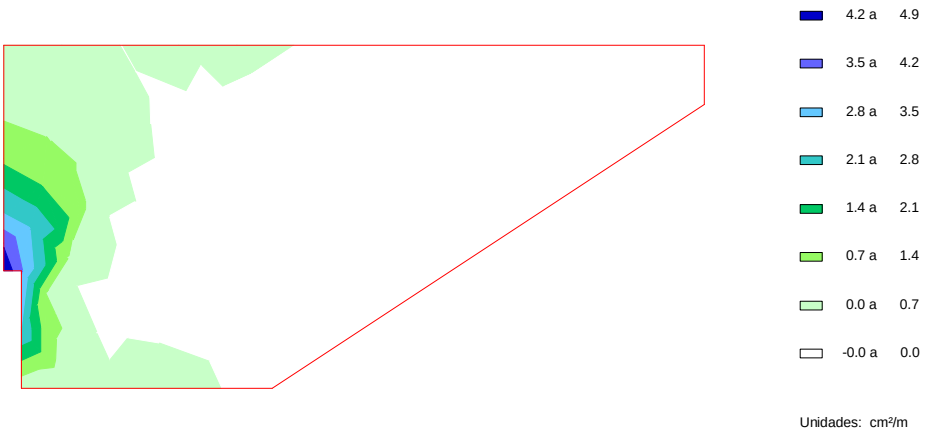


EL Rotura por flexión

Envolvente global

Aletas. Armadura vertical interior. cm²/m

Armaduras de cálculo



Cuantías máximas de cálculo :

Voladizo aleta 2

Armadura horizontal en cara interior	:	11.3 cm^2/m
Armadura horizontal en cara exterior	:	8.9 cm^2/m
Armadura vertical en cara interior	:	4.9 cm^2/m
Armadura vertical en cara exterior	:	2.6 cm^2/m

Cuantías mecánicas :

Voladizo aleta 2

Armadura horizontal en cara interior	:	7.4 cm^2/m
Armadura horizontal en cara exterior	:	0.0 cm^2/m
Armadura vertical en cara interior	:	7.6 cm^2/m
Armadura vertical en cara exterior	:	7.6 cm^2/m

Cuantías geométricas :

Voladizo aleta 2

Armadura horizontal en cara interior	:	3.0 cm^2/m
Armadura horizontal en cara exterior	:	3.0 cm^2/m
Armadura vertical en cara interior	:	5.4 cm^2/m
Armadura vertical en cara exterior	:	5.4 cm^2/m

8.6 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Aleta 1. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Aleta 2. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Cargadero. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Pilotes. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Espaldón. Verifica la comprobación.

Pilotes :

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Pilotes. Verifica la comprobación.

Espaldón

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Espaldón. Verifica la comprobación.

Cargadero

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Cargadero. Verifica la comprobación.

Aleta 1 :

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Aleta 1. Verifica la comprobación.

Aleta 2 :

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Aleta 2. Verifica la comprobación.

9 ESTADO LíMITE DE TORSIóN

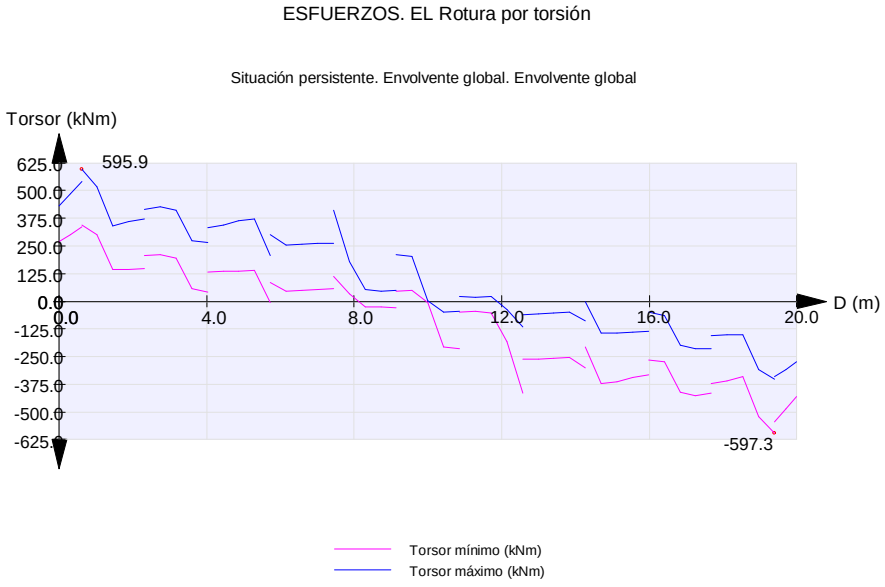
9.1 Cargadero

9.1.1 Esfuerzos de cálculo

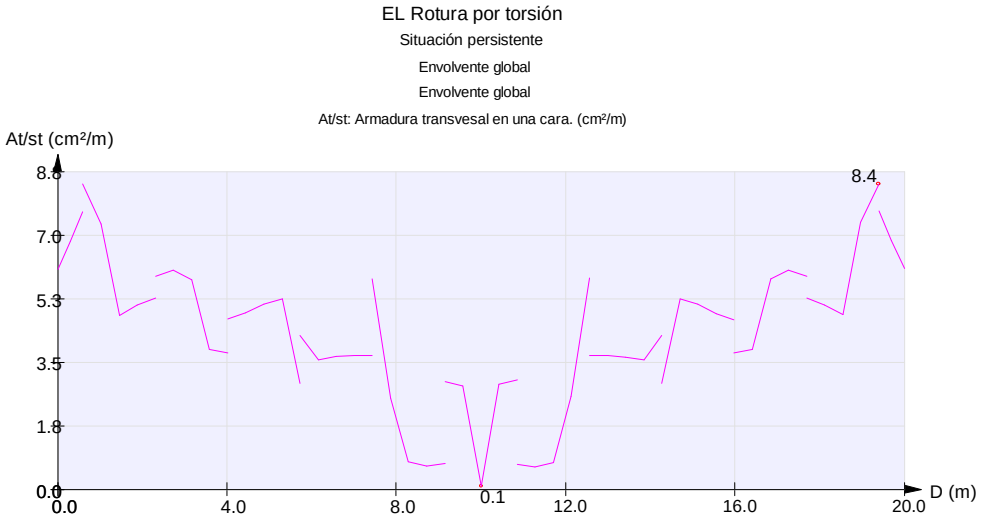
D : Distancia al inicio del cargadero (m)

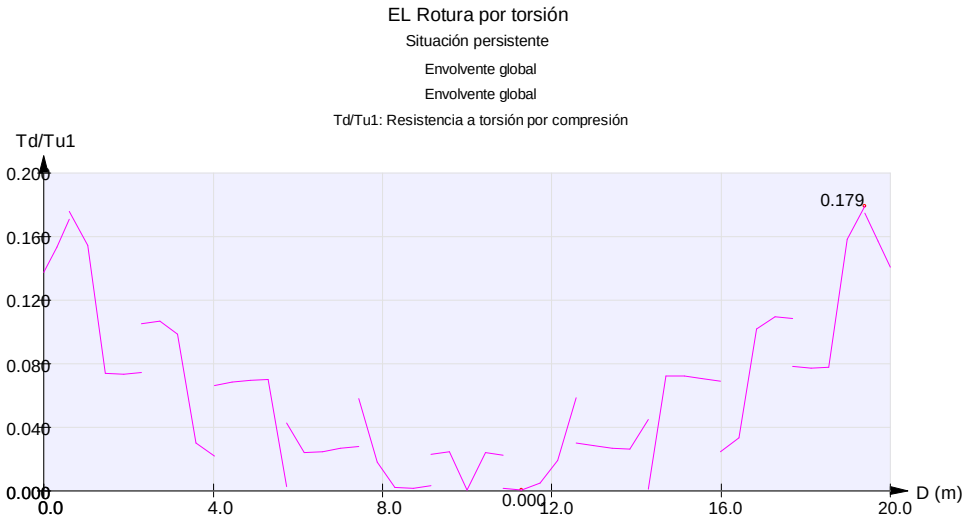
Criterio de signos:

Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores de eje vertical positivos comprimen la cara posterior del cargadero.
Los flectores de eje horizontal positivos comprimen la cara superior del cargadero.



9.1.2 Dimensionamiento de armaduras





9.2 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Cargadero. Verifica la comprobación.

Muro frontal :

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Cargadero. Verifica la comprobación.

10 ESTADO LíMITE DE FISURACIóN

10.1 Pilotes

10.1.1 Esfuerzos de cálculo

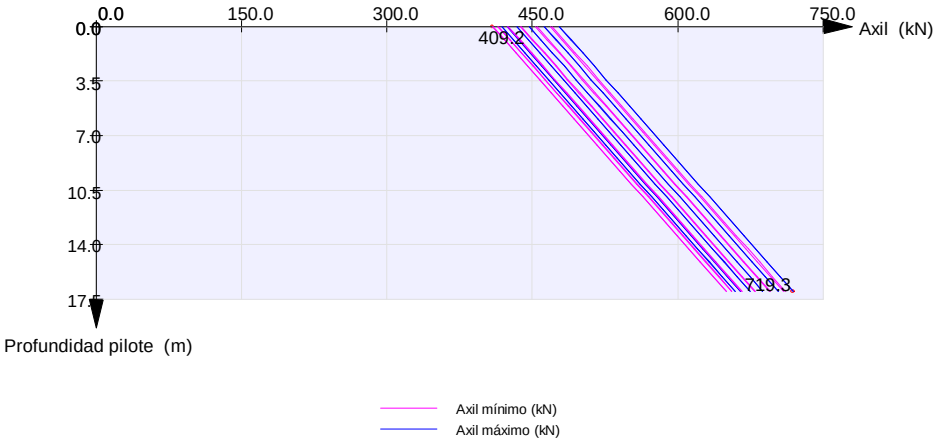
Criterio de signos:

Los axiles positivos comprimen al pilote.

ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

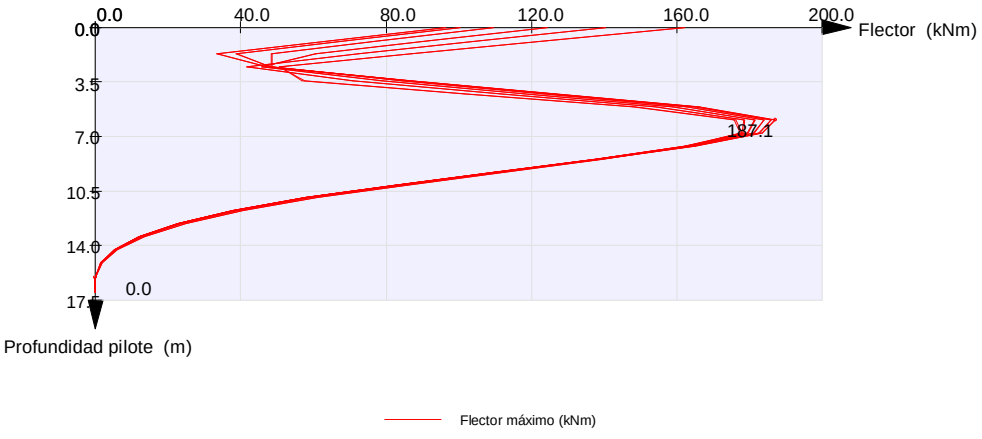
Pilotes 1 a 12



ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Pilotes 1 a 12



10.1.2 Cálculo de E.L. de fisuración

Pilotes. Armadura longitudinal principal

Recubrimiento geométrico: 0.070 m

Capa	Recubrimiento mecánico (m)
1	0.100

Zona A

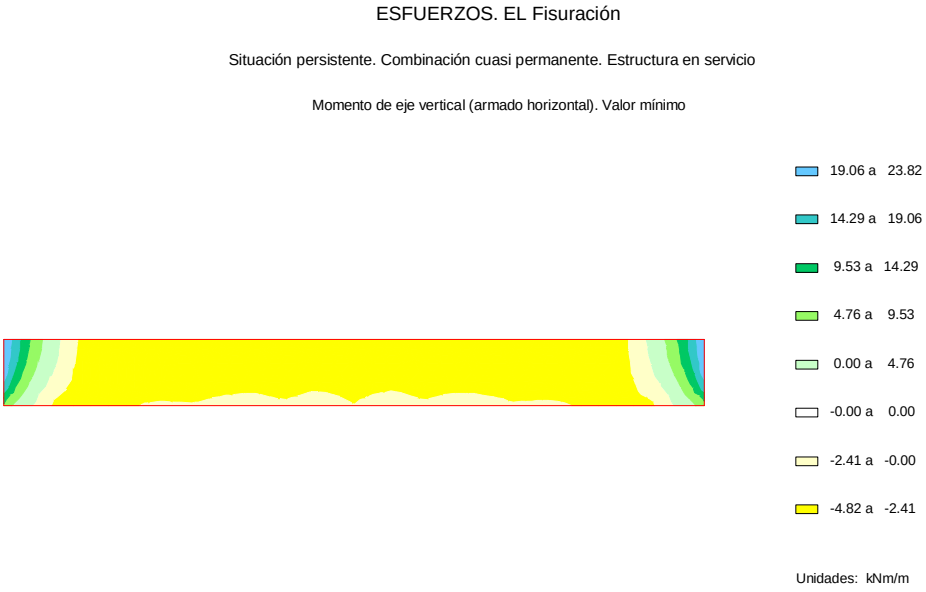
Hipótesis	Axil (kN)	Flector (kNm)	Arm. dispuesta	Abertura de fisura (mm)	Abertura admisible (mm)	Cumple
1	409.2	96.3	9 Ø25 a 0.250 m	0.00	0.30	Sí
2	719.3	0.0	9 Ø25 a 0.250 m	0.00	0.30	Sí
3	502.6	187.0	9 Ø25 a 0.250 m	0.00	0.30	Sí

10.2 Espaldón

10.2.1 Esfuerzos de cálculo

Criterio de signos:

Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores positivos traccionan el trasdós del espaldón.



ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor máximo

30.82 a 36.99
24.66 a 30.82
18.49 a 24.66
12.33 a 18.49
6.16 a 12.33
0.00 a 6.16
-0.00 a 0.00
-4.35 a -0.00

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor mínimo

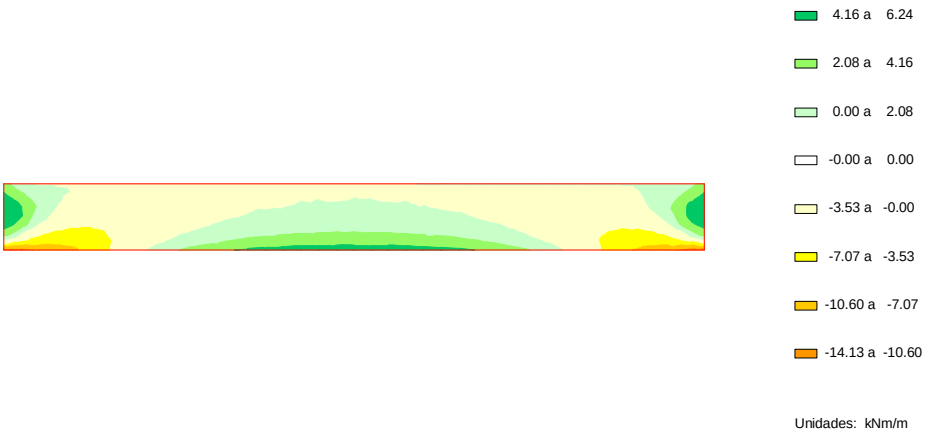
1.99 a 3.98
0.00 a 1.99
-0.00 a 0.00
-3.22 a -0.00
-6.44 a -3.22
-9.66 a -6.44
-12.88 a -9.66
-16.10 a -12.88

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor máximo



10.2.2 Cálculo de E.L. de fisuración

Espaldón. Armadura vertical. Cara trasera

Recubrimiento mecánico:	0.075	m
Recubrimiento geométrico:	0.065	m

Hipótesis	Ancho	Canto	As. flexión Vertical interior	As. flexión Vertical exterior	Arm. dispuesta	N_k	M_k	w_k	w_{ac}
	(m)	(m)	(cm^2)	(cm^2)		(kN)	(kNm)	(mm)	(mm)
1	1.000	0.300	5.81	5.83	6 Ø12 a 0.175 m	-100.9	-16.1	0.04	0.3
2	1.000	0.300	5.81	5.83	6 Ø12 a 0.175 m	37.8	-0.9	0.00	0.3
3	1.000	0.300	5.81	5.83	6 Ø12 a 0.175 m	-11.6	6.2	0.04	0.3
4	1.000	0.300	5.81	5.83	6 Ø12 a 0.175 m	-11.4	6.2	0.04	0.3

w_k: abertura de fisura en la fibra de la vertical interior

El momento positivo comprime la fibra de la vertical exterior

Sí cumple.

Espaldón. Armadura horizontal. Cara trasera

Recubrimiento mecánico:	0.055	m
Recubrimiento geométrico:	0.045	m

Hipótesis	Ancho	Canto	As. flexión Horizontal interior	As. flexión Horizontal exterior	Arm. dispuesta	N_k	M_k	w_k
	(m)	(m)	(cm^2)	(cm^2)		(kN)	(kNm)	(mm)
1	1.000	0.300	7.76	8.60	4 Ø16 a 0.250 m	-495.2	-2.6	0.28
2	1.000	0.300	7.76	8.60	4 Ø16 a 0.250 m	79.8	10.6	0.01
3	1.000	0.300	7.76	8.60	4 Ø16 a 0.250 m	7.1	37.0	0.14
4	1.000	0.300	7.76	8.60	4 Ø16 a 0.250 m	7.1	37.0	0.14

w_k: abertura de fisura en la fibra de la horizontal interior

El momento positivo comprime la fibra de la horizontal exterior

Sí cumple.

Espaldón. Armadura vertical. Cara frontal

Recubrimiento mecánico:	0.075	m
Recubrimiento geométrico:	0.065	m

Hipótesis	Ancho	Canto	As. flexión Vertical interior	As. flexión Vertical exterior	Arm. dispuesta	N_k	M_k	w_k	w_{ac}
	(m)	(m)	(cm^2)	(cm^2)		(kN)	(kNm)	(mm)	(mm)
1	1.000	0.300	5.81	5.83	6 Ø12 a 0.175 m	-100.9	-16.1	0.16	0.3
2	1.000	0.300	5.81	5.83	6 Ø12 a 0.175 m	37.8	-0.9	0.00	0.3
3	1.000	0.300	5.81	5.83	6 Ø12 a 0.175 m	-100.9	-16.1	0.16	0.3
4	1.000	0.300	5.81	5.83	6 Ø12 a 0.175 m	-100.3	-16.1	0.16	0.3

w_k: abertura de fisura en la fibra de la vertical exterior

El momento positivo comprime la fibra de la vertical exterior

Sí cumple.

Espaldón. Armadura horizontal. Cara frontal

Recubrimiento mecánico:	0.055	m
Recubrimiento geométrico:	0.045	m

Hipótesis	Ancho	Canto	As. flexión Horizontal interior	As. flexión Horizontal exterior	Arm. dispuesta	N_k	M_k	w_k
	(m)	(m)	(cm^2)	(cm^2)		(kN)	(kNm)	(mm)
1	1.000	0.300	7.76	8.60	3 Ø20 a 0.350 m	-495.2	-2.6	0.29
2	1.000	0.300	7.76	8.60	3 Ø20 a 0.350 m	79.8	10.6	0.00
3	1.000	0.300	7.76	8.60	3 Ø20 a 0.350 m	-258.0	-4.8	0.16
4	1.000	0.300	7.76	8.60	3 Ø20 a 0.350 m	-255.1	-4.8	0.16

w_k: abertura de fisura en la fibra de la horizontal exterior

El momento positivo comprime la fibra de la horizontal exterior

Sí cumple.

10.3 Cargadero

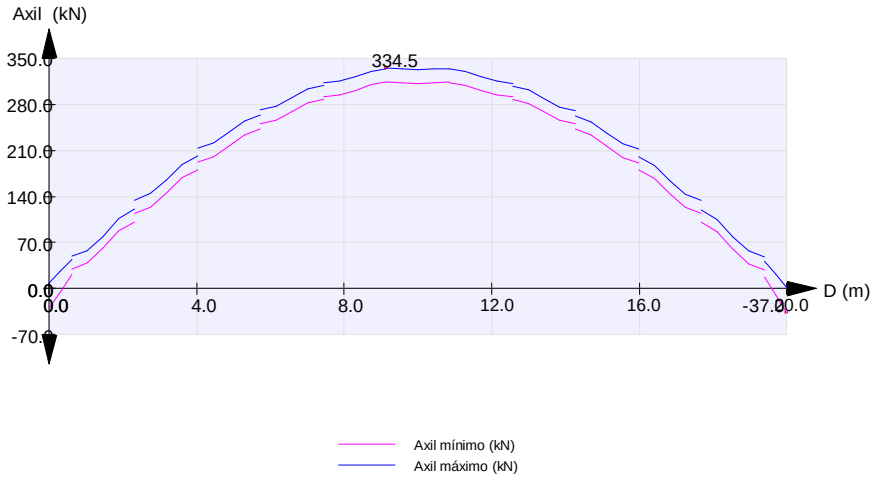
10.3.1 Esfuerzos de cálculo

Criterio de signos:

Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores de eje vertical positivos comprimen la cara posterior del cargadero.
Los flectores de eje horizontal positivos comprimen la cara superior del cargadero.

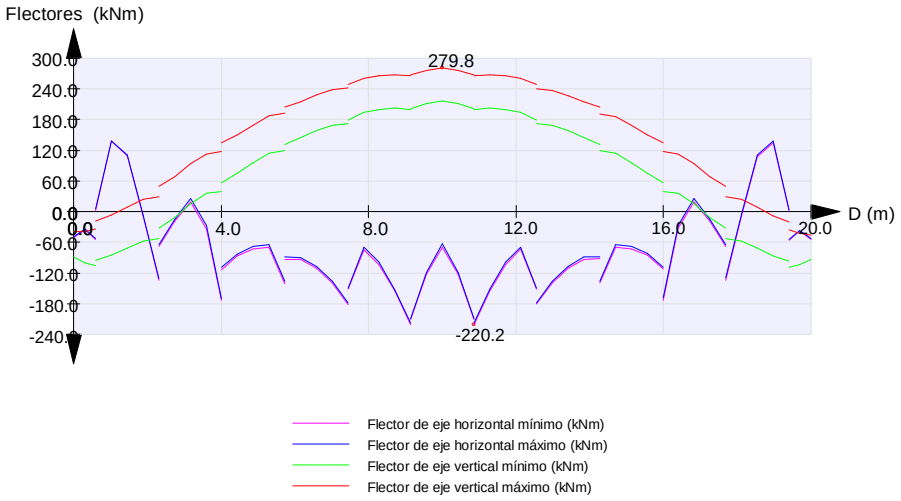
ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio



ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio



10.3.2 Cálculo de E.L. de fisuración

Armadura del despiece

Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara inferior : 10 Ø25
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara superior : 10 Ø25
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara interior : Ø25 a 0.100
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara exterior : Ø25 a 0.100

10.3.2.1 Resultados del cálculo por secciones

Hip.	Id.	N	$M_{y'}$	$M_{z'}$	w_k	w_k admisible

		(kN)	(kNm)	(kNm)	(mm)	(mm)	
1	Sec. 1	0.0	-49.1	-88.1	1000000.00	0.30	No cumple
2	Sec. 2	0.0	-35.1	-99.1	1000000.00	0.30	No cumple
3	Sec. 3	0.0	0.0	-94.8	1000000.00	0.30	No cumple
4	Sec. 4	0.0	137.9	-85.2	1000000.00	0.30	No cumple
5	Sec. 5	0.0	110.5	-71.6	1000000.00	0.30	No cumple
6	Sec. 6	0.0	0.0	-57.6	1000000.00	0.30	No cumple
7	Sec. 7	0.0	-68.5	49.0	1000000.00	0.30	No cumple
8	Sec. 8	0.0	0.0	68.7	1000000.00	0.30	No cumple
9	Sec. 9	0.0	0.0	93.7	1000000.00	0.30	No cumple
10	Sec. 10	170.3	-33.6	113.0	1000000.00	0.30	No cumple
11	Sec. 11	194.6	-112.2	134.8	1000000.00	0.30	No cumple
12	Sec. 12	202.6	-86.1	150.2	1000000.00	0.30	No cumple
13	Sec. 13	218.9	-72.9	169.1	1000000.00	0.30	No cumple
14	Sec. 14	236.5	-69.5	186.7	1000000.00	0.30	No cumple
15	Sec. 15	253.4	-92.4	204.7	1000000.00	0.30	No cumple
16	Sec. 16	259.5	-93.3	215.0	1000000.00	0.30	No cumple
17	Sec. 17	272.1	-110.8	227.2	1000000.00	0.30	No cumple
18	Sec. 18	285.0	-139.2	237.4	1000000.00	0.30	No cumple
19	Sec. 19	295.1	-151.4	248.3	1000000.00	0.30	No cumple
20	Sec. 20	297.9	-74.1	260.0	1000000.00	0.30	No cumple
21	Sec. 21	304.6	-103.3	265.0	1000000.00	0.30	No cumple
22	Sec. 22	312.5	-154.6	267.6	1000000.00	0.30	No cumple
23	Sec. 23	317.4	-209.7	267.7	1000000.00	0.30	No cumple
24	Sec. 24	316.1	-121.5	275.7	1000000.00	0.30	No cumple
25	Sec. 25	314.9	-68.6	279.8	1000000.00	0.30	No cumple
26	Sec. 26	316.0	-121.7	275.6	1000000.00	0.30	No cumple
27	Sec. 27	316.0	-219.4	265.3	1000000.00	0.30	No cumple
28	Sec. 28	312.0	-154.3	267.3	1000000.00	0.30	No cumple
29	Sec. 29	303.9	-102.8	264.6	1000000.00	0.30	No cumple
30	Sec. 30	297.0	-73.6	259.6	1000000.00	0.30	No cumple
31	Sec. 31	290.3	-180.3	240.6	1000000.00	0.30	No cumple
32	Sec. 32	283.8	-138.6	236.8	1000000.00	0.30	No cumple
33	Sec. 33	270.8	-110.1	226.5	1000000.00	0.30	No cumple
34	Sec. 34	258.1	-92.4	214.3	1000000.00	0.30	No cumple
35	Sec. 35	244.1	-138.8	191.3	1000000.00	0.30	No cumple
36	Sec. 36	235.0	-68.8	185.9	1000000.00	0.30	No cumple
37	Sec. 37	217.4	-72.1	168.4	1000000.00	0.30	No cumple
38	Sec. 38	201.1	-85.2	149.5	1000000.00	0.30	No cumple
39	Sec. 39	180.1	-172.5	116.0	1000000.00	0.30	No cumple
40	Sec. 40	168.9	-32.4	112.5	1000000.00	0.30	No cumple
41	Sec. 41	0.0	0.0	93.2	1000000.00	0.30	No cumple
42	Sec. 42	0.0	0.0	68.3	1000000.00	0.30	No cumple
43	Sec. 43	0.0	-130.7	-52.8	1000000.00	0.30	No cumple
44	Sec. 44	0.0	0.0	-57.5	1000000.00	0.30	No cumple
45	Sec. 45	0.0	110.7	-71.7	1000000.00	0.30	No cumple
46	Sec. 46	0.0	137.2	-85.6	1000000.00	0.30	No cumple
47	Sec. 47	0.0	-55.6	-108.0	1000000.00	0.30	No cumple
48	Sec. 48	0.0	-37.0	-102.7	1000000.00	0.30	No cumple
49	Sec. 49	0.0	-52.5	-93.3	1000000.00	0.30	No cumple

Hip.	Id.	Armadura resultante
1	Sec. 1	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
2	Sec. 2	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
3	Sec. 3	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
4	Sec. 4	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
5	Sec. 5	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
6	Sec. 6	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
7	Sec. 7	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
8	Sec. 8	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
9	Sec. 9	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
10	Sec. 10	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
11	Sec. 11	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
12	Sec. 12	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
13	Sec. 13	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
14	Sec. 14	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
15	Sec. 15	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25

16	Sec. 16	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
17	Sec. 17	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
18	Sec. 18	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
19	Sec. 19	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
20	Sec. 20	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
21	Sec. 21	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
22	Sec. 22	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
23	Sec. 23	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
24	Sec. 24	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
25	Sec. 25	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
26	Sec. 26	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
27	Sec. 27	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
28	Sec. 28	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
29	Sec. 29	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
30	Sec. 30	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
31	Sec. 31	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
32	Sec. 32	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
33	Sec. 33	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
34	Sec. 34	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
35	Sec. 35	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
36	Sec. 36	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
37	Sec. 37	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
38	Sec. 38	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
39	Sec. 39	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
40	Sec. 40	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
41	Sec. 41	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
42	Sec. 42	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
43	Sec. 43	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
44	Sec. 44	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
45	Sec. 45	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
46	Sec. 46	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
47	Sec. 47	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
48	Sec. 48	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
49	Sec. 49	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25

10.3.2.2 Resultados del cálculo en la sección más desfavorable

Sección más desfavorable: Sec. 27

Condicionantes de las armaduras

Armadura	$As_{flexión}$ (cm^2)	$\phi_{mín.}$ (mm)	$\phi_{máx.}$ (mm)	$Sep._{mín.}$ (mm)	$Sep._{máx.}$ (mm)
1	78.40	25.0	25.0	175	175
2	78.40	25.0	25.0	175	175
3	48.61	25.0	25.0	100	100
4	48.61	25.0	25.0	100	100

Esfuerzos de cálculo :

Hipótesis	N (kN)	$M_{y'}$ (kNm)	$M_{z'}$ (kNm)
1	313.0	-220.2	263.7
2	333.2	-217.7	200.1
3	330.2	-218.6	198.5
4	316.0	-219.4	265.3

Armadura de la sección

Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara inferior :	10 Ø25
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara superior :	10 Ø25
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara interior :	9 Ø25
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara exterior :	8 Ø25

Resultados de la hipótesis pésima

La hipótesis pésima es la hipótesis 4

Esfuerzos de cálculo :

N 316.0 kN
$M_{y'}$ -219.4 kNm
$M_{z'}$ 265.3 kNm

Parámetros de cálculo :

Esfuerzos de fisuración :

N_{fis} 0.0 kN
$M_{y' fis}$ 0.0 kNm
$M_{z' fis}$ 0.0 kNm

Coeficiente β	:	1.700	
Coeficiente K_1	:	0.000	
Coeficiente K_2	:	0.500	
Recubrimiento geométrico, C	:	0	mm
Separación armaduras, S	:	0	mm
Área eficaz, $A_{c, ef}$	:	0.0	mm^2
Área de armadura en $A_{c, ef}$	:	0.0	mm^2
Diámetro, ϕ	:	0	mm
Separación media fisuras, s_m	:	0	mm
Tensión en la armadura más traccionada, σ_s	:	0.00	MPa
Tensión armadura en fisuración, σ_{sr}	:	0.00	MPa
Deformación media, ε_{sm}	:	0.00000	
Abertura de fisura admisible	:	0.30	mm

Abertura de fisura, w_k: 1000000.00 mm

10.4 Aleta 1

10.4.1 Esfuerzos de cálculo

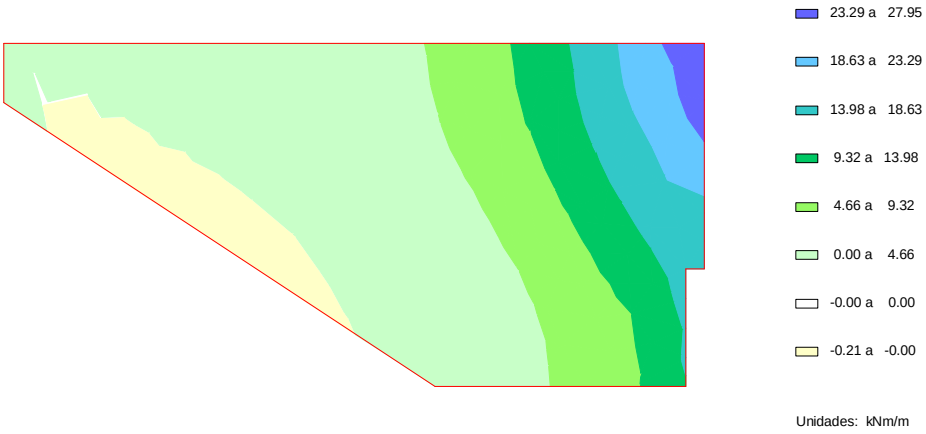
Criterio de signos:

Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores positivos traccionan la cara interior de la aleta.

ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

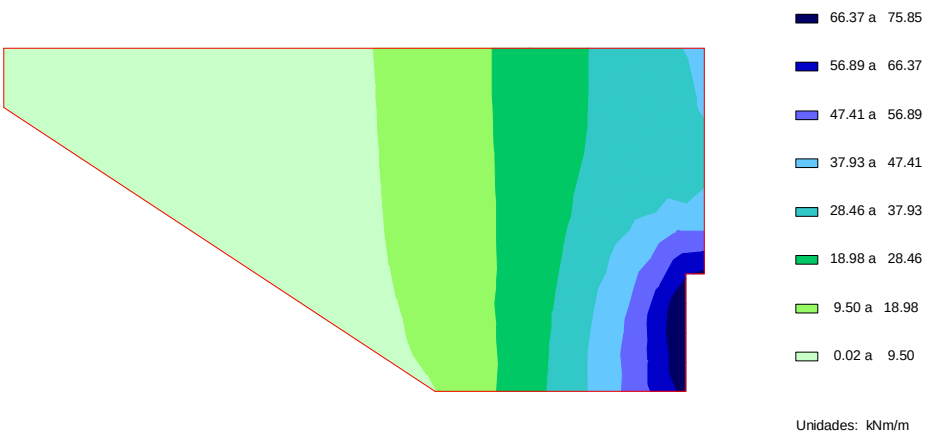
Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

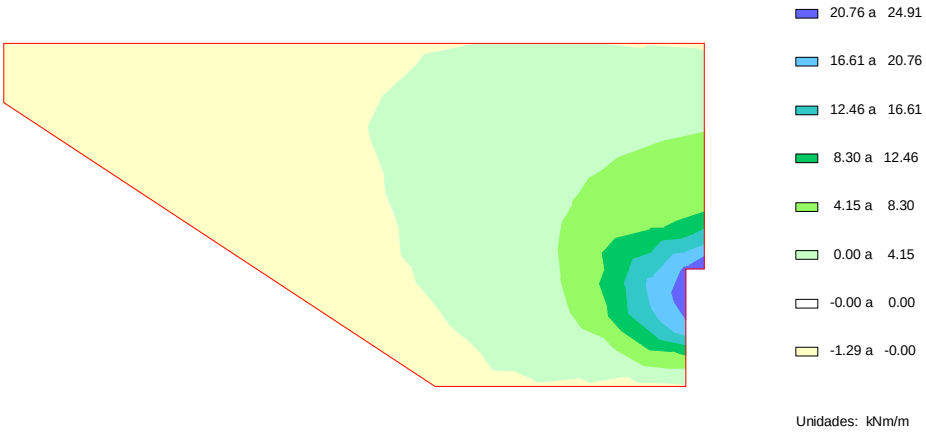
Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor máximo



ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

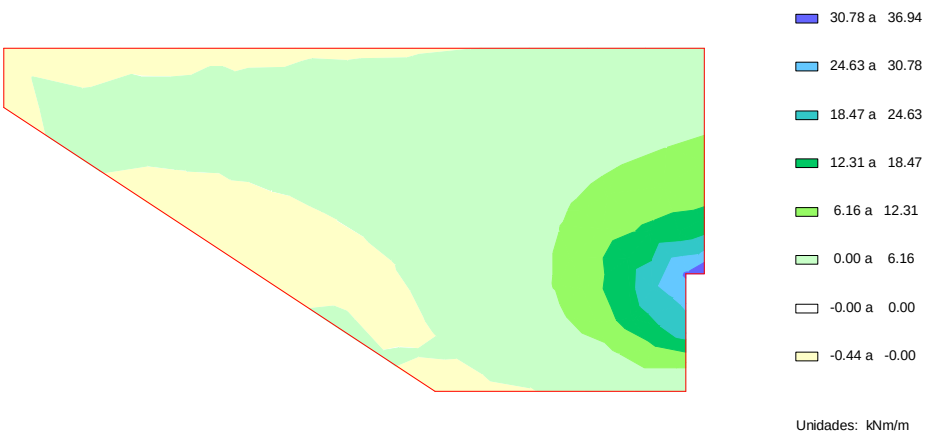
Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor máximo



10.4.2 Cálculo de E.L. de fisuración

Aleta 1. Voladizo. Armadura vertical. Cara exterior.

Recubrimiento mecánico:	0.075	m
Recubrimiento geométrico:	0.065	m

Hipótesis	Ancho (m)	Canto (m)	As. flexión Vertical interior (cm^2)	As. flexión Vertical exterior (cm^2)	Arm. dispuesta	N_k (kN)	M_k (kNm)	w_k (mm)	w_{ac} (mm)
1	1.000	0.600	7.64	7.61	4 Ø16 a 0.250 m	-246.5	24.9	0.10	0.3
2	1.000	0.600	7.64	7.61	4 Ø16 a 0.250 m	135.3	5.7	0.00	0.3
3	1.000	0.600	7.64	7.61	4 Ø16 a 0.250 m	-9.1	-1.3	0.01	0.3

4	1.000	0.600	7.64	7.61	4 Ø16 a 0.250 m	-9.1	-1.3	0.01	0.

w_k: abertura de fisura en la fibra de la vertical exterior

El momento positivo comprime la fibra de la vertical exterior

Sí cumple.

Aleta 1. Voladizo. Armadura vertical. Cara interior.

Recubrimiento mecánico: 0.075 m
Recubrimiento geométrico: 0.065 m

Hipótesis	Ancho (m)	Canto (m)	As. flexión Vertical interior (cm^2)	As. flexión Vertical exterior (cm^2)	Arm. dispuesta	N_k (kN)	M_k (kNm)	w_k (mm)	w_{ac} (mm)
1	1.000	0.600	7.64	7.61	4 Ø16 a 0.250 m	-246.5	24.9	0.27	0.
2	1.000	0.600	7.64	7.61	4 Ø16 a 0.250 m	135.3	5.7	0.00	0.
3	1.000	0.600	7.64	7.61	4 Ø16 a 0.250 m	-227.8	36.9	0.27	0.
4	1.000	0.600	7.64	7.61	4 Ø16 a 0.250 m	-227.8	36.9	0.27	0.

w_k: abertura de fisura en la fibra de la vertical interior

El momento positivo comprime la fibra de la vertical exterior

Sí cumple.

Aleta 1. Armadura horizontal. Cara exterior.

Recubrimiento mecánico: 0.055 m
Recubrimiento geométrico: 0.045 m

Hipótesis	Ancho (m)	Canto (m)	As. flexión Horizontal interior (cm^2)	As. flexión Horizontal exterior (cm^2)	Arm. dispuesta	N_k (kN)	M_k (kNm)	w_k (mm)
1	1.000	0.600	10.35	7.63	4 Ø16 a 0.200 m	-520.4	16.6	0.27
2	1.000	0.600	10.35	7.63	4 Ø16 a 0.200 m	961.1	13.6	0.00
3	1.000	0.600	10.35	7.63	4 Ø16 a 0.200 m	37.6	-0.2	0.00
4	1.000	0.600	10.35	7.63	4 Ø16 a 0.200 m	37.6	-0.2	0.00

w_k: abertura de fisura en la fibra de la horizontal exterior

El momento positivo comprime la fibra de la horizontal exterior

Sí cumple.

Aleta 1. Armadura horizontal. Cara interior.

Recubrimiento mecánico: 0.055 m
Recubrimiento geométrico: 0.045 m

Hipótesis	Ancho (m)	Canto (m)	As. flexión Horizontal interior (cm^2)	As. flexión Horizontal exterior (cm^2)	Arm. dispuesta	N_k (kN)	M_k (kNm)	w_k (mm)
1	1.000	0.600	10.35	7.63	10 Ø12 a 0.100 m	-520.4	16.6	0.23
2	1.000	0.600	10.35	7.63	10 Ø12 a 0.100 m	961.1	13.6	0.00
3	1.000	0.600	10.35	7.63	10 Ø12 a 0.100 m	235.8	75.9	0.02
4	1.000	0.600	10.35	7.63	10 Ø12 a 0.100 m	235.8	75.9	0.02

w_k: abertura de fisura en la fibra de la horizontal interior

El momento positivo comprime la fibra de la horizontal exterior

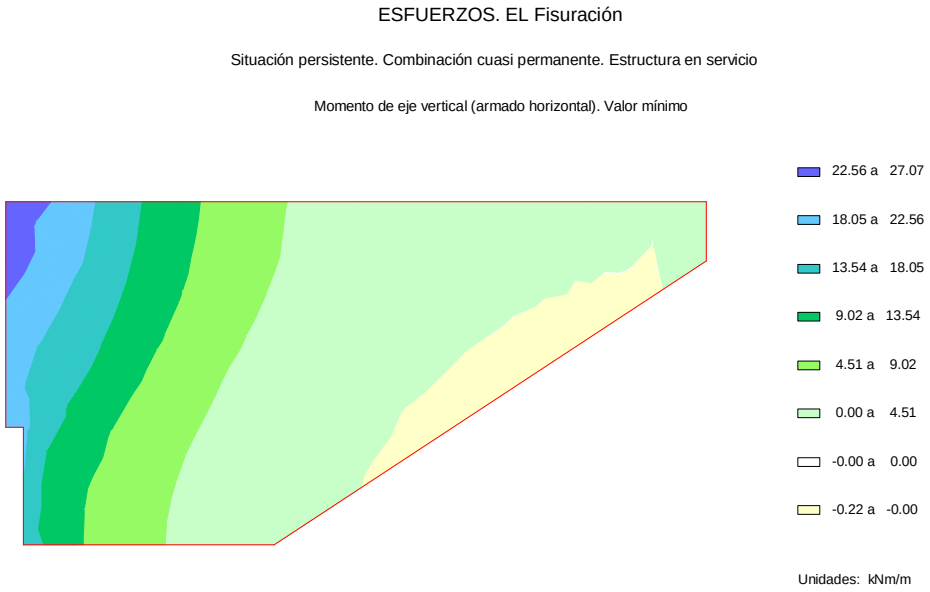
Sí cumple.

10.5 Aleta2

10.5.1 Esfuerzos de cálculo

Criterio de signos:

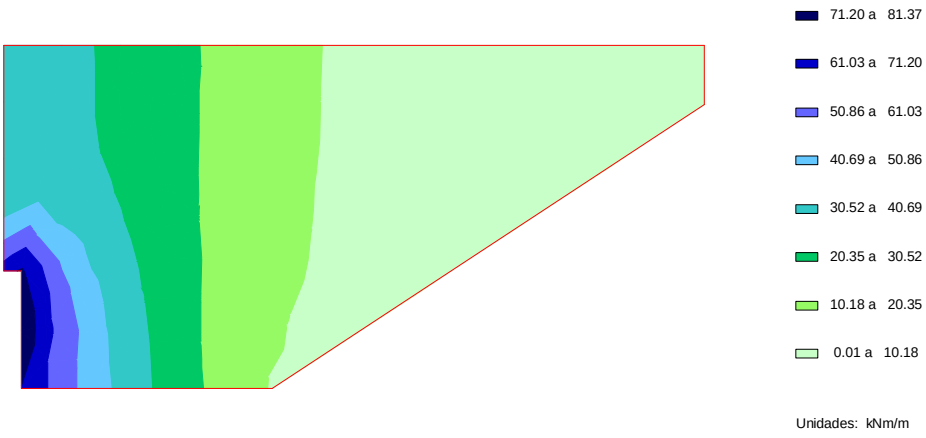
Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores positivos traccionan la cara interior de la aleta.



ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

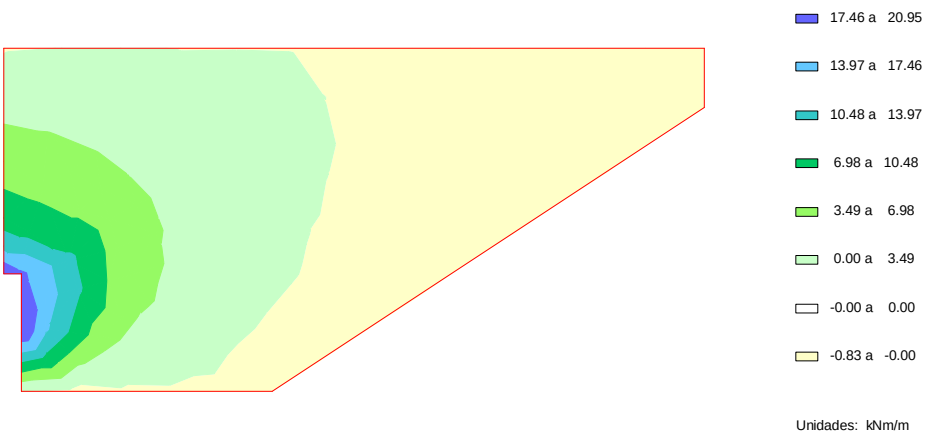
Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor máximo



ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

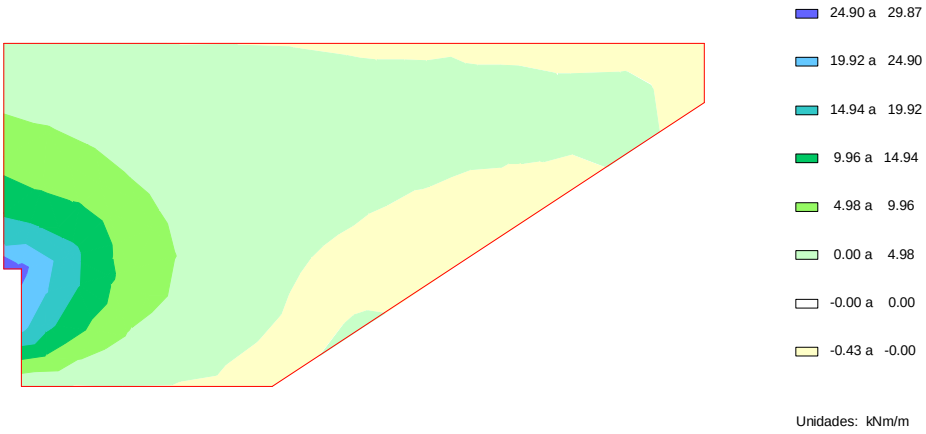
Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor máximo



10.5.2 Cálculo de E.L. de fisuración

Aleta 2. Voladizo. Armadura vertical. Cara exterior.

Recubrimiento mecánico:	0.075	m
Recubrimiento geométrico:	0.065	m

Hipótesis	Ancho (m)	Canto (m)	As. flexión Vertical interior (cm^2)	As. flexión Vertical exterior (cm^2)	Arm. dispuesta	N_k (kN)	M_k (kNm)	w_k (mm)	w_{ac} (mm)
1	1.000	0.600	7.64	7.61	4 Ø16 a 0.250 m	-195.9	12.3	0.11	0.3
2	1.000	0.600	7.64	7.61	4 Ø16 a 0.250 m	124.4	6.8	0.00	0.3
3	1.000	0.600	7.64	7.61	4 Ø16 a 0.250 m	21.4	-0.8	0.00	0.3
4	1.000	0.600	7.64	7.61	4 Ø16 a 0.250 m	21.4	-0.8	0.00	0.3

w_k: abertura de fisura en la fibra de la vertical exterior

El momento positivo comprime la fibra de la vertical exterior

Sí cumple.

Aleta 2. Voladizo. Armadura vertical. Cara interior.

Recubrimiento mecánico:	0.075	m
Recubrimiento geométrico:	0.065	m

Hipótesis	Ancho (m)	Canto (m)	As. flexión Vertical interior (cm^2)	As. flexión Vertical exterior (cm^2)	Arm. dispuesta	N_k (kN)	M_k (kNm)	w_k (mm)	w_{ac} (mm)
1	1.000	0.600	7.64	7.61	4 Ø16 a 0.250 m	-195.9	12.3	0.21	0.3
2	1.000	0.600	7.64	7.61	4 Ø16 a 0.250 m	124.4	6.8	0.00	0.3
3	1.000	0.600	7.64	7.61	4 Ø16 a 0.250 m	-177.1	29.9	0.21	0.3
4	1.000	0.600	7.64	7.61	4 Ø16 a 0.250 m	-177.1	29.9	0.21	0.3

w_k: abertura de fisura en la fibra de la vertical interior

El momento positivo comprime la fibra de la vertical exterior

Sí cumple.

Aleta 2. Armadura horizontal. Cara exterior.

Recubrimiento mecánico: 0.055 m
Recubrimiento geométrico: 0.045 m

Hipótesis	Ancho	Canto	As. flexión Horizontal interior	As. flexión Horizontal exterior	Arm. dispuesta	N_k	M_k	w_k
	(m)	(m)	(cm^2)	(cm^2)		(kN)	(kNm)	(mm)
1	1.000	0.600	11.33	8.89	8 Ø12 a 0.100 m	-604.4	18.8	0.20
2	1.000	0.600	11.33	8.89	8 Ø12 a 0.100 m	945.5	16.0	0.00
3	1.000	0.600	11.33	8.89	8 Ø12 a 0.100 m	47.3	-0.2	0.00
4	1.000	0.600	11.33	8.89	8 Ø12 a 0.100 m	47.3	-0.2	0.00

w_k: abertura de fisura en la fibra de la horizontal exterior

El momento positivo comprime la fibra de la horizontal exterior

Sí cumple.

Aleta 2. Armadura horizontal. Cara interior.

Recubrimiento mecánico: 0.055 m
Recubrimiento geométrico: 0.045 m

Hipótesis	Ancho	Canto	As. flexión Horizontal interior	As. flexión Horizontal exterior	Arm. dispuesta	N_k	M_k	w_k
	(m)	(m)	(cm^2)	(cm^2)		(kN)	(kNm)	(mm)
1	1.000	0.600	11.33	8.89	6 Ø16 a 0.150 m	-604.4	18.8	0.25
2	1.000	0.600	11.33	8.89	6 Ø16 a 0.150 m	945.5	16.0	0.00
3	1.000	0.600	11.33	8.89	6 Ø16 a 0.150 m	153.9	81.4	0.05
4	1.000	0.600	11.33	8.89	6 Ø16 a 0.150 m	153.9	81.4	0.05

w_k: abertura de fisura en la fibra de la horizontal interior

El momento positivo comprime la fibra de la horizontal exterior

Sí cumple.

10.6 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Pilotes. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Encepado. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Cargadero. No se ha encontrado solución en el cálculo a fisuración.
Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Cargadero. No verifica la comprobación.
Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Aleta 1. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Aleta 2. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Losa de transición. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Espaldón. Verifica la comprobación.

Pilotes :

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Pilotes. Verifica la comprobación.

Espaldón

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Espaldón. Verifica la comprobación.

Cargadero

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Cargadero. No se ha encontrado solución en el cálculo a fisuración.
Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Cargadero. No verifica la comprobación.

Aleta 1 :

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Aleta 1. Verifica la comprobación.

Aleta 2 :

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Aleta 2. Verifica la comprobación.

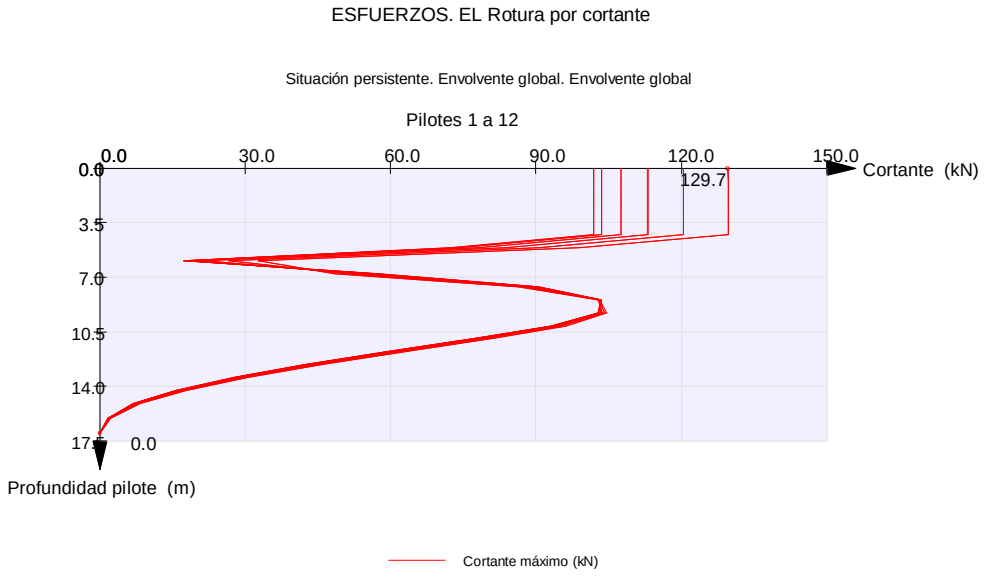
11 ESTADO LíMITE DE CORTANTE

11.1 Pilotes

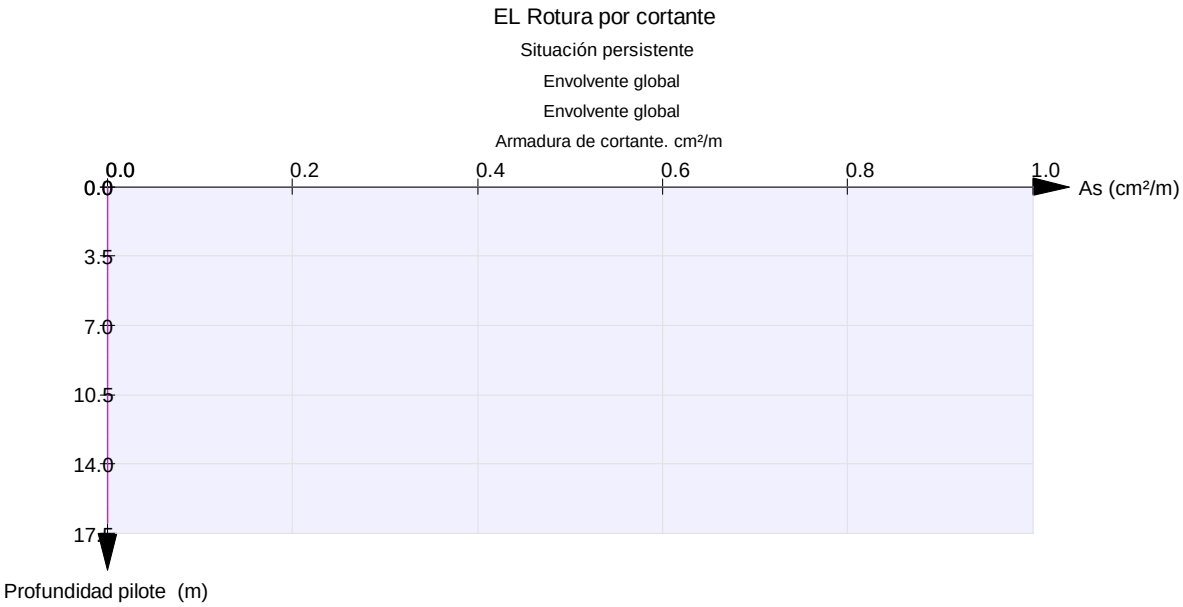
11.1.1 Esfuerzos de cálculo

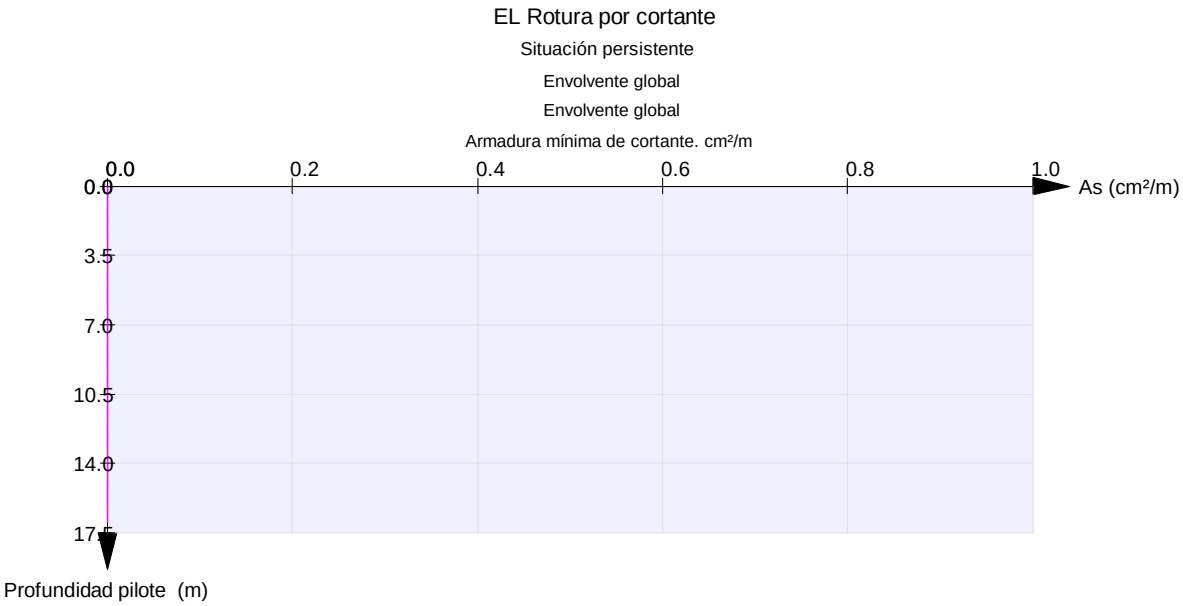
Criterio de signos:

Los axiles positivos comprimen al pilote.



11.1.2 Armaduras de cortante





Comprobación de las bielas de compresión

$K = V_d / V_{u1}$

11.2 Espaldón

11.2.1 Esfuerzos de cálculo

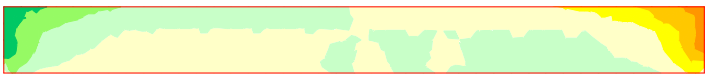
Criterio de signos:

Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores positivos traccionan el trasdós del espaldón.

ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Cortante eje horizontal. Valor mínimo



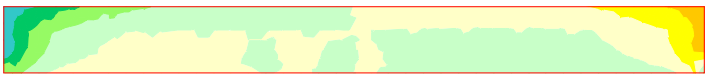
22.67 a 34.00
11.33 a 22.67
0.00 a 11.33
-0.00 a 0.00
-16.34 a -0.00
-32.67 a -16.34
-49.01 a -32.67
-65.35 a -49.01

Unidades: kN/m

ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Cortante eje horizontal. Valor máximo



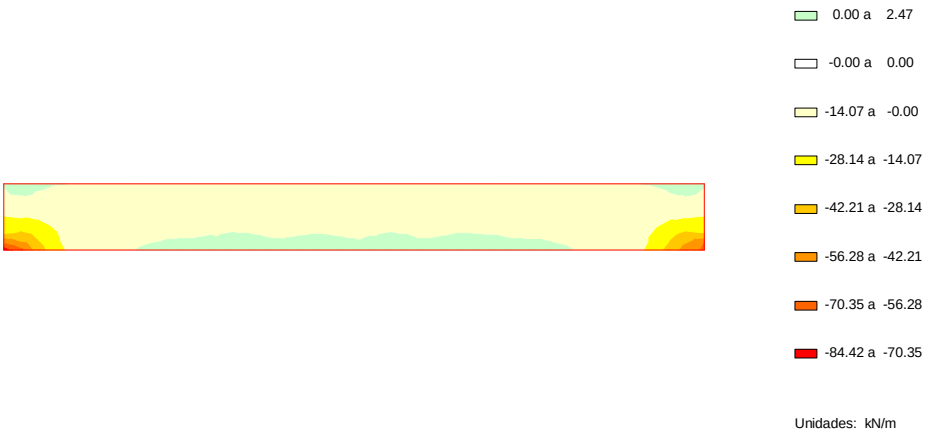
49.10 a 65.47
32.73 a 49.10
16.37 a 32.73
0.00 a 16.37
-0.00 a 0.00
-11.26 a -0.00
-22.53 a -11.26
-33.79 a -22.53

Unidades: kN/m

ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

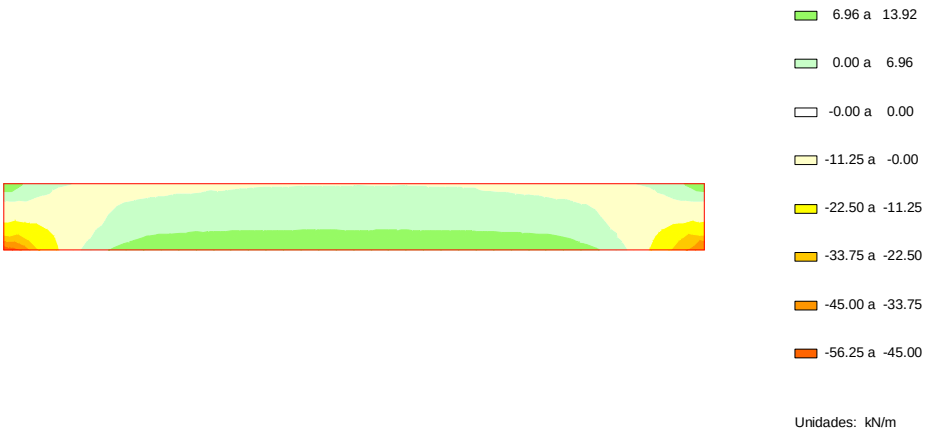
Cortante eje vertical. Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Cortante eje vertical. Valor máximo



11.2.2 Armaduras de cortante

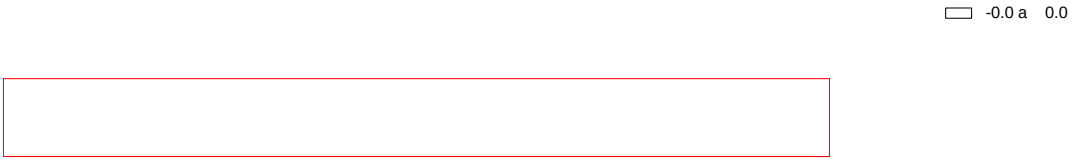
EL Rotura por cortante

Situación persistente

Envolvente global

Envolvente global

Armadura de cortante. cm²/m²



Unidades: cm²/m²

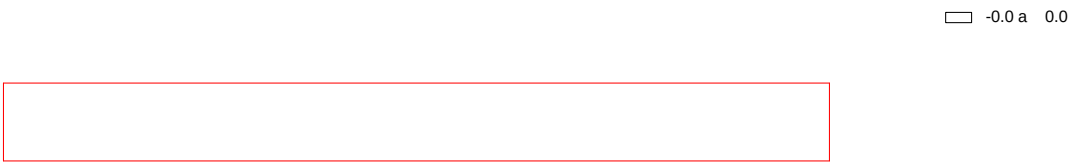
EL Rotura por cortante

Situación persistente

Envolvente global

Envolvente global

Armadura mínima de cortante. cm²/m²



Unidades: cm²/m²

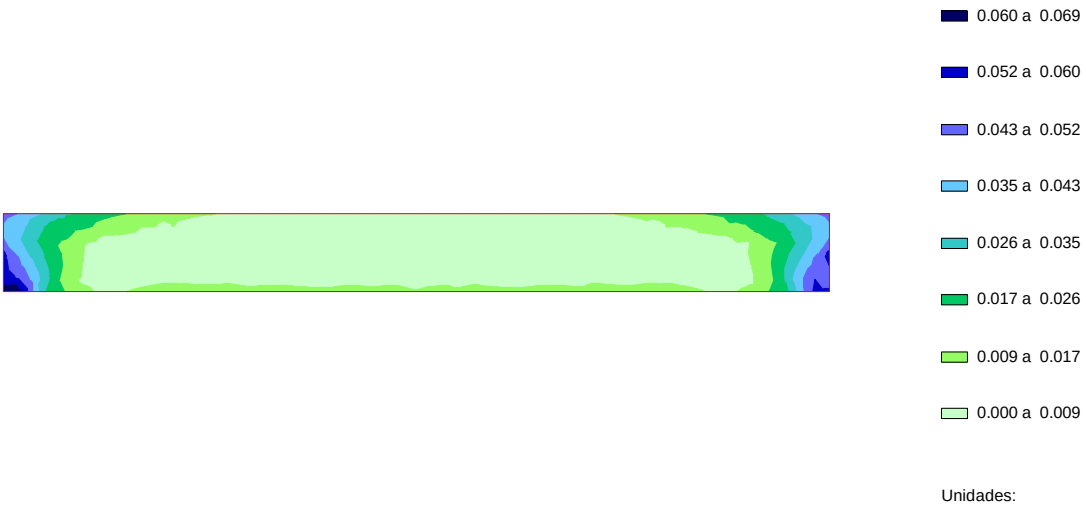
EL Rotura por cortante

Situación persistente

Envolvente global

Envolvente global

Resultado de la comprobación relativa a las bielas de compresión



11.3 Cargadero

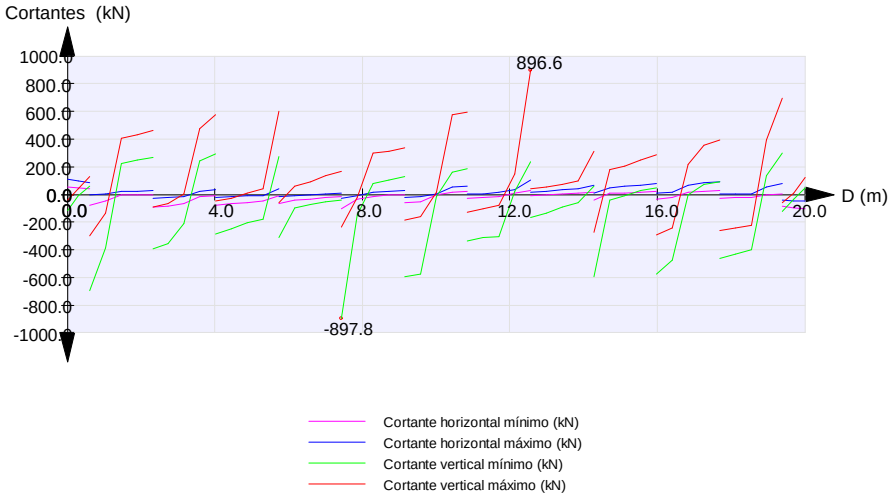
11.3.1 Esfuerzos de cálculo

Criterio de signos:

Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores de eje vertical positivos comprimen la cara posterior del cargadero.
Los flectores de eje horizontal positivos comprimen la cara superior del cargadero.

ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global



11.3.2 Armaduras de cortante

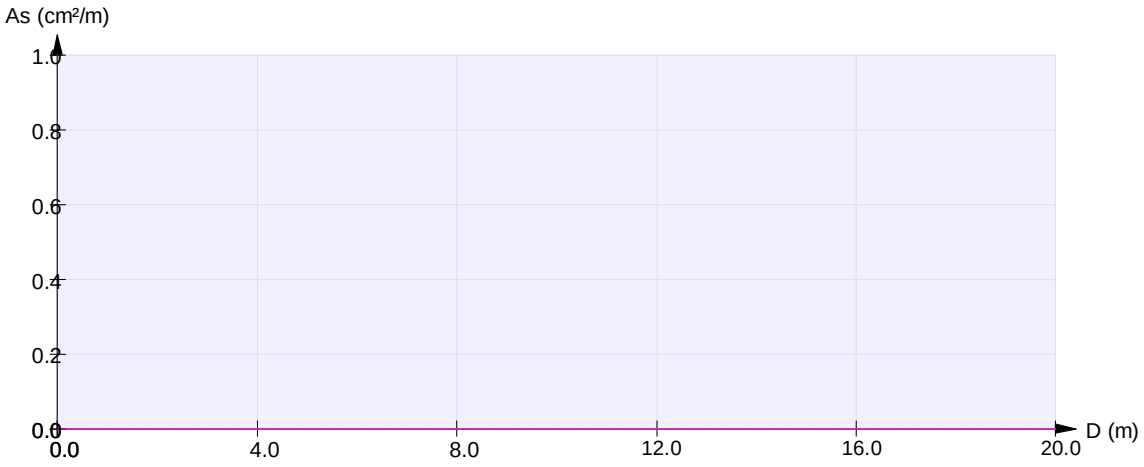
EL Rotura por cortante

Situación persistente

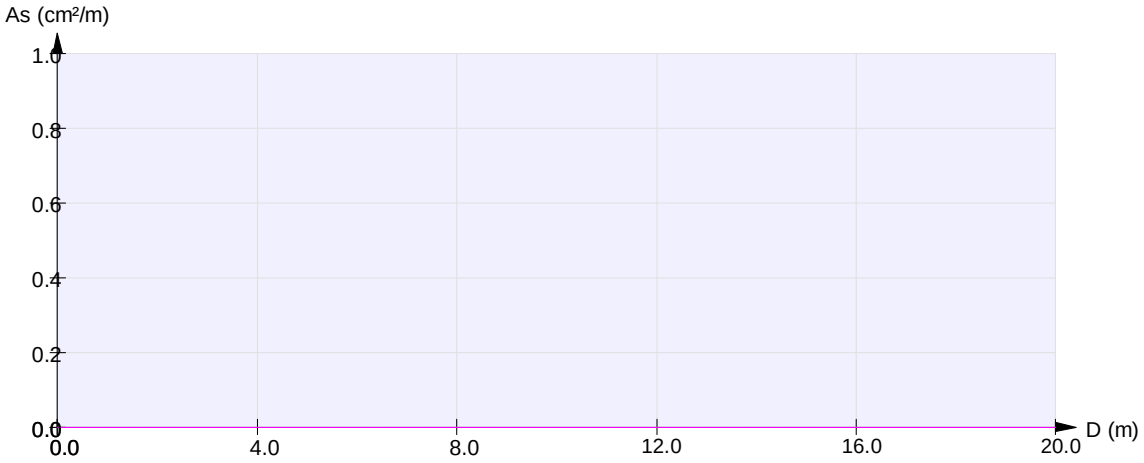
Envolvente global

Envolvente global

Armadura de cortante. cm²/m



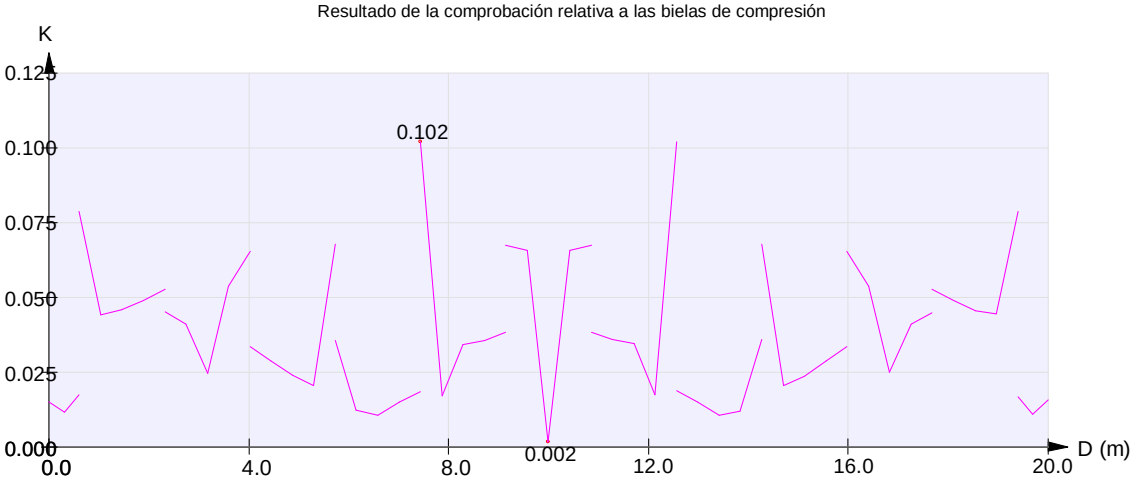
EL Rotura por cortante
Situación persistente
Envolvente global
Envolvente global
Armadura mínima de cortante. cm²/m



Comprobación de las bielas de compresión

$K = ((V_{dx} / V_{u1x})^2 + (V_{dy} / V_{u1y})^2)^{1/2}$

EL Rotura por cortante
Situación persistente
Envolvente global
Envolvente global
Resultado de la comprobación relativa a las bielas de compresión



11.4 Aleta 1

11.4.1 Esfuerzos de cálculo

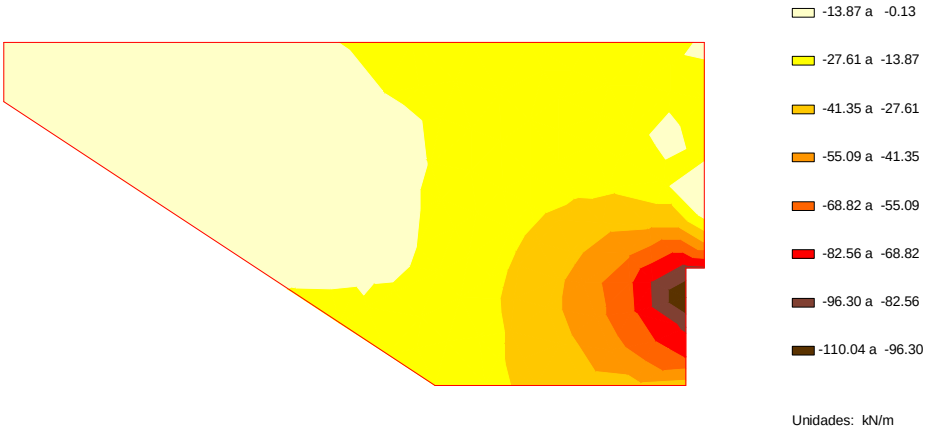
Criterio de signos:

Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores positivos traccionan la cara interior de la aleta.

ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Cortante eje horizontal. Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

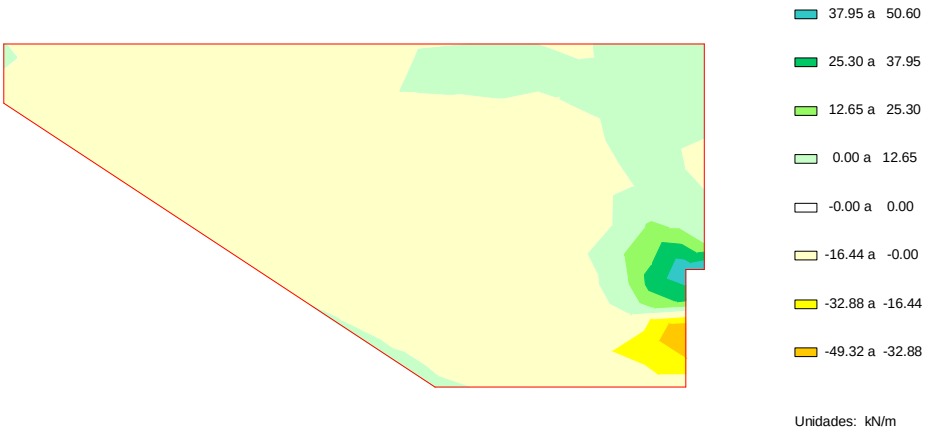
Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Cortante eje horizontal. Valor máximo

ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

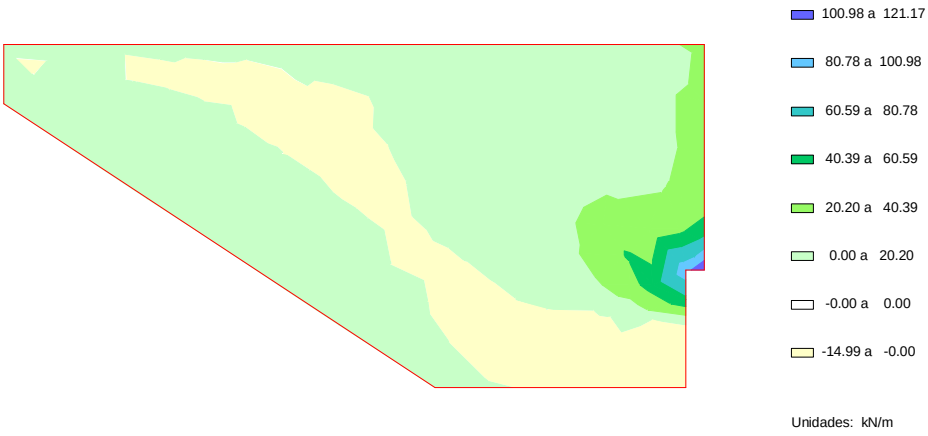
Cortante eje vertical. Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Cortante eje vertical. Valor máximo



11.4.2 Armaduras de cortante

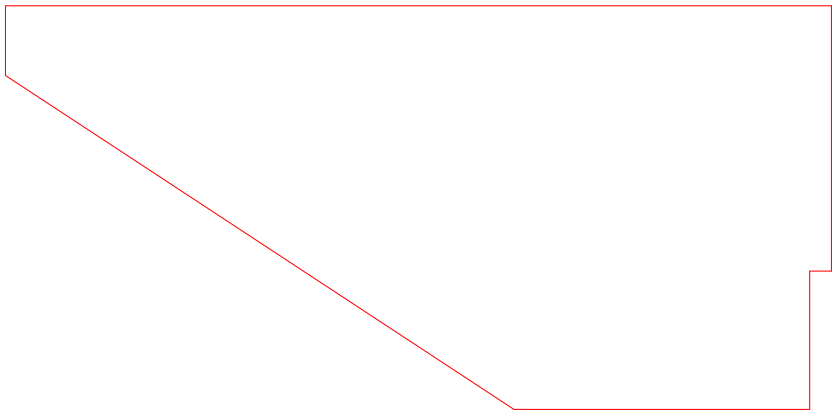
EL Rotura por cortante

Situación persistente

Envolvente global

Envolvente global

Armadura de cortante. cm²/m²



-0.0 a 0.0

Unidades: cm²/m²

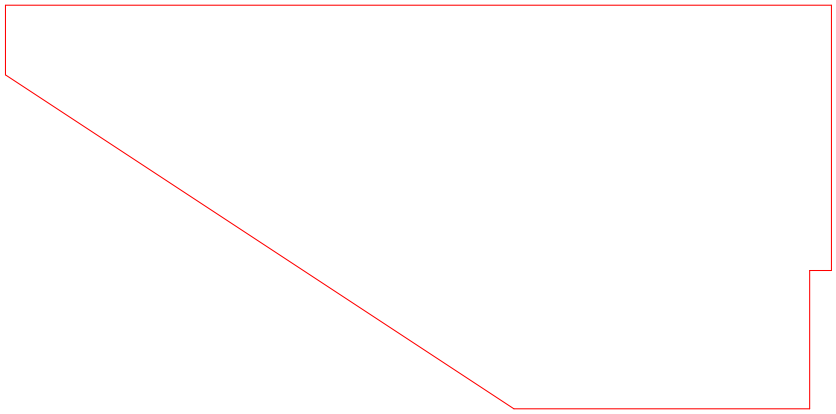
EL Rotura por cortante

Situación persistente

Envolvente global

Envolvente global

Armadura mínima de cortante. cm²/m²



-0.0 a 0.0

Unidades: cm²/m²

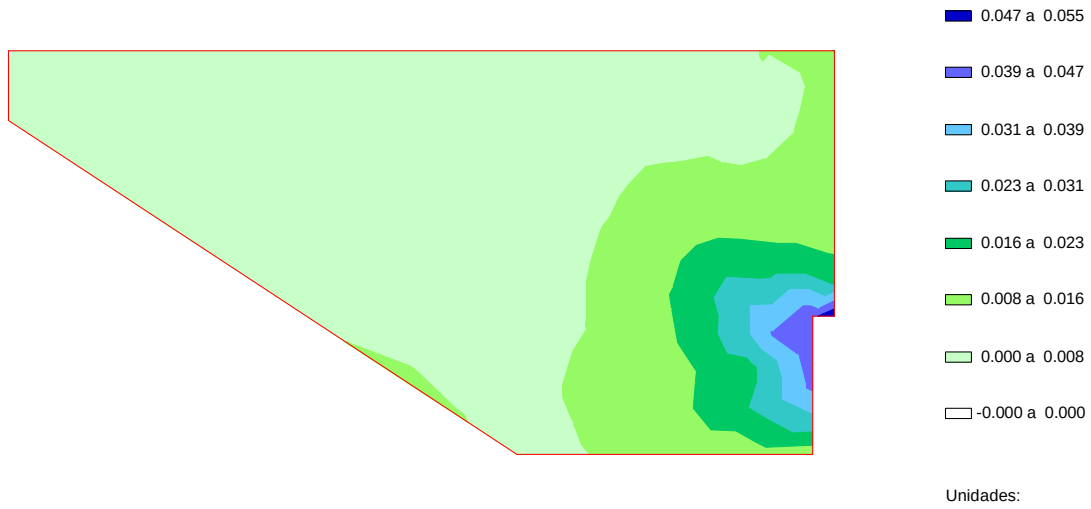
EL Rotura por cortante

Situación persistente

Envolvente global

Envolvente global

Resultado de la comprobación relativa a las bielas de compresión



11.5 Aleta2

11.5.1 Esfuerzos de cálculo

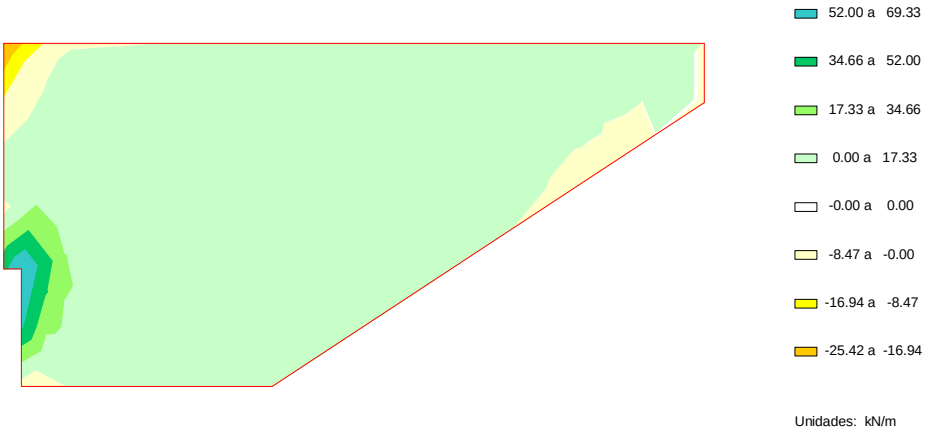
Criterio de signos:

Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores positivos traccionan la cara interior de la aleta.

ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

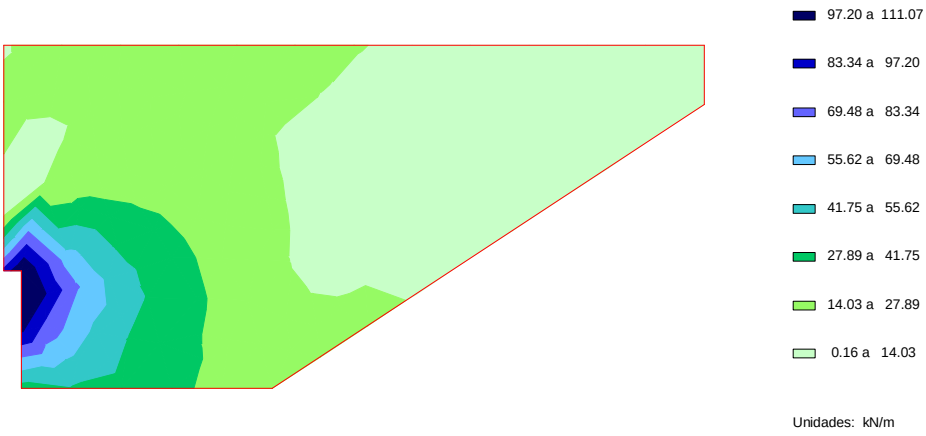
Cortante eje horizontal. Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

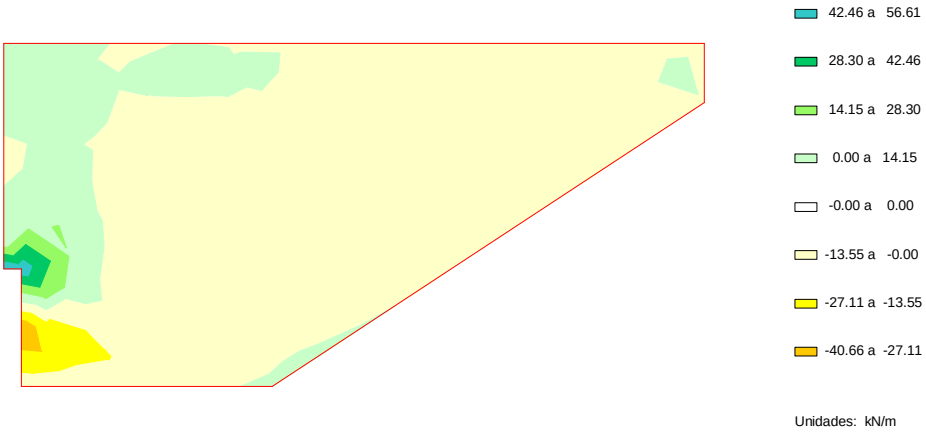
Cortante eje horizontal. Valor máximo



ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

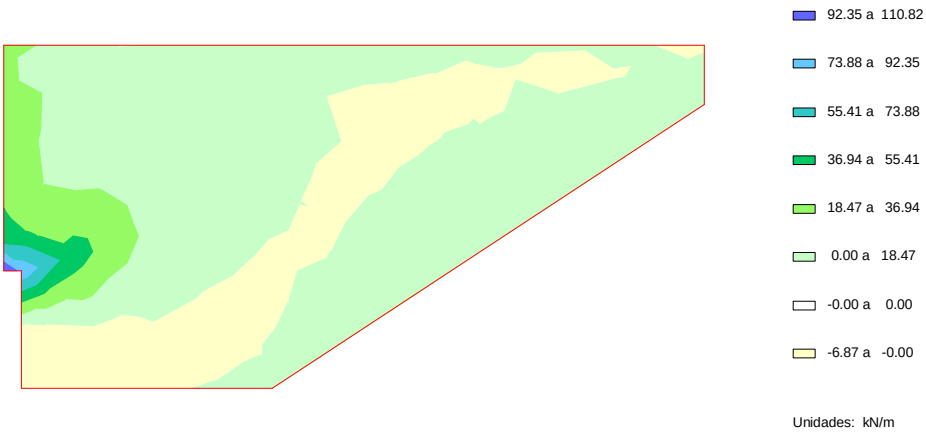
Cortante eje vertical. Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Cortante eje vertical. Valor máximo



11.5.2 Armaduras de cortante

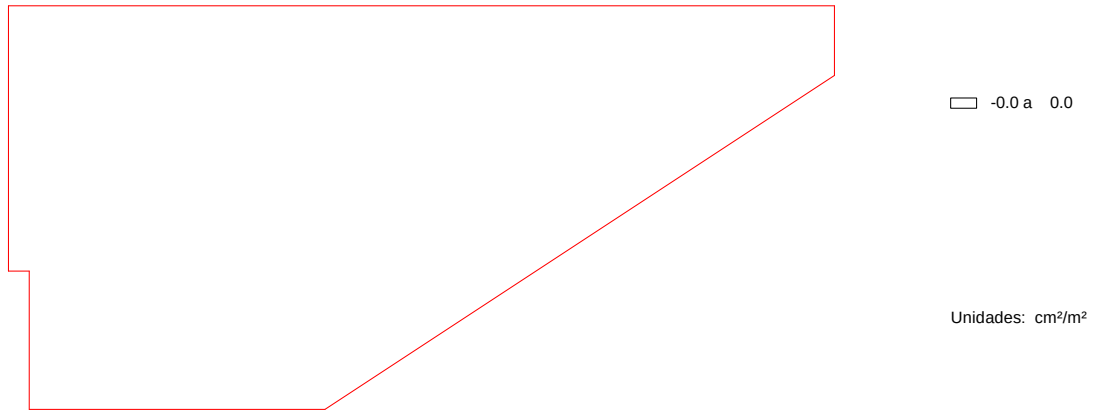
EL Rotura por cortante

Situación persistente

Envolvente global

Envolvente global

Armadura de cortante. cm²/m²



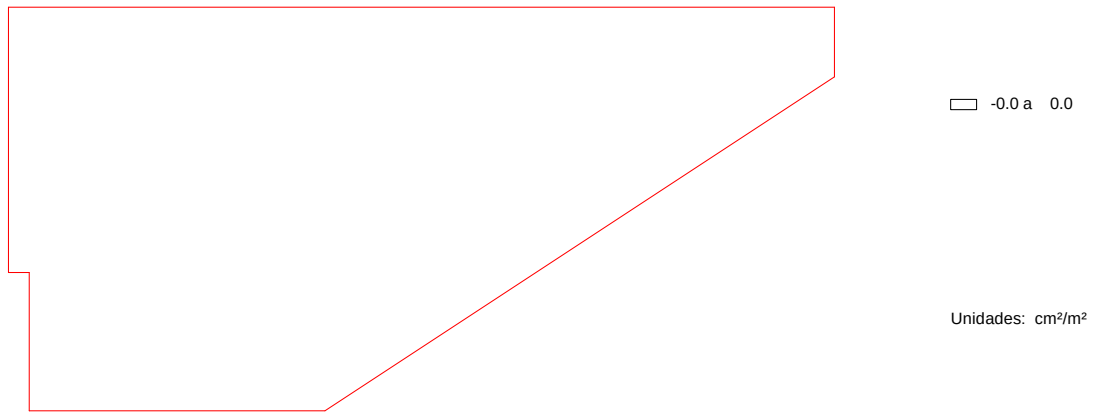
EL Rotura por cortante

Situación persistente

Envolvente global

Envolvente global

Armadura mínima de cortante. cm²/m²



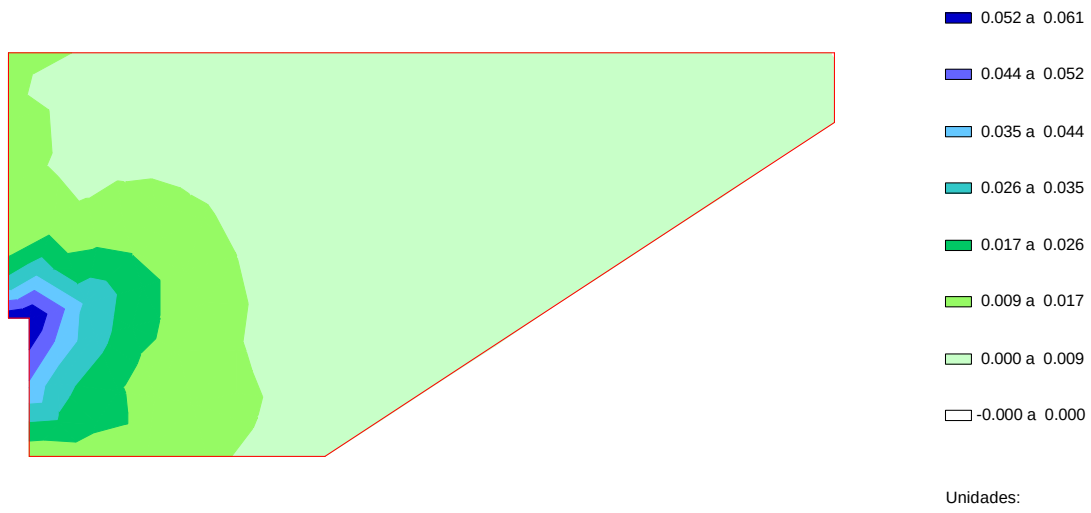
EL Rotura por cortante

Situación persistente

Envolvente global

Envolvente global

Resultado de la comprobación relativa a las bielas de compresión



11.6 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Aleta 1. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Aleta 2. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Cargadero. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Pilotes. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Espaldón. Verifica la comprobación.

Pilotes :

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Pilotes. Verifica la comprobación.

Espaldón

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Espaldón. Verifica la comprobación.

Cargadero

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Cargadero. Verifica la comprobación.

Aleta 1 :

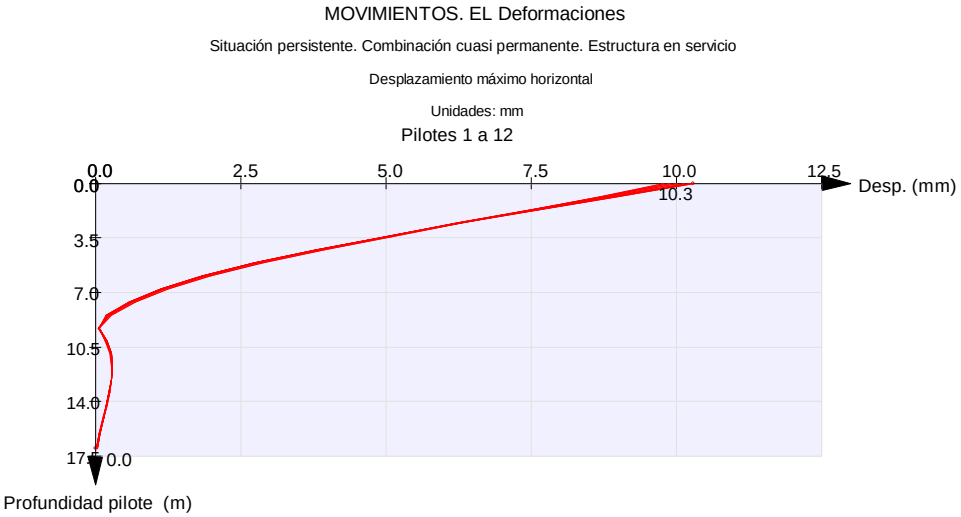
Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Aleta 1. Verifica la comprobación.

Aleta 2 :

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Aleta 2. Verifica la comprobación.

12 ESTADO LíMITE DE DEFORMACIONES

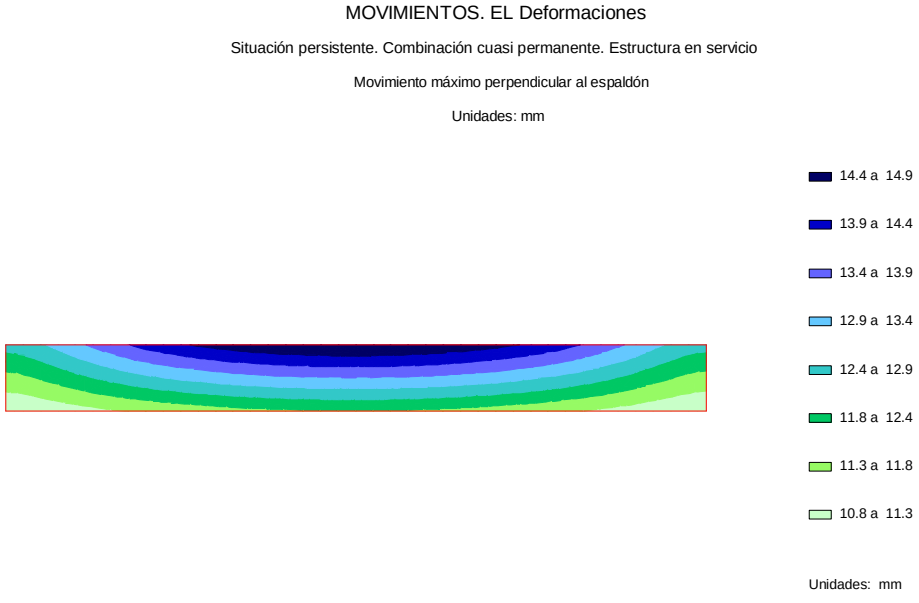
12.1 Pilotes


MOVIMIENTOS. EL Deformaciones
Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio
Desplazamiento máximo horizontal
Unidades: mm
Pilotes 1 a 12
0.0
2.5
5.0
7.5
10.0
12.5
Desp. (mm)
0.0
10.3
3.5
7.0
10.5
14.0
17.5
0.0
Profundidad pilote (m)

MOVIMIENTOS. EL Deformaciones
Situación persistente. Combinación frecuente. Estructura en servicio
Desplazamiento máximo horizontal
Unidades: mm
Pilotes 1 a 12
0.0
2.5
5.0
7.5
10.0
12.5
Desp. (mm)
0.0
10.3
3.5
7.0
10.5
14.0
17.5
0.0
Profundidad pilote (m)

12.2 Muro espaldón

12.2.1 Deformaciones



MOVIMIENTOS. EL Deformaciones

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Descenso máximo

Unidades: mm

-11.7 a -11.5
-11.9 a -11.7
-12.1 a -11.9
-12.3 a -12.1
-12.5 a -12.3
-12.7 a -12.5
-12.9 a -12.7
-13.1 a -12.9

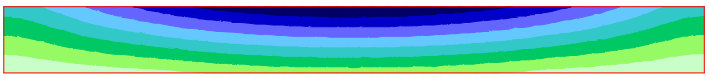
Unidades: mm

MOVIMIENTOS. EL Deformaciones

Situación persistente. Combinación frecuente. Estructura en servicio

Movimiento máximo perpendicular al espaldón

Unidades: mm



14.4 a 14.9
14.0 a 14.4
13.5 a 14.0
13.0 a 13.5
12.6 a 13.0
12.1 a 12.6
11.6 a 12.1
11.1 a 11.6

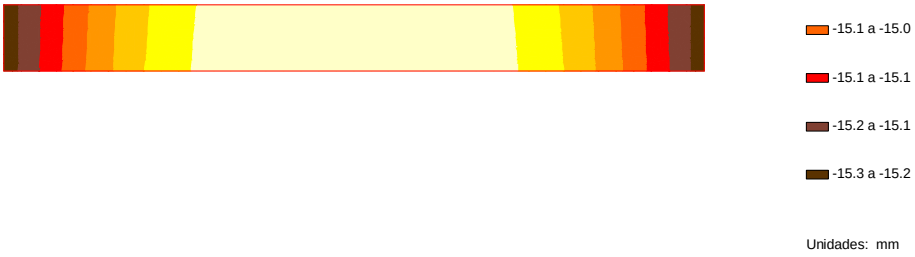
Unidades: mm

MOVIMIENTOS. EL Deformaciones

Situación persistente. Combinación frecuente. Estructura en servicio

Descenso máximo

Unidades: mm

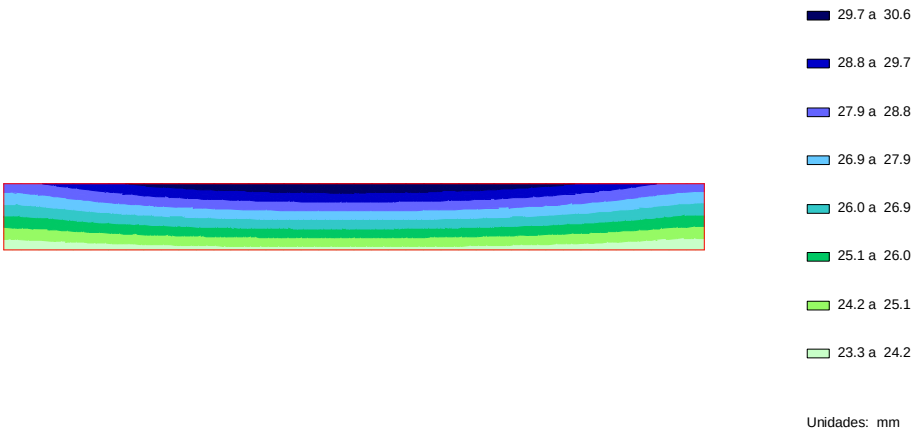


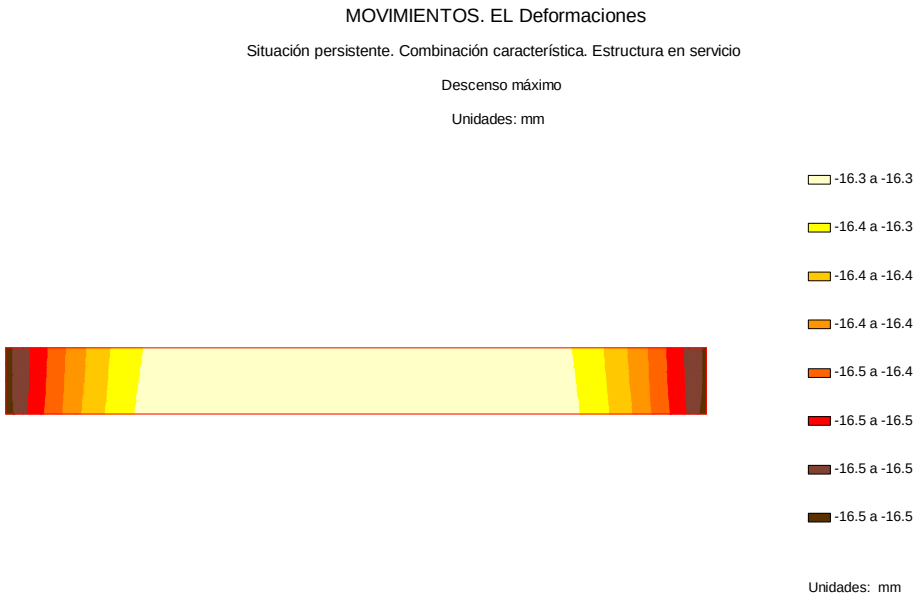
MOVIMIENTOS. EL Deformaciones

Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio

Movimiento máximo perpendicular al espaldón

Unidades: mm





12.2.2 Cálculo de E.L. de deformaciones

12.2.2.1 Desplazamientos. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Desplazamiento máximo horizontal en coronación	:	14.9	mm
Desplazamiento horizontal en coronación admisible	:	50.0	mm
Desplazamiento máximo vertical en coronación	:	13.1	mm
Desplazamiento vertical en coronación admisible	:	50.0	mm

12.2.2.2 Desplazamientos. Situación persistente. Combinación frecuente. Estructura en servicio

Desplazamiento máximo horizontal en coronación	:	14.9	mm
Desplazamiento horizontal en coronación admisible	:	50.0	mm
Desplazamiento máximo vertical en coronación	:	15.3	mm
Desplazamiento vertical en coronación admisible	:	50.0	mm

12.2.2.3 Desplazamientos. Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio

Desplazamiento máximo horizontal en coronación	:	30.6	mm
Desplazamiento horizontal en coronación admisible	:	50.0	mm
Desplazamiento máximo vertical en coronación	:	16.5	mm
Desplazamiento vertical en coronación admisible	:	50.0	mm

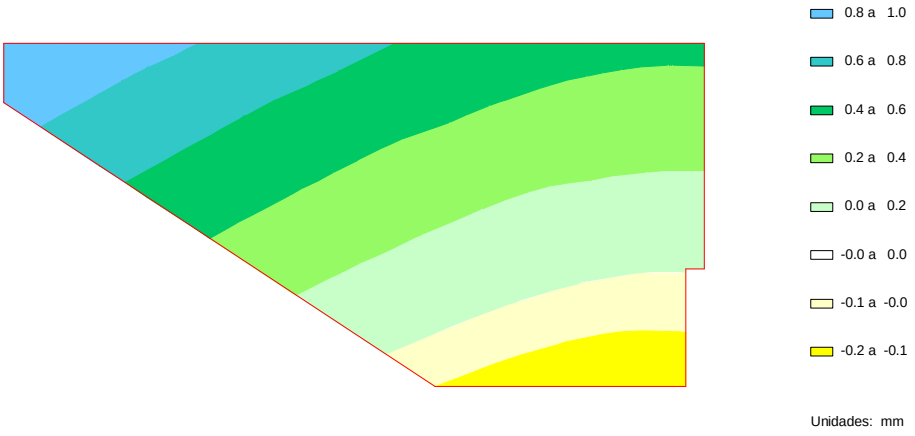
12.3 Aleta 1

MOVIMIENTOS. EL Deformaciones

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Movimiento máximo perpendicular a la aleta

Unidades: mm

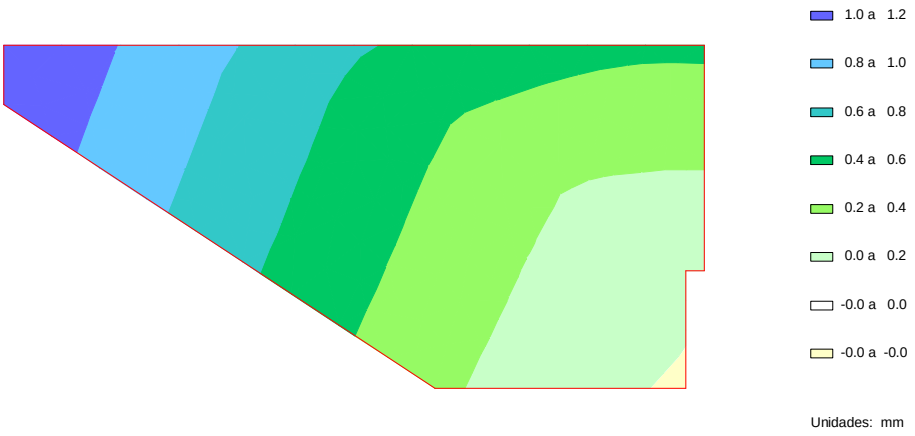


MOVIMIENTOS. EL Deformaciones

Situación persistente. Combinación frecuente. Estructura en servicio

Movimiento máximo perpendicular a la aleta

Unidades: mm

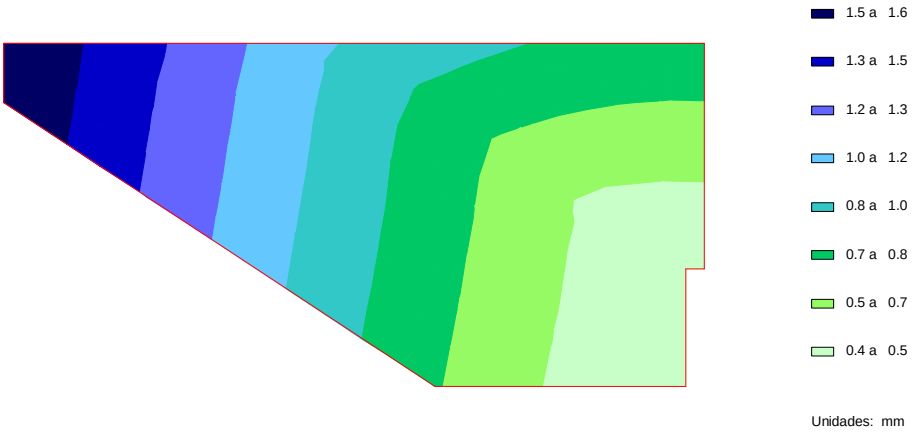


MOVIMIENTOS. EL Deformaciones

Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio

Movimiento máximo perpendicular a la aleta

Unidades: mm



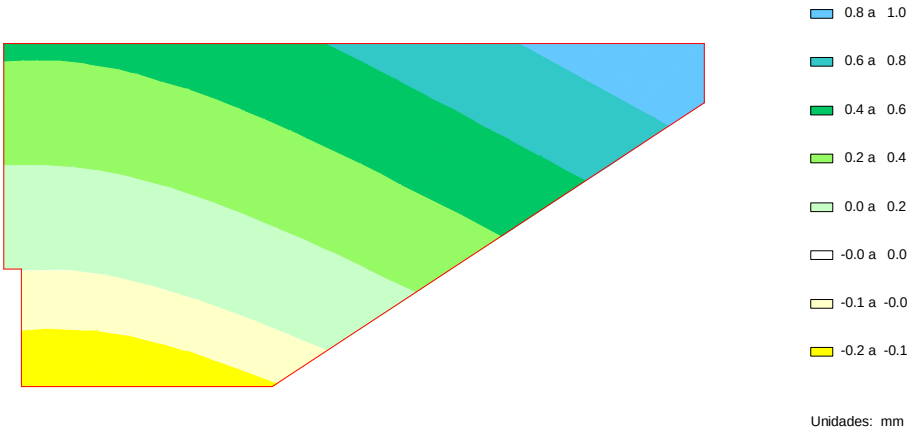
12.4 Aleta2

MOVIMIENTOS. EL Deformaciones

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Movimiento máximo perpendicular a la aleta

Unidades: mm

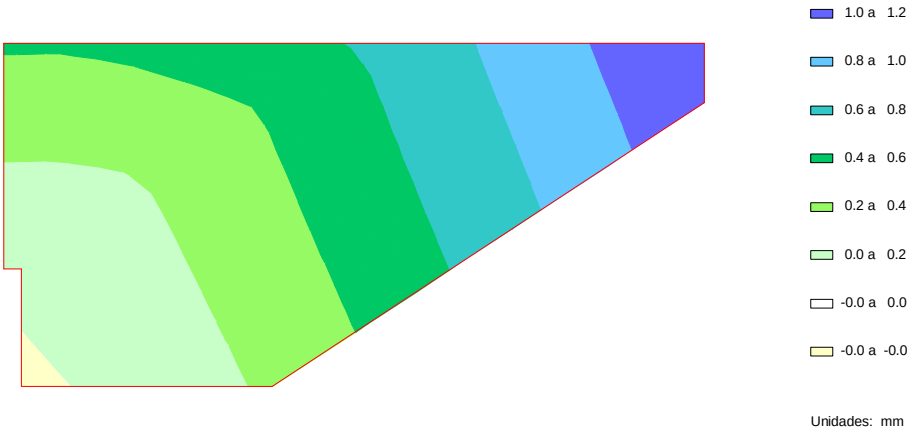


MOVIMIENTOS. EL Deformaciones

Situación persistente. Combinación frecuente. Estructura en servicio

Movimiento máximo perpendicular a la aleta

Unidades: mm

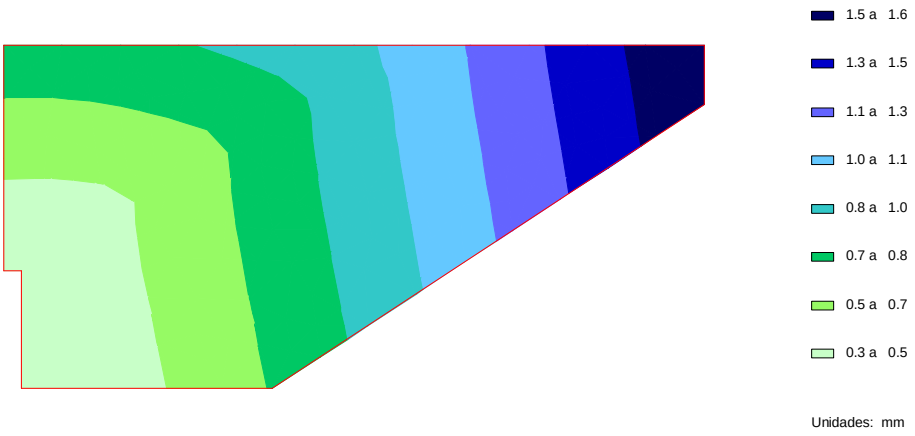


MOVIMIENTOS. EL Deformaciones

Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio

Movimiento máximo perpendicular a la aleta

Unidades: mm



12.5 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Verifica la comprobación.

Situación persistente. Combinación frecuente. Estructura en servicio. Verifica la comprobación.

Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio. Verifica la comprobación.

13 ESTADO LíMITE DE DESPIECE

Programa: CivilEstudio

Versión: 34 - 6
Barcelona, 2018

CivilEstudio, software propiedad de CivilCAD Consultores, S.L.
Autores: L.M.Callís, J.M.Roig, I.Callís, P.Reinés
Licencia de uso concedida a: Most Enginyers, S.L.
Número de usuario: 12202

Proyecto:

Nombre del proyecto: *PRECÀLCUL DE LES ESTRUCTURES DEL PROJECTE D'OBRES BÀSIQUES D'URBANITZACIÓ DEL PLA DIRECTOR URBANÍSTIC DEL CENTRE DIRECCIONAL DE CERDANYOLA DEL VALLÈS*
Nombre de la estructura: *2 V.B.2 Pont sobre el torrent de Magrans a l'eix B*
Nombre del elemento estructural: *Estrep flotant*
Tipo de estructura: *Cargadero cimentado mediante pilotes*
Funcionalidad de la estructura: *Estructura de Carretera*
Clase de estructura: *Cargadero sin encepado*
Vida útil: *100 años*

Normativas:

Ámbito: *Normas españolas*

Unidades:

Sistema *S.I.*

Despiece:

Sistema Métrico Europeo

Módulo del programa:

Módulo Estribo flotante
Nombre del archivo de proyecto: *estrep flotant_v4.efl*
Ruta de acceso: *p:\parc de l'alba\estructures\2. v-b.2_ok\civilcad*

Informe:

Tipo de informe: *Mediciones*
Informe generado el día 11-02-2021 a las 18:31:09.

Índice

1 MEDICIONES

1 MEDICIONES

Alzado

Muro frontal

Unidad: Superficie de encofrado plano visto

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Estribo. cara anterior	1	20.950	20.95
Espaldón. Cara exterior	1	37.206	37.21
Murete 1. Cara 2	1	2.473	2.47
Murete 2. Cara 2	1	2.473	2.47

Total:	63.102	m^2

Unidad: Superficie de encofrado plano oculto

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Cara trasdós estribo	1	54.520	54.52
Cara frontal de la capa de nivelación	1	2.020	2.02
Cara posterior de la capa de nivelación	1	2.020	2.02
Cara lateral 1 de la capa de nivelación	1	0.180	0.18
Cara lateral 2 de la capa de nivelación	1	0.180	0.18

Total:	58.920	m^2

Unidad: Volumen de hormigón no estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Capa de nivelación	1	3.636	3.64

Total:	3.636	m^3

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Alzado sin aletas	1	44.051	44.05

Total:	44.051	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Muro frontal	1	4232.5	4232.51
Espaldón	1	1041.4	1041.44
Muretes laterales	1	204.7	204.67

Total:	5478.6	kg

Aleta 1

Unidad: Superficie de encofrado plano visto

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Cara lateral izquierda del estribo	1	16.846	16.85

Total:	16.846	m^2

Unidad: Superficie de encofrado plano oculto

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Aleta 1. Cara interior del voladizo	1	12.206	12.21
Aleta 1. Cara del extremo del voladizo	1	0.300	0.30
Aleta 1. Cara inclinada del voladizo	1	2.598	2.60

Total:	15.103	m^2

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Aleta 1	1	7.584	7.58

Total:	7.584	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Aleta 1	1	467.4	467.41

Total:	467.4	kg

Aleta 2

Unidad: Superficie de encofrado plano visto

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Cara lateral derecha del estribo	1	16.846	16.85

Total:	16.846	m^2

Unidad: Superficie de encofrado plano oculto

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Aleta 2. Cara interior del voladizo	1	12.206	12.21
Aleta 2. Cara del extremo del voladizo	1	0.300	0.30
Aleta 2. Cara inclinada del voladizo	1	2.598	2.60

Total:	15.103	m^2

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Aleta 2	1	7.584	7.58

Total:	7.584	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Aleta 2	1	504.6	504.64

Total:	504.6	kg

Cimentación

Pilotes

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Pilote 1	1	9.647	9.65
Pilote 2	1	9.647	9.65
Pilote 3	1	9.647	9.65
Pilote 4	1	9.647	9.65
Pilote 5	1	9.647	9.65
Pilote 6	1	9.647	9.65
Pilote 7	1	9.647	9.65
Pilote 8	1	9.647	9.65
Pilote 9	1	9.647	9.65
Pilote 10	1	9.647	9.65
Pilote 11	1	9.647	9.65
Pilote 12	1	9.647	9.65

Total:	115.760	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Pilotes	1	8885.6	8885.62

Total:	8885.6	kg

Acabados

Muro frontal

DIMENSIONAMENT DEL CARREGADOR

1. CARACTERÍSTIUES PRINCIPALS

Canto del encepado $h_e := 1\ m$

$r_{mec} := 45\ mm + 12\ mm + \frac{25\ mm}{2} = 69.5\ mm$

Ancho del encepado $b_e := 1.6\ m$

Separación entre vigas $s_{vigas} := 2.212\ m$

Diámetro pilote $D := 85\ cm$

Hormigón $f_{ck} := 30\ MPa$ $f_{cd} := f_{ck} \cdot 1.5^{-1} = 20\ MPa$

$f_{ctm} := 0.3 \cdot \left(f_{ck} \cdot MPa^{-1}\right)^{\frac{2}{3}}\ MPa = 2.896\ MPa$ $f_{ydc} := 400\ MPa$

$$f_{ctm.flcomp}(N) := \max\left(\left(1.6 - \frac{\max(h_e, b_e)}{100\ cm}\right) \cdot f_{ctm}, f_{ctm}\right) - \frac{N}{h_e \cdot b_e}$$

$$f_{ct\_ed.flcomp}(N) := \frac{0.7 \cdot f_{ctm.flcomp}(N)}{1.5}$$

Armadura prevista por cara

$\phi_{barra\_tracc} := 25\ mm$ $n_{barras\_tracc} := 10$

Armadura de cortante

$\phi_v := 16\ mm$ $cada := 20\ cm$ $n_{rv} := 2$

2. REACCIÓ SOBRE RECOLZAMENT PÈSSIM

Carga vertical

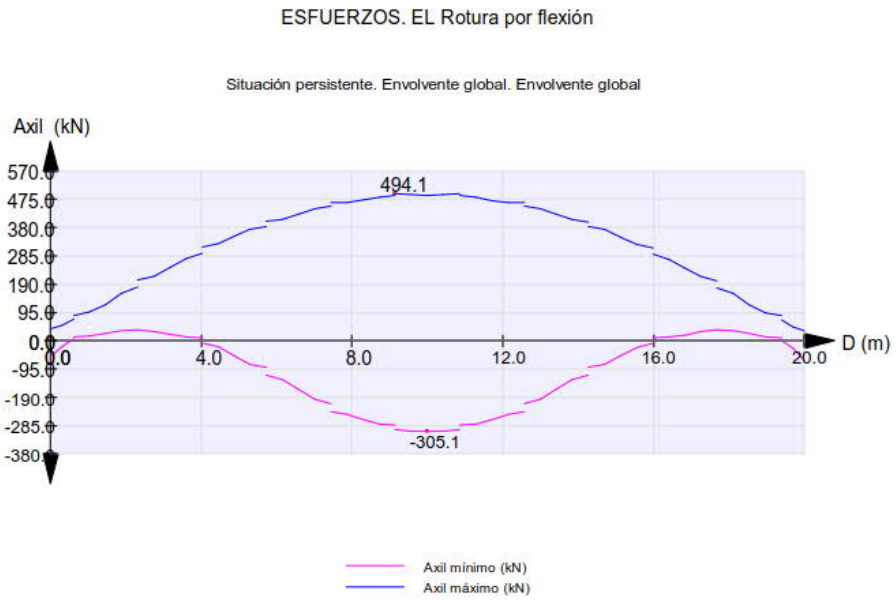
$N_{k\_apoyo} := 1079.3\ kN$

$V_{k\_apoyo} := 40\ kN + 2\ kN + 28\ kN = 70\ kN$

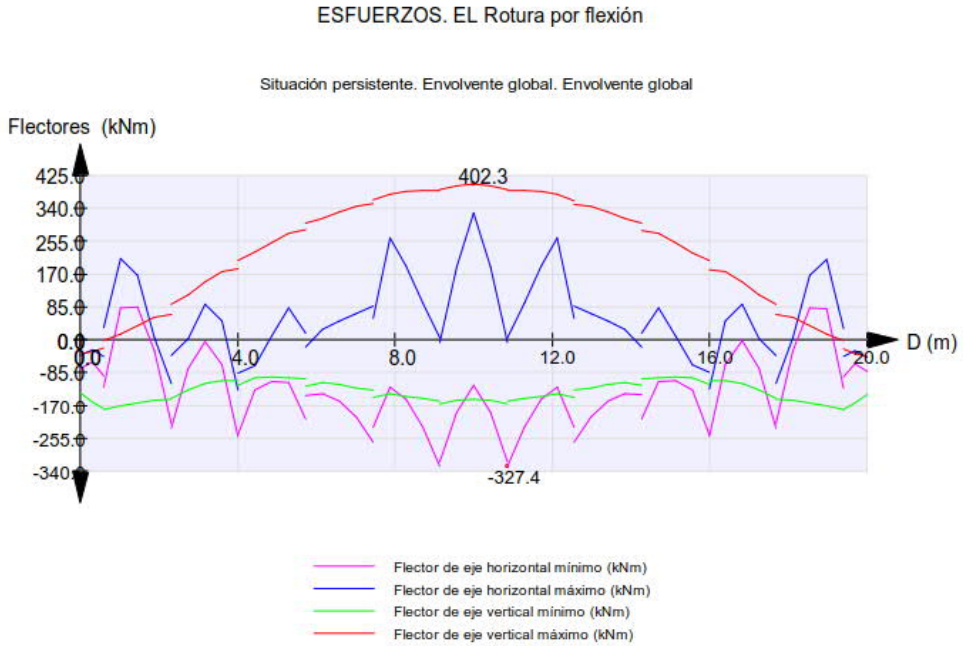
3. ESFORÇOS EN CARREGADOR

[axil positiu indica tracció]

3.1 Esforços en E.L.U.



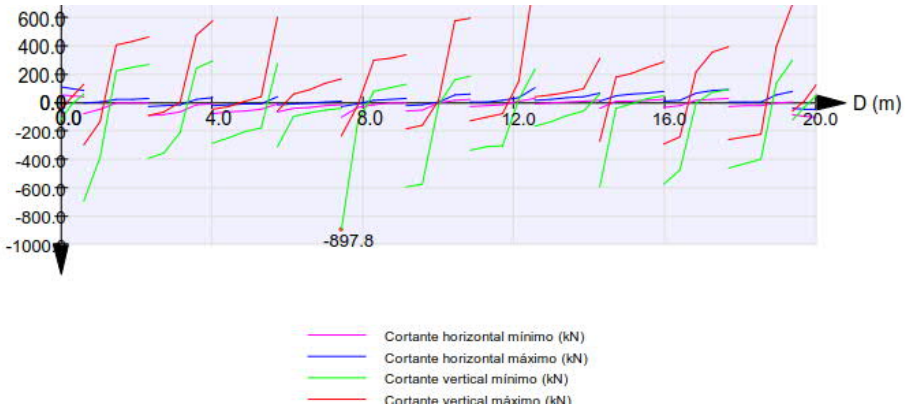
$N_{ed} := 305\ \mathbf{kN}$



$M_{ed\_vertical} := 405\ \mathbf{kN \cdot m}$

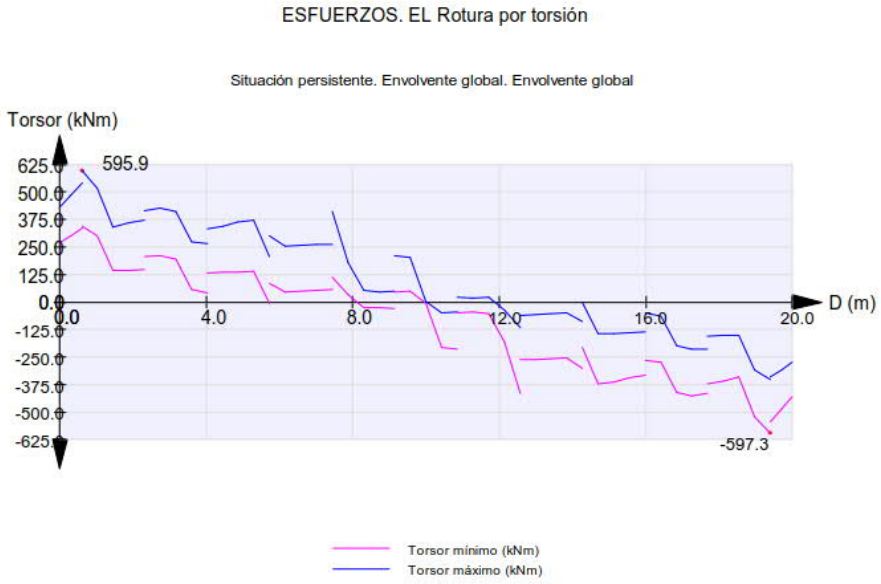
$M_{ed\_horizontal} := 330\ \mathbf{kN \cdot m}$

$V_{ed} := 900\ \mathbf{kN}$



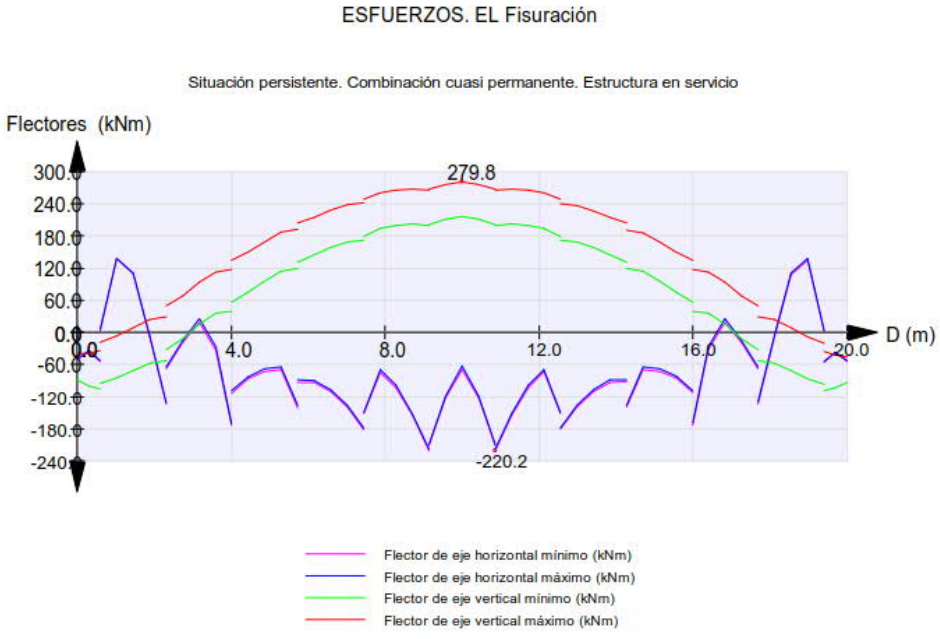
Momento torsor de diseño

$T_{ed} := 600\ kN \cdot m$



3.2 Esforços en E.L.S.

$N_k := 40\ \mathbf{kN}$



$M_{k\_vertical} := 280\ \mathbf{kN \cdot m}$

$M_{k\_horizontal} := 220\ \mathbf{kN \cdot m}$

Momento torsor en servicio

$$T_k := \frac{T_{ed}}{1.35} = 444.444\ \mathbf{m \cdot kN}$$

4. ANÀLISI E.L.S. FISSURACIÓ CARREGADOR

$$\sigma_{tracc\_k} := \frac{N_k}{h_e \cdot b_e} + \frac{6 \cdot M_{k\_vertical}}{b_e \cdot h_e^{\,2}} + \frac{6 \cdot M_{k\_horizontal}}{h_e \cdot b_e^{\,2}} = 1.591\ \text{MPa} \quad << \quad f_{ctm.flcomp}(N_k) = 2.871\ \text{MPa}$$

$$\text{if}\left(\sigma_{tracc\_k} \le f_{ctm.flcomp}(N_k), \text{“NO FISURA”}, \text{“FISURA”}\right) = \text{“NO FISURA”}$$

$$Ratio_{ELS.fissuració} := \frac{\sigma_{tracc\_k}}{f_{ctm.flcomp}(N_k)} = 0.554 \quad < 1 \quad \text{ok}$$

5. ANÀLISI E.L.U. FLEXIÓ CARREGADOR

$$\sigma_{tracc\_ed} := \frac{N_{ed}}{h_e \cdot b_e} + \frac{6 \cdot M_{ed\_vertical}}{b_e \cdot h_e^{\,2}} + \frac{6 \cdot M_{ed\_horizontal}}{h_e \cdot b_e^{\,2}} = 2.483\ \text{MPa} \quad << \quad f_{ct\_ed.flcomp}(N_{ed}) = 1.263\ \text{MPa}$$

$$\text{if}\left(\sigma_{tracc\_ed} \le f_{ct\_ed.flcomp}(N_{ed}), \text{“VERIFICA COMO HM”}, \text{“NO”}\right) = \text{“NO”}$$

$$Ratio_{ELU.flexión} := \frac{\sigma_{tracc\_ed}}{f_{ct\_ed.flcomp}(N_{ed})} = 1.966 \quad > 1 \quad \text{verificar\_armaduras}$$

6. ANÀLISI E.L.U. TALLANT CARREGADOR

$$A_{s'} := \frac{\pi}{4} \cdot \phi_{barra\_tracc}^{\,2} \cdot n_{barras\_tracc} = 49.087\ \text{cm}^2$$

$$d := h_e - r_{mec} = 0.931\ \text{m}$$

$$\xi := \min\left(1 + \sqrt{\frac{200\ \text{mm}}{d}}, 2\right) = 1.464$$

$$\sigma'_{cd}(N) := \frac{-N}{h_e \cdot b_e}$$

Cuantía de armadura en la cara de tracción:

$$\rho_l := \max\left(\frac{A_{s'}}{d \cdot b_e}, 0.02\right) = 0.02$$

$$V_{cu}(N) := \left(\frac{0.18}{1.5} \cdot \xi \cdot \left(100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck} \cdot \text{MPa}^{-1}\right)^{\frac{1}{3}} + 0.15 \cdot \sigma'_{cd}(N) \cdot \text{MPa}^{-1}\right) \cdot b_e \cdot d \cdot \text{MPa}$$

$$V_{cu.min}(N) := \left(\frac{0.075}{1.5} \cdot \xi^{\frac{3}{2}} \cdot \left(f_{ck} \cdot \text{MPa}^{-1}\right)^{\frac{1}{2}} + 0.15 \cdot \sigma'_{cd}(N) \cdot \text{MPa}^{-1}\right) \cdot b_e \cdot d \cdot \text{MPa}$$

Capacidad del hormigón por tracción en piezas sin armadura de cortante

$V_{cu}(N) := \text{if}\left(V_{cu}(N) < V_{cu.min}(N)\right.$

$$V_{cu}(N) := \text{if } V_{cu}(N) \le V_{cu.min}(N) \;\; \| \; V_{cu.min}(N) \;\; \text{else} \;\; \| \; V_{cu}(N)$$

$V_{ed} = 900\ \text{kN}$ $\quad V_{cu}(N_{ed}) = 981.103\ \text{kN}$

$$Ratio\_VU2 := \frac{V_{ed}}{V_{cu}(N_{ed})} = 0.917$$

Análisis de secciones con armadura de cortante

Se considera un ángulo respecto la directriz de la pieza con el armado de cortante $\alpha := 90\ °$
Se considera un ángulo de las bielas $\theta := 45\ °$

$$V_{cu}(N) := \max\left(\left(\frac{0.15}{1.5}\cdot\xi\cdot\left(100\cdot\rho_l\cdot f_{ck}\cdot \text{MPa}^{-1}\right)^{\frac{1}{3}} + 0.15\cdot\sigma'_{cd}(N)\cdot\text{MPa}^{-1}\right)\cdot b_e\cdot d\cdot\text{MPa}, V_{cu.min}(N)\right)$$

$V_{cu}(N_{ed}) = 810.491\ \text{kN}$

$$V_{su} := \frac{0.9\cdot d\cdot n_{rv}\cdot\pi\cdot\frac{\phi_v^{\,2}}{4}}{cada}\, f_{ydc}\cdot\sin(\alpha)\cdot(\cot(\alpha)+\cot(\theta)) = 673.517\ \text{kN}$$

$$Ratio\_cort := \frac{V_{ed}}{V_{cu}(N_{ed}) + V_{su}} = 0.606 \quad < 1 \qquad \text{ok}$$

$$armadura\_cortante := \text{if } Ratio\_VU2 \le 1 \;\; \| \; \text{“No necesaria”} \;\; \text{else if } Ratio\_cort \le 1 \;\; \| \; Ratio\_cort \;\; \text{else if } Ratio\_cort > 1 \;\; \| \; \text{“No verifica cortante”} = \text{“No necesaria”}$$

Verificacion_cortante = “OK. No necesita armadura de cortante”

$$A_{V.min} := \text{if } \phi_v = 0 \;\; \| \; 0\cdot\frac{\text{cm}^2}{\text{m}} \;\; \text{else} \;\; \| \; \frac{f_{ctm}\cdot b_e}{7.5\cdot f_{ydc}} = 15.448\ \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

$$A_{V.dispuesta} := \frac{b_e}{cada\cdot\text{m}}\cdot n_{rv}\cdot\pi\cdot\frac{\phi_v^{\,2}}{4} = 32.17\ \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

Verificacion_armadura.minima.cortante = “OK.”

7. ANÀLISI E.L.U. ARMADURA TIRANT INFERIOR

Coeficiente de mayoración de acciones $\gamma_A := 1.35$

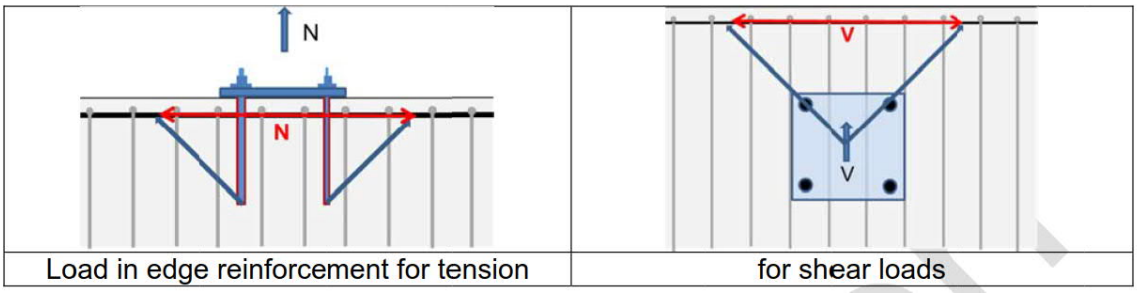
Reacción de cálculo de una viga

$R_{ed} := N_{k\_apoyo} \cdot \gamma_A = 1457.055$ **kN**

$V_{ed} := V_{k\_apoyo} \cdot \gamma_A = 94.5$ **kN**

Ángulo de una biela: $\alpha := \operatorname{atan}\left(\frac{h_e}{0.5 \cdot s_{vigas}}\right) = 42.119$ °

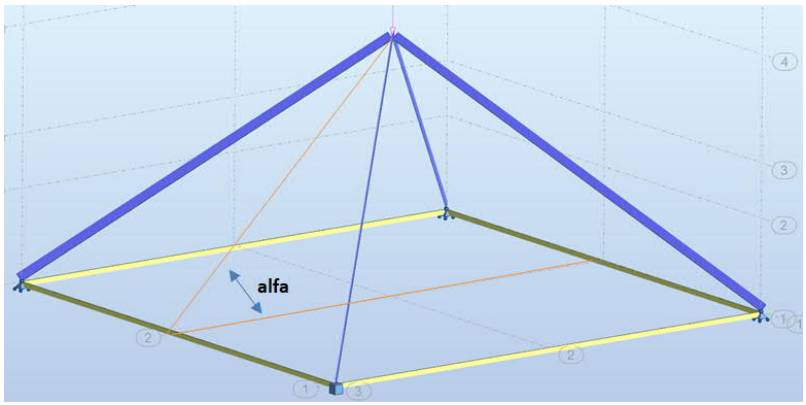
- A surface or edge reinforcement perpendicular to the anchor load is required to take up the splitting forces. The stress induced into this edge reinforcement can be estimated by a 45° strut and tie model:



Load in edge reinforcement for tension | for shear loads

Tipo de análisis para la tracción $analisis_{tracc} := \text{“2D”}$ ["2D", "3D"]

Tipo de análisis para el cortante $analisis_{cort} := \text{“2D”}$ ["2D", "3D"]



Celosía espacial con ángulo plano de bielas: $\alpha = 42.119$ °

$\alpha' := \operatorname{atan}\left(\frac{\tan(\alpha)}{\sqrt{2}}\right) = 32.592$ °

$V := V_{ed} = 94.5$ **kN**

$N := R_{ed} = \left(1.457 \cdot 10^3\right)$ **kN**

Tracción estimada en el tirante:

$$T_{tracc} := \text{if } analisis_{tracc} = \text{“2D”} \left\| 0.5\ N \cdot \tan(\alpha)^{-1} \right.$$

Compresión estimada en la biela:

$$C_{tracc} := \text{if } analisis_{tracc} = \text{“2D”} \left\| 0.5\ N \cdot \sin(\alpha)^{-1} \right.$$

else
$0.25\ N \cdot \tan(\alpha)^{-1}$

else
$0.25\ N \cdot \sin(\alpha')^{-1}$

$T_{cort} := 0.5\ V \cdot \tan(\alpha)^{-1}$

$C_{cort} := 0.5\ V \cdot \sin(\alpha)^{-1}$

$T_{tracc} = 805.751\ kN$

$C_{tracc} = (1.086 \cdot 10^3)\ kN$

$T_{cort} = 52.259\ kN$

$C_{cort} = 70.452\ kN$

$C := \max(C_{tracc}, C_{cort}) = 1086.272\ kN$

Tensiones en biela:

ancho biela: $a_{biela} := D = 85\ cm$

canto biela: $h_{biela} := 0.5 \cdot D \cdot \sin(\alpha) = 28.503\ cm$

$\sigma_{biela} := \frac{C}{a_{biela} \cdot h_{biela}} = 4.484\ MPa$

$\sigma_{2c} := 0.7 \cdot f_{cd} = 14\ MPa$

$Ratio_{biela} := \frac{\sigma_{biela}}{\sigma_{2c}} = 32.025\%$ ok

Armadura requerida en tirante:

Tensión considerada de trabajo: $f_{y\_considerada} := 200\ MPa \cdot \gamma_A = 270\ MPa$

$A_{S.nec\_traccion} := \frac{T_{tracc}}{f_{y\_considerada}} = 29.843\ cm^2$

$A_{S.nec\_cortante} := \frac{T_{cort}}{f_{y\_considerada}} = 1.936\ cm^2$

MÁXIMO DIÁMETRO DE LAS BARRAS PARA CONTROLAR LA FISURACIÓN

Tensión del acero[1] [N/mm²]	*Diámetro máximo de la barra [mm]*		
	w_k = 0,4 mm	w_k = 0,3 mm	w_k = 0,2 mm
160	40	32	25
200	32	25	16
240	20	16	12
280	16	12	8
320	12	10	6
360	10	8	5
400	8	6	4
450	6	5	–

[1] La tensión del acero se calcula en sección fisurada bajo la combinación de acciones relevante

Propuesta de armadura a disponer para prevenir roturas en el hormigón por la presencia del anclaje:

$\phi_{barra\_tracc} = 25\ mm$ $n_{barras\_tracc} = 10$

$\phi_{barra\_cort} := \phi_{barra\_tracc} = 25\ mm$ $n_{barras\_cort} := 1$

$A_{s\_min\_geo} := h_e \cdot b_e \cdot \frac{2.8}{1000} = 44.8\ cm^2$

$A_{S\_dispuesto\_tirante\_tracc} := \frac{\pi}{4} \cdot \phi_{barra\_tracc}^2 \cdot n_{barras\_tracc} = 49.087\ cm^2$

$A_{S\_dispuesto\_tirante\_cort} := \frac{\pi}{4} \cdot \phi_{barra\_cort}^2 \cdot n_{barras\_cort} = 4.909\ cm^2$

$Ratio_{tirante\_traccion\_anclaje} := \frac{A_{S.nec\_traccion}}{A_{S\_dispuesto\_tirante\_tracc}} = 60.795\%$ ok

$Ratio_{tirante\_cortante\_anclaje} := \frac{A_{S.nec\_cortante}}{A_{S\_dispuesto\_tirante\_cort}} = 39.43\%$ ok

$Ratio_{armadura\_minima} := \frac{A_{s\_min\_geo}}{A_{S\_dispuesto\_tirante\_tracc}} = 91.266\%$ ok

8. ANÀLISI E.L.U. ARMADURA TORSIÓ

Análisis de fisuración

Canto de la sección $h := h_e = 1$ m
Ancho de la sección $b := b_e = 1.6$ m
Recubrimiento armaduras $r := r_{mec} = 0.07$ m
Hormigón $f_{ck} = 30$ MPa
Acero $f_{yk} := 500$ MPa

$f_{ctm} = 2.896$ MPa

$f_{ctk} := 0.7 \cdot f_{ctm} = 2.028$ MPa

Área $A := b \cdot h = 1.6$ m²
Perímetro $u := 2 \cdot (b + h) = 5.2$ m
Espesor eficaz de la sección: $h_e := \max\left(\frac{A}{u}, 2 \cdot r\right) = 0.308$ m

$h_{med} := h - h_e = 0.692$ m $\quad b_{med} := b - h_e = 1.292$ m

Perímetro de la línea media $u_e := 2 \cdot (h_{med} + b_{med}) = 3.969$ m

Área de la línea media $A_e := h_{med} \cdot b_{med} = 0.895$ m²

Módulo a torsión $J_{t1} := \frac{4 \cdot A_e^2}{u_e} = 0.807$ m³

Módulo a torsión $J_{t2} := \frac{b^2 \cdot h}{3} = 0.853$ m³

Momento de fisuración a torsión $M_{fis\_torsion} := f_{ctm} \cdot \min(J_{t1}, J_{t2}) = (2.336 \cdot 10^3)$ m·kN

$Ratio_{fisuración} := \frac{T_k}{M_{fis\_torsion}} = 0.19$

$fisuración_{torsión}$ = “no fisura” OK

Análisis en E.L.U torsión según EHE-08

Armadura longitudinal considerada para torsión

ϕ_{barra} (mm)	num_{barras}
25	4
25	4

$A_l := \frac{num_{barras}}{4} \cdot \pi \cdot \phi_{barra}^2 = 39.27\ cm^2$

Diámetro previsto para armado transversal: $\phi_t := \phi_v = 16\ mm$
Cercos de $\phi_t = 16\ mm$ cada $s_t := cada = 20\ cm$
Número de barras en un cerco $n_c := 1$

Acero corrugado B500s con $f_{yd} := \frac{f_{yk}}{1.15} = 434.783\ MPa$ i $f_{yd.c} := 400\ MPa$

Resistencia de cálculo a compresión de hormigón: $f_{cd} := \frac{f_{ck}}{1.5} = 20\ MPa$

Ángulo de las armaduras con el eje de la pieza $\alpha_{armadura} := 90\ °$

Agotamiento de bielas a compresión Tu1

$f_{1cd} := 0.6 \cdot f_{cd} = 12\ MPa$ $K := 1$ $\alpha := 0.6$

Ángulo de las bielas del hormigón $\theta := atan(1) = 45\ °$ $\cot(\theta) = 1$

$T_{u1} := 2 \cdot K \cdot \alpha \cdot f_{1cd} \cdot A_e \cdot h_e \cdot \frac{\cot(\theta)}{1 + \cot(\theta)^2} = (1.982 \cdot 10^3)\ kN \cdot m$

Agotamiento de armadura transversal Tu2

Área de las armaduras utilizadas como cercos $A_t := \phi_t^2 \cdot n_c \cdot \frac{\pi}{4} = 201.062\ mm^2$

$T_{u2} := 2 \cdot A_e \cdot \frac{A_t}{s_t} \cdot f_{yd.c} \cdot \cot(\theta) = 719.54\ kN \cdot m$

Agotamiento de armadura longitudinal Tu3

$T_{u3} := \frac{2 \cdot A_e}{u_e} \cdot A_l \cdot f_{yd.c} \cdot \tan(\theta) = 708.123\ m \cdot kN$

Torsor resistente

$T_u := \min(T_{u1}, T_{u2}, T_{u3}) = 708.123\ m \cdot kN$

$$Ratio_{E.L.U.} := \frac{T_{ed}}{T_u} = 0.847$$

Disposiciones mínimas de separaciones

$$s_{min\_1} := \frac{u_e}{8} = 0.496\ m$$

$$s_{min\_2} := \begin{cases} \text{if } T_{ed} \le \frac{T_u}{5} \\ \quad \min\left(0.75 \cdot \min\left(h_{med}, b_{med}\right) \cdot \left(1 + \cot\left(\alpha_{armadura}\right)\right), \min\left(\min\left(h_{med}, b_{med}\right), 600\ mm\right)\right) \\ \text{else if } T_{ed} \le \frac{2 \cdot T_u}{3} \\ \quad \min\left(0.6 \cdot \min\left(h_{med}, b_{med}\right) \cdot \left(1 + \cot\left(\alpha_{armadura}\right)\right), \min\left(\min\left(h_{med}, b_{med}\right), 450\ mm\right)\right) \\ \text{else} \\ \quad \min\left(0.3 \cdot \min\left(h_{med}, b_{med}\right) \cdot \left(1 + \cot\left(\alpha_{armadura}\right)\right), \min\left(\min\left(h_{med}, b_{med}\right), 300\ mm\right)\right) \end{cases}$$

$$s_{min\_2} = 0.208\ m$$

$$s_{min} := \min\left(s_{min\_1}, s_{min\_2}\right) = 20.769\ cm$$

$$cumplimiento_{separaciones} := \text{if}\left(s_t \le s_{min}, \text{“ok”}, \text{“NO verifica”}\right) = \text{“ok”}$$

E.L.U. I E.L.S. FLEXO-TRACCIÓ

1. CARACTERÍSTICAS SECCIONALES Y MECÁNICAS

Canto de la sección: $h := 100\ cm$
Ancho de la sección: $b := 160\ cm$
Recubrimiento nominal armadura de compresión: $r_c := 45\ mm$
Recubrimiento nominal armadura de tracción: $r_t := 45\ mm$
Recubrimiento lateral: $r_l := 0\ mm$
Diámetro de la armadura de tracción: $\phi_t := 25\ mm$
Diámetro de la armadura de compresión: $\phi_c := 25\ mm$ Número de barras comprimidas: $n_c := 10$
Diámetro cercos de cortante: $\phi_v := 16\ mm$ cada $:= 20\ cm$ Número de ramas: $n_{rv} := 2 = 2$
La armadura de cortante afecta al recubrimiento? $af_v := 1$ (poner 1 si afecta, 0 si no afecta)
Disposición de filas de armado propuestas:

filas $:= [1]$ $n_{barra\_fila} := [10]$ $\Phi := [25] \cdot mm$ $y_{barra\_fila} := r_t + \phi_v \cdot af_v + [0.5 \cdot \phi_t] = [7.35]\ cm$

Disposición de armadura de refuerzo en cara traccionada barras $\Phi_{ref} := 0\ mm$
intercalando $n_{int} := 0$ barra entre armado principal de tracción propuesto

---

Número total de barras (no cuenta refuerzo): $n_t := |n_{barra\_fila} \cdot id| = 10$
Número total de filas: $n_{filas} := id \cdot id = 1$

Separación armadura traccionada: sep $:=$ "CALC" (poner "CALC" si se quiere considerar la calculada)
Hormigón empleado $f_{ck} := 30\ MPa$ $f_{ck\_els} := 30\ MPa$ $\gamma_c := 1.5$
Acero pasivo $f_{yk} := 500\ MPa$ $\gamma_s := 1.15$
Coeficiente de cansancio del hormigón: $\alpha_{cc} := 1$ Tamaño árido $tma := 20\ mm$
Control indirecto del hormigón? contr $:=$ "NO" (poner "NO si control Estadístico (usual)" sino poner "SI" ., ver Art.86.5.6 EHE-08)
Anchura característica de fisura máxima: $w_{max} := 0.3\ mm$
Edad del hormigón para la verificación seccional: edad $:= 28\ day$

Datos del tipo de cemento utilizado:
Coeficiente del tipo de cemento $s_s := 0.25$ (si cemento normal s=0.25; si cemento rápido s=0.2, si cemento lento s=0.38)
Coeficiente de retracción $\alpha_{ds1} := 4$ (si cemento normal α_{ds1} =4; si cemento rápido α_{ds1} =6, si cemento lento α_{ds1} =3)
Coeficiente de retracción $\alpha_{ds2} := 0.12$ (si cemento normal α_{ds2} =0.12; si cemento rápido α_{ds2} =0.11; si cemento lento α_{ds2} =0.13)

Parámetros adicionales de cálculo
Considerar axil en cálculo del momento de fisuración? axil $:=$ "SI"
Considerar resistencia a flexión o flexotraccion del hormigón? flex $:= 1$ (poner 0 si flexión, poner 1 si flexotraccion)
Angulo bielas de compresión 45º en cortante? bielas $:=$ "SI" (poner "SI" asume 45º. Poner "NO" calcula el ángulo)
Tipo de elemento? elemento $:=$ "VIGA" ("VIGA","LOSA","PILAR","MURO") juntas $:= 9\ m$ (solo en muro)

Solicitación para considerar armadura mínima mecánica? $sol := "FLEX"$ ("FLEX","COMP","TRAC")

Parámetros auxiliares para el análisis de la fisuración

Coeficiente K1 (0.125 para flexión simple o 0.25 para tracción simple, poner "CALC" para calcular en función de las tensiones del hormigón) $k_1 := "CALC"$

Coeficiente k2 (1 si carga instantánea o posar 0.5 si carga duradera) $k_2 := 0.5$

Coeficiente β (1.7 si fisuración por cargas o 1.3 si fisuración por deformaciones) $\beta := 1.7$

Tener en cuenta inercia homogeneizada en cálculo de Momento de fisuración? $homo := 0$

(poner 0 si sección bruta, poner 1 si sección homogeneizada)

2. ESFUERZOS

E.L.S. cuasi-permanente *E.L.S. característico* *Esfuerzos E.L.U.*

CASO.E.L.S.	N_{k_cp} (kN)	M_{k_cp} (kN·m)	N_{k_car} (kN)	M_{k_car} (kN·m)
"1.ELS"	340	280	340	280
"1.ELS"	-40	280	-40	280

CASO	N_{ed} (kN)	M_{ed} (kN·m)	V_{ed} (kN)
"1.ELU"	495	405	900
"1.ELU"	-305	405	900

* Axil negativo indica tracción

$f := \text{if}(elemento = "LOSA" \vee elemento = "MURO", 0, 1) = 1$

3. PARÁMETROS AUXILIARES DE CÁLCULO

Cálculo del armado dispuesto y cantos útiles

Armadura dispuesta en cara traccionada:

$$A_s := \frac{\pi}{4} \cdot \left(\Phi^2 \cdot n_{barra\_fila} + \Phi_{ref}{}^2 \cdot \left(n_{int} \cdot n_{barra\_fila_0} - f \right) \right) = 49.087\ cm^2$$

Armadura dispuesta en cara comprimida: $A_{s'} := \frac{n_c \cdot \pi}{4} \cdot \phi_c{}^2 = 49.087\ cm^2$

Recubrimiento mecánico armadura de tracción:

$$r_m := \left| \frac{\left| \overrightarrow{\Phi^2 \cdot n_{barra\_fila}} \cdot y_{barra\_fila} \right| + \left(\left(r_t + \phi_v \cdot af_v + \left[0.5 \cdot \Phi_{ref} \right] \right) \cdot \Phi_{ref}{}^2 \cdot \left(n_{int} \cdot n_{barra\_fila_0} - f \right) \right)}{\left| \overrightarrow{\Phi^2 \cdot n_{barra\_fila}} \cdot id \right| + \Phi_{ref}{}^2 \cdot \left(n_{int} \cdot n_{barra\_fila_0} - f \right)} \right|$$

Recubrimiento mecánico armadura de tracción: $r_m = 7.35\ cm$

Recubrimiento mecánico armadura de compresión: $r_{m'} := r_c + \phi_v \cdot af_v + \phi_c \cdot 0.5 = 7.35\ cm$

Canto útil armadura de tracción: $d := h - r_m = 92.65\ cm$

Canto útil armadura de compresión: $d' := r_{m'} = 7.35\ cm$

Cálculo de las resistencias de cálculo de los materiales a los $edad = 28\ day$ *:*

Resistencia característica del hormigón a $edad = 28\ day$:

$$f_{ck.j} := f_{ck} \cdot e^{s_s \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28\ day}{edad}} \right)} = 30\ MPa \qquad f_{ck.j\_els} := f_{ck\_els} \cdot e^{s_s \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28\ day}{edad}} \right)} = 30\ MPa$$

$f_{cd} := \alpha_{cc} \cdot f_{ck.j} \cdot \gamma_c^{-1} = 20\ \text{MPa}$

$f_{cv} := \text{if } contr = \text{“SI”}\ \ 15\ \text{MPa}\ \ \text{else}\ \ \text{if } f_{ck.j} \le 60\ \text{MPa}\ \ f_{ck.j}\ \ \text{else}\ \ 60\ \text{MPa} = 30\ \text{MPa}$

$f_{1cd} := \text{if } f_{ck} \le 60\ \text{MPa}\ \ 0.6 \cdot f_{cd}\ \ \text{else}\ \ \zeta \leftarrow \left(0.9 - \frac{f_{ck.j}}{200\ \text{MPa}}\right) \cdot f_{cd}\ \ \text{if } \zeta \le 0.5 \cdot f_{cd}\ \ 0.5 \cdot f_{cd}\ \ \text{else}\ \ \zeta = 12\ \text{MPa}$

$f_{yd} := f_{yk} \cdot \gamma_s^{-1} = 434.783\ \text{MPa}$

$f_{ydc} := \text{if } f_{yk} > 400\ \text{MPa}\ \ 400\ \text{MPa}\ \ \text{else}\ \ f_{yk} \cdot \gamma_s^{-1} = 400\ \text{MPa}$

Deformaciones de rotura contempladas según y valores del diagrama rectangular Art. 39.5 EHE-08

Límite elástico del acero: $E_s := 200\ \text{GPa}$

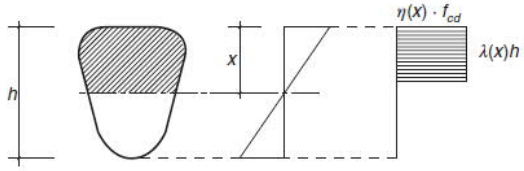
Deformación última del hormigón: $\varepsilon_{cu} := 0.0035$

Deformación de rotura del hormigón a compresión simple: $\varepsilon_{c0} := 0.0020$

Deformación de rotura acero en tracción: $\varepsilon_{s.max} := 0.01$

Deformación del acero al límite elástico: $\varepsilon_{yd} := f_{yd} \cdot (E_s)^{-1} = 0.00217$

Intensidad del bloque de compresión: $\eta := \text{if } f_{ck.j} \le 50\ \text{MPa}\ \ 1\ \ \text{else}\ \ 1 - \frac{(f_{ck.j} - 50\ \text{MPa})}{200\ \text{MPa}}$



Profundidad del rectángulo de compresiones respecto la fibra neutra:

$\lambda := \text{if } f_{ck.j} \le 50\ \text{MPa}\ \ 0.8\ \ \text{else}$

$$\left\| 0.8 - \frac{\left(f_{ck.j} - 50\ \text{MPa}\right)}{400\ \text{MPa}} \right|$$

4. CONFECCIÓN DEL DIAGRAMA DE INTERACCIÓN EN E.L.U. A edad = 28 day

$M_u(x) :=$ if $x < 0 \cdot h$

$\sigma_s \leftarrow f_{yd}$

$\sigma_{s'} \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(|x| + d')}{|x| + d} \le f_{yd}$

$E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(|x| + d')}{|x| + d}$

else

f_{yd}

$N_u \leftarrow - A_s \cdot \sigma_s - A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

$Ne \leftarrow - A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$

$M_u \leftarrow Ne - N_u \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right)$

else if $x \le \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{s.max} + \varepsilon_{cu}} \cdot d$

$y \leftarrow \lambda \cdot x$

$\sigma_s \leftarrow f_{yd}$

$\sigma_{s'} \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(x - d')}{d - x} \le f_{yd}$

$E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(x - d')}{d - x}$

else

f_{yd}

$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

$Ne \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} \cdot (d - 0.5 \cdot y) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$

$M_u \leftarrow Ne - N_u \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right)$

else if $x \le \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{yd} + \varepsilon_{cu}} \cdot d$

$y \leftarrow \lambda \cdot x$

$\sigma_s \leftarrow f_{yd}$

$\sigma_{s'} \leftarrow f_{yd}$

$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

$Ne \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} \cdot (d - 0.5 \cdot y) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$

$M_u \leftarrow Ne - N_u \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right)$

else if $x \le d$

$y \leftarrow \lambda \cdot x$

$\sigma_s \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{d - x}{x} \le f_{yd}$

$E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{d - x}{x}$

else

f_{yd}

$\sigma_{s'} \leftarrow f_{yd}$

$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

$Ne \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} \cdot (d - 0.5 \cdot y) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$

$N_u(x) :=$ if $x < 0 \cdot h$

$\sigma_s \leftarrow f_{yd}$

$\sigma_{s'} \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(|x| + d')}{|x| + d} \le f_{yd}$

$E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(|x| + d')}{|x| + d}$

else

f_{yd}

$N_u \leftarrow - A_s \cdot \sigma_s - A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

else if $x \le \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{s.max} + \varepsilon_{cu}} \cdot d$

$y \leftarrow \lambda \cdot x$

$\sigma_s \leftarrow f_{yd}$

$\sigma_{s'} \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(x - d')}{d - x} \le f_{yd}$

$E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(x - d')}{d - x}$

else

f_{yd}

$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

else if $x \le \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{yd} + \varepsilon_{cu}} \cdot d$

$y \leftarrow \lambda \cdot x$

$\sigma_s \leftarrow f_{yd}$

$\sigma_{s'} \leftarrow f_{yd}$

$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

else if $x \le d$

$y \leftarrow \lambda \cdot x$

$\sigma_s \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{d - x}{x} \le f_{yd}$

$E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{d - x}{x}$

else

f_{yd}

$\sigma_{s'} \leftarrow f_{yd}$

$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

else if $x \le h$

$y \leftarrow \lambda \cdot x$

$\sigma_s \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{x - d}{x} \le f_{ydc}$

$E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{x - d}{x}$

else

f_{ydc}

$\sigma_{s'} \leftarrow f_{ydc}$

$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} + A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

$M_u \leftarrow Ne - N_u \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right)$

else if $x \le h$

$y \leftarrow \lambda \cdot x$

$\sigma_s \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{x - d}{x} \le f_{ydc}$, $E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{x - d}{x}$, else f_{ydc}

$\sigma_{s'} \leftarrow f_{ydc}$

$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} + A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

$Ne \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} \cdot (d - 0.5 \cdot y) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$

$M_u \leftarrow Ne - N_u \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right)$

else

$y \leftarrow h \cdot \left(1 - (1 - \lambda) \cdot \frac{h}{x}\right)$

$\sigma_s \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{c0} \cdot \frac{x - d}{x - \frac{3 \cdot h}{7}} \le f_{ydc}$, $E_s \cdot \varepsilon_{c0} \cdot \frac{x - d}{x - \frac{3 \cdot h}{7}}$, else f_{ydc}

$\sigma_{s'} \leftarrow f_{ydc}$

$N_u \leftarrow \left(1 - (1 - \eta) \cdot \frac{h}{x}\right) \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} + A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

$Ne \leftarrow \left(1 - (1 - \eta) \cdot \frac{h}{x}\right) \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} \cdot (0.5\, y - d') + A_s \cdot \sigma_s \cdot (d - d')$

$M_u \leftarrow -Ne + N_u \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right)$

$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} + A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

else

$y \leftarrow h \cdot \left(1 - (1 - \lambda) \cdot \frac{h}{x}\right)$

$\sigma_s \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{c0} \cdot \frac{x - d}{x - \frac{3 \cdot h}{7}} \le f_{ydc}$, $E_s \cdot \varepsilon_{c0} \cdot \frac{x - d}{x - \frac{3 \cdot h}{7}}$, else f_{ydc}

$\sigma_{s'} \leftarrow f_{ydc}$

$N_u \leftarrow \left(1 - (1 - \eta) \cdot \frac{h}{x}\right) \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} + A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

NOTA: Se considera que para los dominios de rotura 4a y5 la tensión de las armaduras comprimidas no excede 400MPa.

Puntos característicos del diagrama de interacción

Los puntos indicados seguidamente son las distintas profundidades de la fibra neutra a medida que se va cambiando de dominio de deformación, desde los rangos $-\infty$ a $+\infty$

$$x_{car} := \begin{bmatrix} -1 \cdot h \\ 0\ \text{m} \\ \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{s.max} + \varepsilon_{cu}} \cdot d \\ \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{yd} + \varepsilon_{cu}} \cdot d \\ d \\ h \\ 100\ h \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1000 \\ 0 \\ 240.204 \\ 571.519 \\ 926.5 \\ 1000 \\ 100000 \end{bmatrix} \text{mm} \qquad i := 0 .. (\text{length}(x_{car}) - 1)$$

$M_{u\_x.car_i} :=$ for $j \in 0 .. (\text{length}(x_{car}) - 1)$, $M_u(x_{car_i})$

$$\begin{bmatrix} 0 \\ 578.081 \\ 4304.283 \end{bmatrix}$$

$N_{u\_x.car_i} :=$ for $j \in 0 .. (\text{length}(x_{car}) - 1)$, $N_u(x_{car_i})$

$$\begin{bmatrix} -4268.468 \\ -2913.063 \\ 6149.215 \end{bmatrix}$$

$$M_{u\_x.car} = \begin{bmatrix} 4304.283 \\ 5791.213 \\ 3979.412 \\ 3289.716 \\ 36.124 \end{bmatrix} m \cdot kN \qquad N_{u\_x.car} = \begin{bmatrix} 6149.215 \\ 14630.89 \\ 25852.634 \\ 27816.05 \\ 35853.172 \end{bmatrix} kN$$

Cálculo de los ratios de trabajo de la sección para cada par de esfuerzos

Discretización: $N := 3000 \quad j := 0 .. N - 1 \quad x_j := -1\,h + \frac{j}{N-1} \cdot 50\,h$

$M_{U_j} := \text{for } z \in 0 .. N-1 \mid M_u(x_j)$

$N_{U_j} := \text{for } z \in 0 .. N-1 \mid N_u(x_j)$

$w := 0 .. \text{length}(M_{ed}) - 1$

$\text{length}(M_{ed}) - 1 = 1$

Distancias eje vertical igualdad de axil

$x_{N_w} := \text{for } t \in 0 .. \text{length}(N_{ed}) - 1 \mid \text{for } z \in 0 .. N-1 \mid \text{if } N_{ed_w} \le N_{U_z} \mid \text{pos} \leftarrow z \mid \text{break} \mid x_{pos}$

$M_u(x_{N_w}) = \begin{bmatrix} 2227.964 \\ 1960.46 \end{bmatrix} m \cdot kN \qquad M_{ed_w} = \begin{bmatrix} 405 \\ 405 \end{bmatrix} m \cdot kN$

$Ratio_{momento_w} := \frac{M_{ed_w}}{M_u(x_{N_w}) + 10^{-6} \cdot m \cdot kN} = \begin{bmatrix} 0.182 \\ 0.207 \end{bmatrix} \qquad N_u(x_{N_w}) = \begin{bmatrix} 754.431 \\ 127.099 \end{bmatrix} kN \qquad N_{ed_w} = \begin{bmatrix} 495 \\ -305 \end{bmatrix} kN$

Distancias eje horizontal izquierdo a igualdad de momento

$x_{M_w} := \text{for } t \in 0 .. \text{length}(M_{ed}) - 1 \mid \text{for } z \in 0 .. N-1 \mid \text{if } M_{ed_w} \le M_{U_z} \mid \text{pos} \leftarrow z \mid \text{break} \mid x_{pos}$

$M_u(x_{M_w}) = \begin{bmatrix} 445.454 \\ 445.454 \end{bmatrix} m \cdot kN \qquad M_{ed_w} = \begin{bmatrix} 405 \\ 405 \end{bmatrix} m \cdot kN$

$Distancia_{axil.1_w} := N_{ed_w} - N_u(x_{M_w}) = \begin{bmatrix} 3719.028 \\ 2919.028 \end{bmatrix} kN \qquad N_u(x_{M_w}) = \begin{bmatrix} -3224.028 \\ -3224.028 \end{bmatrix} kN \qquad N_{ed_w} = \begin{bmatrix} 495 \\ -305 \end{bmatrix} kN$

Distancias eje horizontal derecho a igualdad de momento

$$x_{MMw} := \text{for } t \in 0..\text{length}(M_{ed}) - 1 \left| \begin{array}{l} \text{for } z \in N - 1..0 \\ \quad \text{if } M_{edw} \le M_{Uz} \\ \quad\quad pos \leftarrow z \\ \quad\quad \text{break} \\ x_{pos} \end{array} \right.$$

$$M_u\left(x_{MMw}\right) = \begin{bmatrix} 405.034 \\ 405.034 \end{bmatrix} m \cdot kN \qquad M_{edw} = \begin{bmatrix} 405 \\ 405 \end{bmatrix} m \cdot kN$$

$$Distancia_{axil.2w} := N_u\left(x_{MMw}\right) - N_{edw} = \begin{bmatrix} 34588.246 \\ 35388.246 \end{bmatrix} kN \quad N_u\left(x_{MMw}\right) = \begin{bmatrix} 35083.246 \\ 35083.246 \end{bmatrix} kN \qquad N_{edw} = \begin{bmatrix} 495 \\ -305 \end{bmatrix} kN$$

$$Ratio_{axilw} := \frac{\max\left(Distancia_{axil.2w}, Distancia_{axil.1w}\right)}{Distancia_{axil.2w} + Distancia_{axil.1w} + 10^{-3}\,N} = \begin{bmatrix} 0.903 \\ 0.924 \end{bmatrix}$$

$$Ratio_{ELUw} := \left| \begin{array}{l} \text{if } \max\left(Ratio_{momentow}\right) \le 100 \wedge \max\left(Ratio_{axilw}\right) \le 100 \\ \quad \max\left(Ratio_{axilw}, Ratio_{momentow}\right) \\ \text{else if } \max\left(Ratio_{momentow}\right) > 100 \wedge \max\left(Ratio_{axilw}\right) \le 100 \\ \quad Ratio_{axilw} \\ \text{else if } \max\left(Ratio_{momentow}\right) \le 100 \wedge \max\left(Ratio_{axilw}\right) > 100 \\ \quad Ratio_{momentow} \\ \text{else} \\ \quad \min\left(Ratio_{axilw}, Ratio_{momentow}\right) \end{array} \right. = \begin{bmatrix} 90.292\% \\ 92.38\% \end{bmatrix}$$

5. ANÁLISIS DE FISURACIÓN POR FLEXOCOMPRESIÓN EN E.L.S. CASO FLECTOR MÁXIMO PARA edad = 28 day

Las tensiones en servicio se obtendrán a partir de plantear el equilibrio seccional, despreciando la capacidad a tracción del hormigón.

*Se considera un momento de fisuración considerando la influencia del esfuerzo axil si procede (*axil = "SI" *) aunque las tensiones se calcularán sin considerar dicho esfuerzo axil.*

Esfuerzos considerados en caso de flector máximo en E.L.S.

Momento flector: $M_{k1.cp} := M_{k\_cp_0} = 280\ m \cdot kN$

Axil: $N_{k1.cp} := N_{k\_cp_0} = 340\ kN$

Cantos útiles:

Canto útil para armado traccionado: $d = 92.65\ cm$
Canto útil para armado comprimido: $d' = 7.35\ cm$

Parámetros de cálculo del hormigón a los j días:

$$f_{ctm} := 0.3 \cdot \left(f_{ck.j\_els} \cdot MPa^{-1}\right)^{\frac{2}{3}}\ MPa = 2.896\ MPa$$

Se considera el cálculo a flexo-compresión: flex = 1

$$f_{ctm.flcomp}(N) := \begin{cases} \max\left(\left(1.6 - \frac{h}{100\ cm}\right) \cdot flex \cdot f_{ctm}, f_{ctm}\right) + \frac{N}{b \cdot h} & \text{if axil = "SI"} \\ \max\left(\left(1.6 - \frac{h}{100\ cm}\right) \cdot flex \cdot f_{ctm}, f_{ctm}\right) + \frac{N \cdot 0}{b \cdot h} & \text{else} \end{cases}$$

$$s_t := \begin{cases} \dfrac{b - 2 \cdot r_l - 2 \cdot \phi_v \cdot af_v - \phi_t \cdot \frac{n_t}{n_{filas}}}{\frac{n_t}{n_{filas}} - 1} & \text{if sep = "CALC"} \\ sep & \text{else} \end{cases} = 14.644\ cm$$

$$E_{cm} := 8500 \cdot \sqrt[3]{f_{ck.j\_els} \cdot MPa^{-1} + 8} \cdot MPa = 28.577\ GPa$$

Coeficiente de relación entre módulos elásticos: $n := \frac{E_s}{E_{cm}} = 6.999$

$$I_{bruta} := \frac{b \cdot h^3}{12} = 13333333.333\ cm^4$$

$$cdg_{secc} := \frac{b \cdot h \cdot 0.5 \cdot h + \left(A_{s'} \cdot (h - d') + A_s \cdot r_m\right) \cdot (n - 1)}{b \cdot h + \left(A_{s'} + A_s\right) \cdot (n - 1)} = 0.5\ m$$

$$I_{homo} := I_{bruta} + \left[\frac{\pi \cdot \left(\Phi^4 \cdot n_{barra\_fila} + \phi_c{}^4 \cdot n_c + \Phi_{ref}{}^4 \cdot n_{barra\_fila_0} \cdot (n_{int})\right)}{64} \right.$$
$$\left. + A_{s'} \cdot \left((h - d') - cdg_{secc}\right)^2 + A_s \cdot \left(d - cdg_{secc}\right)^2 \right] \cdot (n - 1) = 14404821.504\ cm^4$$

$$\frac{I_{homo}}{I_{bruta}} = 1.08$$

Cálculo del momento de fisuración:

$$M_{fis}(N) := f_{ctm.flcomp}(N) \cdot \text{if}\left(homo = 0, \frac{b \cdot h^2}{6}, \frac{I_{homo}}{\min\left(\left|cdg_{secc}\right|, \left|h - cdg_{secc}\right|\right)}\right) \qquad homo = 0$$

$$M_{fis}\left(N_{k1.cp}\right) = 829.058 \ \text{m} \cdot \text{kN}$$

Cálculo de fibra neutra y tensiones en hormigón y acero a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones

$$f := 0.5 \cdot d \qquad \sigma_{s'} := 80 \ \text{MPa} \qquad \sigma_s := 100 \ \text{MPa} \qquad \sigma_c := 10 \ \text{MPa}$$

$$N_{k1.cp} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} - A_s \cdot \sigma_s$$

$$M_{k1.cp} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} \cdot \left(d - \frac{f}{3}\right) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$$

$$\sigma_s = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(d - f)}{f}$$

$$\sigma_{s'} = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(f - d')}{f}$$

$$\begin{bmatrix} f \\ \sigma_c \\ \sigma_s \\ \sigma_{s'} \end{bmatrix} := \text{find}\left(f, \sigma_c, \sigma_s, \sigma_{s'}\right) = \begin{bmatrix} 0.498 \ \text{m} \\ 853337.325 \ \text{Pa} \\ 5131362.235 \ \text{Pa} \\ 5091382.539 \ \text{Pa} \end{bmatrix}$$

Profundidad de la fibra neutra: $f = 49.833 \ \text{cm} \quad \frac{f}{d} = 0.538$

Compresión en el hormigón: $\sigma_c = 0.853 \ \text{MPa}$

Compresión en armadura de compresión: $\sigma_{s'} = 5.091 \ \text{MPa}$

Tracción en la armadura de tracción: $\sigma_s = 5.131 \ \text{MPa}$

Cálculo de la tracción en armadura traccionada en el momento que fisura la sección, a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones

$$f_r := 0.5 \cdot d \qquad \sigma_{s'r} := 80 \ \text{MPa} \qquad \sigma_{sr} := 100 \ \text{MPa} \qquad \sigma_{cr} := 10 \ \text{MPa}$$

$$N_{k1.cp} = \frac{\sigma_{cr} \cdot f_r \cdot b}{2} + A_{s'} \cdot \sigma_{s'r} - A_s \cdot \sigma_{sr}$$

$$M_{fis}\left(N_{k1.cp}\right) = \frac{\sigma_{cr} \cdot f_r \cdot b}{2} \cdot \left(d - \frac{f_r}{3}\right) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'r} \cdot (d - d')$$

$$\sigma_{sr} = n \cdot \sigma_{cr} \cdot \frac{\left(d - f_r\right)}{f_r}$$

$$\sigma_{s'r} = n \cdot \sigma_{cr} \cdot \frac{\left(f_r - d'\right)}{f_r}$$

$$\begin{bmatrix} f_r \\ \sigma_{cr} \\ \sigma_{sr} \\ \sigma_{s'r} \end{bmatrix} := \text{find}\left(f_r, \sigma_{cr}, \sigma_{sr}, \sigma_{s'r}\right) = \begin{bmatrix} 0.205 \ \text{m} \\ 5191634.636 \ \text{Pa} \\ 127699713.069 \ \text{Pa} \\ 23321645.487 \ \text{Pa} \end{bmatrix}$$

Tensión de la armadura en sección fisurada en instante que fisura el hormigón para M_{fis}: $\sigma_{sr} = 127.7$ **MPa**

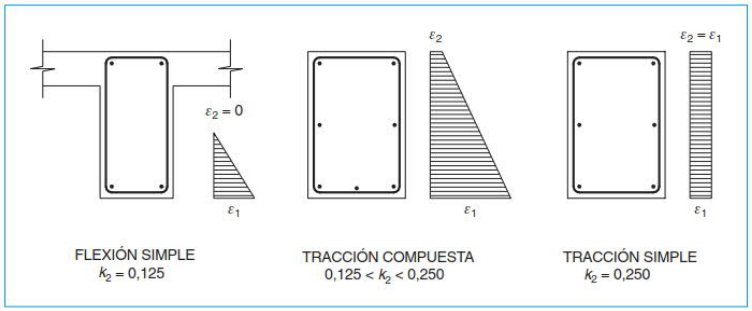
Parámetros auxiliares para el análisis de la fisuración

Coeficiente K1

$$\varepsilon_1 := \frac{\sigma_s}{E_s} = 2.566 \cdot 10^{-5}$$

$$\varepsilon_2 := \begin{cases} \text{if } \sigma_{s'} > 0 \cdot \text{MPa} \\ \quad 0 \\ \text{else} \\ \quad \dfrac{-\sigma_{s'}}{E_s} \end{cases} = 0$$

$$k_1 := \begin{cases} \text{if } k_1 = \text{“CALC”} \\ \quad \min\left(\dfrac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{8 \cdot \varepsilon_1}, 0.25\right) \\ \text{else} \\ \quad k_1 \end{cases} = 0.125$$



$$k_1 = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{8\varepsilon_1}$$

Figura 49.2.4.a.

Parámetros auxiliares para el análisis de la fisuración

Coeficiente K1 (0.125 para flexión simple o 0.25 para tracción simple) $k_1 = 0.125$

Coeficiente k2 (1 si carga instantánea o posar 0.5 si carga duradera) $k_2 = 0.5$

Coeficiente β (1.7 si fisuración por cargas o 1.3 si fisuración por deformaciones) $\beta = 1.7$

Recubrimiento hasta tocar la barra longitudinal: $c := r_c + \phi_v \cdot af_v = 6.1$ **cm**

Diámetro de las barras de armado de tracción: $\phi_t = 25$ **mm**

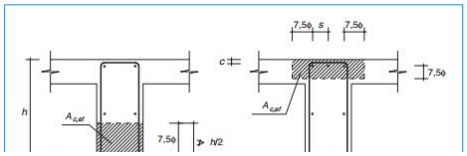
Separación de las barras de armado de tracción: $s_t = 14.644$ **cm**

Cálculo del área de hormigón en la zona del recubrimiento

Si es viga de alma estrecha en negativos poner "0"
Si es viga de alma estrecha en positivos poner "1"
Si es viga de alma ancha, losa o muro poner "2"

$$A_{c.ef} := 2$$

$$A_{c.eff} := \begin{cases} \text{if } A_{c.ef} = 0 \\ \quad A_{c.eff} \leftarrow 7.5 \cdot \phi_t \cdot (b + 2 \cdot 7.5 \cdot \phi_t) \\ \text{else if } A_{c.ef} = 1 \end{cases} = 4000 \text{ cm}^2$$



else if $A_{c.ef} = 1$

$A_{c.eff} \leftarrow$ if $7.5 \cdot \phi_t \leq \frac{h}{2}$

$A_{c.eff} \leftarrow 7.5 \cdot \phi_t \cdot b$

else

$A_{c.eff} \leftarrow \frac{h}{2} \cdot b$

else if $A_{c.ef} = 2$

$A_{c.eff} \leftarrow$ if $s_t \leq 15 \cdot \phi_t$

$A_{c.eff} \leftarrow \frac{h}{4} \cdot b$

else

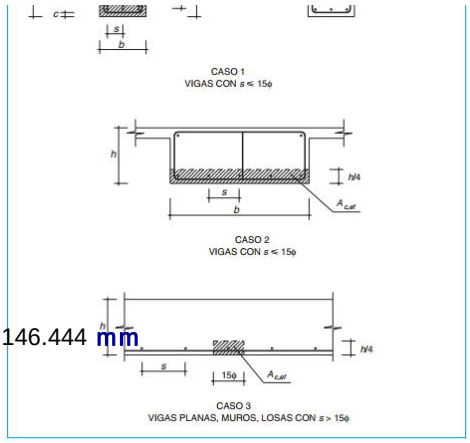
$A_{c.eff} \leftarrow \frac{h}{4} \cdot 15 \cdot \phi_t \cdot n_{barra\_fila_0} \cdot (1 + n_{int})$

$s :=$ if $s_t > 15 \cdot \phi_t$ $= 146.444$ mm

$s \leftarrow 15 \cdot \phi_t$

else

$s \leftarrow s_t$



Área de les armaduras situadas dentro del área eficaz $A_{s.ef} := A_s = 49.087\ cm^2$

Cálculo de la separación media de fisuras

$$s_m := 2 \cdot c + 0.2 \cdot s + 0.4 \cdot k_1 \cdot \frac{\phi_t \cdot A_{c.eff}}{A_{s.ef}} = 253.148\ mm$$

Cálculo del alargamiento medio de las armaduras

$\varepsilon_{sm.o} :=$ if $\sigma_s \geq 0$ $\frac{\sigma_s}{200\ GPa} \cdot \left(1 - k_2 \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s}\right)^2\right)$ else 0 $= -0.00792$

$\varepsilon_{sm} :=$ if $\varepsilon_{sm.o} \geq 0.4 \cdot \frac{\sigma_s}{200\ GPa}$ $= 0$

$\varepsilon_{sm} \leftarrow \varepsilon_{sm.o}$

else

$\varepsilon_{sm} \leftarrow 0.4 \cdot \frac{\sigma_s}{200\ GPa}$

Cálculo de la apertura característica de fisura

$\omega_{k\_1} :=$ if $M_{k1.cp} > M_{fis}(N_{k1.cp})$ $= 0\ mm$

$\beta \cdot s_m \cdot \varepsilon_{sm}$

else

$0\ mm$

6. ANÁLISIS DE FISURACIÓN POR FLEXOCOMPRESIÓN EN E.L.S. CASO AXIL MÁXIMO PARA edad = 28 day

Las tensiones en servicio se obtendrán a partir de plantear el equilibrio seccional, despreciando la capacidad a tracción del hormigón.

Se considera un momento de fisuración considerando la influencia del esfuerzo axil aunque las tensiones se calcularán sin considerar dicho esfuerzo axil.

Esfuerzos considerados en caso de flector máximo en E.L.S.

Momento flector: $M_{k2.cp} := M_{k\_cp_1} = 280\ m \cdot kN$

Axil: $N_{k2.cp} := N_{k\_cp_1} = -40\ kN$

Cálculo del momento de fisuración en flexo-compresión:

$M_{fis}(N_{k2.cp}) = 765.725\ m \cdot kN$

Cálculo de fibra neutra y tensiones en hormigón y acero a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones

$f := 0.5 \cdot d \qquad \sigma_{s'} := 80\ MPa \qquad \sigma_s := 100\ MPa \qquad \sigma_c := 10\ MPa$

$$N_{k2.cp} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} - A_s \cdot \sigma_s$$

$$M_{k2.cp} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} \cdot \left(d - \frac{f}{3}\right) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$$

$$\sigma_s = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(d - f)}{f}$$

$$\sigma_{s'} = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(f - d')}{f}$$

$$\begin{bmatrix} f \\ \sigma_c \\ \sigma_s \\ \sigma_{s'} \end{bmatrix} := \text{find}(f, \sigma_c, \sigma_s, \sigma_{s'}) = \begin{bmatrix} 0.16\ m \\ 2195475.788\ Pa \\ 73665071.38\ Pa \\ 8302583.126\ Pa \end{bmatrix}$$

Profundidad de la fibra neutra: $f = 15.99\ cm \quad \frac{f}{d} = 0.173$

Compresión en el hormigón: $\sigma_c = 2.195\ MPa$

Compresión en armadura de compresión: $\sigma_{s'} = 8.303\ MPa$

Tracción en la armadura de tracción: $\sigma_s = 73.665\ MPa$

Cálculo de la tracción en armadura traccionada en el momento que fisura la sección, a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones

$f_r := 0.5 \cdot d$ $\sigma_{s'r} := 80\ MPa$ $\sigma_{sr} := 100\ MPa$ $\sigma_{cr} := 10\ MPa$

$$N_{k2.cp} = \frac{\sigma_{cr} \cdot f_r \cdot b}{2} + A_{s'} \cdot \sigma_{s'r} - A_s \cdot \sigma_{sr}$$

$$M_{fis}(N_{k2.cp}) = \frac{\sigma_{cr} \cdot f_r \cdot b}{2} \cdot \left(d - \frac{f_r}{3}\right) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'r} \cdot (d - d')$$

$$\sigma_{sr} = n \cdot \sigma_{cr} \cdot \frac{(d - f_r)}{f_r}$$

$$\sigma_{s'r} = n \cdot \sigma_{cr} \cdot \frac{(f_r - d')}{f_r}$$

$$\begin{bmatrix} f_r \\ \sigma_{cr} \\ \sigma_{sr} \\ \sigma_{s'r} \end{bmatrix} := \text{find}(f_r, \sigma_{cr}, \sigma_{sr}, \sigma_{s'r}) = \begin{bmatrix} 0.165\ m \\ 5822426.234\ Pa \\ 187640272.814\ Pa \\ 22631001.904\ Pa \end{bmatrix}$$

Tensión de la armadura en sección fisurada en instante que fisura el hormigón para M_{fis}:
$\sigma_{sr} = 187.64\ MPa$

Coeficiente K1

$$\varepsilon_1 := \frac{\sigma_s}{E_s} = 3.683 \cdot 10^{-4}$$

$$\varepsilon_2 := \begin{cases} 0 & \text{if } \sigma_{s'} > 0 \cdot MPa \\ \dfrac{-\sigma_{s'}}{E_s} & \text{else} \end{cases} = 0$$

$$k_1 := \begin{cases} \min\left(\dfrac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{8 \cdot \varepsilon_1}, 0.25\right) & \text{if } k_1 = \text{“CALC”} \\ k_1 & \text{else} \end{cases} = 0.125$$

$A_{c.eff} = 4000\ cm^2$ $s = 146.444\ mm$

Área de les armaduras situadas dentro del área eficaz $A_{s.ef} = 49.087\ cm^2$

Cálculo de la separación media de fisuras

$$s_m := 2 \cdot c + 0.2 \cdot s + 0.4 \cdot k_1 \cdot \frac{\phi_t \cdot A_{c.eff}}{A_{s.ef}} = 253.148\ mm$$

Cálculo del alargamiento medio de las armaduras

$$\varepsilon_{sm.o} := \text{if } \sigma_s \geq 0 \;\; \left\| \frac{\sigma_s}{200\ \text{GPa}} \cdot \left(1 - k_2 \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s}\right)^2\right) \right. \;\; \text{else} \;\; \left\| 0 \right. = -0.00083$$

$$\varepsilon_{sm} := \text{if } \varepsilon_{sm.o} \geq 0.4 \cdot \frac{\sigma_s}{200\ \text{GPa}} \;\; \left\| \varepsilon_{sm} \leftarrow \varepsilon_{sm.o} \right. \;\; \text{else} \;\; \left\| \varepsilon_{sm} \leftarrow 0.4 \cdot \frac{\sigma_s}{200\ \text{GPa}} \right. = 0$$

Cálculo de la apertura característica de fisura

$$\omega_{k\_2} := \text{if } M_{k2.cp} > M_{fis}\left(N_{k2.cp}\right) \;\; \left\| \beta \cdot s_m \cdot \varepsilon_{sm} \right. \;\; \text{else} \;\; \left\| 0\ \text{mm} \right. = 0\ \text{mm}$$

7. ANÁLISIS DE LA FISURACIÓN DE LA SECCIÓN POR MICROCOMPRESIÓN PARA edad = 28 day

$f_{ck.j\_els} = 30\ \text{MPa}$

Esfuerzos en servicio combinación característica caso de máximo flector:

$$N_{k1} := N_{k\_car_0} = 340\ \text{kN} \qquad M_{k1} := M_{k\_car_0} = 280\ \text{m} \cdot \text{kN}$$

Esfuerzos en servicio combinación característica caso de máximo axil:

$$N_{k2} := N_{k\_car_1} = -40\ \text{kN} \qquad M_{k2} := M_{k\_car_1} = 280\ \text{m} \cdot \text{kN}$$

Cálculo de fibra neutra y tensiones en hormigón y acero a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones. Caso flector máximo

$$f := 0.5 \cdot d \qquad \sigma_{s'} := 80\ \text{MPa} \qquad \sigma_s := 100\ \text{MPa} \qquad \sigma_c := 10\ \text{MPa}$$

$$N_{k1} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} - A_s \cdot \sigma_s$$

$$M_{k1} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} \cdot \left(d - \frac{f}{3}\right) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$$

$$\sigma_s = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(d - f)}{f}$$

$$\sigma_{s'} = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(f - d')}{f}$$

$$\begin{bmatrix} f \\ \sigma_c \\ \sigma_s \\ \sigma_{s'} \end{bmatrix} := \text{find}\left(f, \sigma_c, \sigma_s, \sigma_{s'}\right) = \begin{bmatrix} 0.498\ \text{m} \\ 853337.325\ \text{Pa} \\ 5131362.235\ \text{Pa} \\ 5091382.539\ \text{Pa} \end{bmatrix}$$

Compresión en el hormigón: $\sigma_{c1} := \sigma_c = 0.853\ \text{MPa}$

Cálculo de fibra neutra y tensiones en hormigón y acero a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones. Caso axil máximo

$f := 0.5 \cdot d \qquad \sigma_{s'} := 80\ \text{MPa} \qquad \sigma_s := 100\ \text{MPa} \qquad \sigma_c := 10\ \text{MPa}$

$$N_{k2} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} - A_s \cdot \sigma_s$$

$$M_{k2} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} \cdot \left(d - \frac{f}{3}\right) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$$

$$\sigma_s = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(d - f)}{f}$$

$$\sigma_{s'} = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(f - d')}{f}$$

$$\begin{bmatrix} f \\ \sigma_c \\ \sigma_s \\ \sigma_{s'} \end{bmatrix} := \text{find}\left(f, \sigma_c, \sigma_s, \sigma_{s'}\right) = \begin{bmatrix} 0.16\ \text{m} \\ 2195475.788\ \text{Pa} \\ 73665071.38\ \text{Pa} \\ 8302583.126\ \text{Pa} \end{bmatrix}$$

Compresión en el hormigón: $\sigma_{c2} := \sigma_c = 2.195\ \text{MPa}$

8. DEFINICIÓN DE LA FUNCIÓN DE VERIFICACIÓN A CORTANTE EN E.L.U. PARA edad = 28 day

Análisis del agotamiento del hormigón por compresión oblicua Vu1 y por tracción en el alma Vcu

Se considera un ángulo respecto la directriz de la pieza con el armado de cortante $\alpha := 90\ °$
Se considera una estructura con influencia del esfuerzo axil.

$$\varepsilon_x(M, N, V) := \frac{\frac{\max(M, 0.9 \cdot d \cdot V)}{0.9 \cdot d} + V - 0.5 \cdot N}{2 \cdot (A_s + A_{s'}) \cdot 200\ \text{GPa}} \cdot 1000$$

$$\varepsilon_x(M, N, V) \text{ if } \varepsilon_x(M, N, V) \le 0 \quad \| \ 0 \quad \text{else} \quad \| \ \varepsilon_x(M, N, V)$$

$$\theta(M, N, V) := \text{if bielas} = \text{“SI”} \quad \| \ 45\ ° \quad \text{else} \quad \| \ (\varepsilon_x(M, N, V) \cdot 7 + 29) \cdot °$$

$$\sigma'_{cd}(N) := \text{if } \frac{N' - A_{s'} \cdot f_{ydc}}{b \cdot h} \le 0.3 \cdot f_{cd} \quad \| \ \frac{N - A_{s'} \cdot f_{ydc}}{b \cdot h} \quad \text{else} \quad \| \ 0.3 \cdot f_{cd}$$

$$K(N) := \text{if } \sigma'_{cd}(N) \le 0 \quad \| \ 1 \quad \text{else if } \sigma'_{cd}(N) \le 0.25 \cdot f_{cd} \quad \| \ 1 + \frac{\sigma'_{cd}(N)}{f_{cd}} \quad \text{else if } \sigma'_{cd}(N) \le 0.5 \cdot f$$

$$\xi := \text{if } 1 + \sqrt{\frac{200\ \text{mm}}{d}} \le 2 \quad \| \ 1 + \sqrt{\frac{200\ \text{mm}}{d}} \quad \text{else} \quad \| \ 2$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{else if } \sigma'_{cd}(N) \le 0.5 \cdot f_{cd} \\ \quad 1.25 \\ \text{else} \\ \quad 2.5 \cdot \left(1 - \dfrac{\sigma'_{cd}(N)}{f_{cd}}\right) \end{array} \right.$$

Cuantía de armadura en la cara de tracción:

$$\rho_l := \max\left(\frac{A_s}{b \cdot d}, 0.02\right) = 0.02$$

$$\sigma'_{cd}(N) := \left\| \begin{array}{l} \text{if } \dfrac{N}{b \cdot h} \le \min(0.3 \cdot f_{cd}, 12\ \text{MPa}) \\ \quad \dfrac{N}{b \cdot h} \\ \text{else} \\ \quad \min(0.3 \cdot f_{cd}, 12\ \text{MPa}) \end{array} \right.$$

[Art 44.2.3.1 EHE-08]

$$V_{u1}(M, N, V) := K(N) \cdot f_{1cd} \cdot b \cdot d \cdot \left(\frac{\cot(\theta(M, N, V)) + \cot(\alpha)}{1 + (\cot(\theta(M, N, V)))^2}\right)$$

[Art 44.2.3.2.1.2 EHE-08]

$$V_{cu}(N) := \left(\frac{0.18}{\gamma_c} \cdot \xi \cdot \left(100 \cdot \rho_l \cdot f_{cv} \cdot \text{MPa}^{-1}\right)^{\frac{1}{3}} + 0.15 \cdot \sigma'_{cd}(N) \cdot \text{MPa}^{-1}\right) \cdot b \cdot d \cdot \text{MPa}$$

$$V_{cu.min}(N) := \left(\frac{0.075}{\gamma_c} \cdot \xi^{\frac{3}{2}} \cdot \left(f_{cv} \cdot \text{MPa}^{-1}\right)^{\frac{1}{2}} + 0.15 \cdot \sigma'_{cd}(N) \cdot \text{MPa}^{-1}\right) \cdot b \cdot d \cdot \text{MPa}$$

Capacidad del hormigón por tracción en piezas sin armadura de cortante

$$V_{cu}(N) := \left\| \begin{array}{l} \text{if } V_{cu}(N) \le V_{cu.min}(N) \\ \quad V_{cu.min}(N) \\ \text{else} \\ \quad V_{cu}(N) \end{array} \right.$$

$$z := 0 .. \text{length}(b\_) - 1$$

$$\theta\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right) = \begin{bmatrix} 45 \\ 45 \end{bmatrix}°$$

$$\cot\left(\theta\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right)\right) = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$V_{ed} = \begin{bmatrix} 900 \\ 900 \end{bmatrix} \text{kN} \qquad V_{u1}\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right) = \begin{bmatrix} 8894.4 \\ 8894.4 \end{bmatrix} \text{kN} \qquad V_{cu}\left(N_{ed_z}\right) = \begin{bmatrix} 1088.761 \\ 977.581 \end{bmatrix} \text{kN}$$

Definición de funciones auxiliares:

$$Ratio\_VU1_z := \left\| \begin{array}{l} \text{for } i \in 0 .. \text{length}(b\_) - 1 \\ \quad Ratio\_VU1_z \leftarrow \dfrac{V_{ed_z}}{V_{u1}\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right)} \end{array} \right.$$

$$Ratio\_VU2_z := \left\| \begin{array}{l} \text{for } i \in 0 .. \text{length}(b\_) - 1 \\ \quad Ratio\_VU1_z \leftarrow \dfrac{V_{ed_z}}{V_{cu}\left(N_{ed_z}\right)} \end{array} \right.$$

Análisis de secciones con armadura de cortante

$$V_{cu}(N) := \max\left(\left(\frac{0.15}{\gamma_c} \cdot \xi \cdot \left(100 \cdot \rho_l \cdot f_{cv} \cdot \text{MPa}^{-1}\right)^{\frac{1}{3}} + 0.15 \cdot \sigma'_{cd}(N) \cdot \text{MPa}^{-1}\right) \cdot b \cdot d \cdot \text{MPa}, V_{cu.min}(N)\right)$$

$$V_{su}(M, N, V) := \frac{0.9 \cdot d \cdot n_{rv} \cdot \pi \cdot \frac{\phi_v^2}{4}}{cada} f_{ydc} \cdot \sin(\alpha) \cdot (\cot(\alpha) + \cot(\theta(M, N, V)))$$

$V_{cu}(N_{ed_z}) = \begin{bmatrix} 918.767 \\ 807.587 \end{bmatrix}$ kN $V_{su}(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}) = \begin{bmatrix} 670.622 \\ 670.622 \end{bmatrix}$ kN $V_{cu}(N_{ed_z}) + V_{su}(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}) = \begin{bmatrix} 1589.389 \\ 1478.209 \end{bmatrix}$ kN

$$Ratio\_cort_z := \text{for } i \in 0..\text{length}(b\_) - 1 \left\| \frac{V_{ed_z}}{V_{cu}(N_{ed_z}) + V_{su}(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z})} \right.$$

$$armadura\_cortante_z := \text{if } Ratio\_VU2_z \le 1 \left\| \text{“No necesaria”} \right. \text{ else if } Ratio\_cort_z \le 1 \left\| Ratio\_cort_z \right. \text{ else if } Ratio\_cort_z > 1 \left\| \text{“No verifica cortante”} \right.$$

Verificacion_cortante = “OK. No necesita armadura de cortante”

$$A_{V.min} := \text{if } \phi_v = 0 \left\| 0 \cdot \frac{cm^2}{m} \right. \text{ else } \left\| \frac{f_{ctm} \cdot b}{7.5 \cdot f_{ydc}} \right. = 15.448 \frac{cm^2}{m} \qquad A_{V.dispuesta} := \frac{b}{cada \cdot m} \cdot n_{rv} \cdot \pi \cdot \frac{\phi_v^2}{4} = 32.17 \frac{cm^2}{m}$$

Verificacion_armadura.minima.cortante = “OK.”

9. VERIFICACIÓN SECCIONES CRÍTICAS EN E.L.U. MEDIANTE INTERACCIÓN A FLEXIÓN COMPUESTA PARA edad = 28 day

Discretización: N = 3000

$$M_{u_j} := \text{for } z \in 0..N - 1 \left\| M_{u_j}(x) \right. \qquad N_{u_j} := \text{for } z \in 0..N - 1 \left\| N_{u_j}(x) \right.$$

Máximo flector: $\max\left(M_{u\_x.car}\right) = 5791.213\ \mathbf{m \cdot kN}$
Mínimo flector: $\min\left(M_{u\_x.car}\right) = 0\ \mathbf{m \cdot kN}$
Máximo axil: $\max\left(N_{u\_x.car}\right) = 35853.172\ \mathbf{kN}$
Mínimo axil: $\min\left(N_{u\_x.car}\right) = -4268.468\ \mathbf{kN}$

NOTA: Se considera que para los dominios de rotura 4a y5 la tensión de las armaduras comprimidas no excede 400MPa.

$$Ratio_{ELU_w} = \begin{bmatrix} 90.292\% \\ 92.38\% \end{bmatrix} \qquad M_{ed} = \begin{bmatrix} 405 \\ 405 \end{bmatrix} \mathbf{m \cdot kN} \qquad N_{ed} = \begin{bmatrix} 495 \\ -305 \end{bmatrix} \mathbf{kN}$$

Verificacion_flexocompresion = “OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.U. flexocompresión recta”

$Ratio_{ELU.MAX} := \max\left(Ratio_{ELU}\right) = 92.38\%$ OK

NOTA: El ratio de verificación obtenido es el mínimo a axil constante y a momento constante.

10. VERIFICACIÓN DE LAS SECCIONES CRÍTICAS A E.L.S. FISURACIÓN PARA $edad = 28\ \mathbf{day}$

Definición de funciones auxiliares:

$$Ancho\_fisura := \begin{bmatrix} \omega_{k\_1} \\ \omega_{k\_2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \mathbf{mm} \qquad z := 0 .. length\left(Ancho\_fisura\right) - 1$$

$fisura_z :=$ for $i \in 0 .. length\left(Ancho\_fisura\right) - 1$
  if $M_{k\_cp_z} > M_{fis}\left(N_{k\_cp}\right)_z$
    “SI”
  else
    “NO”

$Ratio\_E.L.S._z :=$ for $i \in 0 .. length\left(Ancho\_fisura\right) - 1$
  if $fisura_z =$ “SI”
    $Ratio\_E.L.S._z \leftarrow \dfrac{Ancho\_fisura_z}{w_{max}}$
  else
    0

$id_z :=$ for $i \in 0 .. length\left(Ancho\_fisura\right) - 1$
  $id_z \leftarrow$ if $Ratio\_E.L.S._z > 1$
    $CASO.E.L.S._z$
  else
    “ok”

Resultados del análisis del E.L.S. fisuración por tracción $w_{max} = 0.3\ \mathbf{mm}$ $M_{fis}\left(0 \cdot \mathbf{kN}\right) = 772.392\ \mathbf{m \cdot kN}$

$$CASO.E.L.S. = \begin{bmatrix} \text{“1.ELS”} \\ \text{“1.ELS”} \end{bmatrix} \qquad M_{k\_cp} = \begin{bmatrix} 280 \\ 280 \end{bmatrix} \mathbf{m \cdot kN} \qquad N_{k\_cp} = \begin{bmatrix} 340 \\ -40 \end{bmatrix} \mathbf{kN} \qquad M_{fis}\left(N_{k\_cp}\right) = \begin{bmatrix} 829.058 \\ 765.725 \end{bmatrix} \mathbf{m \cdot kN}$$

$$CASO.E.L.S. = \begin{bmatrix} \text{“1.ELS”} \\ \text{“1.ELS”} \end{bmatrix} \qquad fisura = \begin{bmatrix} \text{“NO”} \\ \text{“NO”} \end{bmatrix} \qquad Ancho\_fisura_z = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \mathbf{mm} \qquad Ratio\_E.L.S. = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Verificacion_fisuracion_traccion = “OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.S. fisuración”

Resultados del análisis del E.L.S. fisuración microcompresión

$\sigma_{comp.hormi} := \begin{bmatrix} \sigma_{c1} \\ \sigma_{c2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.853 \\ 2.195 \end{bmatrix}$ MPa $0.6 \cdot f_{ck.j} = 18$ MPa $zz := 0 .. length(Ancho\_fisura) - 1$

$Ratio_{E.L.S.microfisuracion_{zz}} := \text{for } i \in 0 .. length(Ancho\_fisura) - 1 \left\| \frac{\sigma_{comp.hormi_{zz}}}{0.6 \cdot f_{ck.j\_els}} \right.$ $\sigma_{comp.hormi} = \begin{bmatrix} 0.853 \\ 2.195 \end{bmatrix}$ MPa

$CASO.E.L.S. = \begin{bmatrix} \text{“1.ELS”} \\ \text{“1.ELS”} \end{bmatrix}$ $Ratio_{E.L.S.microfisuracion} = \begin{bmatrix} 0.047 \\ 0.122 \end{bmatrix}$

Verificacion_fisuracion_microcompresion = “OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.S. fisuración”

11. VERIFICACIÓN QUANTIAS MINIMAS Y DISPOSICIONES CONSTRUCTIVAS

elemento = “VIGA”

Cuantía mínima geométrica [Art 42.3.5 EHE-08]

Armadura de tracción

$\rho_{g\_t} := \text{if elemento} = \text{“PILAR”} \left\| \frac{4}{1000} \right.$
$\text{else if elemento} = \text{“LOSA”} \left\| \text{if } f_{yk} = 400 \text{ MPa} \left\| \frac{2}{1000} \cdot 0.5 \right. \right.$
$\left. \left. \text{else} \left\| \frac{1.8}{1000} \cdot 0.5 \right. \right. \right.$
$\text{else if elemento} = \text{“VIGA”} \left\| \text{if } f_{yk} = 400 \text{ MPa} \left\| \frac{3.3}{1000} \right. \right.$
$\left. \left. \text{else} \left\| \frac{2.8}{1000} \right. \right. \right.$
$\text{else if elemento} = \text{“MURO”} \left\| \text{if } f_{yk} = 400 \text{ MPa} \left\| \frac{1.2}{1000} \right. \right.$
$= 0.0028$

Armadura de compresión

$\rho_{g\_c} := \text{if elemento} = \text{“PILAR”} \left\| \frac{4}{1000} \right.$
$\text{else if elemento} = \text{“LOSA”} \left\| \text{if } f_{yk} = 400 \text{ MPa} \left\| \frac{2}{1000} \cdot 0.5 \right. \right.$
$\left. \left. \text{else} \left\| \frac{1.8}{1000} \cdot 0.5 \right. \right. \right.$
$\text{else if elemento} = \text{“VIGA”} \left\| \text{if } f_{yk} = 400 \text{ MPa} \left\| \frac{3.3}{1000} \cdot 0.3 \right. \right.$
$\left. \left. \text{else} \left\| \frac{2.8}{1000} \cdot 0.3 \right. \right. \right.$
$\text{else if elemento} = \text{“MURO”} \left\| \text{if } f_{yk} = 400 \text{ MPa} \left\| \frac{1.2}{1000} \cdot 0.3 \right. \right.$
$= 0.0008$

Armadura de reparto

$\rho_{g\_m} := \text{if elemento} = \text{“MURO”} \left\| \text{if juntas} > 7.5 \text{ m} \left\| \text{if } f_{yk} = 400 \text{ MPa} \left\| \frac{4}{1000} \cdot 0.5 \right. \right. \right.$
$\left. \left. \left. \text{else} \left\| \frac{3.2}{1000} \cdot 0.5 \right. \right. \right. \right.$
$\left. \left. \text{else} \left\| \frac{2}{1000} \cdot 0.5 \right. \right. \right.$
$\left. \text{else} \left\| 0 \right. \right.$
$= 0$

$$\left\| \begin{array}{l} \left\| \frac{\quad}{1000} \right. \\ \text{else} \\ \left\| \frac{0.9}{1000} \right. \end{array} \right. \qquad \left\| \begin{array}{l} \left\| \frac{\quad}{1000} \right. \\ \text{else} \\ \left\| \frac{0.9}{1000} \cdot 0.3 \right. \end{array} \right.$$

Cuantía mínima mecánica

[Art 42.3.2, Art 42.3.3,Art 42.3.4 EHE-08]

sol = "FLEX"

$$A_{s.mec.min.traccionada} := \text{if } sol = \text{"FLEX"} \left\| \frac{\frac{b \cdot h^2}{6} \cdot f_{ctm.flcomp}(0\ kN)}{f_{yd} \cdot 0.8 \cdot h} \right. \text{ else if } sol = \text{"COMP"} \left\| \frac{0.05 \cdot \max(N_{ed})}{f_{ydc}} \right. \text{ else if } sol = \text{"TRAC"} \left\| \frac{b \cdot h \cdot f_{ctm}}{f_{yd}} \cdot 0.5 \right.$$

$$A_{s.mec.min.comprimida} := \text{if } sol = \text{"FLEX"} \left\| \frac{0.05 \cdot \max(N_{ed})}{f_{yd}} \right. \text{ else if } sol = \text{"COMP"} \left\| \frac{0.05 \cdot \max(N_{ed})}{f_{ydc}} \right. \text{ else if } sol = \text{"TRAC"} \left\| \left\| \frac{b \cdot h \cdot f_{ctm}}{f_{yd}} \cdot 0.5 \right. \right.$$

Verificación armaduras

Armadura mínima geométrica

$A_{s.geom.min.traccionada} := \rho_{g\_t} \cdot b \cdot h = 44.8\ cm^2$

$A_{s.geom.min.comprimida} := \rho_{g\_c} \cdot b \cdot h = 13.44\ cm^2$

$A_{s.geom.min.reparto} := \text{if}\left(\phi_v \neq 0, \rho_{g\_m} \cdot b \cdot \min(h, 50\ cm), 0\ cm^2\right) = 0\ cm^2$

Armadura mínima mecánica

$A_{s.mec.min.traccionada} = 22.206\ cm^2$

$A_{s.mec.min.comprimida} = 0.569\ cm^2$

Armadura dispuesta

$A_s = 49.087\ cm^2$

$A_{s'} = 49.087\ cm^2$

$A_{sr} := \frac{\frac{b}{cada} \cdot \pi}{4} \cdot \phi_v^2 = 16.085\ cm^2$

$Verifica_{armadura.minima.traccionada} = \text{"OK"}$
$Verifica_{armadura.minima.reparto} = \text{"OK"}$
$Verifica_{armadura.minima.reparto} = \text{"OK"}$

Cálculo de la separación del armado dispuesto

$s_{armadura\_tracc} := s_t = 14.644\ cm$

$$s_{armadura\_comp} := \text{if } sep \neq \text{"CALC"} \left\| \frac{b}{n_c} \right. \text{ else } \left\| \frac{b - 2 \cdot r_l - 2 \cdot \phi_v - \phi_c \cdot n_c}{n_c - 1} \right. = 14.644\ cm$$

Exigencias sobre disposición de armaduras

$s_{max} := \min(30\ cm, h \cdot 3) = 30\ cm$

$s_{min} := \max(2\ cm, 1.25 \cdot tma, \max(\phi_c, \phi_t)) = 2.5\ cm$

$$\phi_{V.min} := \text{if } \phi_v = 0 \left\| 0\ mm \right. \text{ else } \left\| \frac{\max(\phi_c, \phi_t)}{4} \right. = 6.25\ mm$$

$s_{V.max} := \min(30\ cm, 15 \cdot \min(\phi_c, \phi_t)) = 30\ cm$

$\text{Verifica}_{\text{separacion.armaduras}} = \text{“OK”}$
$\text{Verifica}_{\text{disposicion.armadura.de.cortante}} = \text{“OK”}$

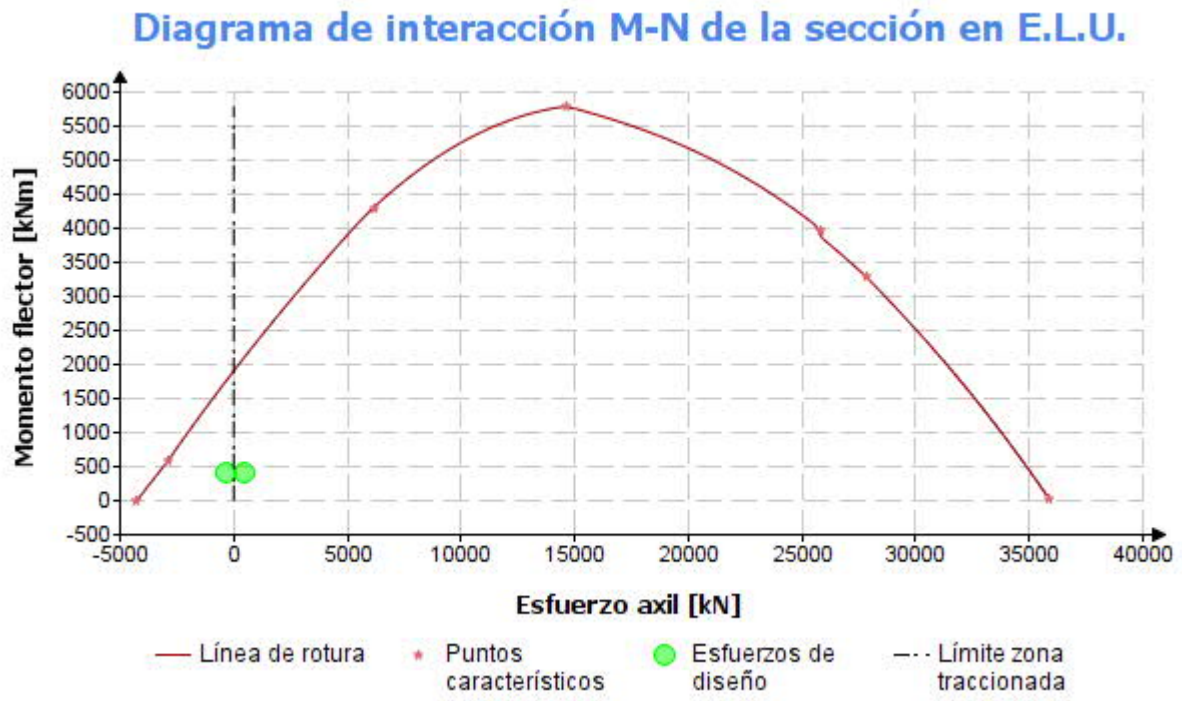
12. RESUMEN DE RESULTADOS.

Todas las verificaciones seccionales se realizan a la edad = 28 **day** del hormigón.

Verificación a E.L.U. flexocompresión mediante diagrama de interacción:

Verificacion_flexocompresion = “OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.U. flexocompresión recta”
$\text{Ratio}_{\text{ELU.MAX}} := \max(\text{Ratio}_{\text{ELU}}) = 92.38\%$ OK

$\text{CASO} = \begin{bmatrix} \text{“1.ELU”} \\ \text{“1.ELU”} \end{bmatrix}$ $\text{num} = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \end{bmatrix}$ $\text{id\_ELU} = \begin{bmatrix} \text{“ok”} \\ \text{“ok”} \end{bmatrix}$ $\text{Ratio}_{\text{ELU}_w} = \begin{bmatrix} 0.903 \\ 0.924 \end{bmatrix}$



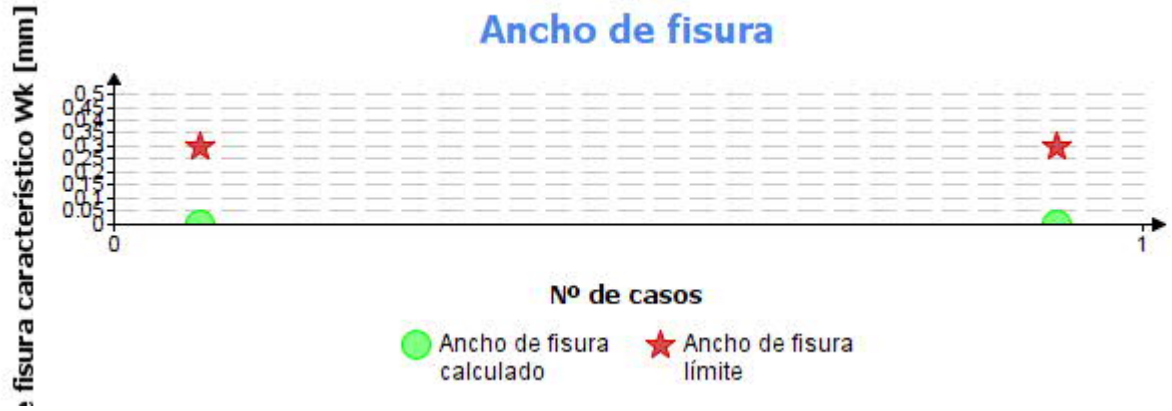
Verificación a E.L.S. fisuración :

Verificacion_fisuracion_traccion = “OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.S. fisuración”
$\text{Ratio}_{\text{ELS\_fisuracion}} := \max(\text{Ratio\_E.L.S.}) = 0$ OK
Verificacion_fisuracion_microcompresion = “OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.S. fisuración”
$\text{Ratio}_{\text{ELS\_microfisuracion}} := \max(\text{Ratio}_{\text{E.L.S.microfisuracion}}) = 12.197\%$ OK

Maxima_apertura_fisura $:= \max(\text{Ancho\_fisura}) = 0$ **mm** OK $w_{max} = 0.3$ **mm**
Maxima_compresión $:= \max(\sigma_{\text{comp.hormi}}) = 2.19548$ **MPa** OK $0.6 \cdot f_{ck.j\_els} = 18$ **MPa**

$M_{fis}(\min(N_{k\_cp})) = 765.725\ m \cdot kN$ $M_{fis}(0\ kN) = 772.392\ m \cdot kN$ $M_{k1.cp} = 280\ m \cdot kN$

$CASO.E.L.S. = \begin{bmatrix} \text{“1.ELS”} \\ \text{“1.ELS”} \end{bmatrix}$ $fisura = \begin{bmatrix} \text{“NO”} \\ \text{“NO”} \end{bmatrix}$ $Ancho\_fisura = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} mm$ $Ratio\_E.L.S. = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$



Verificación a E.L.U. cortante:

Verificacion_cortante = “OK. No necesita armadura de cortante”

Verificacion_armadura.minima.cortante = “OK.”

$Ratio_{ELU.cort} := \max(\max(Ratio\_VU1, Ratio\_cort)) = 60.885\%$ OK

$armadura\_cortante = \begin{bmatrix} \text{“No necesaria”} \\ \text{“No necesaria”} \end{bmatrix}$ $Ratio\_VU1 = \begin{bmatrix} 0.101 \\ 0.101 \end{bmatrix}$ $Ratio\_VU2 = \begin{bmatrix} 0.827 \\ 0.921 \end{bmatrix}$ $Ratio\_cort = \begin{bmatrix} 0.566 \\ 0.609 \end{bmatrix}$

Verificación disposiciones constructivas.

$Verifica_{armadura.minima.traccionada} = \text{“OK”}$
$Verifica_{armadura.minima.reparto} = \text{“OK”}$
$Verifica_{armadura.minima.reparto} = \text{“OK”}$
$Verifica_{separacion.armaduras} = \text{“OK”}$
$Verifica_{disposicion.armadura.de.cortante} = \text{“OK”}$

Ratio global

$Ratio_{global} = 92.38\%$ OK

$Verificación_{global} = \text{“OK”}$

VERIFICACIÓ DE LLOSA DE FONS DE 60 CM
E.L.U. I E.L.S. FLEXO-TRACCIÓ - MESURES CORRECTORES

1. CARACTERÍSTICAS SECCIONALES Y MECÁNICAS

Canto de la sección: $h := 160\ cm$
Ancho de la sección: $b := 100\ cm$
Recubrimiento nominal armadura de compresión: $r_c := 45\ mm$
Recubrimiento nominal armadura de tracción: $r_t := 45\ mm$
Recubrimiento lateral: $r_l := 0\ mm$
Diámetro de la armadura de tracción: $\phi_t := 25\ mm$
Diámetro de la armadura de compresión: $\phi_c := 25\ mm$ Número de barras comprimidas: $n_c := 10$
Diámetro cercos de cortante: $\phi_v := 16\ mm$ cada $:= 20\ cm$ Número de ramas: $n_{rv} := 2 = 2$
La armadura de cortante afecta al recubrimiento? $af_v := 1$ (poner 1 si afecta, 0 si no afecta)
Disposición de filas de armado propuestas:

filas $:= [1]$ $n_{barra\_fila} := [10]$ $\Phi := [25] \cdot mm$ $y_{barra\_fila} := r_t + \phi_v \cdot af_v + [0.5 \cdot \phi_t] = [7.35]\ cm$

Disposición de armadura de refuerzo en cara traccionada barras $\Phi_{ref} := 0\ mm$
intercalando $n_{int} := 0$ barra entre armado principal de tracción propuesto

---

Número total de barras (no cuenta refuerzo): $n_t := |n_{barra\_fila} \cdot id| = 10$
Número total de filas: $n_{filas} := id \cdot id = 1$

Separación armadura traccionada: sep $:=$ "CALC" (poner "CALC" si se quiere considerar la calculada)
Hormigón empleado $f_{ck} := 30\ MPa$ $f_{ck\_els} := 30\ MPa$ $\gamma_c := 1.5$
Acero pasivo $f_{yk} := 500\ MPa$ $\gamma_s := 1.15$
Coeficiente de cansancio del hormigón: $\alpha_{cc} := 1$ Tamaño árido $tma := 20\ mm$
Control indirecto del hormigón? contr $:=$ "NO" (poner "NO si control Estadístico (usual)" sino poner "SI" ., ver Art.86.5.6 EHE-08)
Anchura característica de fisura máxima: $w_{max} := 0.3\ mm$
Edad del hormigón para la verificación seccional: edad $:= 28\ day$

Datos del tipo de cemento utilizado:
Coeficiente del tipo de cemento $s_s := 0.25$ (si cemento normal s=0.25; si cemento rápido s=0.2, si cemento lento s=0.38)
Coeficiente de retracción $\alpha_{ds1} := 4$ (si cemento normal α_{ds1} =4; si cemento rápido α_{ds1} =6, si cemento lento α_{ds1} =3)
Coeficiente de retracción $\alpha_{ds2} := 0.12$ (si cemento normal α_{ds2} =0.12; si cemento rápido α_{ds2} =0.11; si cemento lento α_{ds2} =0.13)

Parámetros adicionales de cálculo
Considerar axil en cálculo del momento de fisuración? axil $:=$ "NO"
Considerar resistencia a flexión o flexotraccion del hormigón? flex $:= 1$ (poner 0 si flexión, poner 1 si flexotraccion)
Angulo bielas de compresión 45º en cortante? bielas $:=$ "SI" (poner "SI" asume 45º. Poner "NO" calcula el ángulo)
Tipo de elemento? elemento $:=$ "VIGA" ("VIGA","LOSA","PILAR","MURO") juntas $:= 9\ m$ (solo en muro)

Solicitación para considerar armadura mínima mecánica? sol := "FLEX" ("FLEX","COMP","TRAC")

Parámetros auxiliares para el análisis de la fisuración

Coeficiente K1 (0.125 para flexión simple o 0.25 para tracción simple, poner "CALC" para calcular en función de las tensiones del hormigón) $k_1 := \text{"CALC"}$

Coeficiente k2 (1 si carga instantánea o posar 0.5 si carga duradera) $k_2 := 0.5$

Coeficiente β (1.7 si fisuración por cargas o 1.3 si fisuración por deformaciones) $\beta := 1.7$

Tener en cuenta inercia homogeneizada en cálculo de Momento de fisuración? homo := 0
(poner 0 si sección bruta, poner 1 si sección homogeneizada)

2. ESFUERZOS

E.L.S. cuasi-permanente *E.L.S. característico* *Esfuerzos E.L.U.*

CASO.E.L.S.	N_{k_cp} (kN)	M_{k_cp} (kN·m)	N_{k_car} (kN)	M_{k_car} (kN·m)
"1.ELS"	340	280	340	280
"1.ELS"	-40	280	-40	280

CASO	N_{ed} (kN)	M_{ed} (kN·m)	V_{ed} (kN)
"1.ELU"	491	330	900
"1.ELU"	-305	330	900

* Axil negativo indica tracción

$f := \text{if}(\text{elemento} = \text{"LOSA"} \vee \text{elemento} = \text{"MURO"}, 0, 1) = 1$

3. PARÁMETROS AUXILIARES DE CÁLCULO

Cálculo del armado dispuesto y cantos útiles

Armadura dispuesta en cara traccionada:

$$A_s := \frac{\pi}{4} \cdot \left(\Phi^2 \cdot n_{barra\_fila} + \Phi_{ref}^{\ 2} \cdot \left(n_{int} \cdot n_{barra\_fila_0} - f \right) \right) = 49.087\ \text{cm}^2$$

Armadura dispuesta en cara comprimida: $A_{s'} := \frac{n_c \cdot \pi}{4} \cdot \phi_c^{\ 2} = 49.087\ \text{cm}^2$

Recubrimiento mecánico armadura de tracción:

$$r_m := \frac{\left| \overrightarrow{\Phi^2 \cdot n_{barra\_fila}} \cdot y_{barra\_fila} \right| + \left(\left(r_t + \phi_v \cdot af_v + \left[0.5 \cdot \Phi_{ref} \right] \right) \cdot \Phi_{ref}^{\ 2} \cdot \left(n_{int} \cdot n_{barra\_fila_0} - f \right) \right)}{\left| \overrightarrow{\Phi^2 \cdot n_{barra\_fila}} \cdot id \right| + \Phi_{ref}^{\ 2} \cdot \left(n_{int} \cdot n_{barra\_fila_0} - f \right)}$$

Recubrimiento mecánico armadura de tracción: $r_m = 7.35\ \text{cm}$

Recubrimiento mecánico armadura de compresión: $r_{m'} := r_c + \phi_v \cdot af_v + \phi_c \cdot 0.5 = 7.35\ \text{cm}$

Canto útil armadura de tracción: $d := h - r_m = 152.65\ \text{cm}$

Canto útil armadura de compresión: $d' := r_{m'} = 7.35\ \text{cm}$

Cálculo de las resistencias de cálculo de los materiales a los edad = 28 day *:*

Resistencia característica del hormigón a edad = 28 day :

$$f_{ck.j} := f_{ck} \cdot e^{s_s \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28\ \text{day}}{edad}}\right)} = 30\ \text{MPa} \qquad f_{ck.j\_els} := f_{ck\_els} \cdot e^{s_s \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28\ \text{day}}{edad}}\right)} = 30\ \text{MPa}$$

$f_{cd} := \alpha_{cc} \cdot f_{ck.j} \cdot \gamma_c^{-1} = 20\ MPa$

$f_{cv} := \begin{cases} 15\ MPa & \text{if } contr = \text{"SI"} \\ f_{ck.j} & \text{if } f_{ck.j} \le 60\ MPa \\ 60\ MPa & \text{otherwise} \end{cases} = 30\ MPa$

$f_{1cd} := \begin{cases} 0.6 \cdot f_{cd} & \text{if } f_{ck} \le 60\ MPa \\ \zeta \leftarrow \left(0.9 - \frac{f_{ck.j}}{200\ MPa}\right) \cdot f_{cd} & \text{otherwise} \\ 0.5 \cdot f_{cd} & \text{if } \zeta \le 0.5 \cdot f_{cd} \\ \zeta & \text{otherwise} \end{cases} = 12\ MPa$

$f_{yd} := f_{yk} \cdot \gamma_s^{-1} = 434.783\ MPa$

$f_{ydc} := \begin{cases} 400\ MPa & \text{if } f_{yk} > 400\ MPa \\ f_{yk} \cdot \gamma_s^{-1} & \text{otherwise} \end{cases} = 400\ MPa$

Deformaciones de rotura contempladas según y valores del diagrama rectangular Art. 39.5 EHE-08

Límite elástico del acero: $E_s := 200\ GPa$

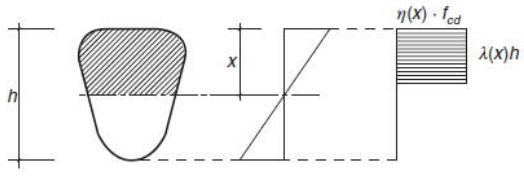
Deformación última del hormigón: $\varepsilon_{cu} := 0.0035$

Deformación de rotura del hormigón a compresión simple: $\varepsilon_{c0} := 0.0020$

Deformación de rotura acero en tracción: $\varepsilon_{s.max} := 0.01$

Deformación del acero al límite elástico: $\varepsilon_{yd} := f_{yd} \cdot (E_s)^{-1} = 0.00217$

Intensidad del bloque de compresión: $\eta := \begin{cases} 1 & \text{if } f_{ck.j} \le 50\ MPa \\ 1 - \frac{(f_{ck.j} - 50\ MPa)}{200\ MPa} & \text{otherwise} \end{cases}$



Profundidad del rectángulo de compresiones respecto la fibra neutra:

$\lambda := \begin{cases} 0.8 & \text{if } f_{ck.j} \le 50\ MPa \\ 0.8 - \frac{(f_{ck.j} - 50\ MPa)}{400\ MPa} & \text{otherwise} \end{cases}$

$$\left\| 0.8 - \frac{}{400\ \text{MPa}} \right|$$

4. CONFECCIÓN DEL DIAGRAMA DE INTERACCIÓN EN E.L.U. A edad = 28 day

$M_u(x) :=$ if $x < 0 \cdot h$

$\sigma_s \leftarrow f_{yd}$

$\sigma_{s'} \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(|x| + d')}{|x| + d} \le f_{yd}$

$E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(|x| + d')}{|x| + d}$

else

f_{yd}

$N_u \leftarrow - A_s \cdot \sigma_s - A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

$Ne \leftarrow - A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$

$M_u \leftarrow Ne - N_u \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right)$

else if $x \le \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{s.max} + \varepsilon_{cu}} \cdot d$

$y \leftarrow \lambda \cdot x$

$\sigma_s \leftarrow f_{yd}$

$\sigma_{s'} \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(x - d')}{d - x} \le f_{yd}$

$E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(x - d')}{d - x}$

else

f_{yd}

$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

$Ne \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} \cdot (d - 0.5 \cdot y) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$

$M_u \leftarrow Ne - N_u \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right)$

else if $x \le \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{yd} + \varepsilon_{cu}} \cdot d$

$y \leftarrow \lambda \cdot x$

$\sigma_s \leftarrow f_{yd}$

$\sigma_{s'} \leftarrow f_{yd}$

$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

$Ne \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} \cdot (d - 0.5 \cdot y) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$

$M_u \leftarrow Ne - N_u \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right)$

else if $x \le d$

$y \leftarrow \lambda \cdot x$

$\sigma_s \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{d - x}{x} \le f_{yd}$

$E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{d - x}{x}$

else

f_{yd}

$\sigma_{s'} \leftarrow f_{yd}$

$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

$Ne \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} \cdot (d - 0.5 \cdot y) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$

$M_u \leftarrow Ne - N_u \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right)$

$N_u(x) :=$ if $x < 0 \cdot h$

$\sigma_s \leftarrow f_{yd}$

$\sigma_{s'} \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(|x| + d')}{|x| + d} \le f_{yd}$

$E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(|x| + d')}{|x| + d}$

else

f_{yd}

$N_u \leftarrow - A_s \cdot \sigma_s - A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

else if $x \le \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{s.max} + \varepsilon_{cu}} \cdot d$

$y \leftarrow \lambda \cdot x$

$\sigma_s \leftarrow f_{yd}$

$\sigma_{s'} \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(x - d')}{d - x} \le f_{yd}$

$E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(x - d')}{d - x}$

else

f_{yd}

$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

else if $x \le \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{yd} + \varepsilon_{cu}} \cdot d$

$y \leftarrow \lambda \cdot x$

$\sigma_s \leftarrow f_{yd}$

$\sigma_{s'} \leftarrow f_{yd}$

$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

else if $x \le d$

$y \leftarrow \lambda \cdot x$

$\sigma_s \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{d - x}{x} \le f_{yd}$

$E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{d - x}{x}$

else

f_{yd}

$\sigma_{s'} \leftarrow f_{yd}$

$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

else if $x \le h$

$y \leftarrow \lambda \cdot x$

$\sigma_s \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{x - d}{x} \le f_{ydc}$

$E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{x - d}{x}$

else

f_{ydc}

$\sigma_{s'} \leftarrow f_{ydc}$

$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} + A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

else

```
else if x ≤ h
    y ← λ · x
    σs ← if Es · εcu · (x - d)/x ≤ fydc
             Es · εcu · (x - d)/x
         else
             fydc
    σs' ← fydc
    Nu ← η · b · y · fcd + As · σs + As' · σs'
    Ne ← η · b · y · fcd · (d - 0.5 · y) + As' · σs' · (d - d')
    Mu ← Ne - Nu · (d - h/2)
else
    y ← h · (1 - (1 - λ) · h/x)
    σs ← if Es · εc0 · (x - d)/(x - 3 · h/7) ≤ fydc
             Es · εc0 · (x - d)/(x - 3 · h/7)
         else
             fydc
    σs' ← fydc
    Nu ← (1 - (1 - η) · h/x) · b · y · fcd + As · σs + As' · σs'
    Ne ← (1 - (1 - η) · h/x) · b · y · fcd · (0.5 y - d') + As · σs · (d - d')
    Mu ← - Ne + Nu · (d - h/2)
```

```
y ← h · (1 - (1 - λ) · h/x)
σs ← if Es · εc0 · (x - d)/(x - 3 · h/7) ≤ fydc
         Es · εc0 · (x - d)/(x - 3 · h/7)
     else
         fydc
σs' ← fydc
Nu ← (1 - (1 - η) · h/x) · b · y · fcd + As · σs + As' · σs'
```

NOTA: Se considera que para los dominios de rotura 4a y5 la tensión de las armaduras comprimidas no excede 400MPa.

Puntos característicos del diagrama de interacción

Los puntos indicados seguidamente son las distintas profundidades de la fibra neutra a medida que se va cambiando de dominio de deformación, desde los rangos $-\infty$ a $+\infty$

$$x_{car} := \begin{bmatrix} -1 \cdot h \\ 0\ \text{m} \\ \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{s.max} + \varepsilon_{cu}} \cdot d \\ \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{yd} + \varepsilon_{cu}} \cdot d \\ d \\ h \\ 100\ h \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1600 \\ 0 \\ 395.759 \\ 941.634 \\ 1526.5 \\ 1600 \\ 160000 \end{bmatrix} \text{mm} \qquad i := 0 .. (\text{length}(x_{car}) - 1)$$

$$M_{u\_x.car_i} := \text{for } j \in 0 .. (\text{length}(x_{car}) - 1) \; M_u(x_{car_i}) \qquad N_{u\_x.car_i} := \text{for } j \in 0 .. (\text{length}(x_{car}) - 1) \; N_u(x_{car_i})$$

$$M_{u\_x.car} = \begin{bmatrix} 0 \\ 1207.101 \\ 7164.358 \\ 9479.24 \end{bmatrix} \text{m} \cdot \text{kN} \qquad N_{u\_x.car} = \begin{bmatrix} -4268.468 \\ -2606.939 \\ 6332.148 \\ 15066.146 \end{bmatrix} \text{kN}$$

$$\begin{bmatrix} 6176.427 \\ 5407.804 \\ 58.626 \end{bmatrix} \qquad \begin{bmatrix} 26558.234 \\ 27721.342 \\ 35852.628 \end{bmatrix}$$

Cálculo de los ratios de trabajo de la sección para cada par de esfuerzos

Discretización: $N := 3000 \quad j := 0 .. N - 1 \quad x_j := -1\,h + \frac{j}{N-1} \cdot 50\,h$

$M_{U_j} :=$ for $z \in 0 .. N - 1$: $M_u(x_j)$

$N_{U_j} :=$ for $z \in 0 .. N - 1$: $N_u(x_j)$

$w := 0 .. \text{length}(M_{ed}) - 1$ $\qquad \text{length}(M_{ed}) - 1 = 1$

Distancias eje vertical igualdad de axil

$x_{N_w} :=$ for $t \in 0 .. \text{length}(N_{ed}) - 1$: for $z \in 0 .. N - 1$: if $N_{ed_w} \le N_{U_z}$: $pos \leftarrow z$; break ; x_{pos}

$$M_u(x_{N_w}) = \begin{bmatrix} 3895.731 \\ 3019.078 \end{bmatrix} \text{m} \cdot \text{kN} \qquad M_{ed_w} = \begin{bmatrix} 330 \\ 330 \end{bmatrix} \text{m} \cdot \text{kN}$$

$$Ratio_{momento_w} := \frac{M_{ed_w}}{M_u(x_{N_w}) + 10^{-6} \cdot \text{m} \cdot \text{kN}} = \begin{bmatrix} 0.085 \\ 0.109 \end{bmatrix} \qquad N_u(x_{N_w}) = \begin{bmatrix} 1061.091 \\ -185.102 \end{bmatrix} \text{kN} \quad N_{ed_w} = \begin{bmatrix} 491 \\ -305 \end{bmatrix} \text{kN}$$

Distancias eje horizontal izquierdo a igualdad de momento

$x_{M_w} :=$ for $t \in 0 .. \text{length}(M_{ed}) - 1$: for $z \in 0 .. N - 1$: if $M_{ed_w} \le M_{U_z}$: $pos \leftarrow z$; break ; x_{pos}

$$M_u(x_{M_w}) = \begin{bmatrix} 376.239 \\ 376.239 \end{bmatrix} \text{m} \cdot \text{kN} \qquad M_{ed_w} = \begin{bmatrix} 330 \\ 330 \end{bmatrix} \text{m} \cdot \text{kN}$$

$$Distancia_{axil.1_w} := N_{ed_w} - N_u(x_{M_w}) = \begin{bmatrix} 4241.589 \\ 3445.589 \end{bmatrix} \text{kN} \qquad N_u(x_{M_w}) = \begin{bmatrix} -3750.589 \\ -3750.589 \end{bmatrix} \text{kN} \qquad N_{ed_w} = \begin{bmatrix} 491 \\ -305 \end{bmatrix} \text{kN}$$

Distancias eje horizontal derecho a igualdad de momento

$$x_{MM_w} := \text{for } t \in 0..\text{length}(M_{ed}) - 1 \left| \begin{array}{l} \text{for } z \in N - 1..0 \\ \quad \text{if } M_{ed_w} \le M_{U_z} \\ \quad\quad pos \leftarrow z \\ \quad\quad \text{break} \\ x_{pos} \end{array} \right.$$

$$M_u\left(x_{MM_w}\right) = \begin{bmatrix} 330.21 \\ 330.21 \end{bmatrix} \text{m} \cdot \text{kN} \qquad M_{ed_w} = \begin{bmatrix} 330 \\ 330 \end{bmatrix} \text{m} \cdot \text{kN}$$

$$Distancia_{axil.2_w} := N_u\left(x_{MM_w}\right) - N_{ed_w} = \begin{bmatrix} 35013.62 \\ 35809.62 \end{bmatrix} \text{kN} \quad N_u\left(x_{MM_w}\right) = \begin{bmatrix} 35504.62 \\ 35504.62 \end{bmatrix} \text{kN} \qquad N_{ed_w} = \begin{bmatrix} 491 \\ -305 \end{bmatrix} \text{kN}$$

$$Ratio_{axil_w} := \frac{\max\left(Distancia_{axil.2_w}, Distancia_{axil.1_w}\right)}{Distancia_{axil.2_w} + Distancia_{axil.1_w} + 10^{-3}\ \text{N}} = \begin{bmatrix} 0.892 \\ 0.912 \end{bmatrix}$$

$$Ratio_{ELU_w} := \left| \begin{array}{l} \text{if } \max\left(Ratio_{momento_w}\right) \le 100 \wedge \max\left(Ratio_{axil_w}\right) \le 100 \\ \quad \max\left(Ratio_{axil_w}, Ratio_{momento_w}\right) \\ \text{else if } \max\left(Ratio_{momento_w}\right) > 100 \wedge \max\left(Ratio_{axil_w}\right) \le 100 \\ \quad Ratio_{axil_w} \\ \text{else if } \max\left(Ratio_{momento_w}\right) \le 100 \wedge \max\left(Ratio_{axil_w}\right) > 100 \\ \quad Ratio_{momento_w} \\ \text{else} \\ \quad \min\left(Ratio_{axil_w}, Ratio_{momento_w}\right) \end{array} \right. = \begin{bmatrix} 89.195\% \\ 91.223\% \end{bmatrix}$$

5. ANÁLISIS DE FISURACIÓN POR FLEXOCOMPRESIÓN EN E.L.S. CASO FLECTOR MÁXIMO PARA edad = 28 day

Las tensiones en servicio se obtendrán a partir de plantear el equilibrio seccional, despreciando la capacidad a tracción del hormigón.

*Se considera un momento de fisuración considerando la influencia del esfuerzo axil si procede (*axil = "NO" *) aunque las tensiones se calcularán sin considerar dicho esfuerzo axil.*

Esfuerzos considerados en caso de flector máximo en E.L.S.

Momento flector: $M_{k1.cp} := M_{k\_cp_0} = 280\ m \cdot kN$

Axil: $N_{k1.cp} := N_{k\_cp_0} = 340\ kN$

Cantos útiles:

Canto útil para armado traccionado: $d = 152.65\ cm$
Canto útil para armado comprimido: $d' = 7.35\ cm$

Parámetros de cálculo del hormigón a los j días:

$$f_{ctm} := 0.3 \cdot \left(f_{ck.j\_els} \cdot MPa^{-1}\right)^{\frac{2}{3}}\ MPa = 2.896\ MPa$$

Se considera el cálculo a flexo-compresión: $flex = 1$

$$f_{ctm.flcomp}(N) := \begin{cases} \max\left(\left(1.6 - \frac{h}{100\ cm}\right) \cdot flex \cdot f_{ctm}, f_{ctm}\right) + \frac{N}{b \cdot h} & \text{if } axil = \text{"SI"} \\ \max\left(\left(1.6 - \frac{h}{100\ cm}\right) \cdot flex \cdot f_{ctm}, f_{ctm}\right) + \frac{N \cdot 0}{b \cdot h} & \text{else} \end{cases}$$

$$s_t := \begin{cases} \dfrac{b - 2 \cdot r_l - 2 \cdot \phi_v \cdot af_v - \phi_t \cdot \frac{n_t}{n_{filas}}}{\frac{n_t}{n_{filas}} - 1} & \text{if } sep = \text{"CALC"} \\ \dfrac{}{n_{int} + 1} & \\ sep & \text{else} \end{cases} = 7.978\ cm$$

$$E_{cm} := 8500 \cdot \sqrt[3]{f_{ck.j\_els} \cdot MPa^{-1} + 8} \cdot MPa = 28.577\ GPa$$

Coeficiente de relación entre módulos elásticos: $n := \frac{E_s}{E_{cm}} = 6.999$

$$I_{bruta} := \frac{b \cdot h^3}{12} = 34133333.333\ cm^4$$

$$cdg_{secc} := \frac{b \cdot h \cdot 0.5 \cdot h + \left(A_{s'} \cdot (h - d') + A_s \cdot r_m\right) \cdot (n - 1)}{b \cdot h + \left(A_{s'} + A_s\right) \cdot (n - 1)} = 0.8\ m$$

$$I_{homo} := I_{bruta} + \left(\begin{array}{l} \dfrac{\pi \cdot \left(\Phi^4 \cdot n_{barra\_fila} + \phi_c{}^4 \cdot n_c + \Phi_{ref}{}^4 \cdot n_{barra\_fila_0} \cdot (n_{int})\right)}{64} \\ + A_{s'} \cdot \left((h - d') - cdg_{secc}\right)^2 + A_s \cdot \left(d - cdg_{secc}\right)^2 \end{array} \right) \cdot (n - 1) = 37241894.629\ cm^4$$

$$\frac{I_{homo}}{I_{bruta}} = 1.091$$

Cálculo del momento de fisuración:

$$M_{fis}(N) := f_{ctm.flcomp}(N) \cdot \text{if}\left(homo = 0, \frac{b \cdot h^2}{6}, \frac{I_{homo}}{\min\left(\left|cdg_{secc}\right|, \left|h - cdg_{secc}\right|\right)}\right) \qquad homo = 0$$

$$M_{fis}\left(N_{k1.cp}\right) = 1235.826\ m \cdot kN$$

Cálculo de fibra neutra y tensiones en hormigón y acero a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones

$f := 0.5 \cdot d \qquad \sigma_{s'} := 20\ MPa \qquad \sigma_s := 100\ MPa \qquad \sigma_c := 10\ MPa$

$$N_{k1.cp} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} - A_s \cdot \sigma_s$$

$$M_{k1.cp} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} \cdot \left(d - \frac{f}{3}\right) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$$

$$\sigma_s = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(d - f)}{f}$$

$$\sigma_{s'} = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(f - d')}{f}$$

$$\begin{bmatrix} f \\ \sigma_c \\ \sigma_s \\ \sigma_{s'} \end{bmatrix} := \text{find}\left(f, \sigma_c, \sigma_s, \sigma_{s'}\right) = \begin{bmatrix} 2.145\ m \\ 304839.014\ Pa \\ -614843.229\ Pa \\ 2060351.639\ Pa \end{bmatrix}$$

Profundidad de la fibra neutra: $f = 214.453\ cm \quad \frac{f}{d} = 1.405$

Compresión en el hormigón: $\sigma_c = 0.305\ MPa$

Compresión en armadura de compresión: $\sigma_{s'} = 2.06\ MPa$

Tracción en la armadura de tracción: $\sigma_s = -0.615\ MPa$

Cálculo de la tracción en armadura traccionada en el momento que fisura la sección, a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones

$f_r := 0.5 \cdot d \qquad \sigma_{s'r} := 80\ MPa \qquad \sigma_{sr} := 100\ MPa \qquad \sigma_{cr} := 10\ MPa$

$$N_{k1.cp} = \frac{\sigma_{cr} \cdot f_r \cdot b}{2} + A_{s'} \cdot \sigma_{s'r} - A_s \cdot \sigma_{sr}$$

$$M_{fis}\left(N_{k1.cp}\right) = \frac{\sigma_{cr} \cdot f_r \cdot b}{2} \cdot \left(d - \frac{f_r}{3}\right) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'r} \cdot (d - d')$$

$$\sigma_{sr} = n \cdot \sigma_{cr} \cdot \frac{(d - f_r)}{f_r}$$

$$\sigma_{s'r} = n \cdot \sigma_{cr} \cdot \frac{(f_r - d')}{f_r}$$

$$\begin{bmatrix} f_r \\ \sigma_{cr} \\ \sigma_{sr} \\ \sigma_{s'r} \end{bmatrix} := \text{find}\left(f_r, \sigma_{cr}, \sigma_{sr}, \sigma_{s'r}\right) = \begin{bmatrix} 0.34\ m \\ 4426187.96\ Pa \\ 108196596.955\ Pa \\ 24276357.791\ Pa \end{bmatrix}$$

Tensión de la armadura en sección fisurada en instante que fisura el hormigón para M_{fis}: $\sigma_{sr} = 108.197\ MPa$

Parámetros auxiliares para el análisis de la fisuración

Coeficiente K1

$$\varepsilon_1 := \frac{\sigma_s}{E_s} = -3.074 \cdot 10^{-6}$$

$$\varepsilon_2 := \text{if } \sigma_{s'} > 0 \cdot \text{MPa} \;\; 0 \;\; \text{else} \;\; \frac{-\sigma_{s'}}{E_s} = 0$$

$$k_1 := \text{if } k_1 = \text{"CALC"} \;\; \min\left(\frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{8 \cdot \varepsilon_1}, 0.25\right) \;\; \text{else} \;\; k_1 = 0.125$$

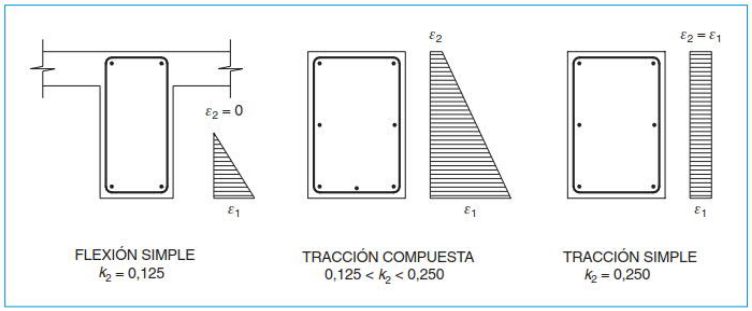


Figura 49.2.4.a.

$$k_1 = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{8\varepsilon_1}$$

Parámetros auxiliares para el análisis de la fisuración

Coeficiente K1 (0.125 para flexión simple o 0.25 para tracción simple) $k_1 = 0.125$

Coeficiente k2 (1 si carga instantánea o posar 0.5 si carga duradera) $k_2 = 0.5$

Coeficiente β (1.7 si fisuración por cargas o 1.3 si fisuración por deformaciones) $\beta = 1.7$

Recubrimiento hasta tocar la barra longitudinal: $c := r_c + \phi_v \cdot af_v = 6.1$ **cm**

Diámetro de las barras de armado de tracción: $\phi_t = 25$ **mm**

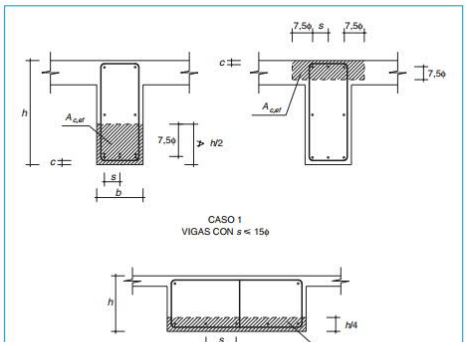
Separación de las barras de armado de tracción: $s_t = 7.978$ **cm**

Cálculo del área de hormigón en la zona del recubrimiento

Si es viga de alma estrecha en negativos poner "0"
Si es viga de alma estrecha en positivos poner "1"
Si es viga de alma ancha, losa o muro poner "2"

$$A_{c.ef} := 2$$

$$A_{c.eff} := \text{if } A_{c.ef} = 0 \;\; A_{c.eff} \leftarrow 7.5 \cdot \phi_t \cdot (b + 2 \cdot 7.5 \cdot \phi_t) \;\; \text{else if } A_{c.ef} = 1 \;\; A_{c.eff} \leftarrow \text{if } 7.5 \cdot \phi_t \le \frac{h}{2} \;\; A_{c.eff} \leftarrow 7.5 \cdot \phi_t \cdot b \;\; \text{else} \;\; b = 4000 \text{ cm}^2$$



$A_{c.eff} \leftarrow \frac{h}{2} \cdot b$

else if $A_{c.ef} = 2$

$A_{c.eff} \leftarrow$ if $s_t \le 15 \cdot \phi_t$

$A_{c.eff} \leftarrow \frac{h}{4} \cdot b$

else

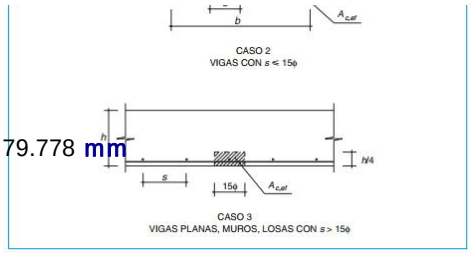
$A_{c.eff} \leftarrow \frac{h}{4} \cdot 15 \cdot \phi_t \cdot n_{barra\_fila_0} \cdot (1 + n_{int})$

$s :=$ if $s_t > 15 \cdot \phi_t$ $= 79.778$ mm

$s \leftarrow 15 \cdot \phi_t$

else

$s \leftarrow s_t$



Área de las armaduras situadas dentro del área eficaz $A_{s.ef} := A_s = 49.087\ cm^2$

Cálculo de la separación media de fisuras

$$s_m := 2 \cdot c + 0.2 \cdot s + 0.4 \cdot k_1 \cdot \frac{\phi_t \cdot A_{c.eff}}{A_{s.ef}} = 239.815\ mm$$

Cálculo del alargamiento medio de las armaduras

$\varepsilon_{sm.o} :=$ if $\sigma_s \ge 0$ $= 0$

$\frac{\sigma_s}{200\ GPa} \cdot \left(1 - k_2 \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s}\right)^2\right)$

else

0

$\varepsilon_{sm} :=$ if $\varepsilon_{sm.o} \ge 0.4 \cdot \frac{\sigma_s}{200\ GPa}$ $= 0$

$\varepsilon_{sm} \leftarrow \varepsilon_{sm.o}$

else

$\varepsilon_{sm} \leftarrow 0.4 \cdot \frac{\sigma_s}{200\ GPa}$

Cálculo de la apertura característica de fisura

$\omega_{k\_1} :=$ if $M_{k1.cp} > M_{fis}(N_{k1.cp})$ $= 0$ mm

$\beta \cdot s_m \cdot \varepsilon_{sm}$

else

0 mm

6. ANÁLISIS DE FISURACIÓN POR FLEXOCOMPRESIÓN EN E.L.S. CASO AXIL MÁXIMO PARA edad = 28 day

Las tensiones en servicio se obtendrán a partir de plantear el equilibrio seccional, despreciando la capacidad a tracción del hormigón.

Se considera un momento de fisuración considerando la influencia del esfuerzo axil aunque las tensiones se calcularán sin considerar dicho esfuerzo axil.

Esfuerzos considerados en caso de flector máximo en E.L.S.

Momento flector: $M_{k2.cp} := M_{k\_cp_1} = 280\ m \cdot kN$

Axil: $N_{k2.cp} := N_{k\_cp_1} = -40\ kN$

Cálculo del momento de fisuración en flexo-compresión:

$M_{fis}(N_{k2.cp}) = 1235.826\ m \cdot kN$

Cálculo de fibra neutra y tensiones en hormigón y acero a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones

$f := 0.5 \cdot d \qquad \sigma_{s'} := 80\ MPa \qquad \sigma_s := 100\ MPa \qquad \sigma_c := 10\ MPa$

$$N_{k2.cp} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} - A_s \cdot \sigma_s$$

$$M_{k2.cp} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} \cdot \left(d - \frac{f}{3}\right) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$$

$$\sigma_s = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(d - f)}{f}$$

$$\sigma_{s'} = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(f - d')}{f}$$

$$\begin{bmatrix} f \\ \sigma_c \\ \sigma_s \\ \sigma_{s'} \end{bmatrix} := \text{find}(f, \sigma_c, \sigma_s, \sigma_{s'}) = \begin{bmatrix} 0.247\ m \\ 1312453.946\ Pa \\ 47606091.486\ Pa \\ 6450977.04\ Pa \end{bmatrix}$$

Profundidad de la fibra neutra: $f = 24.69\ cm \quad \frac{f}{d} = 0.162$

Compresión en el hormigón: $\sigma_c = 1.312\ MPa$

Compresión en armadura de compresión: $\sigma_{s'} = 6.451\ MPa$

Tracción en la armadura de tracción: $\sigma_s = 47.606\ MPa$

Cálculo de la tracción en armadura traccionada en el momento que fisura la sección, a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones

$f_r := 0.5 \cdot d$ $\sigma_{s'r} := 80\ \text{MPa}$ $\sigma_{sr} := 100\ \text{MPa}$ $\sigma_{cr} := 10\ \text{MPa}$

$$N_{k2.cp} = \frac{\sigma_{cr} \cdot f_r \cdot b}{2} + A_{s'} \cdot \sigma_{s'r} - A_s \cdot \sigma_{sr}$$

$$M_{fis}(N_{k2.cp}) = \frac{\sigma_{cr} \cdot f_r \cdot b}{2} \cdot \left(d - \frac{f_r}{3}\right) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'r} \cdot (d - d')$$

$$\sigma_{sr} = n \cdot \sigma_{cr} \cdot \frac{(d - f_r)}{f_r}$$

$$\sigma_{s'r} = n \cdot \sigma_{cr} \cdot \frac{(f_r - d')}{f_r}$$

$$\begin{bmatrix} f_r \\ \sigma_{cr} \\ \sigma_{sr} \\ \sigma_{s'r} \end{bmatrix} := \text{find}(f_r, \sigma_{cr}, \sigma_{sr}, \sigma_{s'r}) = \begin{bmatrix} 0.264\ \text{m} \\ 5468090.606\ \text{Pa} \\ 182891216.938\ \text{Pa} \\ 27620706.761\ \text{Pa} \end{bmatrix}$$

Tensión de la armadura en sección fisurada en instante que fisura el hormigón para M_{fis}:
$\sigma_{sr} = 182.891\ \text{MPa}$

Coeficiente K1

$$\varepsilon_1 := \frac{\sigma_s}{E_s} = 2.38 \cdot 10^{-4}$$

$$\varepsilon_2 := \text{if } \sigma_{s'} > 0 \cdot \text{MPa} \mid = 0$$
$$\quad \| \ 0$$
$$\quad \text{else}$$
$$\quad \| \ \frac{-\sigma_{s'}}{E_s}$$

$$k_1 := \text{if } k_1 = \text{“CALC”} \mid = 0.125$$
$$\quad \| \ \min\left(\frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{8 \cdot \varepsilon_1}, 0.25\right)$$
$$\quad \text{else}$$
$$\quad \| \ k_1$$

$A_{c.eff} = 4000\ \text{cm}^2$ $s = 79.778\ \text{mm}$

Área de les armaduras situadas dentro del área eficaz $A_{s.ef} = 49.087\ \text{cm}^2$

Cálculo de la separación media de fisuras

$$s_m := 2 \cdot c + 0.2 \cdot s + 0.4 \cdot k_1 \cdot \frac{\phi_t \cdot A_{c.eff}}{A_{s.ef}} = 239.815\ \text{mm}$$

Cálculo del alargamiento medio de las armaduras

$$\varepsilon_{sm.o} := \text{if } \sigma_s \geq 0 \left\| \frac{\sigma_s}{200\ \text{GPa}} \cdot \left(1 - k_2 \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s}\right)^2\right) \right. \text{else} \left\| 0 \right. = -0.00152$$

$$\varepsilon_{sm} := \text{if } \varepsilon_{sm.o} \geq 0.4 \cdot \frac{\sigma_s}{200\ \text{GPa}} \left\| \varepsilon_{sm} \leftarrow \varepsilon_{sm.o} \right. \text{else} \left\| \varepsilon_{sm} \leftarrow 0.4 \cdot \frac{\sigma_s}{200\ \text{GPa}} \right. = 0$$

Cálculo de la apertura característica de fisura

$$\omega_{k\_2} := \text{if } M_{k2.cp} > M_{fis}\left(N_{k2.cp}\right) \left\| \beta \cdot s_m \cdot \varepsilon_{sm} \right. \text{else} \left\| 0\ \text{mm} \right. = 0\ \text{mm}$$

7. ANÁLISIS DE LA FISURACIÓN DE LA SECCIÓN POR MICROCOMPRESIÓN PARA edad = 28 day

$f_{ck.j\_els} = 30\ \text{MPa}$

Esfuerzos en servicio combinación característica caso de máximo flector:

$$N_{k1} := N_{k\_car_0} = 340\ \text{kN} \qquad M_{k1} := M_{k\_car_0} = 280\ \text{m} \cdot \text{kN}$$

Esfuerzos en servicio combinación característica caso de máximo axil:

$$N_{k2} := N_{k\_car_1} = -40\ \text{kN} \qquad M_{k2} := M_{k\_car_1} = 280\ \text{m} \cdot \text{kN}$$

Cálculo de fibra neutra y tensiones en hormigón y acero a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones. Caso flector máximo

$f := 0.5 \cdot d \qquad \sigma_{s'} := 20\ \text{MPa} \qquad \sigma_s := 100\ \text{MPa} \qquad \sigma_c := 10\ \text{MPa}$

$$N_{k1} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} - A_s \cdot \sigma_s$$

$$M_{k1} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} \cdot \left(d - \frac{f}{3}\right) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$$

$$\sigma_s = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(d - f)}{f}$$

$$\sigma_{s'} = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(f - d')}{f}$$

$$\begin{bmatrix} f \\ \sigma_c \\ \sigma_s \\ \sigma_{s'} \end{bmatrix} := \text{find}\left(f, \sigma_c, \sigma_s, \sigma_{s'}\right) = \begin{bmatrix} 2.145\ \text{m} \\ 304839.014\ \text{Pa} \\ -614843.229\ \text{Pa} \\ 2060351.639\ \text{Pa} \end{bmatrix}$$

Compresión en el hormigón: $\sigma_{c1} := \sigma_c = 0.305\ \text{MPa}$

Cálculo de fibra neutra y tensiones en hormigón y acero a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones. Caso axil máximo

$f := 0.5 \cdot d \qquad \sigma_{s'} := 80\ \text{MPa} \qquad \sigma_s := 100\ \text{MPa} \qquad \sigma_c := 10\ \text{MPa}$

$$N_{k2} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} - A_s \cdot \sigma_s$$

$$M_{k2} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} \cdot \left(d - \frac{f}{3}\right) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$$

$$\sigma_s = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(d - f)}{f}$$

$$\sigma_{s'} = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(f - d')}{f}$$

$$\begin{bmatrix} f \\ \sigma_c \\ \sigma_s \\ \sigma_{s'} \end{bmatrix} := \text{find}\left(f, \sigma_c, \sigma_s, \sigma_{s'}\right) = \begin{bmatrix} 0.247\ \text{m} \\ 1312453.946\ \text{Pa} \\ 47606091.486\ \text{Pa} \\ 6450977.04\ \text{Pa} \end{bmatrix}$$

Compresión en el hormigón: $\sigma_{c2} := \sigma_c = 1.312\ \text{MPa}$

8. DEFINICIÓN DE LA FUNCIÓN DE VERIFICACIÓN A CORTANTE EN E.L.U. PARA edad = 28 day

Análisis del agotamiento del hormigón por compresión oblicua Vu1 y por tracción en el alma Vcu

Se considera un ángulo respecto la directriz de la pieza con el armado de cortante $\alpha := 90°$
Se considera una estructura con influencia del esfuerzo axil.

$$\varepsilon_x(M, N, V) := \frac{\frac{\max(M, 0.9 \cdot d \cdot V)}{0.9 \cdot d} + V - 0.5 \cdot N}{2 \cdot \left(A_s + A_{s'}\right) \cdot 200\ \text{GPa}} \cdot 1000$$

$$\varepsilon_x(M, N, V) \text{ if } \varepsilon_x(M, N, V) \le 0 \quad \| \ 0 \quad \text{else} \quad \| \ \varepsilon_x(M, N, V)$$

$$\theta(M, N, V) := \text{if bielas} = \text{“SI”} \quad \| \ 45° \quad \text{else} \quad \| \ \left(\varepsilon_x(M, N, V) \cdot 7 + 29\right) \cdot °$$

$$\sigma'_{cd}(N) := \text{if } \frac{N - A_{s'} \cdot f_{ydc}}{b \cdot h} \le 0.3 \cdot f_{cd} \quad \| \ \frac{N - A_{s'} \cdot f_{ydc}}{b \cdot h} \quad \text{else} \quad \| \ 0.3 \cdot f_{cd}$$

$$K(N) := \text{if } \sigma'_{cd}(N) \le 0 \quad \| \ 1 \quad \text{else if } \sigma'_{cd}(N) \le 0.25 \cdot f_{cd} \quad \| \ 1 + \frac{\sigma'_{cd}(N)}{f_{cd}} \quad \text{else if } \sigma'_{cd}(N) \le 0.5 \cdot f_{cd} \quad \| \ 1.25 \quad \text{else} \quad \| \ 2.5 \cdot \left(1 - \frac{\sigma'_{cd}(N)}{f_{cd}}\right)$$

$$\xi := \text{if } 1 + \sqrt{\frac{200\ \text{mm}}{d}} \le 2 \quad \| \ 1 + \sqrt{\frac{200\ \text{mm}}{d}} \quad \text{else} \quad \| \ 2$$

Cuantía de armadura en la cara de tracción:

$$\rho_l := \max\left(\frac{A_s}{b \cdot d}, 0.02\right) = 0.02$$

$$\sigma'_{cd}(N) := \begin{cases} \text{if } \frac{N}{b \cdot h} \le \min\left(0.3 \cdot f_{cd}, 12\ \text{MPa}\right) \\ \quad \frac{N}{b \cdot h} \\ \text{else} \\ \quad \min\left(0.3 \cdot f_{cd}, 12\ \text{MPa}\right) \end{cases}$$

[Art 44.2.3.1 EHE-08]

$$V_{u1}(M, N, V) := K(N) \cdot f_{1cd} \cdot b \cdot d \cdot \left(\frac{\cot(\theta(M, N, V)) + \cot(\alpha)}{1 + (\cot(\theta(M, N, V)))^2}\right)$$

[Art 44.2.3.2.1.2 EHE-08]

$$V_{cu}(N) := \left(\frac{0.18}{\gamma_c} \cdot \xi \cdot \left(100 \cdot \rho_l \cdot f_{cv} \cdot \text{MPa}^{-1}\right)^{\frac{1}{3}} + 0.15 \cdot \sigma'_{cd}(N) \cdot \text{MPa}^{-1}\right) \cdot b \cdot d \cdot \text{MPa}$$

$$V_{cu.min}(N) := \left(\frac{0.075}{\gamma_c} \cdot \xi^{\frac{3}{2}} \cdot \left(f_{cv} \cdot \text{MPa}^{-1}\right)^{\frac{1}{2}} + 0.15 \cdot \sigma'_{cd}(N) \cdot \text{MPa}^{-1}\right) \cdot b \cdot d \cdot \text{MPa}$$

Capacidad del hormigón por tracción en piezas sin armadura de cortante

$$V_{cu}(N) := \begin{cases} \text{if } V_{cu}(N) \le V_{cu.min}(N) \\ \quad V_{cu.min}(N) \\ \text{else} \\ \quad V_{cu}(N) \end{cases}$$

$$z := 0 \,..\, \text{length}(b\_) - 1$$

$$\theta\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right) = \begin{bmatrix} 45 \\ 45 \end{bmatrix} °$$

$$\cot\left(\theta\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right)\right) = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$V_{ed} = \begin{bmatrix} 900 \\ 900 \end{bmatrix} \text{kN} \qquad V_{u1}\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right) = \begin{bmatrix} 9159 \\ 9159 \end{bmatrix} \text{kN} \qquad V_{cu}\left(N_{ed_z}\right) = \begin{bmatrix} 1046.966 \\ 933.051 \end{bmatrix} \text{kN}$$

Definición de funciones auxiliares:

$$Ratio\_VU1_z := \text{for } i \in 0 \,..\, \text{length}(b\_) - 1 \;\; Ratio\_VU1_z \leftarrow \frac{V_{ed_z}}{V_{u1}\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right)}$$

$$Ratio\_VU2_z := \text{for } i \in 0 \,..\, \text{length}(b\_) - 1 \;\; Ratio\_VU1_z \leftarrow \frac{V_{ed_z}}{V_{cu}\left(N_{ed_z}\right)}$$

Análisis de secciones con armadura de cortante

$$V_{cu}(N) := \max\left(\left(\frac{0.15}{\gamma_c} \cdot \xi \cdot \left(100 \cdot \rho_l \cdot f_{cv} \cdot \text{MPa}^{-1}\right)^{\frac{1}{3}} + 0.15 \cdot \sigma'_{cd}(N) \cdot \text{MPa}^{-1}\right) \cdot b \cdot d \cdot \text{MPa}, V_{cu.min}(N)\right)$$

$$V_{su}(M, N, V) := \frac{0.9 \cdot d \cdot n_{rv} \cdot \pi \cdot \frac{\phi_v^2}{4}}{\text{cada}} f_{ydc} \cdot \sin(\alpha) \cdot (\cot(\alpha) + \cot(\theta(M, N, V)))$$

$V_{cu}\left(N_{ed_z}\right) = \begin{bmatrix} 884.183 \\ 770.268 \end{bmatrix}$ kN $\quad V_{su}\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right) = \begin{bmatrix} 1104.916 \\ 1104.916 \end{bmatrix}$ kN $V_{cu}\left(N_{ed_z}\right) + V_{su}\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right) = \begin{bmatrix} 1989.099 \\ 1875.184 \end{bmatrix}$ kN

$$Ratio\_cort_z := \text{for } i \in 0..\text{length}(b\_) - 1 \left\| \frac{V_{ed_z}}{V_{cu}\left(N_{ed_z}\right) + V_{su}\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right)} \right.$$

$$armadura\_cortante_z := \text{if } Ratio\_VU2_z \le 1 \left\| \text{“No necesaria”} \right. \text{ else if } Ratio\_cort_z \le 1 \left\| Ratio\_cort_z \right. \text{ else if } Ratio\_cort_z > 1 \left\| \text{“No verifica cortante”} \right.$$

Verificacion_cortante = “OK. No necesita armadura de cortante”

$$A_{V.min} := \text{if } \phi_v = 0 \left\| 0 \cdot \frac{cm^2}{m} \right. \text{ else } \left\| \frac{f_{ctm} \cdot b}{7.5 \cdot f_{ydc}} \right. = 9.655 \frac{cm^2}{m} \qquad A_{V.dispuesta} := \frac{b}{cada \cdot m} \cdot n_{rv} \cdot \pi \cdot \frac{\phi_v^2}{4} = 20.106 \frac{cm^2}{m}$$

Verificacion_armadura.minima.cortante = “OK.”

9. VERIFICACIÓN SECCIONES CRÍTICAS EN E.L.U. MEDIANTE INTERACCIÓN A FLEXIÓN COMPUESTA PARA edad = 28 day

Discretización: N = 3000

$$M_{u_j} := \text{for } z \in 0..N - 1 \left\| M_u\left(x_j\right) \right. \qquad N_{u_j} := \text{for } z \in 0..N - 1 \left\| N_u\left(x_j\right) \right.$$

Máximo flector: $\max\left(M_{u\_x.car}\right) = 9479.24$ m · kN
Mínimo flector: $\min\left(M_{u\_x.car}\right) = 0$ m · kN
Máximo axil: $\max\left(N_{u\_x.car}\right) = 35852.628$ kN
Mínimo axil: $\min\left(N_{u\_x.car}\right) = -4268.468$ kN

NOTA: Se considera que para los dominios de rotura 4a y5 la tensión de las armaduras comprimidas no excede 400MPa.

$Ratio_{ELU_w} = \begin{bmatrix} 89.195\% \\ 91.223\% \end{bmatrix}$ $M_{ed} = \begin{bmatrix} 330 \\ 330 \end{bmatrix}$ m·kN $N_{ed} = \begin{bmatrix} 491 \\ -305 \end{bmatrix}$ kN

Verificacion_flexocompresion = “OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.U. flexocompresión recta”

$Ratio_{ELU.MAX} := \max(Ratio_{ELU}) = 91.223\%$ OK

NOTA: El ratio de verificación obtenido es el mínimo a axil constante y a momento constante.

10. VERIFICACIÓN DE LAS SECCIONES CRÍTICAS A E.L.S. FISURACIÓN PARA edad = 28 day

Definición de funciones auxiliares:

$Ancho\_fisura := \begin{bmatrix} \omega_{k\_1} \\ \omega_{k\_2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$ mm $z := 0 .. length(Ancho\_fisura) - 1$

$fisura_z :=$ for $i \in 0 .. length(Ancho\_fisura) - 1$
  if $M_{k\_cp_z} > M_{fis}(N_{k\_cp})_z$
    “SI”
  else
    “NO”

$Ratio\_E.L.S._z :=$ for $i \in 0 .. length(Ancho\_fisura) - 1$
  if $fisura_z =$ “SI”
    $Ratio\_E.L.S._z \leftarrow \frac{Ancho\_fisura_z}{w_{max}}$
  else
    0

$id_z :=$ for $i \in 0 .. length(Ancho\_fisura) - 1$
  $id_z \leftarrow$ if $Ratio\_E.L.S._z > 1$
    $CASO.E.L.S._z$
  else
    “ok”

Resultados del análisis del E.L.S. fisuración por tracción $w_{max} = 0.3$ mm $M_{fis}(0 \cdot kN) = 1235.826$ m·kN

$CASO.E.L.S. = \begin{bmatrix} \text{“1.ELS”} \\ \text{“1.ELS”} \end{bmatrix}$ $M_{k\_cp} = \begin{bmatrix} 280 \\ 280 \end{bmatrix}$ m·kN $N_{k\_cp} = \begin{bmatrix} 340 \\ -40 \end{bmatrix}$ kN $M_{fis}(N_{k\_cp}) = \begin{bmatrix} 1235.826 \\ 1235.826 \end{bmatrix}$ m·kN

$CASO.E.L.S. = \begin{bmatrix} \text{“1.ELS”} \\ \text{“1.ELS”} \end{bmatrix}$ $fisura = \begin{bmatrix} \text{“NO”} \\ \text{“NO”} \end{bmatrix}$ $Ancho\_fisura_z = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$ mm $Ratio\_E.L.S. = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$

Verificacion_fisuracion_traccion = “OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.S. fisuración”

Resultados del análisis del E.L.S. fisuración microcompresión

$\sigma_{comp.hormi} := \begin{bmatrix} \sigma_{c1} \\ \sigma_{c2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.305 \\ 1.312 \end{bmatrix}$ MPa $0.6 \cdot f_{ck.j} = 18$ MPa $zz := 0 .. length(Ancho\_fisura) - 1$

$Ratio_{E.L.S.microfisuracion_{zz}} := \text{for } i \in 0 .. length(Ancho\_fisura) - 1 \left\| \frac{\sigma_{comp.hormi_{zz}}}{0.6 \cdot f_{ck.j\_els}} \right.$ $\sigma_{comp.hormi} = \begin{bmatrix} 0.305 \\ 1.312 \end{bmatrix}$ MPa

CASO.E.L.S. = $\begin{bmatrix} \text{“1.ELS”} \\ \text{“1.ELS”} \end{bmatrix}$ $Ratio_{E.L.S.microfisuracion} = \begin{bmatrix} 0.017 \\ 0.073 \end{bmatrix}$

Verificacion_fisuracion_microcompresion = “OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.S. fisuración”

11. VERIFICACIÓN QUANTIAS MINIMAS Y DISPOSICIONES CONSTRUCTIVAS

elemento = “VIGA”

Cuantía mínima geométrica [Art 42.3.5 EHE-08]

Armadura de tracción

$$\rho_{g\_t} := \begin{cases} \frac{4}{1000} & \text{if elemento} = \text{“PILAR”} \\ \begin{cases} \begin{cases} \frac{2}{1000} \cdot 0.5 & \text{if } f_{yk} = 400 \text{ MPa} \\ \frac{1.8}{1000} \cdot 0.5 & \text{else} \end{cases} & \text{else if elemento} = \text{“LOSA”} \\ \begin{cases} \frac{3.3}{1000} & \text{if } f_{yk} = 400 \text{ MPa} \\ \frac{2.8}{1000} & \text{else} \end{cases} & \text{else if elemento} = \text{“VIGA”} \\ \begin{cases} \frac{1.2}{1000} & \text{if } f_{yk} = 400 \text{ MPa} \\ \frac{0.9}{1000} & \text{else} \end{cases} & \text{else if elemento} = \text{“MURO”} \end{cases} \end{cases} = 0.0028$$

Armadura de compresión

$$\rho_{g\_c} := \begin{cases} \frac{4}{1000} & \text{if elemento} = \text{“PILAR”} \\ \begin{cases} \begin{cases} \frac{2}{1000} \cdot 0.5 & \text{if } f_{yk} = 400 \text{ MPa} \\ \frac{1.8}{1000} \cdot 0.5 & \text{else} \end{cases} & \text{else if elemento} = \text{“LOSA”} \\ \begin{cases} \frac{3.3}{1000} \cdot 0.3 & \text{if } f_{yk} = 400 \text{ MPa} \\ \frac{2.8}{1000} \cdot 0.3 & \text{else} \end{cases} & \text{else if elemento} = \text{“VIGA”} \\ \begin{cases} \frac{1.2}{1000} \cdot 0.3 & \text{if } f_{yk} = 400 \text{ MPa} \\ \frac{0.9}{1000} \cdot 0.3 & \text{else} \end{cases} & \text{else if elemento} = \text{“MURO”} \end{cases} \end{cases} = 0.0008$$

Armadura de reparto

$$\rho_{g\_m} := \begin{cases} \begin{cases} \begin{cases} \begin{cases} \frac{4}{1000} \cdot 0.5 & \text{if } f_{yk} = 400 \text{ MPa} \\ \frac{3.2}{1000} \cdot 0.5 & \text{else} \end{cases} & \text{if juntas} > 7.5 \text{ m} \\ \frac{2}{1000} \cdot 0.5 & \text{else} \end{cases} & \text{if elemento} = \text{“MURO”} \\ 0 & \text{else} \end{cases} \end{cases} = 0$$

Cuantía mínima mecánica

[Art 42.3.2, Art 42.3.3,Art 42.3.4 EHE-08]

sol = "FLEX"

$$A_{s.mec.min.traccionada} := \begin{cases} \dfrac{\dfrac{b \cdot h^2}{6} \cdot f_{ctm.flcomp}(0\ kN)}{f_{yd} \cdot 0.8 \cdot h} & \text{if } sol = \text{"FLEX"} \\ \dfrac{0.05 \cdot \max(N_{ed})}{f_{ydc}} & \text{else if } sol = \text{"COMP"} \\ \dfrac{b \cdot h \cdot f_{ctm}}{f_{yd}} \cdot 0.5 & \text{else if } sol = \text{"TRAC"} \end{cases}$$

$$A_{s.mec.min.comprimida} := \begin{cases} \dfrac{0.05 \cdot \max(N_{ed})}{f_{yd}} & \text{if } sol = \text{"FLEX"} \\ \dfrac{0.05 \cdot \max(N_{ed})}{f_{ydc}} & \text{else if } sol = \text{"COMP"} \\ \left\| \dfrac{b \cdot h \cdot f_{ctm}}{f_{yd}} \cdot 0.5 \right\| & \text{else if } sol = \text{"TRAC"} \end{cases}$$

Verificación armaduras

Armadura mínima geométrica

$A_{s.geom.min.traccionada} := \rho_{g\_t} \cdot b \cdot h = 44.8\ cm^2$

$A_{s.geom.min.comprimida} := \rho_{g\_c} \cdot b \cdot h = 13.44\ cm^2$

$A_{s.geom.min.reparto} := \text{if}\left(\phi_v \neq 0, \rho_{g\_m} \cdot b \cdot \min(h, 50\ cm), 0\ cm^2\right) = 0\ cm^2$

Armadura mínima mecánica

$A_{s.mec.min.traccionada} = 22.206\ cm^2$

$A_{s.mec.min.comprimida} = 0.565\ cm^2$

Armadura dispuesta

$A_s = 49.087\ cm^2$

$A_{s'} = 49.087\ cm^2$

$A_{sr} := \dfrac{\dfrac{b}{cada}}{4} \cdot \pi \cdot \phi_v^2 = 10.053\ cm^2$

$Verifica_{armadura.minima.traccionada} = \text{"OK"}$
$Verifica_{armadura.minima.reparto} = \text{"OK"}$
$Verifica_{armadura.minima.reparto} = \text{"OK"}$

Cálculo de la separación del armado dispuesto

$s_{armadura\_tracc} := s_t = 7.978\ cm$

$$s_{armadura\_comp} := \begin{cases} \dfrac{b}{n_c} & \text{if } sep \neq \text{"CALC"} \\ \dfrac{b - 2 \cdot r_l - 2 \cdot \phi_v - \phi_c \cdot n_c}{n_c - 1} & \text{else} \end{cases} = 7.978\ cm$$

Exigencias sobre disposición de armaduras

$s_{max} := \min(30\ cm, h \cdot 3) = 30\ cm$

$s_{min} := \max(2\ cm, 1.25 \cdot tma, \max(\phi_c, \phi_t)) = 2.5\ cm$

$$\phi_{V.min} := \begin{cases} 0\ mm & \text{if } \phi_v = 0 \\ \dfrac{\max(\phi_c, \phi_t)}{4} & \text{else} \end{cases} = 6.25\ mm$$

$s_{V.max} := \min(30\ cm, 15 \cdot \min(\phi_c, \phi_t)) = 30\ cm$

$Verifica_{separacion.armaduras} = \text{"OK"}$
$Verifica_{disposicion.armadura.de.cortante} = \text{"OK"}$

12. RESUMEN DE RESULTADOS.

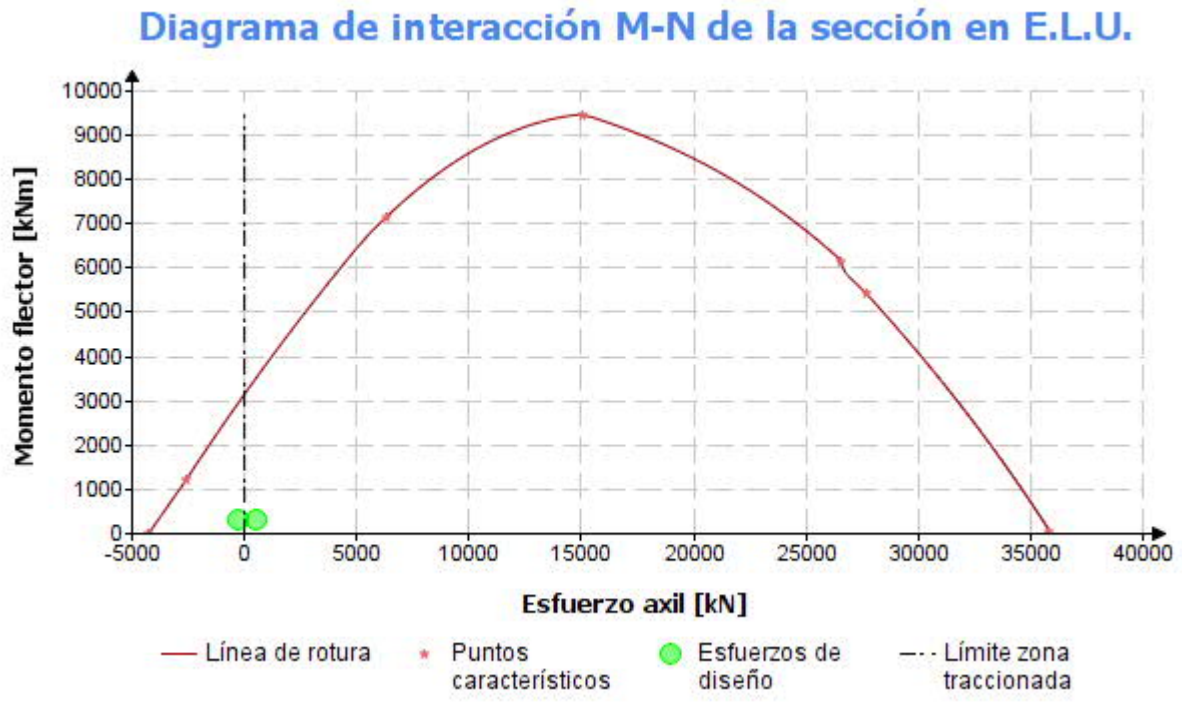
Todas las verificaciones seccionales se realizan a la edad = 28 **day** del hormigón.

Verificación a E.L.U. flexocompresión mediante diagrama de interacción:

Verificacion_flexocompresion = "OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.U. flexocompresión recta"

$Ratio_{ELU.MAX} := \max(Ratio_{ELU}) = 91.223\%$ OK

$CASO = \begin{bmatrix} \text{"1.ELU"} \\ \text{"1.ELU"} \end{bmatrix}$ $num = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \end{bmatrix}$ $id\_ELU = \begin{bmatrix} \text{"ok"} \\ \text{"ok"} \end{bmatrix}$ $Ratio_{ELU_w} = \begin{bmatrix} 0.892 \\ 0.912 \end{bmatrix}$



Verificación a E.L.S. fisuración :

Verificacion_fisuracion_traccion = "OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.S. fisuración"

$Ratio_{ELS\_fisuracion} := \max(Ratio\_E.L.S.) = 0$ OK

Verificacion_fisuracion_microcompresion = "OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.S. fisuración"

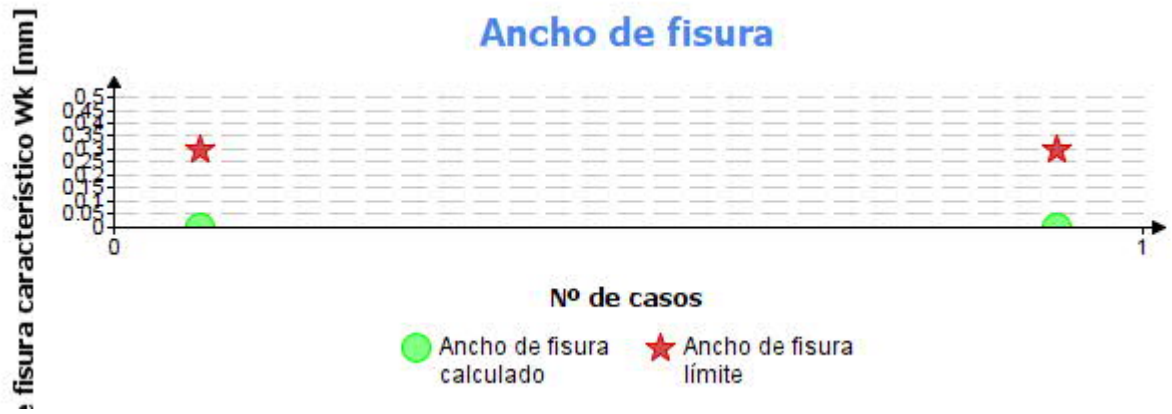
$Ratio_{ELS\_microfisuracion} := \max(Ratio_{E.L.S.microfisuracion}) = 7.291\%$ OK

$Maxima\_apertura\_fisura := \max(Ancho\_fisura) = 0$ **mm** OK $w_{max} = 0.3$ **mm**

$Maxima\_compresión := \max(\sigma_{comp.hormi}) = 1.31245$ **MPa** OK $0.6 \cdot f_{ck.j\_els} = 18$ **MPa**

$M_{fis}(\min(N_{k\_cp})) = 1235.826$ **m·kN** $M_{fis}(0\ \text{kN}) = 1235.826$ **m·kN** $M_{k1.cp} = 280$ **m·kN**

$CASO.E.L.S. = \begin{bmatrix} \text{"1.ELS"} \\ \text{"1.ELS"} \end{bmatrix}$ $fisura = \begin{bmatrix} \text{"NO"} \\ \text{"NO"} \end{bmatrix}$ $Ancho\_fisura = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$ **mm** $Ratio\_E.L.S. = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$



Verificación a E.L.U. cortante:

Verificacion_cortante = "OK. No necesita armadura de cortante"

Verificacion_armadura.minima.cortante = "OK."

$Ratio_{ELU.cort} := \max\left(\max\left(Ratio\_{VU1}, Ratio\_{cort}\right)\right) = 47.995\%$ OK

$armadura\_cortante = \begin{bmatrix} \text{"No necesaria"} \\ \text{"No necesaria"} \end{bmatrix}$ $Ratio\_{VU1} = \begin{bmatrix} 0.098 \\ 0.098 \end{bmatrix}$ $Ratio\_{VU2} = \begin{bmatrix} 0.86 \\ 0.965 \end{bmatrix}$ $Ratio\_{cort} = \begin{bmatrix} 0.452 \\ 0.48 \end{bmatrix}$

Verificación disposiciones constructivas.

$Verifica_{armadura.minima.traccionada}$ = "OK"

$Verifica_{armadura.minima.reparto}$ = "OK"

$Verifica_{armadura.minima.reparto}$ = "OK"

$Verifica_{separacion.armaduras}$ = "OK"

$Verifica_{disposicion.armadura.de.cortante}$ = "OK"

Ratio global

$Ratio_{global} = 91.223\%$ OK

$Verificación_{global}$ = "OK"

APÈNDIX 3. PONT V-7.1

PARÀMETRES PRINCIPALS DE DISSENY
V-7.1. PONT SOBRE EL TORRENT DE MAGRANS A L'EIX 7

1. SECCIÓ TIPUS

Llum mínima $L_{min} := 25\ m + 30\ m + 25\ m = 80\ m$

Amplada mínima: $B_{min} := 22\ m$

Calçada: $B_{calçada} := 4 \cdot 3\ m = 12\ m$

Biaix: $\varphi := 61\ grad \qquad \varphi = 54.9\ °$

$grad := \frac{90\ °}{100} = 0.9\ °$

Vorera esquerre $V_e := 5\ m$

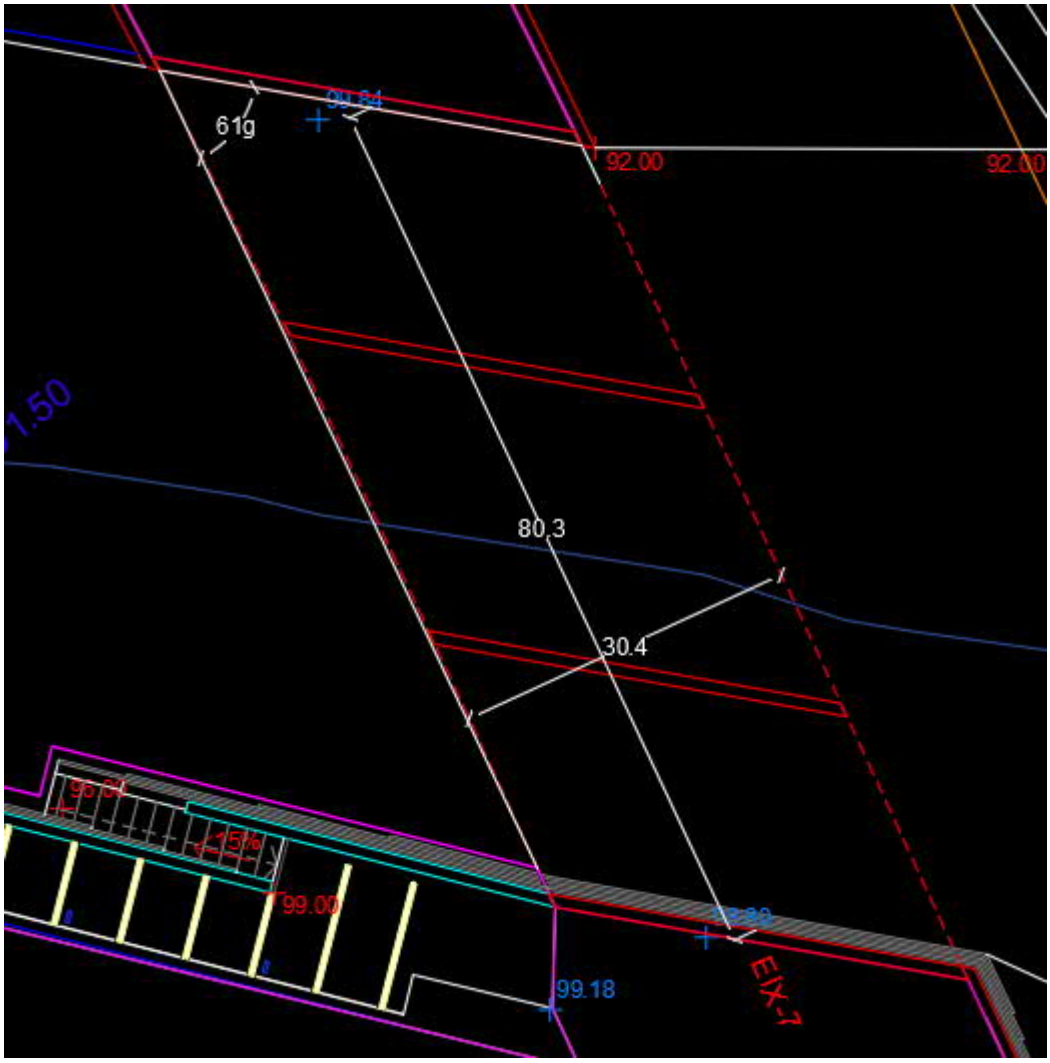
Vorera dreta $V_d := B_{min} - B_{calçada} - V_e = 5\ m$

$100\ grad - \varphi = 39\ grad$

Alçada de referència calçada $z_{ras} := 10\ m$

LLums de càlcul: $vano_{curt} := 25\ m + 0.5\ m - 0.6\ m = 24.9\ m$

$vano_{llarg} := 30\ m - 0.6\ m - 0.6\ m = 28.8\ m$



2. CÀRREGUES PERMANENTS

Gruix de paviment	$e_{pavi\_calçada} := 10\ cm$	$e_{pavi\_vorera} := 25\ cm$
Densitat de paviment	$\rho_{pavi\_calçada} := 24\ \frac{kN}{m^3}$	$\rho_{pavi\_vorera} := 24\ \frac{kN}{m^3}$
Càrregues mortes paviment	$g_{pavi\_calçada} := e_{pavi\_calçada} \cdot \rho_{pavi\_calçada} = 2.4\ kPa$	
	$g_{pavi\_vorera} := e_{pavi\_vorera} \cdot \rho_{pavi\_vorera} = 6\ kPa$	

Es considera una càrrega permanent deguda a pretil de valor $g_{pretil} := 1\ \frac{kN}{m}$

3. ACCIÓ DE VENT

H es el canto efectivo a viento $H := 1.5\ m + 0.25\ m = 1.75\ m$

B es el ancho del tablero $B := B_{min} = 22\ m$

q_{basica_corr} es la presión básica corregida por el factor de exposición $q_{basica\_corr} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^{\ 2} \cdot c_e$

ρ es la densidad del aire de valor $\rho := 1.25\ \frac{kg}{m^3}$

v_b es la velocidad básica de viento $v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot c_{prob} \cdot v_{b.0}$

2.4.3. Velocidad básica y media de viento

[Art. 4.2.1. y Art. 4.2.2. IAP-11]

$v_{b.0} := 29\ \frac{m}{s}$

$z_{car\_rasante} := z_{ras} \cdot \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 10 \\ 10 \\ 10 \end{bmatrix}\ m$

$j := 0 .. length\left(z_{car\_rasante}\right) - 1$

FIGURA 4.2-a MAPA DE ISOTACAS PARA LA OBTENCIÓN DE LA VELOCIDAD BÁSICA FUNDAMENTAL DEL VIENTO $v_{b,0}$

Se considera que la cota de la rasante del tablero es una cota suficientemente representativa para la determinación de las acciones de viento sobre la estructura puesto que el canto del tablero es $h_e := H = 1.75\ m$ y la altura de referencia de las sobrecargas es $h_{sc} := 2\ m$

entorno := "III"
(0=mar, I=rural plano
II=rural accidentado,
III=suburbano o forestal,
IV=urbana)

$c_{dir} := 1.0$

$c_{season} := 1.0$

Período de retorno $T := 100\ yr$

$$c_{prob} := \sqrt{\frac{1 - 0.2 \cdot \ln\left(-\ln\left(1 - \frac{1\ yr}{T}\right)\right)}{1 - 0.2 \cdot \ln\left(-\ln(0.98)\right)}} = 1.038$$

Velocidad básica del viento asociada al periodo de retorno $T = 100\ yr$

$$v_b := v_{b.0} \cdot c_{dir} \cdot c_{season} \cdot c_{prob} = 30.116\ \frac{m}{s}$$

Factor de topografía $c_0 := 1$

Factor de turbulencia $k_I := 1$

Cálculo del coeficiente de rugosidad

$$k_r := \begin{cases} 0.156 & \text{if entorno} = \text{“0”} \\ 0.170 & \text{else if entorno} = \text{“I”} \\ 0.190 & \text{else if entorno} = \text{“II”} \\ 0.216 & \text{else if entorno} = \text{“III”} \\ 0.235 & \text{else} \end{cases} \quad z_0 := \begin{cases} 0.003\ \text{m} & \text{if entorno} = \text{“0”} \\ 0.01\ \text{m} & \text{else if entorno} = \text{“I”} \\ 0.05\ \text{m} & \text{else if entorno} = \text{“II”} \\ 0.3\ \text{m} & \text{else if entorno} = \text{“III”} \\ 1\ \text{m} & \text{else} \end{cases}$$

$$z_{min} := \begin{cases} 1\ \text{m} & \text{if entorno} = \text{“0”} \\ 1\ \text{m} & \text{else if entorno} = \text{“I”} \\ 2\ \text{m} & \text{else if entorno} = \text{“II”} \\ 5\ \text{m} & \text{else if entorno} = \text{“III”} \\ 10\ \text{m} & \text{else} \end{cases} \quad \alpha := \begin{cases} 0.38 & \text{if entorno} = \text{“0”} \\ 0.44 & \text{else if entorno} = \text{“I”} \\ 0.52 & \text{else if entorno} = \text{“II”} \\ 0.61 & \text{else if entorno} = \text{“III”} \\ 0.67 & \text{else} \end{cases}$$

$k_r = 0.216$ $z_0 = 0.3\ \text{m}$ $z_{min} = 5\ \text{m}$ $\alpha = 0.61$

$$c_r(z) := \begin{cases} z \leftarrow z_{min} \\ k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) & \text{if } z < z_{min} \\ k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) & \text{else} \end{cases}$$

$$c_r\left(z_{car\_rasante_j}\right) = \begin{bmatrix} 0.757 \\ 0.757 \\ 0.757 \end{bmatrix}$$

Cálculo de la velocidad media del viento

$$v_m(z) := c_r(z) \cdot c_0 \cdot v_b$$

$$v_m\left(z_{car\_rasante_j}\right) = \begin{bmatrix} 22.81 \\ 22.81 \\ 22.81 \end{bmatrix} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Cálculo del coeficiente de exposición

$$c_e(z) := \begin{cases} z \leftarrow z_{min} \\ k_r^2 \cdot \left(c_0^2 \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)^2 + 7 \cdot k_I \cdot c_0 \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)\right) & \text{if } z < z_{min} \\ k_r^2 \cdot \left(c_0^2 \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)^2 + 7 \cdot k_I \cdot c_0 \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)\right) & \text{else} \end{cases}$$

$$c_e\left(z_{car\_rasante_j}\right) = \begin{bmatrix} 1.719 \\ 1.719 \\ 1.719 \end{bmatrix}$$

Coeficiente de fuerza a considerar para viento vertical descendente :

$c_{f.Z} := 0.9$ [Art. 4.2.5.1.2. IAP-11]

3. ACCIÓ TÈRMICA

2.5.1. Determinación de la temperatura máxima y mínima del aire

Tipo de tablero

$tipo_{tablero} := 3$

- Tipo 1: Tableros de acero con sección transversal en cajón, viga armada o celosía
- Tipo 2: Tableros mixtos compuestos por acero estructural y hormigón armado o pretensado (conectados de forma que ambos materiales trabajen de forma solidaria)
- Tipo 3: Tableros de hormigón armado o pretensado, sean losas, vigas o cajones

$T_{max} := 42$ °C $T_{min} := -13$ °C $zona_{clima} := 2$ $altitud := 35$ m

Período de retorno $T = 100$ yr $p := \frac{1\ yr}{T} = 0.01$

$T_{max.p} := T_{max} \cdot (0.781 - 0.056 \cdot \ln(-\ln(1 - p))) = 43.622$ °C

$T_{min.p} := T_{min} \cdot (0.393 - 0.156 \cdot \ln(-\ln(1 - p))) = -14.438$ °C

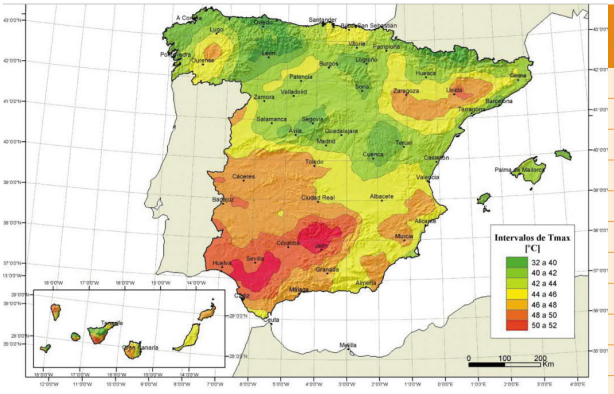


FIGURA 4.3-a **ISOTERMAS DE LA TEMPERATURA MÁXIMA ANUAL DEL AIRE, T_{max} [°C]**
(Coincide con el mapa correspondiente del Código Técnico de la Edificación)

ALTITUD [m]	ZONA DE CLIMA INVERNAL (SEGÚN FIGURA 4.3-b)						
	1	2	3	4	5	6	7
0	-7	-11	-11	-6	-5	-6	6
200	-10	-13	-12	-8	-8	-8	5
400	-12	-15	-14	-10	-11	-9	3
600	-15	-16	-15	-12	-14	-11	2
800	-18	-18	-17	-14	-17	-13	0
1000	-20	-20	-19	-16	-20	-14	-2
1200	-23	-21	-20	-18	-23	-16	-3
1400	-26	-23	-22	-20	-26	-17	-5
1600	-28	-25	-23	-22	-29	-19	-7
1800	-31	-26	-25	-24	-32	-21	-8
2000	-33	-28	-27	-26	-35	-22	-10

Cálculo de los incrementos térmicos

$$\Delta T_{e.min} := \begin{cases} -3 & \text{if } tipo_{tablero} = 1 \\ 4 & \text{else if } tipo_{tablero} = 2 \\ 8 & \text{else} \end{cases} = 8 \text{ °C}$$

$$\Delta T_{e.max} := \begin{cases} 16 & \text{if } tipo_{tablero} = 1 \\ 4 & \text{else if } tipo_{tablero} = 2 \\ 2 & \text{else} \end{cases} = 2 \text{ °C}$$

Cálculo de la temperatura efectiva

$T_{e.min} := T_{min.p} + \Delta T_{e.min} = -6.438$ °C

$T_{e.max} := T_{max.p} + \Delta T_{e.max} = 45.622$ °C

Temperatura inicial $T_0 := 15$ °C

2.5.5. Gradiente térmico vertical [ΔTV] [Art. 4.3.1.2.1. IAP-11]

TIPO DE TABLERO	FIBRA SUPERIOR MÁS CALIENTE	FIBRA SUPERIOR MÁS FRÍA

	$\Delta T_{M,heat}$ [°C]	$\Delta T_{M,cool}$ [°C]
Tipo 1: Tablero de acero	18	13
Tipo 3: Tablero de hormigón		
—Sección cajón	10	5
—Sección de vigas	15	8
—Sección losa	15	8

ESPESOR DEL PAVIMENTO	TABLERO TIPO 1		TABLERO TIPO 3	
	FIBRA SUPERIOR MÁS CALIENTE	FIBRA SUPERIOR MÁS FRÍA	FIBRA SUPERIOR MÁS CALIENTE	FIBRA SUPERIOR MÁS FRÍA
	k_{sur}	k_{sur}	k_{sur}	k_{sur}
Sin impermeabilización ni pavimento	0,7	0,9	0,8	1,1
Con impermeabilización y sin pavimento(1)	1,6	0,6	1,5	1,0
50 mm	1,0	1,0	1,0	1,0
100 mm	0,7	1,2	0,7	1,0
150 mm	0,7	1,2	0,5	1,0

(1) Estos valores representan valores límite superiores para superficies de color oscuro.

$k_{sur.cool} := 1$ $k_{sur.heat} := 0.7 = 0.7$

$\Delta T_{M.heat} := 15 \cdot k_{sur.heat} = 10.5$ °C

$\Delta T_{M.cool} := -8 \cdot k_{sur.cool} = -8$ °C

VERIFICACIÓN GEOTÉCNICA DE PILOTES

1. DATOS PRELIMINARES

$N_{k\_apoyo} := 965.3\ kN$ $\gamma_{serv} := 1.1$

Situación persistente. Combinación característica:

Reacción vertical (kN)
Valores máximos

Eje	Viga	I1	I2	I3	I4	I5
1	1	158.9	340.5	564.5	707.7	707.7
1	2	158.9	336.0	460.5	757.9	757.9
1	3	158.9	336.0	452.0	959.7	959.7
1	4	158.9	336.0	437.4	962.9	962.9
1	5	158.9	336.0	431.8	948.7	948.7
1	6	158.9	336.0	430.8	955.7	955.7
1	7	158.9	336.0	435.6	965.3	965.3
1	8	158.9	336.0	458.6	877.8	877.8
1	9	158.9	336.0	485.0	652.5	652.5
1	10	158.9	340.5	527.6	665.5	665.5

Canto del encepado $h_e := 1\ m$

Ancho del encepado $b_e := 1.6\ m$

Diámetro del pilote:
$D := 850\ mm$

Separación entre vigas $s_{vigas} := 2.675\ m$

Separación entre pilotes $s_{pil} := 1.659\ m$

$$N_{k\_max.axil} := \frac{N_{k\_apoyo} + h_e \cdot b_e \cdot s_{vigas} \cdot 24\ \frac{kN}{m^3}}{s_{vigas}} \cdot s_{pil} = 662.372\ kN$$

Factor de efecto grupo:

$$\eta_{grupo} := \begin{cases} 1 & \text{if } s_{pil} > 3 \cdot D \\ 0.7 + 0.3 \cdot \dfrac{\left(\frac{s_{pil}}{D} - 1\right)}{3 - 1} & \text{else} \end{cases} = 0.843$$

Longitud del pilote hincada en el terreno: $L_{hinca} := 12\ m$
Longitud libre $L_{libre} := 0\ m = 0\ m$
Profundidad del freático: $h_{fr} := 0\ m$ [A cota superior al fondo del primer terreno]
La profundidad total a la que llega el pilote se prevé: $Prof := L_{hinca} + L_{libre} = 12\ m$
Peso específico del agua : $\gamma_w := 1.00\ \frac{tonnef}{m^3}$
Peso específico del hormigón: $\gamma_h := 2.4\ \frac{tonnef}{m^3}$

$$N_{pilote\_efectivo} := \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot \left(\left(\gamma_h - \gamma_w\right) \cdot \left(Prof - h_{fr}\right) + \gamma_h \cdot h_{fr}\right) = 93.488\ kN$$

Hormigón del pilote $f_{ck} := 30\ MPa$ $f_{cd} := f_{ck} \cdot 1.5^{-1} = 20\ MPa$

Módulo elástico del pilote: $E_{cm} := 8500 \cdot \sqrt[3]{\left(f_{ck} + 8\ MPa\right) \cdot MPa^{-1}} \cdot MPa = 28.577\ GPa$

2. ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE HUNDIMIENTO DEL PILOTE. MÉTODO DE MOHR-COULOMB

Se realizará seguidamente un recálculo de la capacidad portante, conforme la GCOC
La profundidad h indica la cota de fondo del estrato.
Adjuntar mínimo 4 estratos

TERRENO	h (m)	γ $(kN \cdot m^{-3})$	γ' $(kN \cdot m^{-3})$	c' (kPa)	ϕ' (°)
"Relleno"	5	18	10	0	24
"Arcilla marron"	10	20	10	20	25
"Sauló margosa"	20	21	11	60	20
"Sauló margosa"	22	21	11	60	20

Prof - 3 D = 9.45 m

Tipo de suelo	E_M (MPa)	P_{LM} (MPa)
Rellenos recientes	0,5 a 5,0	0,05 a 0,30
Rellenos antiguos	4,0 a 15,0	0,40 a 1,00
Turbas	0,2 a 1,5	0,02 a 0,15
Arcilla blanda	0,5 a 3,0	0,05 a 0,30
Arcilla media	3,0 a 8,0	0,30 a 0,80
Arcilla dura	8,0 a 40,0	0,60 a 2,00
Arena limosa suelta	0,5 a 2,0	0,10 a 5,00
Limo	2,0 a 10,0	0,20 a 1,50
Arenas	7,5 a 40,0	1,00 a 5,00
Arenas y gravas	8,0 a 40,0	1,20 a 5,00
Margas	5,0 a 60,0	0,60 a 4,00
Calizas y rocas duras	80,0 a 20.000	3,00 a > 10

Tipo de pilote: $tipo_{pilote} := $ "excavado" [excavado, hincado]
Material de pilote: $material_{pilote} := $ "otros" [acero, otros]

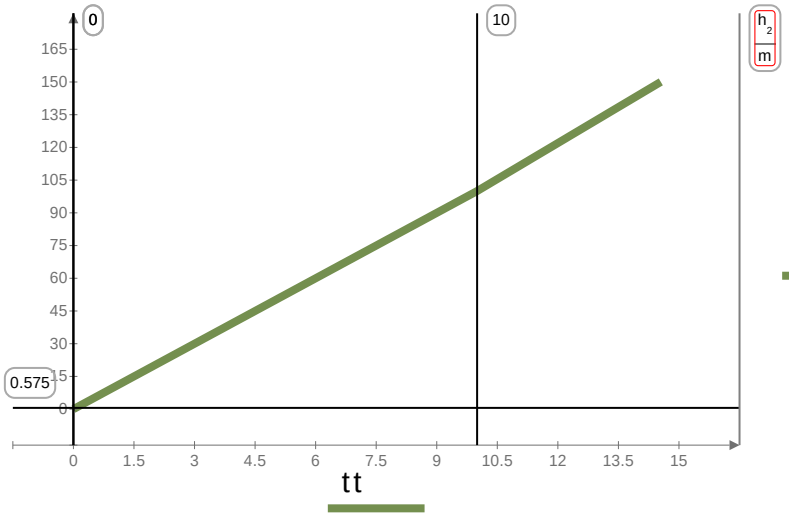
Coeficiente de reducción de resistencia por fuste en función del material del pilote:

$$f := \begin{cases} 0.9 & \text{if } material_{pilote} = \text{"acero"} \\ 1 & \text{else} \end{cases} = 1$$

Tensión efectiva vertical

$$\sigma'_v(z) := \begin{cases} \gamma_0 \cdot z & \text{if } z \le h_{fr} \\ \gamma_0 \cdot h_{fr} + \gamma'_0 \cdot (z - h_{fr}) & \text{else if } z \le h_0 \\ \gamma_0 \cdot h_{fr} + \gamma'_0 \cdot (h_0 - h_{fr}) + \gamma'_1 \cdot (z - h_0) & \text{else if } z \le h_1 \\ \gamma_0 \cdot h_{fr} + \gamma'_0 \cdot (h_0 - h_{fr}) + \gamma'_1 \cdot (h_1 - h_0) + \gamma'_2 \cdot (z - h_1) & \text{else if } z \le h_2 \\ \gamma_0 \cdot h_{fr} + \gamma'_0 \cdot (h_0 - h_{fr}) + \gamma'_1 \cdot (h_1 - h_0) + \gamma'_2 \cdot (h_2 - h_1) + \gamma'_3 \cdot (z - h_2) & \text{else if } z \le h_3 \end{cases}$$

Gráfica de tensiones efectivas



$\sigma'_v(tt \cdot m)$ (kPa)

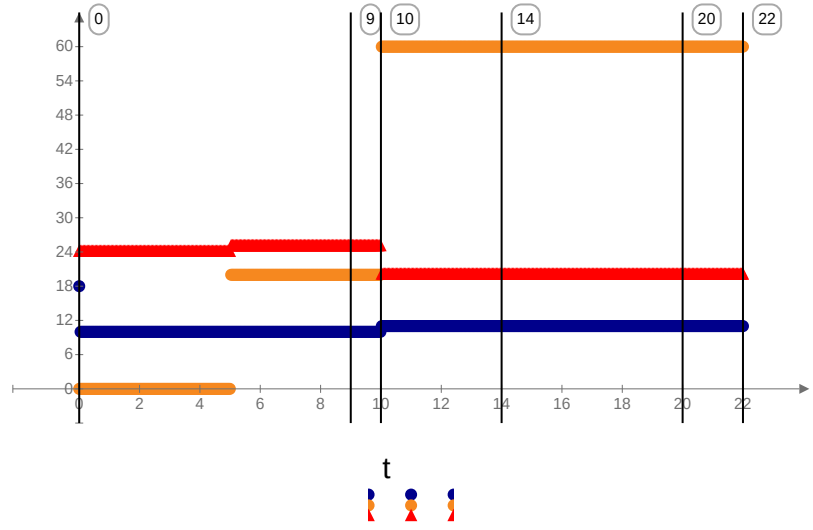
Definición de funciones auxiliares en función del perfil geotécnico:

$$\gamma'(z) := \begin{cases} \gamma_0 & \text{if } z \le h_{fr} \\ \gamma'_0 & \text{else if } z \le h_0 \\ \gamma'_1 & \text{else if } z \le h_1 \\ \gamma'_2 & \text{else if } z \le h_2 \\ \gamma'_3 & \text{else} \end{cases}$$

$$c'(z) := \begin{cases} c'_0 & \text{if } z \le h_0 \\ c'_1 & \text{else if } z \le h_1 \\ c'_2 & \text{else if } z \le h_2 \\ c'_3 & \text{else if } z \le h_3 \end{cases}$$

$$\phi'(z) := \begin{cases} \phi'_0 & \text{if } z \le h_0 \\ \phi'_1 & \text{else if } z \le h_1 \\ \phi'_2 & \text{else if } z \le h_2 \\ \phi'_3 & \text{else if } z \le h_3 \end{cases}$$

$$Terreno(z) := \begin{cases} TERRENO_0 & \text{if } z \le h_0 \\ TERRENO_1 & \text{else if } z \le h_1 \\ TERRENO_2 & \text{else if } z \le h_2 \\ TERRENO_3 & \text{else if } z \le h_3 \end{cases}$$



$\gamma'(t \cdot m)$ $(kN \cdot m^{-3})$

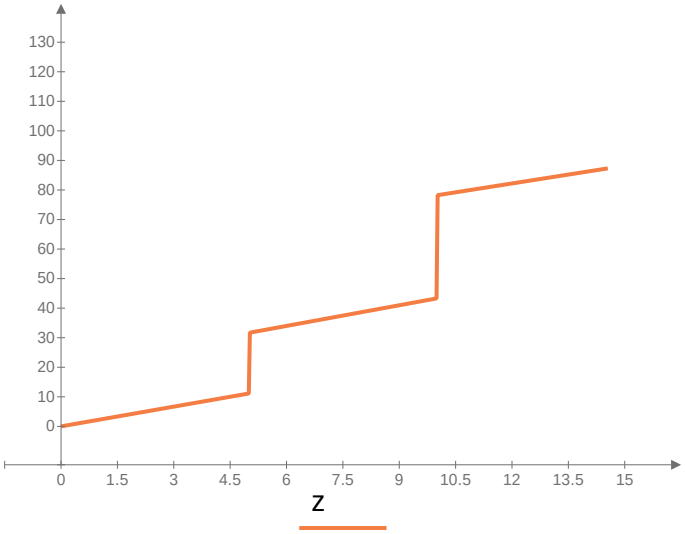
$c'(t \cdot m)$ (kPa)

$\phi'(t \cdot m)$ (°)

Cálculo de la resistencia por fuste

$f = 1$

$$r_{fuste}(z) := \begin{cases} \text{if } tipo_{pilote} = \text{“excavado”} \\ \quad \min\left(0.5 \cdot f \cdot \sigma'_v(z) \cdot \tan\left(\phi'(z)\right) + c'(z),\ 90\ \text{kPa}\right) \\ \text{else} \\ \quad \min\left(0.75 \cdot f \cdot \sigma'_v(z) \cdot \tan\left(\phi'(z)\right) + c'(z),\ 125\ \text{kPa}\right) \end{cases}$$



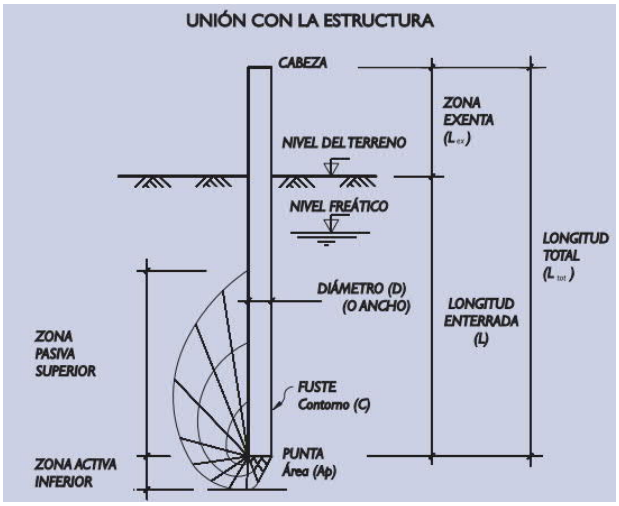
$r_{fuste}(z \cdot m)\ \ (kPa)$

Cálculo de la resistencia por punta como media de las resistencias a lo largo de la zona pasiva y activa (Criterio GCOC y CTE)

Zona pasiva superior: $pas_{sup} := 6 \cdot D = 5.1\ m$

Zona activa inferior: $act_{inf} := 3 \cdot D = 2.55\ m$

- La zona activa inferior afecta hasta una profundidad bajo la punta del pilote igual a:
  2D – terrenos cohesivos.
  3D – terrenos granulares y rocas.
- La zona pasiva superior afecta hasta una altura sobre la punta del pilote igual a:
  4D – terrenos cohesivos.
  6D – terrenos granulares y rocas.



$$f_D := \max\left(1 - \frac{D}{3\ m}, 0.7\right) = 0.717$$

$$N_q(z) := \frac{1 + \sin\left(\phi'(z)\right)}{1 - \sin\left(\phi'(z)\right)} \cdot e^{\pi \cdot \tan\left(\phi'(z)\right)}$$

$$N_c(z) := \frac{N_q(z) - 1}{\tan\left(\phi'(z)\right)}$$

Profundidad de cálculo para presión efectiva:

$P_{eff} := \min\left(L_{hinca}, 20 \cdot D\right) + L_{libre} = 12\ m$

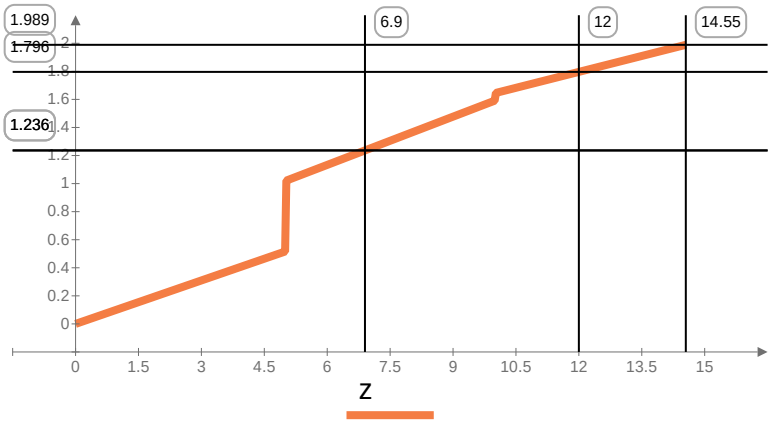
$N_q(P_{eff}) = 6.399$ $\quad N_q(P_{eff} - pas_{sup}) = 10.662$ $\quad N_q(P_{eff} + act_{inf}) = 6.399$

$N_c(P_{eff}) = 14.835$ $\quad N_c(P_{eff} - pas_{sup}) = 20.721$ $\quad N_c(P_{eff} + act_{inf}) = 14.835$

Profundidad de la zona pasiva superior: $P_{eff} - pas_{sup} = 6.9\ m$ $N_q(P_{eff} - pas_{sup}) = 10.662$
Profundidad efectiva punta del pilote: $P_{eff} = 12\ m$ $N_q(P_{eff}) = 6.399$
Profundidad de la zona activa inferior: $P_{eff} + act_{inf} = 14.55\ m$ $N_q(P_{eff} + act_{inf}) = 6.399$

Terreno $(P_{eff} - pas_{sup})$ = "Arcilla marron" Terreno (P_{eff}) = "Sauló margosa"
Terreno $(P_{eff} + act_{inf})$ = "Sauló margosa"

$$r_{punta}(z) := \text{if } tipo_{pilote} = \text{"excavado"} \left\| \min\left(1.5 \cdot f_D \cdot \left(\sigma'_v(z) \cdot N_q(z) + c'(z) \cdot N_c(z)\right), 20\ MPa\right) \right| \text{else} \left\| \min\left(3 \cdot f_D \cdot \left(\sigma'_v(z) \cdot N_q(z) + c'(z) \cdot N_c(z)\right), 20\ MPa\right) \right|$$



Cálculo de resistencia por punta en zona pasiva superior:
$r_{p\_pasiva.superior} := r_{punta}(P_{eff} - pas_{sup}) = 1.236\ MPa$

Cálculo de resistencia por punta en zona pasiva inferior:

$r_{p\_pasiva.inferior} := r_{punta}(P_{eff} + act_{inf}) = 1.989\ MPa$

$r_{punta}(P_{eff}) = 1.796\ MPa$

Cálculo de resistencia por punta promedio lo largo de la zona activa y pasiva:

$$r_{punta\_promedio.resistencias} := \frac{\int_{P_{eff} - pas_{sup}}^{P_{eff} + act_{inf}} r_{punta}(t)\, dt}{act_{inf} + pas_{sup}} = 1.654\ MPa$$

Cálculo de la resistencia por punta como promedio de las características del material a lo largo de la zona pasiva y activa (Criterio ROM)

En esos casos de terreno heterogéneo, se supondrá que la carga de hundimiento por la punta está controlada por un terreno con las características medias de la zona comprendida entre dos diámetros bajo la punta (zona activa inferior) y cinco diámetros sobre la punta (zona pasiva superior), aproximadamente.

$$\phi_{promedio} := \frac{\int_{P_{eff}-pas_{sup}}^{P_{eff}+act_{inf}} \phi'(t)\,dt}{act_{inf}+pas_{sup}} = 22.028\ °$$

$$c'_{promedio} := \frac{\int_{P_{eff}-pas_{sup}}^{P_{eff}+act_{inf}} c'(t)\,dt}{act_{inf}+pas_{sup}} = 43.804\ kPa$$

$$N_{q\_promedio} := \frac{1+\sin(\phi_{promedio})}{1-\sin(\phi_{promedio})} \cdot e^{\pi \cdot \tan(\phi_{promedio})} = 7.843$$

$$N_{c\_promedio} := \frac{N_{q\_promedio}-1}{\tan(\phi_{promedio})} = 16.914$$

$$r_{punta\_promedio.materiales} := \begin{cases} \text{if } tipo_{pilote} = \text{“excavado”} \\ \quad 0.5 \cdot \min\left(3 \cdot f_D \cdot \left(\sigma'_v(P_{eff}) \cdot N_{q\_promedio} + c'_{promedio} \cdot N_{c\_promedio}\right), 20\ MPa\right) \\ \text{else} \\ \quad 1 \cdot \min\left(3 \cdot f_D \cdot \left(\sigma'_v(P_{eff}) \cdot N_{q\_promedio} + c'_{promedio} \cdot N_{c\_promedio}\right), 20\ MPa\right) \end{cases}$$

$$r_{punta\_promedio.materiales} = 1.825\ MPa$$

Resistencia por punta finalmente adoptada

$$r_{punta\_promedio} := \frac{r_{punta\_promedio.materiales} + r_{punta\_promedio.resistencias}}{2} = 1.739\ MPa$$

$r_{punta\_promedio.materiales} = 1.825\ MPa$ $r_{punta\_promedio.resistencias} = 1.654\ MPa$

Análisis de la capacidad portante del pilote hincado en el fondo una profundidad $L_{hinca} = 12\ m$

Resistencia por punta: $Q_{punta\_GCOC} := r_{punta\_promedio.resistencias} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D^2 = 938.358\ kN$

$$Q_{punta\_ROM} := r_{punta\_promedio.materiales} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D^2 = (1.036 \cdot 10^3)\ kN$$

$$Q_{punta\_PROMEDIO} := r_{punta\_promedio} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D^2 = 987.003\ kN$$

Resistencia por fuste: $Q_{fuste\_hinca} := \int_{Prof-L_{hinca}}^{Prof} r_{fuste}(z)\,dz \cdot \pi \cdot D = (1.003 \cdot 10^3)\ kN$

$Q_{fuste\_hinca} = 102.292\ tonnef$

Capacidad portante:

$$Q_{hundimiento\_GCOC} := \left(Q_{punta\_GCOC} + Q_{fuste\_hinca}\right) \cdot \eta_{grupo} = \left(1.636 \cdot 10^3\right)\ \text{kN}$$

$$Q_{hundimiento\_ROM} := \left(Q_{punta\_ROM} + Q_{fuste\_hinca}\right) \cdot \eta_{grupo} = \left(1.718 \cdot 10^3\right)\ \text{kN}$$

$$Q_{hundimiento\_PROMEDIO} := \left(Q_{punta\_PROMEDIO} + Q_{fuste\_hinca}\right) \cdot \eta_{grupo} = \left(1.677 \cdot 10^3\right)\ \text{kN}$$

Análisis del factor de seguridad a hundimiento según la GCOC

El procedimiento empleado para el cálculo de la carga de hundimiento es analítico, con lo que $FS_{fund} := 2.6$ para combinación fundamental

$$FS_{hundimiento\_GCOC} := \frac{Q_{hundimiento\_GCOC} - N_{pilote\_efectivo}}{\frac{N_{k\_max.axil}}{\gamma_{serv}}} = 2.562 \quad > \quad FS_{fund} = 2.6 \quad \text{OK}$$

$$FS_{hundimiento\_ROM} := \frac{Q_{hundimiento\_ROM} - N_{pilote\_efectivo}}{\frac{N_{k\_max.axil}}{\gamma_{serv}}} = 2.698 \quad > \quad FS_{fund} = 2.6 \quad \text{OK}$$

$$FS_{hundimiento\_PROMEDIO} := \frac{Q_{hundimiento\_PROMEDIO} - N_{pilote\_efectivo}}{\frac{N_{k\_max.axil}}{\gamma_{serv}}} = 2.63 \quad > \quad FS_{fund} = 2.6 \quad \text{OK}$$

4. ANÁLISIS TOPE ESTRUCTURAL DEL PILOTE

Consideraremos un tope estructural $\sigma_{tope} := 4\ \text{MPa}$

La tensióN en el pilote será

$$\sigma_{ed} := \frac{\frac{N_{k\_max.axil}}{\gamma_{serv}} + N_{pilote\_efectivo}}{\pi \cdot \frac{D^2}{4}}$$

$$\sigma_{ed} = 1.226\ \text{MPa}$$

$$Ratio_{tope} := \frac{\sigma_{ed}}{\sigma_{tope}} = 30.648\% \quad \text{ok}$$

TIPO DE PILOTE		VALORES DE σ (MPa)	
Hincado	Hormigón pretensado	0,30 (f_{ck} – 0,90 f_p)	
	Hormigón armado	0,30 f_{ck}	
	Metálico	0,33 f_{yk}	
	Madera	5	
		TIPO DE APOYO	
		SUELO FIRME	ROCA
Perforado de hormigón «in situ»	Entubado	5	6
	Con lodos	4	5
	En seco	4	5
	Barrenado	4	No aplicable

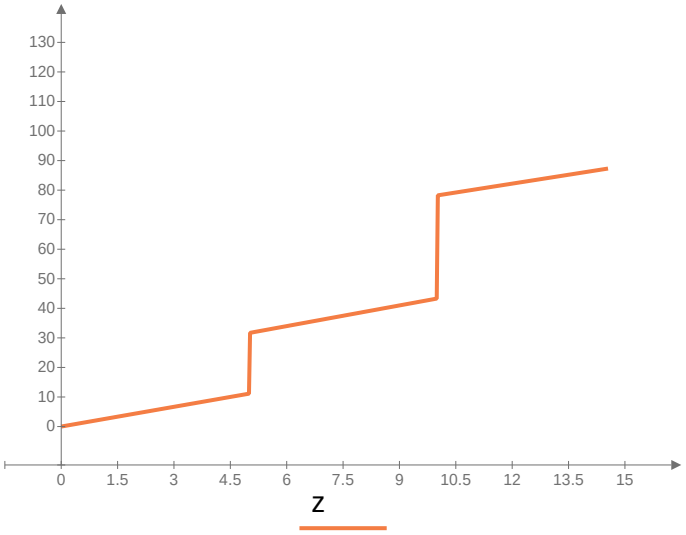
5. ANÁLISIS ASENTAMIENTO

$$s := \left(\frac{D}{40 \cdot Q_{hundimiento\_GCOC}} + \frac{Prof}{\pi \cdot \frac{D^2}{4} \cdot E_{cm}} \right) \cdot \left(\frac{N_{k\_max.axil}}{\gamma_{serv}} + N_{pilote\_efectivo} \right) = 9.549 \ \text{mm}$$

6. PARÁMETROS GEOTÉCNICOS PROMEDIOS ESTIMADOS

$r_{punta\_promedio.resistencias} = 1653.639$ **kPa**

TERRENO	RESISTENCIA FUSTE	RESISTENCIA ARRANQUE
$TERRENO_0$ = "Relleno"	$r_{fuste}\left(\frac{h_0 + h_1}{2}\right) = 37.487$ **kPa**	$r_{fuste}\left(\frac{h_0 + h_1}{2}\right) \cdot 0.7 = 26.241$ **kPa**
$TERRENO_1$ = "Arcilla marron"	$r_{fuste}\left(\frac{h_1 + h_2}{2}\right) = 88.208$ **kPa**	$r_{fuste}\left(\frac{h_1 + h_2}{2}\right) \cdot 0.7 = 61.745$ **kPa**
$TERRENO_2$ = "Sauló margosa"	$r_{fuste}\left(\frac{h_2 + h_3}{2}\right) = 90$ **kPa**	$r_{fuste}\left(\frac{h_2 + h_3}{2}\right) \cdot 0.7 = 63$ **kPa**



$r_{fuste}(z \cdot m)$ (kPa)

VERIFICACIÓN GEOTÉCNICA DE PILOTES DE PILA

1. DATOS PRELIMINARES

$N_k := 1500\ kN$ $\gamma_{serv} := 1.1$

Diámetro del pilote:
$D := 1000\ mm$

Separación entre pilotes $s_{pil} := 2\ m$

Factor de efecto grupo:

$$\eta_{grupo} := \begin{cases} 1 & \text{if } s_{pil} > 3 \cdot D \\ 0.7 + 0.3 \cdot \dfrac{\left(\frac{s_{pil}}{D} - 1\right)}{3 - 1} & \text{else} \end{cases} = 0.85$$

Longitud del pilote hincada en el terreno: $L_{hinca} := 18\ m$
Longitud libre $L_{libre} := 0\ m = 0\ m$
Profundidad del freático: $h_{fr} := 0\ m$ [A cota superior al fondo del primer terreno]
La profundidad total a la que llega el pilote se prevé: $Prof := L_{hinca} + L_{libre} = 18\ m$
Peso específico del agua : $\gamma_w := 1.00\ \frac{tonnef}{m^3}$
Peso específico del hormigón: $\gamma_h := 2.4\ \frac{tonnef}{m^3}$

$$N_{pilote\_efectivo} := \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot \left(\left(\gamma_h - \gamma_w\right) \cdot \left(Prof - h_{fr}\right) + \gamma_h \cdot h_{fr}\right) = 194.094\ kN$$

Hormigón del pilote $f_{ck} := 30\ MPa$ $f_{cd} := f_{ck} \cdot 1.5^{-1} = 20\ MPa$

Módulo elástico del pilote: $E_{cm} := 8500 \cdot \sqrt[3]{\left(f_{ck} + 8\ MPa\right) \cdot MPa^{-1}} \cdot MPa = 28.577\ GPa$

2. ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE HUNDIMIENTO DEL PILOTE. MÉTODO DE MOHR-COULOMB

Se realizará seguidamente un recálculo de la capacidad portante, conforme la GCOC
La profundidad h indica la cota de fondo del estrato.
Adjuntar mínimo 4 estratos

TERRENO	h (m)	γ $(kN \cdot m^{-3})$	γ' $(kN \cdot m^{-3})$	c' (kPa)	ϕ' (°)
"Relleno"	5	18	10	0	24
"Arcilla marron"	10	20	10	20	25
"Sauló margosa"	20	21	11	60	20
"Sauló margosa"	22	21	11	60	20

$Prof - 3\ D = 15\ m$

Tipo de suelo	E_M (MPa)	P_{LM} (MPa)
Rellenos recientes	0,5 a 5,0	0,05 a 0,30
Rellenos antiguos	4,0 a 15,0	0,40 a 1,00
Turbas	0,2 a 1,5	0,02 a 0,15
Arcilla blanda	0,5 a 3,0	0,05 a 0,30
Arcilla media	3,0 a 8,0	0,30 a 0,80
Arcilla dura	8,0 a 40,0	0,60 a 2,00
Arena limosa suelta	0,5 a 2,0	0,10 a 5,00
Limo	2,0 a 10,0	0,20 a 1,50
Arenas	7,5 a 40,0	1,00 a 5,00
Arenas y gravas	8,0 a 40,0	1,20 a 5,00

Margas	5,0 a 60,0	0,60 a 4,00
Calizas y rocas duras	80,0 a 20.000	3,00 a > 10

Tipo de pilote: $tipo_{pilote} := \text{“excavado”}$ [excavado, hincado]

Material de pilote: $material_{pilote} := \text{“otros”}$ [acero, otros]

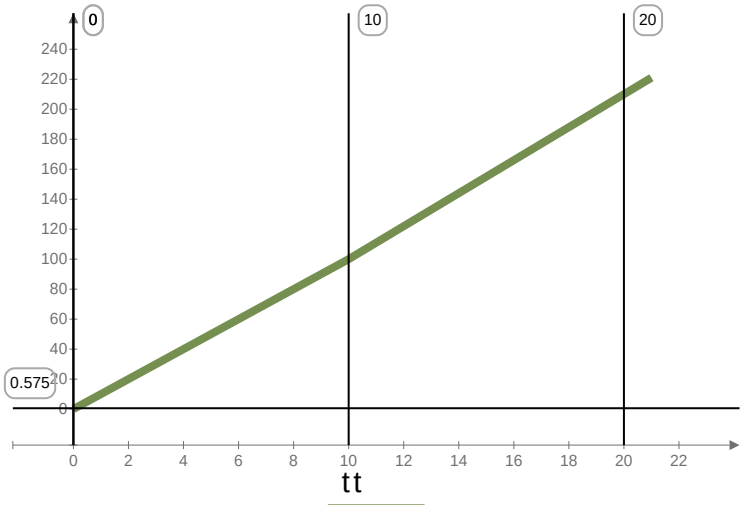
Coeficiente de reducción de resistencia por fuste en función del material del pilote:

$$f := \begin{cases} 0.9 & \text{if } material_{pilote} = \text{“acero”} \\ 1 & \text{else} \end{cases} = 1$$

Tensión efectiva vertical

$$\sigma'_v(z) := \begin{cases} \gamma_0 \cdot z & \text{if } z \le h_{fr} \\ \gamma_0 \cdot h_{fr} + \gamma'_0 \cdot (z - h_{fr}) & \text{else if } z \le h_1 \\ \gamma_0 \cdot h_{fr} + \gamma'_0 \cdot (h_0 - h_{fr}) + \gamma'_1 \cdot (z - h_0) & \text{else if } z \le h_2 \\ \gamma_0 \cdot h_{fr} + \gamma'_0 \cdot (h_0 - h_{fr}) + \gamma'_1 \cdot (h_1 - h_0) + \gamma'_2 \cdot (z - h_1) & \text{else if } z \le h_3 \\ \gamma_0 \cdot h_{fr} + \gamma'_0 \cdot (h_0 - h_{fr}) + \gamma'_1 \cdot (h_1 - h_0) + \gamma'_2 \cdot (h_2 - h_1) + \gamma'_3 \cdot (z - h_2) & \text{else} \end{cases}$$

Gráfica de tensiones efectivas

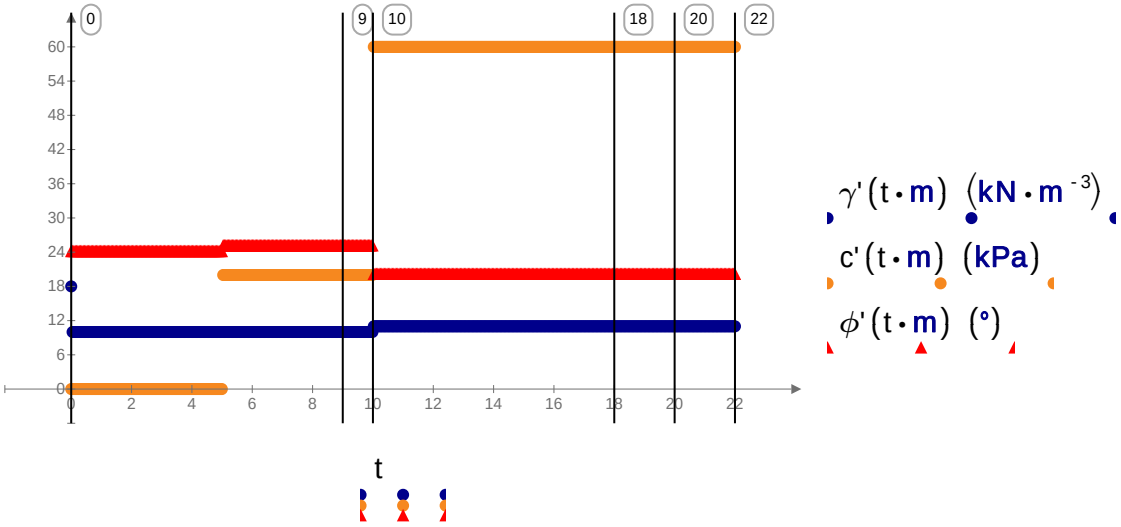


$\sigma'_v(tt \cdot m)$ (kPa)

Definición de funciones auxiliares en función del perfil geotécnico:

$$\gamma'(z) := \begin{cases} \gamma_0 & \text{if } z \le h_{fr} \\ \gamma'_0 & \text{else if } z \le h_0 \\ \gamma'_1 & \text{else if } z \le h_1 \\ \gamma'_2 & \text{else if } z \le h_2 \\ \gamma'_3 & \text{else} \end{cases} \qquad c'(z) := \begin{cases} c'_0 & \text{if } z \le h_0 \\ c'_1 & \text{else if } z \le h_1 \\ c'_2 & \text{else if } z \le h_2 \\ c'_3 & \text{else if } z \le h_3 \end{cases} \qquad \phi'(z) := \begin{cases} \phi'_0 & \text{if } z \le h_0 \\ \phi'_1 & \text{else if } z \le h_1 \\ \phi'_2 & \text{else if } z \le h_2 \\ \phi'_3 & \text{else if } z \le h_3 \end{cases}$$

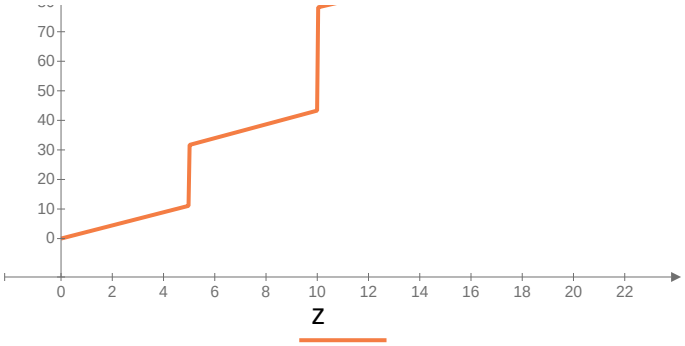
$$Terreno(z) := \begin{cases} TERRENO_0 & \text{if } z \le h_0 \\ TERRENO_1 & \text{else if } z \le h_1 \\ TERRENO_2 & \text{else if } z \le h_2 \\ TERRENO_3 & \text{else if } z \le h_3 \end{cases}$$



Cálculo de la resistencia por fuste

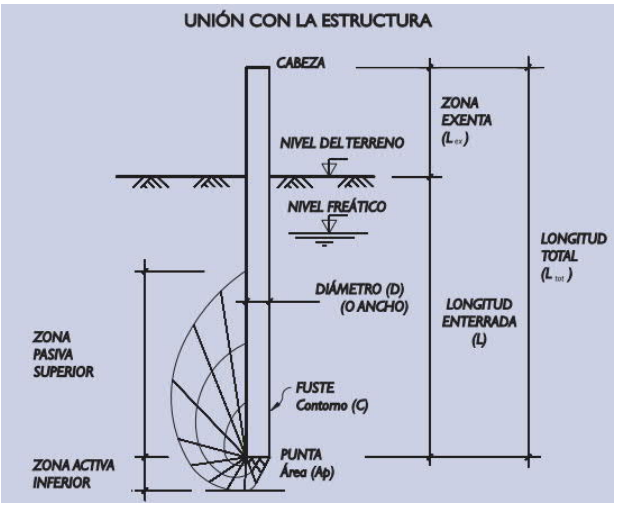
$f = 1$

$$r_{fuste}(z) := \begin{cases} \min(0.5 \cdot f \cdot \sigma'_v(z) \cdot \tan(\phi'(z)) + c'(z), 90\ kPa) & \text{if } tipo_{pilote} = \text{“excavado”} \\ \min(0.75 \cdot f \cdot \sigma'_v(z) \cdot \tan(\phi'(z)) + c'(z), 125\ kPa) & \text{else} \end{cases}$$



$r_{fuste}(z \cdot m)\ (kPa)$

Cálculo de la resistencia por punta como media de las resistencias a lo largo de la zona pasiva y activa (Criterio GCOC y CTE)



Zona pasiva superior: $pas_{sup} := 6 \cdot D = 6\ m$

Zona activa inferior: $act_{inf} := 3 \cdot D = 3\ m$

- La zona activa inferior afecta hasta una profundidad bajo la punta del pilote igual a:
  2D – terrenos cohesivos.
  3D – terrenos granulares y rocas.
- La zona pasiva superior afecta hasta una altura sobre la punta del pilote igual a:
  4D – terrenos cohesivos.
  6D – terrenos granulares y rocas.

$$f_D := \max\left(1 - \frac{D}{3\ m}, 0.7\right) = 0.7$$

$$N_q(z) := \frac{1 + \sin(\phi'(z))}{1 - \sin(\phi'(z))} \cdot e^{\pi \cdot \tan(\phi'(z))}$$

$$N_c(z) := \frac{N_q(z) - 1}{\tan(\phi'(z))}$$

Profundidad de cálculo para presión efectiva:

$$P_{eff} := \min(L_{hinca}, 20 \cdot D) + L_{libre} = 18\ m$$

$N_q(P_{eff}) = 6.399$ $N_q(P_{eff} - pas_{sup}) = 6.399$ $N_q(P_{eff} + act_{inf}) = 6.399$

$N_c(P_{eff}) = 14.835$ $N_c(P_{eff} - pas_{sup}) = 14.835$ $N_c(P_{eff} + act_{inf}) = 14.835$

Profundidad de la zona pasiva superior: $P_{eff} - pas_{sup} = 12\ m$ $N_q(P_{eff} - pas_{sup}) = 6.399$

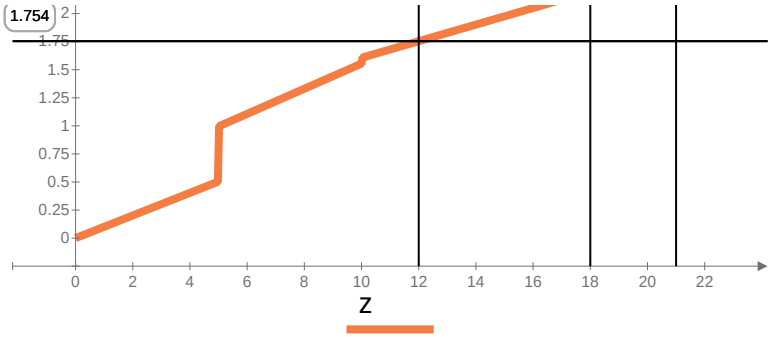
Profundidad efectiva punta del pilote: $P_{eff} = 18\ m$ $N_q(P_{eff}) = 6.399$

Profundidad de la zona activa inferior: $P_{eff} + act_{inf} = 21\ m$ $N_q(P_{eff} + act_{inf}) = 6.399$

Terreno $(P_{eff} - pas_{sup})$ = "Sauló margosa" Terreno (P_{eff}) = "Sauló margosa"

Terreno $(P_{eff} + act_{inf})$ = "Sauló margosa"

$$r_{punta}(z) := \text{if } tipo_{pilote} = \text{"excavado"}$$
$$\quad \min(1.5 \cdot f_D \cdot (\sigma'_v(z) \cdot N_q(z) + c'(z) \cdot N_c(z)), 20\ MPa)$$
$$\text{else}$$
$$\quad \min(3 \cdot f_D \cdot (\sigma'_v(z) \cdot N_q(z) + c'(z) \cdot N_c(z)), 20\ MPa)$$



$r_{punta}(z \cdot m)\ (MPa)$

Cálculo de resistencia por punta en zona pasiva superior:

$r_{p\_pasiva.superior} := r_{punta}(P_{eff} - pas_{sup}) = 1.754\ MPa$

Cálculo de resistencia por punta en zona pasiva inferior:

$r_{p\_pasiva.inferior} := r_{punta}(P_{eff} + act_{inf}) = 2.42\ MPa$

$r_{punta}(P_{eff}) = 2.198\ MPa$

Cálculo de resistencia por punta promedio lo largo de la zona activa y pasiva:

$$r_{punta\_promedio.resistencias} := \frac{\int_{P_{eff}-pas_{sup}}^{P_{eff}+act_{inf}} r_{punta}(t)\,dt}{act_{inf}+pas_{sup}} = 2.087\ MPa$$

Cálculo de la resistencia por punta como promedio de las características del material a lo largo de la zona pasiva y activa (Criterio ROM)

En esos casos de terreno heterogéneo, se supondrá que la carga de hundimiento por la punta está controlada por un terreno con las características medias de la zona comprendida entre dos diámetros bajo la punta (zona activa inferior) y cinco diámetros sobre la punta (zona pasiva superior), aproximadamente.

$$\phi_{promedio} := \frac{\int_{P_{eff}-pas_{sup}}^{P_{eff}+act_{inf}} \phi'(t)\,dt}{act_{inf}+pas_{sup}} = 20\ °$$

$$c'_{promedio} := \frac{\int_{P_{eff}-pas_{sup}}^{P_{eff}+act_{inf}} c'(t)\,dt}{act_{inf}+pas_{sup}} = 60\ kPa$$

$$N_{q\_promedio} := \frac{1+\sin(\phi_{promedio})}{1-\sin(\phi_{promedio})} \cdot e^{\pi \cdot \tan(\phi_{promedio})} = 6.399$$

$$N_{c\_promedio} := \frac{N_{q\_promedio}-1}{\tan(\phi_{promedio})} = 14.835$$

$r_{punta\_promedio.materiales} :=$ if $tipo_{pilote} =$ "excavado"
$\quad 0.5 \cdot \min(3 \cdot f_D \cdot (\sigma'_v(P_{eff}) \cdot N_{q\_promedio} + c'_{promedio} \cdot N_{c\_promedio}), 20\ MPa)$
else
$\quad$ [illegible]

$$\| 1 \cdot \min\left(3 \cdot r_D \cdot \left(\sigma'_v\left(P_{eff}\right) \cdot N_{q\_promedio} + c'_{promedio} \cdot N_{c\_promedio}\right), 20\ \text{MPa}\right) |$$

$r_{punta\_promedio.materiales} = 2.198\ \text{MPa}$

Resistencia por punta finalmente adoptada

$$r_{punta\_promedio} := \frac{r_{punta\_promedio.materiales} + r_{punta\_promedio.resistencias}}{2} = 2.142\ \text{MPa}$$

$r_{punta\_promedio.materiales} = 2.198\ \text{MPa}$ $r_{punta\_promedio.resistencias} = 2.087\ \text{MPa}$

Análisis de la capacidad portante del pilote hincado en el fondo una profundidad $L_{hinca} = 18\ \text{m}$

Resistencia por punta: $Q_{punta\_GCOC} := r_{punta\_promedio.resistencias} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D^2 = 1639.093\ \text{kN}$

$Q_{punta\_ROM} := r_{punta\_promedio.materiales} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D^2 = \left(1.726 \cdot 10^3\right)\ \text{kN}$

$Q_{punta\_PROMEDIO} := r_{punta\_promedio} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D^2 = 1682.631\ \text{kN}$

Resistencia por fuste: $Q_{fuste\_hinca} := \int_{Prof - L_{hinca}}^{Prof} r_{fuste}(z)\, dz \cdot \pi \cdot D = \left(2.829 \cdot 10^3\right)\ \text{kN}$

$Q_{fuste\_hinca} = 288.464\ \text{tonnef}$

Capacidad portante:

$Q_{hundimiento\_GCOC} := \left(Q_{punta\_GCOC} + Q_{fuste\_hinca}\right) \cdot \eta_{grupo} = \left(3.798 \cdot 10^3\right)\ \text{kN}$

$Q_{hundimiento\_ROM} := \left(Q_{punta\_ROM} + Q_{fuste\_hinca}\right) \cdot \eta_{grupo} = \left(3.872 \cdot 10^3\right)\ \text{kN}$

$Q_{hundimiento\_PROMEDIO} := \left(Q_{punta\_PROMEDIO} + Q_{fuste\_hinca}\right) \cdot \eta_{grupo} = 3834.769\ \text{kN}$

Análisis del factor de seguridad a hundimiento según la GCOC

El procedimiento empleado para el cálculo de la carga de hundimiento es analítico, con lo que $FS_{fund} := 2.6$ para combinación fundamental

$$FS_{hundimiento\_GCOC} := \frac{Q_{hundimiento\_GCOC} - N_{pilote\_efectivo}}{\frac{N_k}{\gamma_{serv}}} = 2.643 \quad > \quad FS_{fund} = 2.6 \quad \text{OK}$$

$$FS_{hundimiento\_ROM} := \frac{Q_{hundimiento\_ROM} - N_{pilote\_efectivo}}{\frac{N_k}{\gamma_{serv}}} = 2.697 \quad > \quad FS_{fund} = 2.6 \quad \text{OK}$$

$$\frac{N_k}{\gamma_{serv}}$$

$$FS_{hundimiento\_PROMEDIO} := \frac{Q_{hundimiento\_PROMEDIO} - N_{pilote\_efectivo}}{\frac{N_k}{\gamma_{serv}}} = 2.67 \quad > \quad FS_{fund} = 2.6 \quad \text{OK}$$

4. ANÁLISIS TOPE ESTRUCTURAL DEL PILOTE

Consideraremos un tope estructural $\sigma_{tope} := 4$ **MPa**

La tensióN en el pilote será

$$\sigma_{ed} := \frac{\frac{N_k}{\gamma_{serv}} + N_{pilote\_efectivo}}{\pi \cdot \frac{D^2}{4}}$$

$\sigma_{ed} = 1.983$ **MPa**

$Ratio_{tope} := \frac{\sigma_{ed}}{\sigma_{tope}} = 49.584\%$ ok

TIPO DE PILOTE		VALORES DE σ (MPa)	
Hincado	Hormigón pretensado	0,30 (f_{ck} – 0,90 f_p)	
	Hormigón armado	0,30 f_{ck}	
	Metálico	0,33 f_{yk}	
	Madera	5	
		TIPO DE APOYO	
		SUELO FIRME	ROCA
Perforado de hormigón «in situ»	Entubado	5	6
	Con lodos	4	5
	En seco	4	5
	Barrenado	4	No aplicable

5. ANÁLISIS ASENTAMIENTO

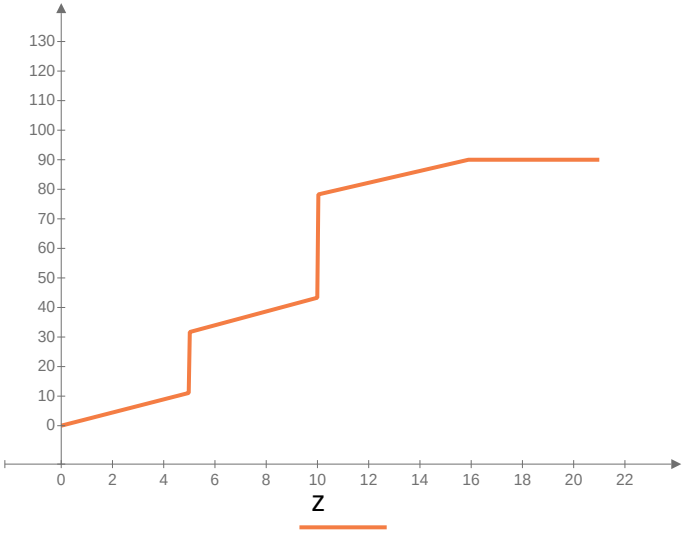
$$s := \left(\frac{D}{40 \cdot Q_{hundimiento\_GCOC}} + \frac{Prof}{\pi \cdot \frac{D^2}{4} \cdot E_{cm}} \right) \cdot \left(\frac{N_k}{\gamma_{serv}} + N_{pilote\_efectivo} \right) = 11.504 \text{ mm}$$

6. PARÁMETROS GEOTÉCNICOS PROMEDIOS ESTIMADOS

$r_{punta\_promedio.resistencias} = 2086.958$ **kPa**

TERRENO	RESISTENCIA FUSTE	RESISTENCIA ARRANQUE
$TERRENO_0$ = "Relleno"	$r_{fuste}\left(\frac{h_0 + h_1}{2}\right) = 37.487$ **kPa**	$r_{fuste}\left(\frac{h_0 + h_1}{2}\right) \cdot 0.7 = 26.241$ **kPa**
$TERRENO_1$ = "Arcilla marron"	$r_{fuste}\left(\frac{h_1 + h_2}{2}\right) = 88.208$ **kPa**	$r_{fuste}\left(\frac{h_1 + h_2}{2}\right) \cdot 0.7 = 61.745$ **kPa**

$TERRENO_2$ = “Sauló margosa” $r_{fuste}\left(\frac{h_2 + h_3}{2}\right) = 90$ **kPa** $r_{fuste}\left(\frac{h_2 + h_3}{2}\right) \cdot 0.7 = 63$ **kPa**



$r_{fuste}(z \cdot m)$ (kPa)

Programa: CivilEstudio

Versión: 34 - 6
Barcelona, 2018

CivilEstudio, software propiedad de CivilCAD Consultores, S.L.
Autores: L.M.Callís, J.M.Roig, I.Callís, P.Reinés
Licencia de uso concedida a: Most Enginyers, S.L.
Número de usuario: 12202

Proyecto:

Nombre del proyecto: *PRECÀLCUL DE LES ESTRUCTURES DEL PROJECTE D'OBRES BÀSIQUES D'URBANITZACIÓ DEL PLA DIRECTOR URBANÍSTIC DEL CENTRE DIRECCIONAL DE CERDANYOLA DEL VALLÈS*
Nombre de la estructura: *3. V-7.1. Pont sobre el torrent de Magrans a l'eix-7*
Nombre del elemento estructural: *Tauler vano interior (30m llum aparent)*
Tipo de estructura: *Vigas pretesadas*
Funcionalidad de la estructura: *Estructura de Carretera*
Clase de estructura: *Tablero sin tierras*
Vida útil: *100 años*

Normativas:

Ámbito: *Normas españolas*

Unidades:

Sistema *S.I.*

Despiece:

Sistema Métrico Europeo

Módulo del programa:

Módulo Tablero de vigas
Nombre del archivo de proyecto: *v7.1_30_1.vig*
Ruta de acceso: *p:\parc de l'alba\estructures\3. v-7.1\civilcad tauler 30*

Informe:

Tipo de informe: *Informe de la Memoria de cálculo*
Informe generado el día 18-12-2020 a las 09:31:36.

Índice

1 Verificaciones en las vigas y riostras.

1.1 Verificaciones en las vigas.
1.2 Verificaciones en las riostras.

2 Verificaciones en la losa.

3 DEFINICIÓN DEL PROYECTO

3.1 Normativas
3.2 Geometría
3.2.1 Definición de los contornos laterales
3.2.2 Definición de los ejes de apoyos
3.2.3 Definición de los ejes de vigas
3.2.4 Definición de la losa
3.2.5 Definición de las vigas
3.2.5.1 Contorno de la sección
3.2.5.2 Armadura pasiva perimetral
3.2.5.3 Propiedades geomecánicas de la sección
3.2.5.3.1 Secciones reales
3.2.5.3.2 Secciones eficaces
3.2.6 Geometría de vigas y losa en zona de apoyos
3.2.6.1 Culatas
3.2.6.2 Recrecido del alma en apoyos
3.2.6.3 Losa en apoyos
3.2.7 Coacciones en los apoyos
3.2.8 Situación de transporte / izado
3.3 Materiales
3.3.1 Hormigón Vigas
3.3.2 Hormigón Losa
3.3.3 Hormigón Prelosas
3.3.4 Armadura pasiva Vigas
3.3.5 Armadura pasiva Losa
3.3.6 Acero de la armadura activa del pretesado Vigas
3.4 Recubrimientos geométricos
3.5 Clases de exposición y fisuración
3.6 Calendario de ejecución
3.7 Definición del pretesado
3.8 Definición de la armadura pasiva
3.8.1 Armadura de flexión. Zona central.
3.8.2 Armadura de flexión. Zona de extremos.
3.9 Acciones
3.9.1 Acciones permanentes
3.9.2 Acciones variables
3.10 Coeficientes de seguridad
3.10.1 Coeficientes de mayoración de las acciones, γ_F
3.10.2 Coeficientes de combinación
3.10.3 Flechas relativas admisibles
3.11 Configuración del cálculo

3.12 Tráfico. Cálculo de la losa

4 Modelo de viga simple (sin losa)

5 Modelo del tablero para el cálculo de las vigas

6 Modelo del tablero para el cálculo de la losa

7 ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS EN LAS VIGAS

8 FUERZA DE PRETENSADO

8.1 Fuerzas de pretesado
8.1.1 Fuerza de pretesado a lo largo de cada cable en cada instante
8.1.2 Pérdidas de pretesado totales
8.1.3 Pérdidas de pretesado totales (%)

9 VERIFICACIÓN DEL EL ENCAJE TENSIONAL EN LAS VIGAS

9.1 Tensiones admisibles
9.2 Situación persistente. Combinación cuasi permanente
9.3 Situación persistente. Combinación frecuente
9.4 Situación persistente. Combinación característica
9.5 Resumen de verificaciones

10 VERIFICACIÓN DEL EL FISURACIÓN EN LAS VIGAS

10.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente
10.2 Situación persistente. Combinación frecuente
10.3 Situación persistente. Combinación característica
10.4 Resumen de verificaciones

11 ROTURA POR FLEXIÓN EN LAS VIGAS

11.1 Situación persistente. Combinación fundamental
11.2 Resumen de verificaciones

12 ROTURA POR CORTANTE EN LAS VIGAS

12.1 Situación persistente. Combinación fundamental
12.2 Resumen de armaduras
12.3 Resumen de verificaciones

13 ROTURA POR TORSIÓN EN LAS VIGAS

13.1 Comprobación del Estado Límite Último por torsión
13.1.1 Situación persistente. Combinación fundamental
13.2 Comprobación de la Interacción Cortante - Torsión
13.2.1 Situación persistente. Combinación fundamental
13.3 Resumen de armaduras
13.4 Resumen de verificaciones

14 RASANTE VIGA - LOSA

14.1 Resumen de armaduras
14.2 Resumen de verificaciones

15 RASANTE EN EL ALA INFERIOR DE LAS VIGAS

15.1 Resumen de armaduras
15.2 Resumen de verificaciones

16 RASANTE EN EL ALA SUPERIOR DE LAS VIGAS

16.1 Resumen de armaduras
16.2 Resumen de verificaciones

17 Flechas

17.1 Flechas características
17.2 Situación persistente. Combinación característica
17.3 Verificación de flechas
17.3.1 Resumen de verificaciones

18 Giros

18.1 Giros característicos
18.2 Situación persistente. Combinación característica

20 CÁLCULO DE LA CUANTÍA DE ACERO EN LAS VIGAS

20.1 Cálculo de la armadura de difusión del pretensado
20.2 Resumen de cuantías de armadura transversal

21 CÁLCULO DE LA SITUACIÓN DE TRANSPORTE DE LAS VIGAS

22 ROTURA POR FLEXIÓN EN LA LOSA

22.1 Esfuerzos de flexión mayorados
22.1.1 Situación persistente. Combinación fundamental
22.2 Armadura de flexión
22.3 Resumen de verificaciones

23 ROTURA POR CORTANTE EN LA LOSA

23.1 Esfuerzos cortantes mayorados
23.1.1 Situación persistente. Combinación fundamental
23.2 Comprobación de las bielas de compresión
23.3 Armadura de cálculo de cortante
23.4 Armadura mínima de cortante
23.5 Resumen de verificaciones

24 VERIFICACIÓN DEL EL FISURACIÓN EN LA LOSA

24.1 Cálculo a fisuración

24.1.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente
24.2 Resumen de verificaciones

26 PRUEBA DE CARGA

27 Reacciones por apoyo. Valores característicos

28 Reacciones por apoyo. Valores de combinación

29 Reacciones por eje. Valores característicos

30 Reacciones por eje. Valores de combinación

1 Verificaciones en las vigas y riostras.

Nombre del proyecto: *PRECÀLCUL DE LES ESTRUCTURES DEL PROJECTE D'OBRES BÀSIQUES D'URBANITZACIÓ DEL PLA DIRECTOR URBANÍSTIC DEL CENTRE DIRECCIONAL DE CERDANYOLA DEL VALLÈS*
Nombre de la estructura: *3. V-7.1. Pont sobre el torrent de Magrans a l'eix-7*
Nombre del elemento estructural: *Tauler vano interior (30m llum aparent)*
Tipo de estructura: *Vigas pretesadas*
Funcionalidad de la estructura: *Estructura de Carretera*
Clase de estructura: *Tablero sin tierras*
Vida útil: *100 años*

1.1 Verificaciones en las vigas.

Viga 1		
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Encaje tensional.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por flexión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por cortante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por torsión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por rasante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural de servicio de deformaciones		
Situación persistente	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Control de fisuración.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por fatiga		
Combinación de fatiga	Combinación fundamental	Cumple
Obtención del despiece de la armadura		
Generación del armado	.	Cumple

Viga 2		
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Encaje tensional.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por flexión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por cortante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por torsión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por rasante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural de servicio de deformaciones		
Situación persistente	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Control de fisuración.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por fatiga		
Combinación de fatiga	Combinación fundamental	Cumple
Obtención del despiece de la armadura		
Generación del armado	.	Cumple

Viga 3		
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Encaje tensional.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por flexión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por cortante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple

Estado límite estructural último de rotura por torsión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por rasante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural de servicio de deformaciones		
Situación persistente	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Control de fisuración.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por fatiga		
Combinación de fatiga	Combinación fundamental	Cumple
Obtención del despiece de la armadura		
Generación del armado	.	Cumple

Viga 4		
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Encaje tensional.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por flexión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por cortante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por torsión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por rasante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural de servicio de deformaciones		
Situación persistente	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Control de fisuración.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple

Estado límite estructural último de rotura por fatiga		
Combinación de fatiga	Combinación fundamental	Cumple
Obtención del despiece de la armadura		
Generación del armado	.	Cumple

Viga 5		
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Encaje tensional.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por flexión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por cortante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por torsión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por rasante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural de servicio de deformaciones		
Situación persistente	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Control de fisuración.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por fatiga		
Combinación de fatiga	Combinación fundamental	Cumple
Obtención del despiece de la armadura		
Generación del armado	.	Cumple

Viga 6		
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Encaje tensional.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple

Estado límite estructural último de rotura por flexión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por cortante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por torsión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por rasante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural de servicio de deformaciones		
Situación persistente	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Control de fisuración.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por fatiga		
Combinación de fatiga	Combinación fundamental	Cumple
Obtención del despiece de la armadura		
Generación del armado	.	Cumple

Viga 7		
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Encaje tensional.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por flexión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por cortante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por torsión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por rasante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural de servicio de deformaciones		
Situación persistente	Combinación característica	Cumple

Estado límite estructural de servicio de fisuración. Control de fisuración.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por fatiga		
Combinación de fatiga	Combinación fundamental	Cumple
Obtención del despiece de la armadura		
Generación del armado	.	Cumple

Viga 8		
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Encaje tensional.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por flexión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por cortante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por torsión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por rasante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural de servicio de deformaciones		
Situación persistente	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Control de fisuración.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por fatiga		
Combinación de fatiga	Combinación fundamental	Cumple
Obtención del despiece de la armadura		
Generación del armado	.	Cumple

Viga 9

Estado límite estructural de servicio de fisuración. Encaje tensional.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por flexión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por cortante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por torsión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por rasante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural de servicio de deformaciones		
Situación persistente	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Control de fisuración.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por fatiga		
Combinación de fatiga	Combinación fundamental	Cumple
Obtención del despiece de la armadura		
Generación del armado	.	Cumple

Viga 10		
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Encaje tensional.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por flexión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por cortante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por torsión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple

Estado límite estructural último de rotura por rasante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural de servicio de deformaciones		
Situación persistente	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Control de fisuración.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por fatiga		
Combinación de fatiga	Combinación fundamental	Cumple
Obtención del despiece de la armadura		
Generación del armado	.	Cumple

1.2 Verificaciones en las riostras.

2 Verificaciones en la losa.

Nombre del proyecto: *PRECÀLCUL DE LES ESTRUCTURES DEL PROJECTE D'OBRES BÀSIQUES D'URBANITZACIÓ DEL PLA DIRECTOR URBANÍSTIC DEL CENTRE DIRECCIONAL DE CERDANYOLA DEL VALLÈS*
Nombre de la estructura: *3. V-7.1. Pont sobre el torrent de Magrans a l'eix-7*
Nombre del elemento estructural: *Tauler vano interior (30m llum aparent)*
Tipo de estructura: *Vigas pretesadas*
Funcionalidad de la estructura: *Estructura de Carretera*
Clase de estructura: *Tablero sin tierras*
Vida útil: *100 años*

Losa		
Estado límite estructural último de rotura por flexión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural de servicio de fisuración		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por cortante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Obtención del despiece de la armadura		
Generación del armado	.	Cumple

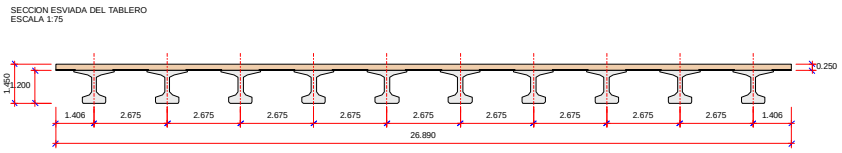
3 DEFINICIÓN DEL PROYECTO

3.1 Normativas

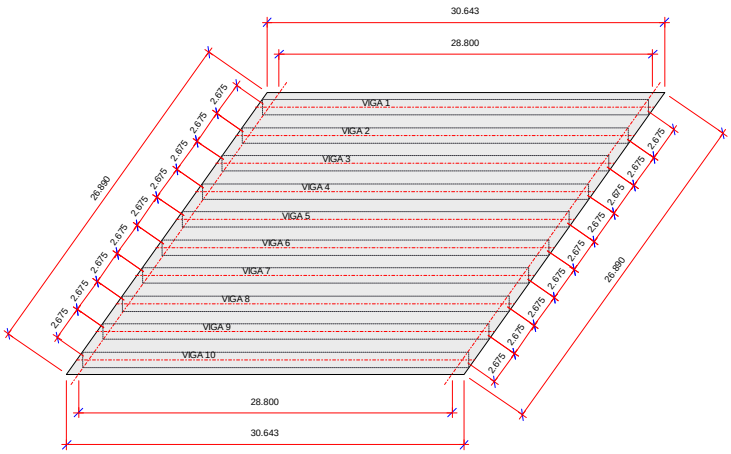
IAP. Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera. V. 2011
EHE. Instrucción Española del Hormigón Estructural. V. 2008

3.2 Geometría

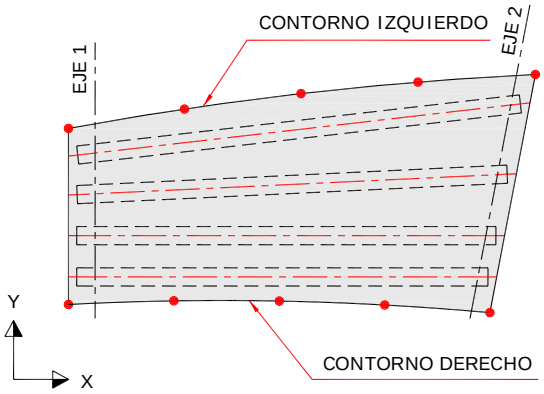
Sección transversal del tablero



Planta del tablero



3.2.1 Definición de los contornos laterales



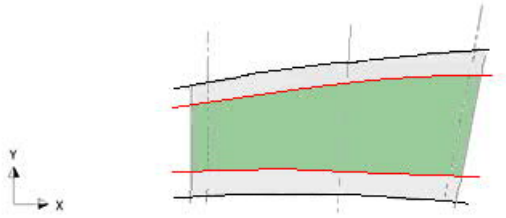
Contorno izquierdo:

Punto	X (m)	Y (m)
1	5.462	22.000
2	54.262	22.000

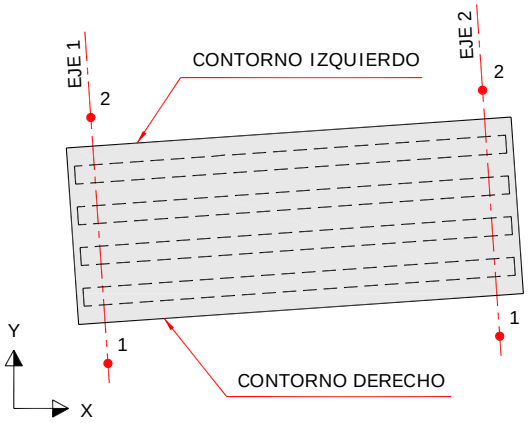
Contorno derecho:

Punto	X (m)	Y (m)
1	-10.000	0.000
2	38.800	0.000

Zona vial coincidente con los contornos.



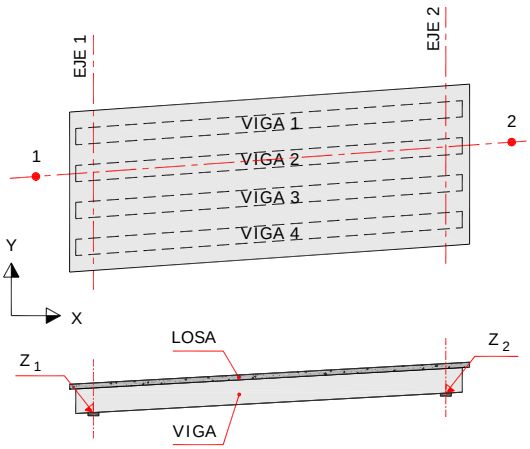
3.2.2 Definición de los ejes de apoyos



Coordenadas en planta de los ejes de apoyos :

	Punto 1		Punto 2	
Eje	X_1 (m)	Y_1 (m)	X_2 (m)	Y_2 (m)
1	0.000	0.000	15.462	22.000
2	28.800	0.000	44.262	22.000

3.2.3 Definición de los ejes de vigas



Coordenadas en planta de las vigas:

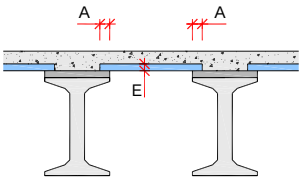
	Punto 1			Punto 2			Longitudes	
Viga	X_1 (m)	Y_1 (m)	Z_1 (m)	X_2 (m)	Y_2 (m)	Z_2 (m)	$L_{cálculo}$ (m)	L_{total} (m)
1	5.462	20.850	-1.550	54.262	20.850	-1.550	28.800	29.800
2	5.462	18.661	-1.550	54.262	18.661	-1.550	28.800	29.800
3	5.462	16.472	-1.550	54.262	16.472	-1.550	28.800	29.800
4	5.462	14.283	-1.550	54.262	14.283	-1.550	28.800	29.800
5	5.462	12.094	-1.550	54.262	12.094	-1.550	28.800	29.800
6	5.462	9.906	-1.550	54.262	9.906	-1.550	28.800	29.800
7	5.462	7.717	-1.550	54.262	7.717	-1.550	28.800	29.800
8	5.462	5.528	-1.550	54.262	5.528	-1.550	28.800	29.800
9	5.462	3.339	-1.550	54.262	3.339	-1.550	28.800	29.800
10	5.462	1.150	-1.550	54.262	1.150	-1.550	28.800	29.800

3.2.4 Definición de la losa

Definición de la losa

Losa de espesor constante
Espesor : 0.250 m

Definición de las prelosas



Se dispone prelosa

Anchura de apoyo : 0.050 m

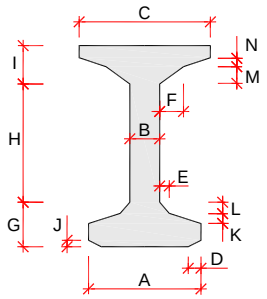
Espesor de la prelosa : 0.040 m

3.2.5 Definición de las vigas

Viga	Tipo	Catálogo	Nombre
1	Doble T	Precon	DT-PRE-120-120-B
2	Doble T	Precon	DT-PRE-120-120-B
3	Doble T	Precon	DT-PRE-120-120-B
4	Doble T	Precon	DT-PRE-120-120-B
5	Doble T	Precon	DT-PRE-120-120-B
6	Doble T	Precon	DT-PRE-120-120-B
7	Doble T	Precon	DT-PRE-120-120-B
8	Doble T	Precon	DT-PRE-120-120-B
9	Doble T	Precon	DT-PRE-120-120-B
10	Doble T	Precon	DT-PRE-120-120-B

3.2.5.1 Contorno de la sección

Sección DT-PRE-120-120-B :



Parámetro	Valor (mm)
A	700
B	150
C	1200
D	30
E	75
F	125
G	400

H	550
I	250
J	30
K	70
L	110
M	100
N	100

3.2.5.2 Armadura pasiva perimetral

Sección DT-PRE-120-120-B :

Valores calculados por el programa.

3.2.5.3 Propiedades geomecánicas de la sección

Instante	Descripción
I1	Tras la transferencia del pretesado
I2	Tras el hormigonado de la losa
I3	Tras la disposición de la superestructura
I4	Tras la apertura al tráfico
I5	A tiempo infinito

En los informes se utilizan las siguientes definiciones y notaciones:
Sección bruta : Sección de hormigón homogeneizada sin considerar la armadura pasiva ni la activa.
Sección neta : Se corresponde con la sección bruta pero añadiendo los huecos de las vainas de postesado.
Sección homogeneizada : Se añade a la sección neta la armadura activa que ya está inyectada en instantes anteriores, que se homogeneiza respecto del hormigón.
A : Área de la sección.
I_x : Momento de inercia respecto del eje horizontal que pasa por el centro de gravedad.
V_i : Distancia del centro de gravedad a la fibra inferior de la sección.

3.2.5.3.1 Secciones reales

Las secciones siguientes NO incluyen la reducción del ancho de losa asociada al coeficiente de ancho eficaz.
Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 1

		Sección real bruta			Sección real neta			Sección real homogeneizada		
Instante	Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
I1	1.200	0.463	0.091	-0.598	0.458	0.090	-0.603	0.486	0.097	-0.574
I2	1.200	0.463	0.091	-0.598	0.458	0.090	-0.603	0.486	0.097	-0.574
I3	1.450	0.910	0.217	-0.960	0.906	0.213	-0.964	0.933	0.233	-0.939
I4	1.450	0.910	0.217	-0.960	0.906	0.213	-0.964	0.933	0.233	-0.939
I5	1.450	0.910	0.217	-0.960	0.906	0.213	-0.964	0.933	0.233	-0.939

Viga 2

		Sección real bruta			Sección real neta			Sección real homogeneizada		
Instante	Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
I1	1.200	0.463	0.091	-0.598	0.458	0.090	-0.603	0.486	0.097	-0.574
I2	1.200	0.463	0.091	-0.598	0.458	0.090	-0.603	0.486	0.097	-0.574
I3	1.450	0.900	0.215	-0.955	0.896	0.211	-0.960	0.923	0.232	-0.934
I4	1.450	0.900	0.215	-0.955	0.896	0.211	-0.960	0.923	0.232	-0.934
I5	1.450	0.900	0.215	-0.955	0.896	0.211	-0.960	0.923	0.232	-0.934

Viga 3

		Sección real bruta			Sección real neta			Sección real homogeneizada		
Instante	Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
I1	1.200	0.463	0.091	-0.598	0.458	0.090	-0.603	0.486	0.097	-0.574
I2	1.200	0.463	0.091	-0.598	0.458	0.090	-0.603	0.486	0.097	-0.574
I3	1.450	0.900	0.215	-0.955	0.896	0.211	-0.960	0.923	0.232	-0.934
I4	1.450	0.900	0.215	-0.955	0.896	0.211	-0.960	0.923	0.232	-0.934
I5	1.450	0.900	0.215	-0.955	0.896	0.211	-0.960	0.923	0.232	-0.934

Viga 4

		Sección real bruta			Sección real neta			Sección real homogeneizada		
Instante	Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
I1	1.200	0.463	0.091	-0.598	0.458	0.090	-0.603	0.486	0.097	-0.574
I2	1.200	0.463	0.091	-0.598	0.458	0.090	-0.603	0.486	0.097	-0.574
I3	1.450	0.900	0.215	-0.955	0.896	0.211	-0.960	0.923	0.232	-0.934
I4	1.450	0.900	0.215	-0.955	0.896	0.211	-0.960	0.923	0.232	-0.934
I5	1.450	0.900	0.215	-0.955	0.896	0.211	-0.960	0.923	0.232	-0.934

Viga 5

		Sección real bruta			Sección real neta			Sección real homogeneizada		
Instante	Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
I1	1.200	0.463	0.091	-0.598	0.458	0.090	-0.603	0.486	0.097	-0.574
I2	1.200	0.463	0.091	-0.598	0.458	0.090	-0.603	0.486	0.097	-0.574
I3	1.450	0.900	0.215	-0.955	0.896	0.211	-0.960	0.923	0.232	-0.934
I4	1.450	0.900	0.215	-0.955	0.896	0.211	-0.960	0.923	0.232	-0.934
I5	1.450	0.900	0.215	-0.955	0.896	0.211	-0.960	0.923	0.232	-0.934

Viga 6

		Sección real bruta			Sección real neta			Sección real homogeneizada		
Instante	Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
I1	1.200	0.463	0.091	-0.598	0.458	0.090	-0.603	0.486	0.097	-0.574
I2	1.200	0.463	0.091	-0.598	0.458	0.090	-0.603	0.486	0.097	-0.574
I3	1.450	0.900	0.215	-0.955	0.896	0.211	-0.960	0.923	0.232	-0.934
I4	1.450	0.900	0.215	-0.955	0.896	0.211	-0.960	0.923	0.232	-0.934
I5	1.450	0.900	0.215	-0.955	0.896	0.211	-0.960	0.923	0.232	-0.934

Viga 7

		Sección real bruta			Sección real neta			Sección real homogeneizada		
Instante	Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
I1	1.200	0.463	0.091	-0.598	0.458	0.090	-0.603	0.486	0.097	-0.574
I2	1.200	0.463	0.091	-0.598	0.458	0.090	-0.603	0.486	0.097	-0.574
I3	1.450	0.900	0.215	-0.955	0.896	0.211	-0.960	0.923	0.232	-0.934
I4	1.450	0.900	0.215	-0.955	0.896	0.211	-0.960	0.923	0.232	-0.934

I5	1.450	0.900	0.215	-0.955	0.896	0.211	-0.960	0.923	0.232	-0.934

Viga 8

		Sección real bruta			Sección real neta			Sección real homogeneizada		
Instante	Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
I1	1.200	0.463	0.091	-0.598	0.458	0.090	-0.603	0.486	0.097	-0.574
I2	1.200	0.463	0.091	-0.598	0.458	0.090	-0.603	0.486	0.097	-0.574
I3	1.450	0.900	0.215	-0.955	0.896	0.211	-0.960	0.923	0.232	-0.934
I4	1.450	0.900	0.215	-0.955	0.896	0.211	-0.960	0.923	0.232	-0.934
I5	1.450	0.900	0.215	-0.955	0.896	0.211	-0.960	0.923	0.232	-0.934

Viga 9

		Sección real bruta			Sección real neta			Sección real homogeneizada		
Instante	Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
I1	1.200	0.463	0.091	-0.598	0.458	0.090	-0.603	0.486	0.097	-0.574
I2	1.200	0.463	0.091	-0.598	0.458	0.090	-0.603	0.486	0.097	-0.574
I3	1.450	0.900	0.215	-0.955	0.896	0.211	-0.960	0.923	0.232	-0.934
I4	1.450	0.900	0.215	-0.955	0.896	0.211	-0.960	0.923	0.232	-0.934
I5	1.450	0.900	0.215	-0.955	0.896	0.211	-0.960	0.923	0.232	-0.934

Viga 10

		Sección real bruta			Sección real neta			Sección real homogeneizada		
Instante	Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
I1	1.200	0.463	0.091	-0.598	0.458	0.090	-0.603	0.486	0.097	-0.574
I2	1.200	0.463	0.091	-0.598	0.458	0.090	-0.603	0.486	0.097	-0.574
I3	1.450	0.910	0.217	-0.960	0.906	0.213	-0.964	0.933	0.233	-0.939
I4	1.450	0.910	0.217	-0.960	0.906	0.213	-0.964	0.933	0.233	-0.939
I5	1.450	0.910	0.217	-0.960	0.906	0.213	-0.964	0.933	0.233	-0.939

3.2.5.3.2 Secciones eficaces

Las secciones siguientes SI incluyen la reducción del ancho de losa asociada al coeficiente de ancho eficaz.
Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 1

	Sección eficaz bruta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz neta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz homogeneizada viga+losa para estado límite de servicio		
Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
1.450	0.910	0.217	-0.960	0.906	0.213	-0.964	0.933	0.233	-0.939

Viga 2

	Sección eficaz bruta viga+losa para estado límite de servicio	Sección eficaz neta viga+losa para estado límite de servicio	Sección eficaz homogeneizada viga+losa para estado límite de servicio

Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
1.450	0.900	0.215	-0.955	0.896	0.211	-0.960	0.923	0.232	-0.934

Viga 3

	Sección eficaz bruta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz neta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz homogeneizada viga+losa para estado límite de servicio		
Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
1.450	0.900	0.215	-0.955	0.896	0.211	-0.960	0.923	0.232	-0.934

Viga 4

	Sección eficaz bruta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz neta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz homogeneizada viga+losa para estado límite de servicio		
Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
1.450	0.900	0.215	-0.955	0.896	0.211	-0.960	0.923	0.232	-0.934

Viga 5

	Sección eficaz bruta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz neta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz homogeneizada viga+losa para estado límite de servicio		
Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
1.450	0.900	0.215	-0.955	0.896	0.211	-0.960	0.923	0.232	-0.934

Viga 6

	Sección eficaz bruta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz neta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz homogeneizada viga+losa para estado límite de servicio		
Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
1.450	0.900	0.215	-0.955	0.896	0.211	-0.960	0.923	0.232	-0.934

Viga 7

	Sección eficaz bruta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz neta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz homogeneizada viga+losa para estado límite de servicio		
Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
1.450	0.900	0.215	-0.955	0.896	0.211	-0.960	0.923	0.232	-0.934

Viga 8

	Sección eficaz bruta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz neta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz homogeneizada viga+losa para estado límite de servicio		
Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i

(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
1.450	0.900	0.215	-0.955	0.896	0.211	-0.960	0.923	0.232	-0.934

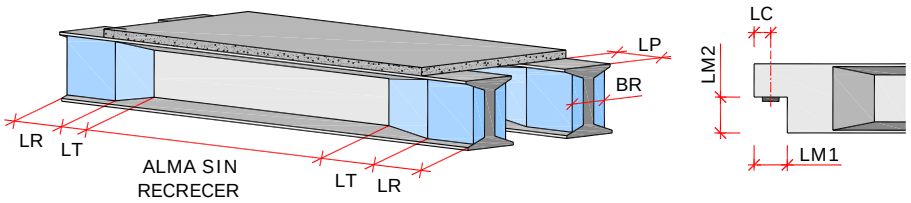
Viga 9

	Sección eficaz bruta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz neta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz homogeneizada viga+losa para estado límite de servicio		
Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
1.450	0.900	0.215	-0.955	0.896	0.211	-0.960	0.923	0.232	-0.934

Viga 10

	Sección eficaz bruta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz neta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz homogeneizada viga+losa para estado límite de servicio		
Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
1.450	0.910	0.217	-0.960	0.906	0.213	-0.964	0.933	0.233	-0.939

3.2.6 Geometría de vigas y losa en zona de apoyos



3.2.6.1 Culatas

Eje	Viga	Longitud (LC) (m)
1	1	0.500
1	2	0.500
1	3	0.500
1	4	0.500
1	5	0.500
1	6	0.500
1	7	0.500
1	8	0.500
1	9	0.500
1	10	0.500
2	1	0.500
2	2	0.500
2	3	0.500
2	4	0.500
2	5	0.500
2	6	0.500
2	7	0.500
2	8	0.500
2	9	0.500
2	10	0.500

3.2.6.2 Recrecido del alma en apoyos

Eje	Viga	Longitud (LR) (m)	Longitud de transición (LT) (m)	Anchura del alma (BR) (m)
1	1	1.200	0.500	0.500
1	2	1.200	0.500	0.500
1	3	1.200	0.500	0.500
1	4	1.200	0.500	0.500
1	5	1.200	0.500	0.500
1	6	1.200	0.500	0.500
1	7	1.200	0.500	0.500
1	8	1.200	0.500	0.500
1	9	1.200	0.500	0.500
1	10	1.200	0.500	0.500
2	1	1.200	0.500	0.500
2	2	1.200	0.500	0.500
2	3	1.200	0.500	0.500
2	4	1.200	0.500	0.500
2	5	1.200	0.500	0.500
2	6	1.200	0.500	0.500
2	7	1.200	0.500	0.500
2	8	1.200	0.500	0.500
2	9	1.200	0.500	0.500
2	10	1.200	0.500	0.500

3.2.6.3 Losa en apoyos

Tipo de junta en el eje 1: junta de dilatación

Distancia de los ejes de apoyos al borde de la losa en el eje 1 : 0.754 m

Tipo de junta en el eje 2: junta de dilatación

Distancia de los ejes de apoyos al borde de la losa en el eje 2 : 0.754 m

3.2.7 Coacciones en los apoyos

Viga	Apoyo	Vinculación	Constantes de rigidez elástica				
			Movimientos horizontales		Movimiento vertical	Giros	
			Ku_1 (kN/m)	Ku_2 (kN/m)	Ku_3 (kN/m)	Kg_1 (kNm/rad)	Kg_2 (kNm/rad)
1	1	Apoyo fijo					
1	2	Apoyo fijo					
2	1	Apoyo fijo					
2	2	Apoyo fijo					
3	1	Apoyo fijo					
3	2	Apoyo fijo					
4	1	Apoyo fijo					
4	2	Apoyo fijo					
5	1	Apoyo fijo					
5	2	Apoyo fijo					
6	1	Apoyo fijo					
6	2	Apoyo fijo					
7	1	Apoyo fijo					
7	2	Apoyo fijo					
8	1	Apoyo fijo					
8	2	Apoyo fijo					
9	1	Apoyo fijo					
9	2	Apoyo fijo					
10	1	Apoyo fijo					
10	2	Apoyo fijo					

3.2.8 Situación de transporte / izado

Coeficiente de impacto en situación de transporte : 2.000

3.3 Materiales

3.3.1 Hormigón Vigas

Denominación: HP-50

Resistencia característica a compresión, f_{ck}	:	50.0	MPa
Módulo elástico secante, E_{cm}	:	32902.4	MPa

Diagrama parábola-rectángulo:

Deformación de rotura a compresión simple, ε_{c0}	:	0.00200
Deformación de rotura en flexión, ε_{cu}	:	0.00350
Deformación máxima en armadura traccionada, ε_s	:	-0.01000

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_c	:	1.00
ELU, situación persistente, γ_c	:	1.50
ELU, situación accidental, γ_c	:	1.30

Tipo de cemento para Vigas : CEM I (según RC-08).

3.3.2 Hormigón Losa

Denominación: HA-30

Resistencia característica a compresión, f_{ck}	:	30.0	MPa
Módulo elástico secante, E_{cm}	:	28576.8	MPa

Diagrama parábola-rectángulo:

Deformación de rotura a compresión simple, ε_{c0}	:	0.00200
Deformación de rotura en flexión, ε_{cu}	:	0.00350
Deformación máxima en armadura traccionada, ε_s	:	-0.01000

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_c	:	1.00
ELU, situación persistente, γ_c	:	1.50
ELU, situación accidental, γ_c	:	1.30

Tipo de cemento para Losa : CEM II/A-S (según RC-08).

3.3.3 Hormigón Prelosas

Denominación: HA-40

Resistencia característica a compresión, f_{ck}	:	40.0	MPa
Módulo elástico secante, E_{cm}	:	30891.0	MPa

Diagrama parábola-rectángulo:

Deformación de rotura a compresión simple, ε_{c0}	:	0.00200
Deformación de rotura en flexión, ε_{cu}	:	0.00350
Deformación máxima en armadura traccionada, ε_s	:	-0.01000

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_c	:	1.00
ELU, situación persistente, γ_c	:	1.50
ELU, situación accidental, γ_c	:	1.30

Tipo de cemento para Prelosas : CEM II/A-S (según RC-08).

3.3.4 Armadura pasiva Vigas

Denominación: AP500 S

Módulo de deformación longitudinal del acero, E_s	:	200000	MPa
Deformación última en compresión, $\varepsilon_{max,1}$	:	0.01000	
Deformación última en tracción, $\varepsilon_{max,2}$	:	-0.01000	
Densidad del acero, γ	:	77.0	kN/m^3

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_s	:	1.00
ELU, situación persistente, γ_s	:	1.15
ELU, situación accidental, γ_s	:	1.00

3.3.5 Armadura pasiva Losa

Denominación: AP500 S

Módulo de deformación longitudinal del acero, E_s	:	200000	MPa
Deformación última en compresión, $\varepsilon_{max,1}$	:	0.01000	
Deformación última en tracción, $\varepsilon_{max,2}$	:	-0.01000	
Densidad del acero, γ	:	77.0	kN/m^3

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_s	:	1.00
ELU, situación persistente, γ_s	:	1.15
ELU, situación accidental, γ_s	:	1.00

3.3.6 Acero de la armadura activa del pretesado Vigas

Denominación: Y 1860 C

Límite elástico característico, f_{pk}	:	1670	MPa
Módulo de deformación longitudinal, E_p	:	190000	MPa
Deformación última en compresión, $\varepsilon_{max,1}$	:	0.02000	
Deformación última en tracción, $\varepsilon_{max,2}$	:	-0.02000	
Densidad del acero, γ	:	77.0	kN/m^3

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_s	:	1.00
ELU, situación persistente, γ_s	:	1.15
ELU, situación accidental, γ_s	:	1.00

Parámetros de relajación :

Parámetro de relajación, a	:	0.660000	
Parámetro de relajación, b	:	9.090000	
Relajación a 1000 horas después del tesado, ρ_{1000}	:	2.00000	%

$$\rho = a\ \rho_{1000}\ e^{b\mu}\ \left(\frac{t}{1000}\right)^{0.75(1-\mu)}\ 10^{-3}$$

ρ : relajación del acero a longitud constante (%)
μ : proporción de la tensión de trabajo respecto a la tensión unitaria máxima
t : tiempo después del tesado (horas)

3.4 Recubrimientos geométricos

Vigas	:	25	mm
Losa	:	45	mm
Prelosas	:	40	mm

3.5 Clases de exposición y fisuración

Vigas:
Ambiente: IIb
Anchura de fisura admisible : 0.20 mm

Losa:
Ambiente: IIb
Anchura de fisura admisible : 0.30 mm

3.6 Calendario de ejecución

Operación	Día
Día en que se hormigonan las vigas	0
Día en que se transfiere el pretesado en el parque de vigas	28
Día en que se hormigona la losa	30
Día en que se aplica la carga permanente sobre la losa	60

3.7 Definición del pretesado

Viga 1

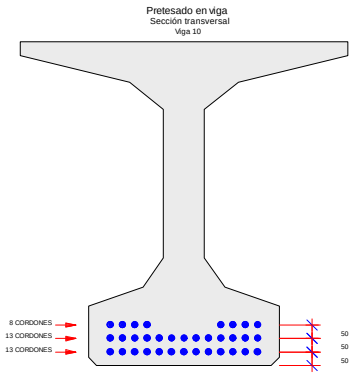
- Definición de los cordones :

Fila	Cota Y (mm)	Área del cordón (mm^2)	Diámetro nominal (mm)	Nº de cordones	Longitud entubamiento (m)	Longitud del quiebro (m)	Altura del quiebro (m)
1	50	140.0	15	13	0.000	0.000	0.000
2	100	140.0	15	13	2.000	0.000	0.000
3	150	140.0	15	8	6.000	0.000	0.000

- Fuerza de tesado :

Introducción rápida del pretesado
Pérdidas antes de la transferencia 6 mm/100m

Tensión inicial de tesado : 1395.00 MPa
Tensión final de tesado después de las pérdidas de transferencia : 1383.60 MPa



Viga 2

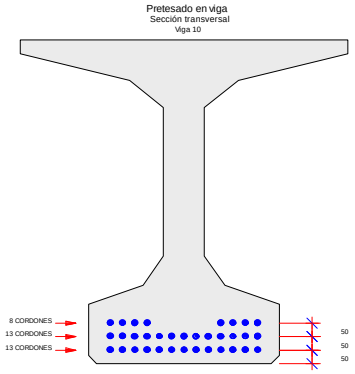
- Definición de los cordones :

Fila	Cota Y (mm)	Área del cordón (mm^2)	Diámetro nominal (mm)	Nº de cordones	Longitud entubamiento (m)	Longitud del quiebro (m)	Altura del quiebro (m)
1	50	140.0	15	13	0.000	0.000	0.000
2	100	140.0	15	13	2.000	0.000	0.000
3	150	140.0	15	8	6.000	0.000	0.000

- Fuerza de tesado :

Introducción rápida del pretesado
Pérdidas antes de la transferencia 6 mm/100m

Tensión inicial de tesado : 1395.00 MPa
Tensión final de tesado después de las pérdidas de transferencia : 1383.60 MPa



Viga 3

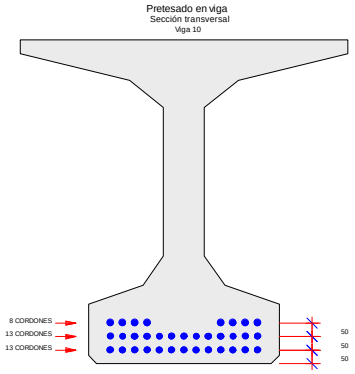
- Definición de los cordones :

Fila	Cota Y (mm)	Área del cordón (mm^2)	Diámetro nominal (mm)	Nº de cordones	Longitud entubamiento (m)	Longitud del quiebro (m)	Altura del quiebro (m)
1	50	140.0	15	13	0.000	0.000	0.000
2	100	140.0	15	13	2.000	0.000	0.000
3	150	140.0	15	8	6.000	0.000	0.000

- Fuerza de tesado :

Introducción rápida del pretesado
Pérdidas antes de la transferencia 6 mm/100m

Tensión inicial de tesado : 1395.00 MPa
Tensión final de tesado después de las pérdidas de transferencia : 1383.60 MPa



Viga 4

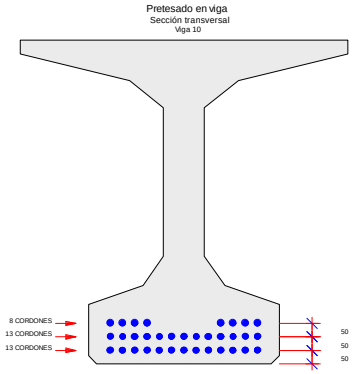
- Definición de los cordones :

Fila	Cota Y	Área del cordón	Diámetro nominal	Nº de cordones	Longitud entubamiento	Longitud del quiebro	Altura del quiebro
	(mm)	(mm^2)	(mm)		(m)	(m)	(m)
1	50	140.0	15	13	0.000	0.000	0.000
2	100	140.0	15	13	2.000	0.000	0.000
3	150	140.0	15	8	6.000	0.000	0.000

- Fuerza de tesado :

Introducción rápida del pretesado
Pérdidas antes de la transferencia 6 mm/100m

Tensión inicial de tesado	:	1395.00	MPa
Tensión final de tesado después de las pérdidas de transferencia	:	1383.60	MPa



Viga 5

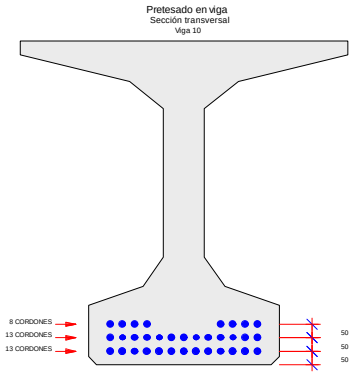
- Definición de los cordones :

Fila	Cota Y	Área del cordón	Diámetro nominal	Nº de cordones	Longitud entubamiento	Longitud del quiebro	Altura del quiebro
	(mm)	(mm^2)	(mm)		(m)	(m)	(m)
1	50	140.0	15	13	0.000	0.000	0.000
2	100	140.0	15	13	2.000	0.000	0.000
3	150	140.0	15	8	6.000	0.000	0.000

- Fuerza de tesado :

Introducción rápida del pretesado
Pérdidas antes de la transferencia 6 mm/100m

Tensión inicial de tesado	:	1395.00	MPa
Tensión final de tesado después de las pérdidas de transferencia	:	1383.60	MPa



Viga 6

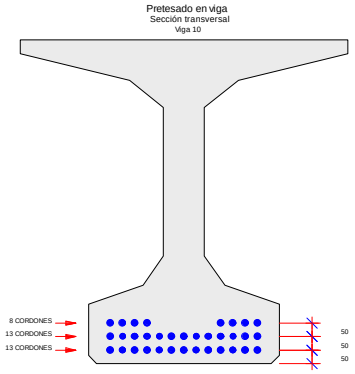
- Definición de los cordones :

Fila	Cota Y (mm)	Área del cordón (mm^2)	Diámetro nominal (mm)	Nº de cordones	Longitud entubamiento (m)	Longitud del quiebro (m)	Altura del quiebro (m)
1	50	140.0	15	13	0.000	0.000	0.000
2	100	140.0	15	13	2.000	0.000	0.000
3	150	140.0	15	8	6.000	0.000	0.000

- Fuerza de tesado :

Introducción rápida del pretesado
Pérdidas antes de la transferencia 6 mm/100m

Tensión inicial de tesado	:	1395.00	MPa
Tensión final de tesado después de las pérdidas de transferencia	:	1383.60	MPa



Viga 7

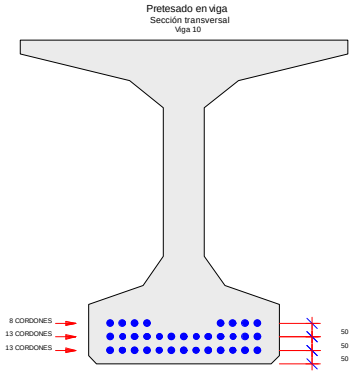
- Definición de los cordones :

Fila	Cota Y	Área del cordón	Diámetro nominal	Nº de cordones	Longitud entubamiento	Longitud del quiebro	Altura del quiebro
	(mm)	(mm^2)	(mm)		(m)	(m)	(m)
1	50	140.0	15	13	0.000	0.000	0.000
2	100	140.0	15	13	2.000	0.000	0.000
3	150	140.0	15	8	6.000	0.000	0.000

- Fuerza de tesado :

Introducción rápida del pretesado
Pérdidas antes de la transferencia 6 mm/100m

Tensión inicial de tesado	:	1395.00	MPa
Tensión final de tesado después de las pérdidas de transferencia	:	1383.60	MPa



Viga 8

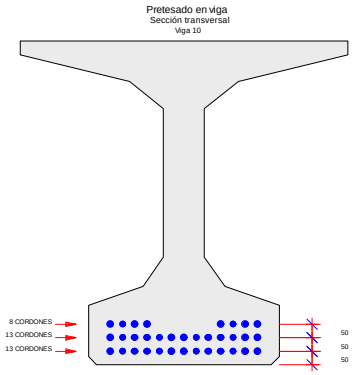
- Definición de los cordones :

Fila	Cota Y	Área del cordón	Diámetro nominal	Nº de cordones	Longitud entubamiento	Longitud del quiebro	Altura del quiebro
	(mm)	(mm^2)	(mm)		(m)	(m)	(m)
1	50	140.0	15	13	0.000	0.000	0.000
2	100	140.0	15	13	2.000	0.000	0.000
3	150	140.0	15	8	6.000	0.000	0.000

- Fuerza de tesado :

Introducción rápida del pretesado
Pérdidas antes de la transferencia 6 mm/100m

Tensión inicial de tesado	:	1395.00	MPa
Tensión final de tesado después de las pérdidas de transferencia	:	1383.60	MPa



Viga 9

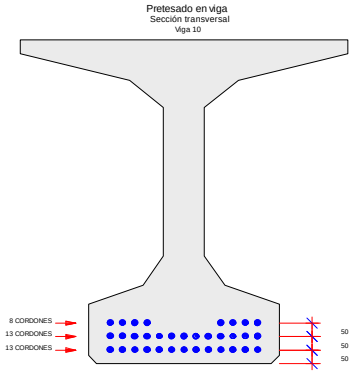
- Definición de los cordones :

Fila	Cota Y (mm)	Área del cordón (mm^2)	Diámetro nominal (mm)	Nº de cordones	Longitud entubamiento (m)	Longitud del quiebro (m)	Altura del quiebro (m)
1	50	140.0	15	13	0.000	0.000	0.000
2	100	140.0	15	13	2.000	0.000	0.000
3	150	140.0	15	8	6.000	0.000	0.000

- Fuerza de tesado :

Introducción rápida del pretesado
Pérdidas antes de la transferencia 6 mm/100m

Tensión inicial de tesado	:	1395.00	MPa
Tensión final de tesado después de las pérdidas de transferencia	:	1383.60	MPa



Viga 10

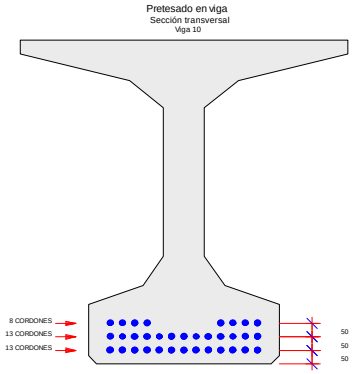
- Definición de los cordones :

Fila	Cota Y	Área del cordón	Diámetro nominal	Nº de cordones	Longitud entubamiento	Longitud del quiebro	Altura del quiebro
	(mm)	(mm^2)	(mm)		(m)	(m)	(m)
1	50	140.0	15	13	0.000	0.000	0.000
2	100	140.0	15	13	2.000	0.000	0.000
3	150	140.0	15	8	6.000	0.000	0.000

- Fuerza de tesado :

Introducción rápida del pretesado
Pérdidas antes de la transferencia 6 mm/100m

Tensión inicial de tesado	:	1395.00	MPa
Tensión final de tesado después de las pérdidas de transferencia	:	1383.60	MPa



3.8 Definición de la armadura pasiva

3.8.1 Armadura de flexión. Zona central.

Viga 1

Valores calculados por el programa.

Viga 2

Valores calculados por el programa.

Viga 3

Valores calculados por el programa.

Viga 4

Valores calculados por el programa.

Viga 5

Valores calculados por el programa.

Viga 6

Valores calculados por el programa.

Viga 7

Valores calculados por el programa.

Viga 8

Valores calculados por el programa.

Viga 9

Valores calculados por el programa.

Viga 10

Valores calculados por el programa.

3.8.2 Armadura de flexión. Zona de extremos.

Viga 1

Valores calculados por el programa.

Viga 2

Valores calculados por el programa.

Viga 3

Valores calculados por el programa.

Viga 4

Valores calculados por el programa.

Viga 5

Valores calculados por el programa.

Viga 6

Valores calculados por el programa.

Viga 7

Valores calculados por el programa.

Viga 8

Valores calculados por el programa.

Viga 9

Valores calculados por el programa.

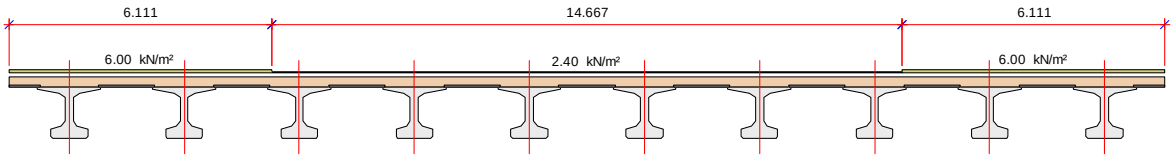
Viga 10

Valores calculados por el programa.

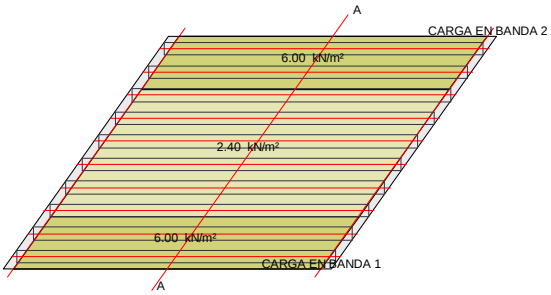
3.9 Acciones

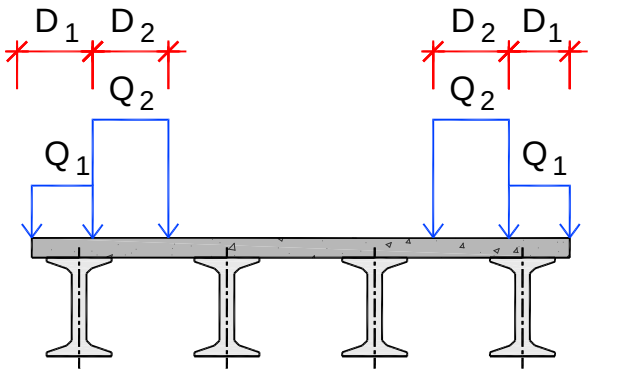
3.9.1 Acciones permanentes

Acciones permanentes
Sección transversal del tablero
Definición de la superestructura y del pavimento



Acciones permanentes
Planta del tablero
Definición de la superestructura y del pavimento





SUPERESTRUCTURA IZQUIERDA

SUPERESTRUCTURA DERECHA

Superestructura en borde izquierdo:

Tramo	Ancho D (m)	Carga superficial Q (kN/m^2)	Incremento (%)
1	5.000	6.00	0.0

Superestructura en borde derecho:

Tramo	Ancho D	Carga superficial Q	Incremento

	(m)	(kN/m2)	(%)
1	5.000	6.00	0.0

Cargas en banda:

Carga en banda número: 1

Carga tipo DC (Elementos no estructurales)

Carga lineal

Punto	x (m)	y (m)	Carga lineal (kN/m)
1	0.000	0.000	1.00
2	28.800	0.000	1.00

Carga en banda número: 2

Carga tipo DC (Elementos no estructurales)

Carga lineal

Punto	x (m)	y (m)	Carga lineal (kN/m)
1	15.462	22.000	1.00
2	44.262	22.000	1.00

Pavimento:

Peso del pavimento : 2.40 kN/m2
Incremento de carga del pavimento : 50.0 %

Acciones reológicas:

Humedad relativa : 70.0 %

Coeficientes de retracción y fluencia:

Viga 1

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.395
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.336

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.395
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.336

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.362
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.319

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada con la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.371
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.306

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.371
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.306

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.339
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.289

PL Peso propio de la losa y recrecido de la losa
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.339
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.289

Acciones que actúan sobre la sección de la viga + losa

SE2 Cargas permanentes sobre la viga + losa
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.129

Coeficiente de retracción en el instante de tesado : 11.978

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima :

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada con la losa encima :

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima : 35.286

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada con la losa encima : 33.452

Valores multiplicados por 100000
Viga 2

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.395
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.336

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.395
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.336

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.362
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.319

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada con la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.371
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.306

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.371
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.306

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.339
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.289

PL Peso propio de la losa y recrecido de la losa
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.339
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.289

Acciones que actúan sobre la sección de la viga + losa

SE2 Cargas permanentes sobre la viga + losa
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.129

Coeficiente de retracción en el instante de tesado : 11.978

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima :

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada con la losa encima :

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima : 35.286

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada con la losa encima : 33.452

Valores multiplicados por 100000
Viga 3

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.395
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.336

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.395
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.336

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.362
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.319

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada con la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.371
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.306

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.371
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.306

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.339
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.289

PL Peso propio de la losa y recrecido de la losa
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.339
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.289

Acciones que actúan sobre la sección de la viga + losa

SE2 Cargas permanentes sobre la viga + losa
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.129

Coeficiente de retracción en el instante de tesado : 11.978

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima :

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada con la losa encima :

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima : 35.286

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada con la losa encima : 33.452

Valores multiplicados por 100000
Viga 4

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.395
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.336

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.395
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.336

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.362
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.319

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada con la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.371
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.306

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.371
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.306

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.339
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.289

PL Peso propio de la losa y recrecido de la losa
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.339
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.289

Acciones que actúan sobre la sección de la viga + losa

SE2 Cargas permanentes sobre la viga + losa
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.129

Coeficiente de retracción en el instante de tesado : 11.978

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima :

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada con la losa encima :

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima : 35.286

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada con la losa encima : 33.452

Valores multiplicados por 100000
Viga 5

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.395
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.336

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.395
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.336

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.362
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.319

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada con la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.371
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.306

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.371
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.306

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.339
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.289

PL Peso propio de la losa y recrecido de la losa
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.339
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.289

Acciones que actúan sobre la sección de la viga + losa

SE2 Cargas permanentes sobre la viga + losa
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.129

Coeficiente de retracción en el instante de tesado : 11.978

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima :

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada con la losa encima :

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima : 35.286

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada con la losa encima : 33.452

Valores multiplicados por 100000
Viga 6

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.395
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.336

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.395
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.336

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.362
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.319

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada con la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.371
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.306

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.371
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.306

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.339
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.289

PL Peso propio de la losa y recrecido de la losa
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.339
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.289

Acciones que actúan sobre la sección de la viga + losa

SE2 Cargas permanentes sobre la viga + losa
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.129

Coeficiente de retracción en el instante de tesado : 11.978

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima :

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada con la losa encima :

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima : 35.286

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada con la losa encima : 33.452

Valores multiplicados por 100000
Viga 7

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.395
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.336

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.395

Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.336

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.362
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.319

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada con la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.371
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.306

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.371
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.306

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.339
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.289

PL Peso propio de la losa y recrecido de la losa
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.339
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.289

Acciones que actúan sobre la sección de la viga + losa

SE2 Cargas permanentes sobre la viga + losa
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.129

Coeficiente de retracción en el instante de tesado : 11.978

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima :

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada con la losa encima :

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima : 35.286

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada con la losa encima : 33.452

Valores multiplicados por 100000
Viga 8

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.395
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.336

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.395
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.336

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.362
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.319

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada con la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.371
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.306

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.371
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.306

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.339
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.289

PL Peso propio de la losa y recrecido de la losa
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.339
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.289

Acciones que actúan sobre la sección de la viga + losa

SE2 Cargas permanentes sobre la viga + losa
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.129

Coeficiente de retracción en el instante de tesado : 11.978

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima :

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada con la losa encima :

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima : 35.286

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada con la losa encima : 33.452

Valores multiplicados por 100000
Viga 9

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.395
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.336

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.395
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.336

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.362
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.319

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada con la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.371
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.306

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.371
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.306

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.339
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.289

PL Peso propio de la losa y recrecido de la losa
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.339
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.289

Acciones que actúan sobre la sección de la viga + losa

SE2 Cargas permanentes sobre la viga + losa
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.129

Coeficiente de retracción en el instante de tesado : 11.978

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima :

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada con la losa encima :

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima : 35.286

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada con la losa encima : 33.452

Valores multiplicados por 100000
Viga 10

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.395
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.336

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.395
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.336

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.362
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.319

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada con la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.371
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.306

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.371
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.306

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.339
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.289

PL Peso propio de la losa y recrecido de la losa
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.339
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.289

Acciones que actúan sobre la sección de la viga + losa

SE2 Cargas permanentes sobre la viga + losa

Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.129

Coeficiente de retracción en el instante de tesado : 11.978

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima :

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada con la losa encima :

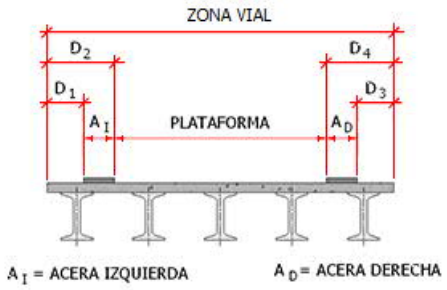
Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima : 35.286

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada con la losa encima : 33.452

Valores multiplicados por 100000

3.9.2 Acciones variables

- Definición de la zona vial :



Distancia D_1	:	0.000 m
Distancia D_2	:	5.000 m
Distancia D_3	:	0.000 m
Distancia D_4	:	5.000 m

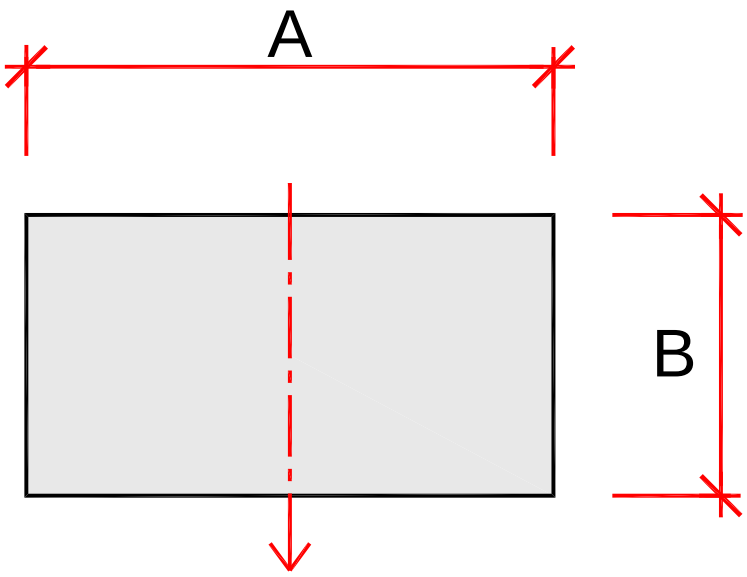
Tráfico sobre plataforma:

- Ancho de los carriles :

Punto	Ancho de plataforma (m)	Ancho de carril (m)
1	0.000	0.000
2	3.000	3.000
3	5.399	3.000
4	5.400	2.700
5	6.000	3.000
6	1000.000	3.000

- Definición de las ruedas del vehículo pesado :

HUELLA DE LAS RUEDAS



Rueda	X (m)	Y (m)
1	0.000	-1.000
2	0.000	1.000
3	1.200	-1.000
4	1.200	1.000

- Huellas de las ruedas del vehículo pesado :

Anchura, A : 0.400 m
Longitud, B : 0.400 m

- Valores característicos de las cargas :

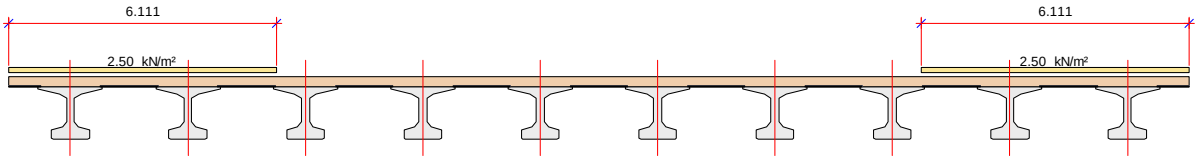
Situación	Carga por rueda (kN)	Sobrecarga repartida (kN/m^2)
Carril número 1	149.95	8.99
Carril número 2	99.97	2.50
Carril número 3	49.98	2.50
Resto de carriles	0.00	2.50
Área remanente	0.00	2.50

Tráfico sobre aceras:

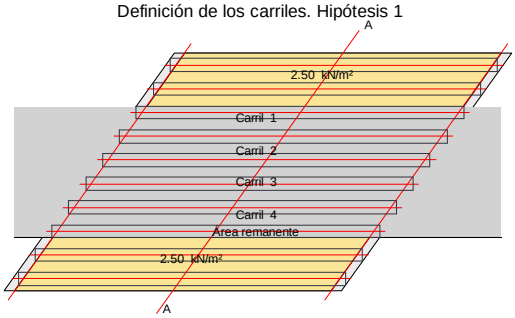
- Sobrecargas repartidas (valor reducido) :

Acera izquierda : 2.50 kN/m^2
Acera derecha : 2.50 kN/m^2

Acciones variables
Sección transversal del tablero
Definición de la plataforma y de las aceras



Acciones variables
Planta del tablero
Definición de los carriles. Hipótesis 1



Gradiente térmico:

Máxima diferencia térmica entre cara superior e inferior	:	10.5 ºC
Máxima diferencia térmica entre cara inferior y superior	:	8.0 ºC

Acción vertical del viento:

Velocidad básica del viento V_b (T):	:	30.1 m/s
Coeficiente de exposición (C_e):	:	1.7
Coeficiente de fuerza vertical ($C_{f,z}$):	:	0.9

3.10 Coeficientes de seguridad

3.10.1 Coeficientes de mayoración de las acciones, γ_F

ESTADOS LÍMITE ESTRUCTURALES						
	Estado límite de servicio		Estado límite último			
			Situación persistente		Situación accidental	
Coeficiente	Favor.	Desfavor.	Favor.	Desfavor.	Favor.	Desfavor.
Pretesado instantáneo	0.95	1.05	1.00	1.00	1.00	1.00
Postesado instantáneo	0.90	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00
Pérdidas de pretesado	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Pérdidas de postesado	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Peso propio de las vigas	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Peso propio de la losa	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Peso propio de las riostras	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Peso propio de las tierras	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Superestructura	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Descenso de apoyos	0.00	1.00	0.00	1.20	0.00	1.00

Reología	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Tráfico en aceras	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Tráfico en plataforma	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Frenado	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Fuerza centrífuga	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Viento vertical	0.00	1.00	0.00	1.50	0.00	1.00
Temperatura	0.00	1.00	0.00	1.50	0.00	1.00
Sismo	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
Impactos de vehículos	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00

3.10.2 Coeficientes de combinación

Acción	ψ_0	ψ_1	ψ_2
gr_1, vehículos pesados	0.75	0.75	0.00
gr_1, sobrecarga uniforme	0.40	0.40	0.00
gr_1, carga en aceras	0.40	0.40	0.00
gr_2, fuerzas horizontales	0.00	0.00	0.00
Viento	0.60	0.20	0.00
Temperatura	0.60	0.60	0.50

ψ_2 para la sobrecarga uniforme en situación sísmica : : 0.20

3.10.3 Flechas relativas admisibles

Valor frecuente de la sobrecarga de uso. f < 1 / 0.001

3.11 Configuración del cálculo

Coeficientes de anchura eficaz :

Valores calculados automáticamente por el programa.

Efectos diferidos internos de compatibilización :

Se considera la compatibilización de deformaciones por retracción entre viga y losa.
Se considera la compatibilización de deformaciones por fluencia entre viga y losa.
Factor F_j con que multiplicar los esfuerzos internos : Se aplica el factor calculado por el programa.

Cálculo a rotura por flexión :

La prelosa no colabora en la sección resistente de la losa en dirección longitudinal.
La prelosa colabora en la sección resistente de la losa en dirección transversal.

Cálculo a rotura por cortante y torsión :

El ángulo de inclinación de las bielas de compresión para el cálculo a cortante y torsión, se define en una serie de puntos equidistantes entre los extremos de las vigas :

Viga 1

Punto	Ángulo Teta (º)
1	45.0

Viga 2

Punto	Ángulo Teta (º)
1	45.0

Viga 3

Punto	Ángulo Teta (º)
1	45.0

Viga 4

Punto	Ángulo Teta (º)
1	45.0

Viga 5

Punto	Ángulo Teta (º)
1	45.0

Viga 6

Punto	Ángulo Teta (º)
1	45.0

Viga 7

Punto	Ángulo Teta (º)
1	45.0

Viga 8

Punto	Ángulo Teta (º)
1	45.0

Viga 9

Punto	Ángulo Teta (º)
1	45.0

Viga 10

Punto	Ángulo Teta (º)
1	45.0

En el cálculo a torsión se consideran independientemente la viga y la losa.

Cálculo a rasante viga - losa
El cálculo se realiza a partir del momento de rotura.

Posiciones del vehículo para el cálculo de las vigas
Número de posiciones en cada carril : 11

Posiciones del vehículo para el cálculo de la losa
Número de posiciones longitudinales : 5
Desplazamiento transversal del vehículo : 0.500 m

Calculo tensional en las vigas

El cálculo tensional en las vigas utiliza las secciones homogeneizadas.

3.12 Tráfico. Cálculo de la losa

Posiciones del vehículo para el cálculo de la losa

Posiciones de los vehículos para el cálculo de las reacciones en pilas y estribos calculadas por el programa

Número de posiciones longitudinales	:	5	
Desplazamiento transversal del vehículo	:	0.500	m

4 Modelo de viga simple (sin losa)

Para el cálculo de la viga simple (antes de fraguar la losa) se adopta un modelo de viga biapoyada discretizada en 10 barras equiespaciadas.

5 Modelo del tablero para el cálculo de las vigas

Para el cálculo de las vigas, una vez fraguada la losa, se adopta un modelo de emparrillado plano formado por barras longitudinales que modelizan la viga más losa, y por barras transversales que modelizan la losa del tablero.

6 Modelo del tablero para el cálculo de la losa

Para el cálculo de la losa del tablero se genera un modelo de emparrillado plano. Las vigas se modelizan mediante barras longitudinales. La losa se modeliza con barras longitudinales y transversales.

7 ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS EN LAS VIGAS

Se listan los valores mínimos y máximos a lo largo de cada viga.

Acción	Viga	Axil (kN)		Flector (kNm)		Cortante (kN)		Torsor (kNm)	
		Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
PV	1	0.0	0.0	-2.2	1200.3	-172.4	172.4	0.0	0.0
PV	2	0.0	0.0	-2.2	1200.3	-172.4	172.4	0.0	0.0
PV	3	0.0	0.0	-2.2	1200.3	-172.4	172.4	0.0	0.0
PV	4	0.0	0.0	-2.2	1200.3	-172.4	172.4	0.0	0.0
PV	5	0.0	0.0	-2.2	1200.3	-172.4	172.4	0.0	0.0
PV	6	0.0	0.0	-2.2	1200.3	-172.4	172.4	0.0	0.0
PV	7	0.0	0.0	-2.2	1200.3	-172.4	172.4	0.0	0.0
PV	8	0.0	0.0	-2.2	1200.3	-172.4	172.4	0.0	0.0
PV	9	0.0	0.0	-2.2	1200.3	-172.4	172.4	0.0	0.0
PV	10	0.0	0.0	-2.2	1200.3	-172.4	172.4	0.0	0.0
PL	1	0.0	0.0	-1.8	1452.6	-201.9	201.9	-2.9	2.9
PL	2	0.0	0.0	-1.7	1416.7	-196.9	196.9	-0.0	0.0
PL	3	0.0	0.0	-1.7	1416.7	-196.9	196.9	-0.0	0.0
PL	4	0.0	0.0	-1.7	1416.7	-196.9	196.9	0.0	0.0
PL	5	0.0	0.0	-1.7	1416.7	-196.9	196.9	0.0	0.0
PL	6	0.0	0.0	-1.7	1416.7	-196.9	196.9	-0.0	0.0
PL	7	0.0	0.0	-1.7	1416.7	-196.9	196.9	0.0	0.0
PL	8	0.0	0.0	-1.7	1416.7	-196.9	196.9	-0.0	0.0
PL	9	0.0	0.0	-1.7	1416.7	-196.9	196.9	0.0	0.0
PL	10	0.0	0.0	-1.8	1452.6	-201.9	201.9	-2.9	2.9
PI	1	0.0	5898.9	-2838.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PI	2	0.0	5898.9	-2838.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PI	3	0.0	5898.9	-2838.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PI	4	0.0	5898.9	-2838.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PI	5	0.0	5898.9	-2838.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PI	6	0.0	5898.9	-2838.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PI	7	0.0	5898.9	-2838.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

PI	8	0.0	5898.9	-2838.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PI	9	0.0	5898.9	-2838.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PI	10	0.0	5898.9	-2838.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SE	1	0.0	0.0	-16.8	1452.6	-193.9	219.3	-10.8	28.3
SE	2	0.0	0.0	-10.0	1203.6	-178.8	126.3	-12.7	24.2
SE	3	0.0	0.0	-5.3	1009.1	-146.1	124.2	-10.4	16.7
SE	4	0.0	0.0	-2.6	889.8	-118.5	111.1	-5.8	11.8
SE	5	0.0	0.0	-0.6	831.3	-106.6	104.6	-1.3	9.6
SE	6	0.0	0.0	-0.6	831.3	-104.6	106.6	-1.3	9.6
SE	7	0.0	0.0	-2.6	889.8	-111.1	118.5	-5.8	11.8
SE	8	0.0	0.0	-5.3	1009.1	-124.2	146.1	-10.4	16.7
SE	9	0.0	0.0	-10.0	1203.6	-126.3	178.8	-12.7	24.2
SE	10	0.0	0.0	-16.8	1452.6	-219.3	193.9	-10.8	28.3
TRA	1	0.0	0.0	-8.7	540.0	-71.7	87.4	-7.3	13.6
TRA	2	0.0	0.0	-7.2	380.1	-67.2	36.7	-7.9	12.0
TRA	3	0.0	0.0	-9.0	231.5	-40.7	23.0	-7.6	8.8
TRA	4	0.0	0.0	-7.2	118.5	-16.7	11.4	-5.5	6.0
TRA	5	0.0	0.0	-1.8	56.6	-5.6	5.2	-3.1	3.3
TRA	6	0.0	0.0	-1.8	56.6	-5.2	5.6	-3.1	3.3
TRA	7	0.0	0.0	-7.2	118.5	-11.4	16.7	-5.5	6.0
TRA	8	0.0	0.0	-9.0	231.5	-23.0	40.7	-7.6	8.8
TRA	9	0.0	0.0	-7.2	380.1	-36.7	67.2	-7.9	12.0
TRA	10	0.0	0.0	-8.7	540.0	-87.4	71.7	-7.3	13.6
TRP	1	0.0	0.0	-135.5	646.9	-71.6	58.2	-42.7	39.6
TRP	2	0.0	0.0	-18.4	1362.1	-127.8	275.7	-39.4	46.4
TRP	3	0.0	0.0	-19.9	2228.8	-343.2	452.4	-35.7	45.9
TRP	4	0.0	0.0	-23.6	2571.5	-464.5	496.5	-33.6	43.5
TRP	5	0.0	0.0	-27.9	2603.8	-451.2	427.2	-31.7	42.5
TRP	6	0.0	0.0	-27.9	2603.6	-427.1	451.1	-31.7	42.5
TRP	7	0.0	0.0	-23.6	2571.8	-496.5	464.7	-33.6	43.5
TRP	8	0.0	0.0	-19.9	2229.2	-452.4	343.7	-35.7	45.9
TRP	9	0.0	0.0	-18.4	1362.2	-275.7	127.8	-39.4	46.4
TRP	10	0.0	0.0	-135.5	646.9	-58.2	71.6	-42.7	39.6
VI	1	0.0	0.0	-439.0	439.0	-63.5	63.5	-5.7	5.7
VI	2	0.0	0.0	-392.9	392.9	-53.8	53.8	-5.3	5.3
VI	3	0.0	0.0	-352.2	352.2	-50.0	50.0	-4.9	4.9
VI	4	0.0	0.0	-302.2	302.2	-45.5	45.5	-5.4	5.4
VI	5	0.0	0.0	-233.0	233.0	-38.6	38.6	-6.2	6.2
VI	6	0.0	0.0	-233.0	233.0	-38.6	38.6	-6.2	6.2
VI	7	0.0	0.0	-302.2	302.2	-45.5	45.5	-5.4	5.4
VI	8	0.0	0.0	-352.2	352.2	-50.0	50.0	-4.9	4.9
VI	9	0.0	0.0	-392.9	392.9	-53.8	53.8	-5.3	5.3
VI	10	0.0	0.0	-439.0	439.0	-63.5	63.5	-5.7	5.7
GT	1	0.0	0.0	-8.9	6.8	-5.1	3.9	-6.7	5.1
GT	2	0.0	0.0	-10.7	14.0	-4.9	6.4	-6.4	4.9
GT	3	0.0	0.0	-9.5	12.5	-3.7	3.0	-5.8	4.4
GT	4	0.0	0.0	-10.2	13.4	-3.8	3.2	-5.7	4.3
GT	5	0.0	0.0	-9.7	12.7	-3.2	3.0	-5.7	4.3
GT	6	0.0	0.0	-9.7	12.7	-3.0	3.2	-5.7	4.3
GT	7	0.0	0.0	-10.2	13.4	-3.2	3.8	-5.7	4.3
GT	8	0.0	0.0	-9.5	12.5	-3.0	3.7	-5.8	4.4
GT	9	0.0	0.0	-10.7	14.0	-6.4	4.9	-6.4	4.9
GT	10	0.0	0.0	-8.9	6.8	-3.9	5.1	-6.7	5.1
RTV	1	0.0	212.7	0.0	146.7	0.0	0.0	0.0	0.0
RTV	2	0.0	210.9	0.0	145.6	0.0	0.0	0.0	0.0
RTV	3	0.0	210.9	0.0	145.6	0.0	0.0	0.0	0.0
RTV	4	0.0	210.9	0.0	145.6	0.0	0.0	0.0	0.0
RTV	5	0.0	210.9	0.0	145.6	0.0	0.0	0.0	0.0
RTV	6	0.0	210.9	0.0	145.6	0.0	0.0	0.0	0.0
RTV	7	0.0	210.9	0.0	145.6	0.0	0.0	0.0	0.0
RTV	8	0.0	210.9	0.0	145.6	0.0	0.0	0.0	0.0
RTV	9	0.0	210.9	0.0	145.6	0.0	0.0	0.0	0.0
RTV	10	0.0	212.7	0.0	146.7	0.0	0.0	0.0	0.0
FLV	1	-401.3	224.1	-284.6	164.4	0.0	0.0	0.0	0.0
FLV	2	-398.5	224.0	-283.2	164.3	0.0	0.0	0.0	0.0
FLV	3	-408.1	222.6	-290.6	163.3	0.0	0.0	0.0	0.0
FLV	4	-413.9	221.3	-295.2	162.4	0.0	0.0	0.0	0.0

FLV	5	-416.8	220.7	-297.4	161.9	0.0	0.0	0.0	0.0
FLV	6	-416.8	220.7	-297.4	161.9	0.0	0.0	0.0	0.0
FLV	7	-413.9	221.3	-295.2	162.4	0.0	0.0	0.0	0.0
FLV	8	-408.1	222.6	-290.6	163.3	0.0	0.0	0.0	0.0
FLV	9	-398.5	224.0	-283.2	164.3	0.0	0.0	0.0	0.0
FLV	10	-401.3	224.1	-284.6	164.4	0.0	0.0	0.0	0.0
RTL	1	-212.7	-0.0	0.0	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0
RTL	2	-210.9	-0.0	0.0	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0
RTL	3	-210.9	-0.0	0.0	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0
RTL	4	-210.9	-0.0	0.0	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0
RTL	5	-210.9	-0.0	0.0	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0
RTL	6	-210.9	-0.0	0.0	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0
RTL	7	-210.9	-0.0	0.0	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0
RTL	8	-210.9	-0.0	0.0	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0
RTL	9	-210.9	-0.0	0.0	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0
RTL	10	-212.7	-0.0	0.0	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0
FLL	1	-224.1	401.3	-15.6	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
FLL	2	-224.0	398.5	-15.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
FLL	3	-222.6	408.1	-14.9	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
FLL	4	-221.3	413.9	-14.7	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
FLL	5	-220.7	416.8	-14.6	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
FLL	6	-220.7	416.8	-14.6	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
FLL	7	-221.3	413.9	-14.7	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
FLL	8	-222.6	408.1	-14.9	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
FLL	9	-224.0	398.5	-15.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
FLL	10	-224.1	401.3	-15.6	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
PPS	1	-232.8	0.0	0.0	112.2	0.0	0.0	0.0	0.0
PPS	2	-233.7	0.0	0.0	112.6	0.0	0.0	0.0	0.0
PPS	3	-233.7	0.0	0.0	112.6	0.0	0.0	0.0	0.0
PPS	4	-233.7	0.0	0.0	112.6	0.0	0.0	0.0	0.0
PPS	5	-233.7	0.0	0.0	112.6	0.0	0.0	0.0	0.0
PPS	6	-233.7	0.0	0.0	112.6	0.0	0.0	0.0	0.0
PPS	7	-233.7	0.0	0.0	112.6	0.0	0.0	0.0	0.0
PPS	8	-233.7	0.0	0.0	112.6	0.0	0.0	0.0	0.0
PPS	9	-233.7	0.0	0.0	112.6	0.0	0.0	0.0	0.0
PPS	10	-232.8	0.0	0.0	112.2	0.0	0.0	0.0	0.0
PPC	1	-573.5	0.0	0.0	485.3	0.0	0.0	0.0	0.0
PPC	2	-593.4	0.0	0.0	499.5	0.0	0.0	0.0	0.0
PPC	3	-601.0	0.0	0.0	505.9	0.0	0.0	0.0	0.0
PPC	4	-606.4	0.0	0.0	510.4	0.0	0.0	0.0	0.0
PPC	5	-608.8	0.0	0.0	512.5	0.0	0.0	0.0	0.0
PPC	6	-608.8	0.0	0.0	512.5	0.0	0.0	0.0	0.0
PPC	7	-606.4	0.0	0.0	510.4	0.0	0.0	0.0	0.0
PPC	8	-601.0	0.0	0.0	505.9	0.0	0.0	0.0	0.0
PPC	9	-593.4	0.0	0.0	499.5	0.0	0.0	0.0	0.0
PPC	10	-573.5	0.0	0.0	485.3	0.0	0.0	0.0	0.0

Peso propio de las vigas (PV)
Peso propio de la losa (PL)
Pretesado instantáneo (PI)
Superestructura (SE)
Tráfico en aceras (TRA)
Tráfico en plataforma (TRP)
Viento vertical (VI)
Gradiente térmico (GT)
Retracción (esfuerzos en las vigas, RTV)
Fluencia (esfuerzos en las vigas, FLV)
Retracción (esfuerzos en la losa, RTL)
Fluencia (esfuerzos en la losa, FLL)
Pérdidas de pretesado hasta el fraguado de la losa (PPS)
Pérdidas de pretesado entre el fraguado de la losa y tiempo infinito (PPC)

8 FUERZA DE PRETENSADO

8.1 Fuerzas de pretesado

Coeficientes de seguridad empleados : unitarios.

8.1.1 Fuerza de pretesado a lo largo de cada cable en cada instante

P1 : Fuerza de pretesado después de tesar.
Prt1 : Pérdida de pretesado por retracción del hormigón entre P1 y P2.
Pfl1 : Pérdida de pretesado por fluencia del hormigón entre P1 y P2.
Prl1 : Pérdida de pretesado por relajación del acero de la armadura activa entre P1 y P2.
P2 : Fuerza de pretesado tras el fraguado de la losa.
Prt2 : Pérdida de pretesado por retracción del hormigón entre P2 y P3.
Pfl2 : Pérdida de pretesado por fluencia del hormigón entre P2 y P3.
Prl2 : Pérdida de pretesado por relajación del acero de la armadura activa entre P2 y P3.
P3 : Fuerza de pretesado a tiempo infinito.

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 1										
		Fuerza	Pérdidas			Fuerza	Pérdidas			Fuerza
Distancia al eje 1	Fila	P1	Prt1	Pfl1	Prl1	P2	Prt2	Pfl2	Prl2	P3
(m)		(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
14.400	1	2242.9	5.9	49.7	20.5	2166.8	57.0	72.1	49.9	1987.8
14.400	2	2257.6	5.9	49.0	21.2	2181.6	58.1	71.2	51.6	2000.7
14.400	3	1398.3	3.6	29.7	13.5	1351.6	36.4	43.2	32.8	1239.2

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 2										
		Fuerza	Pérdidas			Fuerza	Pérdidas			Fuerza
Distancia al eje 1	Fila	P1	Prt1	Pfl1	Prl1	P2	Prt2	Pfl2	Prl2	P3
(m)		(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
14.400	1	2242.9	5.9	50.3	20.5	2166.2	57.0	81.3	49.9	1978.0
14.400	2	2257.6	5.9	49.5	21.2	2181.1	58.1	79.8	51.6	1991.5
14.400	3	1398.3	3.6	29.9	13.5	1351.3	36.4	48.2	32.8	1233.9

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 3										
		Fuerza	Pérdidas			Fuerza	Pérdidas			Fuerza
Distancia al eje 1	Fila	P1	Prt1	Pfl1	Prl1	P2	Prt2	Pfl2	Prl2	P3
(m)		(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
14.400	1	2242.9	5.9	50.3	20.5	2166.2	57.0	87.9	49.9	1971.4
14.400	2	2257.6	5.9	49.5	21.2	2181.1	58.1	86.0	51.6	1985.4
14.400	3	1398.3	3.6	29.9	13.5	1351.3	36.4	51.8	32.8	1230.4

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 4										
		Fuerza	Pérdidas			Fuerza	Pérdidas			Fuerza
Distancia al eje 1	Fila	P1	Prt1	Pfl1	Prl1	P2	Prt2	Pfl2	Prl2	P3
(m)		(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
14.400	1	2242.9	5.9	50.3	20.5	2166.2	57.0	92.0	49.9	1967.3
14.400	2	2257.6	5.9	49.5	21.2	2181.1	58.1	89.8	51.6	1981.6
14.400	3	1398.3	3.6	29.9	13.5	1351.3	36.4	53.9	32.8	1228.2

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 5										
		Fuerza	Pérdidas			Fuerza	Pérdidas			Fuerza
Distancia al eje 1	Fila	P1	Prt1	Pfl1	Prl1	P2	Prt2	Pfl2	Prl2	P3
(m)		(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)

14.400	1	2242.9	5.9	50.3	20.5	2166.2	57.0	94.0	49.9	1965.3
14.400	2	2257.6	5.9	49.5	21.2	2181.1	58.1	91.7	51.6	1979.7
14.400	3	1398.3	3.6	29.9	13.5	1351.3	36.4	55.0	32.8	1227.1

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 6										
		Fuerza	Pérdidas			Fuerza	Pérdidas			Fuerza
Distancia al eje 1	Fila	P1	Prt1	Pfl1	Prl1	P2	Prt2	Pfl2	Prl2	P3
(m)		(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
14.400	1	2242.9	5.9	50.3	20.5	2166.2	57.0	94.0	49.9	1965.3
14.400	2	2257.6	5.9	49.5	21.2	2181.1	58.1	91.7	51.6	1979.7
14.400	3	1398.3	3.6	29.9	13.5	1351.3	36.4	55.0	32.8	1227.1

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 7										
		Fuerza	Pérdidas			Fuerza	Pérdidas			Fuerza
Distancia al eje 1	Fila	P1	Prt1	Pfl1	Prl1	P2	Prt2	Pfl2	Prl2	P3
(m)		(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
14.400	1	2242.9	5.9	50.3	20.5	2166.2	57.0	92.0	49.9	1967.3
14.400	2	2257.6	5.9	49.5	21.2	2181.1	58.1	89.8	51.6	1981.6
14.400	3	1398.3	3.6	29.9	13.5	1351.3	36.4	53.9	32.8	1228.2

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 8										
		Fuerza	Pérdidas			Fuerza	Pérdidas			Fuerza
Distancia al eje 1	Fila	P1	Prt1	Pfl1	Prl1	P2	Prt2	Pfl2	Prl2	P3
(m)		(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
14.400	1	2242.9	5.9	50.3	20.5	2166.2	57.0	87.9	49.9	1971.4
14.400	2	2257.6	5.9	49.5	21.2	2181.1	58.1	86.0	51.6	1985.4
14.400	3	1398.3	3.6	29.9	13.5	1351.3	36.4	51.8	32.8	1230.4

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 9										
		Fuerza	Pérdidas			Fuerza	Pérdidas			Fuerza
Distancia al eje 1	Fila	P1	Prt1	Pfl1	Prl1	P2	Prt2	Pfl2	Prl2	P3
(m)		(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
14.400	1	2242.9	5.9	50.3	20.5	2166.2	57.0	81.3	49.9	1978.0
14.400	2	2257.6	5.9	49.5	21.2	2181.1	58.1	79.8	51.6	1991.5
14.400	3	1398.3	3.6	29.9	13.5	1351.3	36.4	48.2	32.8	1233.9

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 10										
		Fuerza	Pérdidas			Fuerza	Pérdidas			Fuerza
Distancia al eje 1	Fila	P1	Prt1	Pfl1	Prl1	P2	Prt2	Pfl2	Prl2	P3
(m)		(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
14.400	1	2242.9	5.9	49.7	20.5	2166.8	57.0	72.1	49.9	1987.8
14.400	2	2257.6	5.9	49.0	21.2	2181.6	58.1	71.2	51.6	2000.7
14.400	3	1398.3	3.6	29.7	13.5	1351.6	36.4	43.2	32.8	1239.2

8.1.2 Pérdidas de pretesado totales

P0 : Fuerza de tesado.
DP1a : Pérdidas de pretesado previas a la transferencia de la fuerza de tesado al hormigón.
DP1b : Pérdidas de pretesado por acortamiento elástico.
DP1 : Pérdidas totales instantáneas de pretesado.
P1 : Fuerza de pretesado tras las pérdidas instantáneas.
DP2 : Pérdidas totales diferidas de pretesado.

DP3 : Pérdidas totales de pretesado.
P2 : Fuerza de pretesado a tiempo infinito.

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 1

Distancia al eje 1	P0	DP1a	DP1b	DP1	P1	DP2	DP3	P2
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
14.400	6640.2	54.3	687.1	741.3	5898.9	671.2	1412.5	5227.7

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 2

Distancia al eje 1	P0	DP1a	DP1b	DP1	P1	DP2	DP3	P2
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
14.400	6640.2	54.3	687.1	741.3	5898.9	695.5	1436.8	5203.4

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 3

Distancia al eje 1	P0	DP1a	DP1b	DP1	P1	DP2	DP3	P2
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
14.400	6640.2	54.3	687.1	741.3	5898.9	711.8	1453.1	5187.1

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 4

Distancia al eje 1	P0	DP1a	DP1b	DP1	P1	DP2	DP3	P2
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
14.400	6640.2	54.3	687.1	741.3	5898.9	721.8	1463.1	5177.1

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 5

Distancia al eje 1	P0	DP1a	DP1b	DP1	P1	DP2	DP3	P2
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
14.400	6640.2	54.3	687.1	741.3	5898.9	726.7	1468.0	5172.2

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 6

Distancia al eje 1	P0	DP1a	DP1b	DP1	P1	DP2	DP3	P2
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
14.400	6640.2	54.3	687.1	741.3	5898.9	726.7	1468.0	5172.2

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 7

Distancia al eje 1	P0	DP1a	DP1b	DP1	P1	DP2	DP3	P2
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
14.400	6640.2	54.3	687.1	741.3	5898.9	721.8	1463.1	5177.1

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 8

Distancia al eje 1	P0	DP1a	DP1b	DP1	P1	DP2	DP3	P2
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
14.400	6640.2	54.3	687.1	741.3	5898.9	711.8	1453.1	5187.1

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 9

Distancia al eje 1	P0	DP1a	DP1b	DP1	P1	DP2	DP3	P2
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
14.400	6640.2	54.3	687.1	741.3	5898.9	695.5	1436.8	5203.4

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 10

Distancia al eje 1	P0	DP1a	DP1b	DP1	P1	DP2	DP3	P2
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
14.400	6640.2	54.3	687.1	741.3	5898.9	671.2	1412.5	5227.7

8.1.3 Pérdidas de pretesado totales (%)

DP1 : Pérdidas totales instantáneas de pretesado.
DP2 : Pérdidas totales diferidas de pretesado.
DP3 : Pérdidas totales de pretesado.

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 1

Distancia al eje 1	DP1	DP2	DP3
(m)	(%)	(%)	(%)
14.400	11.2	10.1	21.3

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 2

Distancia al eje 1	DP1	DP2	DP3
(m)	(%)	(%)	(%)
14.400	11.2	10.5	21.6

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 3

Distancia al eje 1	DP1	DP2	DP3
(m)	(%)	(%)	(%)
14.400	11.2	10.7	21.9

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 4

Distancia al eje 1	DP1	DP2	DP3
(m)	(%)	(%)	(%)
14.400	11.2	10.9	22.0

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 5

Distancia al eje 1	DP1	DP2	DP3
(m)	(%)	(%)	(%)
14.400	11.2	10.9	22.1

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 6

Distancia al eje 1	DP1	DP2	DP3
(m)	(%)	(%)	(%)
14.400	11.2	10.9	22.1

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 7			
Distancia al eje 1	DP1	DP2	DP3
(m)	(%)	(%)	(%)
14.400	11.2	10.9	22.0

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 8			
Distancia al eje 1	DP1	DP2	DP3
(m)	(%)	(%)	(%)
14.400	11.2	10.7	21.9

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 9			
Distancia al eje 1	DP1	DP2	DP3
(m)	(%)	(%)	(%)
14.400	11.2	10.5	21.6

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 10			
Distancia al eje 1	DP1	DP2	DP3
(m)	(%)	(%)	(%)
14.400	11.2	10.1	21.3

9 VERIFICACIÓN DEL EL ENCAJE TENSIONAL EN LAS VIGAS

9.1 Tensiones admisibles

Tras la transferencia del pretesado

		Combinación	Cuasi permanente		Frecuente		Característica	
			Considerar	σ_{adm} (MPa)	Considerar	σ_{adm} (MPa)	Considerar	σ_{adm} (MPa)
Viga	Compresiones	Tensiones	Sí	30.00	Sí	30.00	Sí	30.00
	Tracciones	Tensiones	No		Sí	-4.07	No	

Tras el hormigonado de la losa

		Combinación	Cuasi permanente		Frecuente		Característica	
			Considerar	σ_{adm} (MPa)	Considerar	σ_{adm} (MPa)	Considerar	σ_{adm} (MPa)
Viga	Compresiones	Tensiones	Sí	30.00	Sí	30.00	Sí	30.00
	Tracciones	Tensiones	No		Sí	-4.07	No	

Tras la disposición de la superestructura

		Combinación	Cuasi permanente		Frecuente		Característica	
			Considerar	σ_{adm} (MPa)	Considerar	σ_{adm} (MPa)	Considerar	σ_{adm} (MPa)
Losa	Compresiones	Tensiones	Sí	18.00	Sí	18.00	Sí	18.00
	Tracciones	Tensiones	No		No		No	
Viga	Compresiones	Tensiones	Sí	30.00	Sí	30.00	Sí	30.00

	Tracciones	Tensiones	No		Sí	-4.07	No
Cables pretesado	Tracciones	Tensiones	Sí	0.00	No		No

Tras la apertura al tráfico

		Combinación	Cuasi permanente		Frecuente		Característica	
			Considerar	σ_{adm} (MPa)	Considerar	σ_{adm} (MPa)	Considerar	σ_{adm} (MPa)
Losa	Compresiones	Tensiones	Sí	18.00	Sí	18.00	Sí	18.00
	Tracciones	Tensiones	No		No		No	
Viga	Compresiones	Tensiones	Sí	30.00	Sí	30.00	Sí	30.00
	Tracciones	Tensiones	No		Sí	-4.07	No	
Cables pretesado	Tracciones	Tensiones	Sí	0.00	No		No	

A tiempo infinito

		Combinación	Cuasi permanente		Frecuente		Característica	
			Considerar	σ_{adm} (MPa)	Considerar	σ_{adm} (MPa)	Considerar	σ_{adm} (MPa)
Losa	Compresiones	Tensiones	Sí	18.00	Sí	18.00	Sí	18.00
	Tracciones	Tensiones	No		No		No	
Viga	Compresiones	Tensiones	Sí	30.00	Sí	30.00	Sí	30.00
	Tracciones	Tensiones	No		Sí	-4.07	No	
Cables pretesado	Tracciones	Tensiones	Sí	0.00	No		No	

Verificación de las tracciones en el hormigón a la altura de los cables:

Se consideran todos los cables.

9.2 Situación persistente. Combinación cuasi permanente

Cables pretesado : se muestran las tensiones en el hormigón a la altura del cable más traccionado.

No se están calculando las tensiones en la prelosa.

Viga 1:

Viga 1. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	25.71	-3.88	1.84				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 1. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)

Tensión pésima	0.00	0.00	19.53	-3.10	11.47
Tensión admisible			30.00		30.00

Se cumple la verificación

Viga 1. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	17.91	-3.13	13.10	-0.02	1.41	-0.03	2.77
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 1. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	17.91	-3.13	13.10	-0.02	1.42	-0.04	2.77
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 1. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	0.02	14.88	-0.86	11.57	-0.68	2.39	-0.87	3.02
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 2:

Viga 2. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	25.71	-3.88	1.84				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 2. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	19.59	-3.10	11.24				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 2. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.65	-3.12	12.62	-0.01	1.20	-0.02	2.33
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 2. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.67	-3.12	12.62	-0.01	1.20	-0.02	2.33
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 2. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	0.01	15.61	-0.87	11.10	-0.68	2.16	-0.87	2.63
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 3:

Viga 3. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	25.71	-3.88	1.84				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 3. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	19.59	-3.10	11.24				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 3. Tras la disposición de la superestructura						
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga		Losa	
			Fibra inferior	Fibra superior	Fibra inferior	Fibra superior

		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.75	-3.11	12.39	-0.01	1.01	-0.01	1.95
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 3. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.76	-3.11	12.40	-0.01	1.01	-0.01	1.96
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 3. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	0.01	15.70	-0.86	10.81	-0.68	1.96	-0.86	2.31
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 4:

Viga 4. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	25.71	-3.88	1.84				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 4. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.59	-3.10	11.24				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 4. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	18.91	-3.11	12.26	-0.00	0.89	-0.01	1.72
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 4. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	18.93	-3.11	12.27	-0.00	0.89	-0.01	1.73
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 4. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	0.01	15.86	-0.85	10.63	-0.68	1.84	-0.85	2.11
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 5:

Viga 5. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	25.71	-3.88	1.84				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 5. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.59	-3.10	11.24				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 5. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	18.95	-3.11	12.19	-0.00	0.83	-0.00	1.61
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 5. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia	Cables	Viga				Losa			

	al eje 1	pretesado								
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	18.97	-3.11	12.20	-0.00	0.84	-0.00	1.62
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 5. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	0.01	15.90	-0.85	10.54	-0.67	1.78	-0.85	2.01
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 6:

Viga 6. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	25.71	-3.88	1.84				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 6. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	19.59	-3.10	11.24				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 6. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.95	-3.11	12.19	-0.00	0.83	-0.00	1.61
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 6. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.97	-3.11	12.20	-0.00	0.84	-0.00	1.62

Tensión admisible	0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 6. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	0.01	15.90	-0.85	10.54	-0.67	1.78	-0.85	2.01
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 7:

Viga 7. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	25.71	-3.88	1.84				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 7. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	19.59	-3.10	11.24				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 7. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.91	-3.11	12.26	-0.00	0.89	-0.01	1.72
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 7. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.93	-3.11	12.27	-0.00	0.89	-0.01	1.73
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 7. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	0.01	15.86	-0.85	10.63	-0.68	1.84	-0.85	2.11
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 8:

Viga 8. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	25.71	-3.88	1.84				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 8. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	19.59	-3.10	11.24				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 8. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.75	-3.11	12.39	-0.01	1.01	-0.01	1.95
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 8. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.76	-3.11	12.40	-0.01	1.01	-0.01	1.96
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 8. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}

	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	0.01	15.70	-0.86	10.81	-0.68	1.96	-0.86	2.31
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 9:

Viga 9. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	25.71	-3.88	1.84				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 9. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	19.59	-3.10	11.24				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 9. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.65	-3.12	12.62	-0.01	1.20	-0.02	2.33
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 9. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.67	-3.12	12.62	-0.01	1.20	-0.02	2.33
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 9. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	0.01	15.61	-0.87	11.10	-0.68	2.16	-0.87	2.63
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 10:

Viga 10. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	25.71	-3.88	1.84				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 10. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	19.53	-3.10	11.47				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 10. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	17.91	-3.13	13.10	-0.02	1.41	-0.03	2.77
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 10. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	17.91	-3.13	13.10	-0.02	1.42	-0.04	2.77
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 10. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	0.02	14.88	-0.86	11.57	-0.68	2.39	-0.87	3.02
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

9.3 Situación persistente. Combinación frecuente

Cables pretesado : se muestran las tensiones en el hormigón a la altura del cable más traccionado.

No se están calculando las tensiones en la prelosa.

Viga 1:

Viga 1. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	25.71	-3.88	1.84				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 1. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	19.53	-3.10	11.47				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 1. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	17.91	-3.13	13.10	-0.02	1.41	-0.03	2.77
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 1. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.00	-3.13	13.77	-0.02	2.00	-0.04	3.91
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 1. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	0.02	14.98	-0.87	12.24	-0.69	2.97	-0.87	4.17
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 2:

Viga 2. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	25.71	-3.88	1.84				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 2. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	19.59	-3.10	11.24				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 2. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.65	-3.12	12.62	-0.01	1.20	-0.02	2.33
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 2. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.73	-3.12	13.72	-0.01	2.16	-0.03	4.19
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 2. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	0.01	15.67	-0.87	12.20	-0.69	3.11	-0.87	4.48
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 3:

Viga 3. Tras la transferencia del pretesado

	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	25.71	-3.88	1.84				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 3. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	19.59	-3.10	11.24				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 3. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.75	-3.11	12.39	-0.01	1.01	-0.01	1.95
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 3. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.83	-3.12	14.12	-0.01	2.50	-0.02	4.86
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 3. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.34	-0.90	15.77	-0.86	12.52	-0.68	3.46	-0.87	5.20
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 4:

Viga 4. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)

Tensión pésima	0.00	0.00	25.71	-3.88	1.84
Tensión admisible		-4.07	30.00	-4.07	30.00

Se cumple la verificación

Viga 4. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.59	-3.10	11.24				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 4. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	18.91	-3.11	12.26	-0.00	0.89	-0.01	1.72
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 4. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	18.98	-3.12	14.16	-0.01	2.56	-0.02	4.97
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 4. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.51	-1.07	15.91	-0.87	12.52	-0.69	3.49	-0.87	5.31
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 5:

Viga 5. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	25.71	-3.88	1.84				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 5. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.59	-3.10	11.24				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 5. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	18.95	-3.11	12.19	-0.00	0.83	-0.00	1.61
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 5. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.00	-3.13	14.09	-0.02	2.48	-0.04	4.81
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 5. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.29	-0.84	15.93	-0.87	12.43	-0.69	3.43	-0.89	5.19
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 6:

Viga 6. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	25.71	-3.88	1.84				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 6. Tras el hormigonado de la losa						
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga		Losa	
			Fibra inferior	Fibra superior	Fibra inferior	Fibra superior

		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	19.59	-3.10	11.24				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 6. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.95	-3.11	12.19	-0.00	0.83	-0.00	1.61
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 6. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	19.00	-3.13	14.09	-0.02	2.48	-0.04	4.81
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 6. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.29	-0.84	15.93	-0.87	12.43	-0.69	3.43	-0.89	5.19
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 7:

Viga 7. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	25.71	-3.88	1.84				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 7. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	19.59	-3.10	11.24				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 7. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.91	-3.11	12.26	-0.00	0.89	-0.01	1.72
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 7. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.98	-3.12	14.16	-0.01	2.56	-0.02	4.98
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 7. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.51	-1.07	15.91	-0.87	12.52	-0.69	3.49	-0.87	5.31
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 8:

Viga 8. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	25.71	-3.88	1.84				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 8. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	19.59	-3.10	11.24				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 8. Tras la disposición de la superestructura				
	Distancia	Cables	Viga	Losa

	al eje 1	pretesado								
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.75	-3.11	12.39	-0.01	1.01	-0.01	1.95
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 8. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.83	-3.12	14.12	-0.01	2.50	-0.02	4.86
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 8. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.34	-0.90	15.77	-0.86	12.52	-0.68	3.46	-0.87	5.20
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 9:

Viga 9. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	25.71	-3.88	1.84				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 9. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	19.59	-3.10	11.24				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 9. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.65	-3.12	12.62	-0.01	1.20	-0.02	2.33

Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 9. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.73	-3.12	13.72	-0.01	2.16	-0.03	4.19
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 9. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	0.01	15.67	-0.87	12.20	-0.69	3.11	-0.87	4.48
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 10:

Viga 10. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	25.71	-3.88	1.84				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 10. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	19.53	-3.10	11.47				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 10. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	17.91	-3.13	13.10	-0.02	1.41	-0.03	2.77
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 10. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.00	-3.13	13.77	-0.02	2.00	-0.04	3.91
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 10. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	0.02	14.98	-0.87	12.24	-0.69	2.97	-0.87	4.17
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

9.4 Situación persistente. Combinación característica

Cables pretesado : se muestran las tensiones en el hormigón a la altura del cable más traccionado.

No se están calculando las tensiones en la prelosa.

Viga 1:

Viga 1. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	25.71	-3.88	1.84				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 1. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	19.53	-3.10	11.47				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 1. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	17.91	-3.13	13.10	-0.02	1.41	-0.03	2.77
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 1. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.21	-0.86	18.39	-3.14	14.72	-0.03	2.82	-0.05	5.53
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 1. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-1.85	-2.51	15.37	-0.87	13.19	-0.69	3.79	-0.88	5.78
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 2:

Viga 2. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	25.71	-3.88	1.84				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 2. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	19.59	-3.10	11.24				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 2. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.65	-3.12	12.62	-0.01	1.20	-0.02	2.33
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 2. Tras la apertura al tráfico

	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.96	-1.65	19.06	-3.13	14.84	-0.02	3.14	-0.03	6.09
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 2. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-2.70	-3.40	16.00	-0.87	13.32	-0.69	4.09	-0.88	6.37
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 3:

Viga 3. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	25.71	-3.88	1.84				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 3. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	19.59	-3.10	11.24				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 3. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.75	-3.11	12.39	-0.01	1.01	-0.01	1.95
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 3. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)

Tensión pésima	-3.01	-3.81	19.15	-3.12	15.46	-0.02	3.67	-0.03	7.11
Tensión admisible			30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 3. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-4.80	-5.61	16.09	-0.87	13.86	-0.69	4.62	-0.88	7.46
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 4:

Viga 4. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	25.71	-3.88	1.84				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 4. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.59	-3.10	11.24				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 4. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	18.91	-3.11	12.26	-0.00	0.89	-0.01	1.72
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 4. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-3.18	-3.99	19.24	-3.13	15.51	-0.02	3.74	-0.04	7.27
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 4. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-5.00	-5.82	16.18	-0.87	13.87	-0.70	4.67	-0.89	7.60
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 5:

Viga 5. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	25.71	-3.88	1.84				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 5. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.59	-3.10	11.24				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 5. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	18.95	-3.11	12.19	-0.00	0.83	-0.00	1.61
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 5. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-2.79	-3.58	19.25	-3.15	15.39	-0.04	3.61	-0.06	7.01
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 5. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	

		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-4.63	-5.42	16.18	-0.89	13.73	-0.71	4.56	-0.91	7.39
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 6:

Viga 6. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	25.71	-3.88	1.84				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 6. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	19.59	-3.10	11.24				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 6. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.95	-3.11	12.19	-0.00	0.83	-0.00	1.61
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 6. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-2.79	-3.58	19.25	-3.15	15.39	-0.04	3.61	-0.06	7.01
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 6. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-4.63	-5.42	16.18	-0.89	13.73	-0.71	4.56	-0.91	7.39
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 7:

Viga 7. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	25.71	-3.88	1.84				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 7. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	19.59	-3.10	11.24				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 7. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.91	-3.11	12.26	-0.00	0.89	-0.01	1.72
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 7. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-3.18	-3.99	19.24	-3.13	15.51	-0.02	3.74	-0.04	7.27
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 7. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-5.00	-5.82	16.18	-0.87	13.87	-0.70	4.67	-0.89	7.60
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 8:

Viga 8. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	25.71	-3.88	1.84				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 8. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	19.59	-3.10	11.24				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 8. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.75	-3.11	12.39	-0.01	1.01	-0.01	1.95
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 8. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-3.01	-3.81	19.15	-3.12	15.46	-0.02	3.67	-0.03	7.11
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 8. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-4.80	-5.61	16.09	-0.87	13.86	-0.69	4.62	-0.88	7.46
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 9:

Viga 9. Tras la transferencia del pretesado						
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga		Losa	
			Fibra inferior	Fibra superior	Fibra inferior	Fibra superior

		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	25.71	-3.88	1.84				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 9. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	19.59	-3.10	11.24				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 9. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.65	-3.12	12.62	-0.01	1.20	-0.02	2.33
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 9. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.96	-1.65	19.06	-3.13	14.84	-0.02	3.14	-0.03	6.09
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 9. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-2.70	-3.40	16.00	-0.87	13.32	-0.69	4.09	-0.88	6.37
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 10:

Viga 10. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	25.71	-3.88	1.84				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 10. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	19.53	-3.10	11.47				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 10. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	17.91	-3.13	13.10	-0.02	1.41	-0.03	2.77
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 10. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.21	-0.86	18.39	-3.14	14.72	-0.03	2.82	-0.05	5.53
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 10. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-1.85	-2.51	15.37	-0.87	13.19	-0.69	3.79	-0.88	5.78
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

9.5 Resumen de verificaciones

Viga 1. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 1. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 1. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 6. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 6. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 6. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 7. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 7. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 7. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 8. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 8. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 8. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 9. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 9. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 9. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 10. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 10. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 10. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

10 VERIFICACIÓN DEL EL FISURACIÓN EN LAS VIGAS

Variables definidas en el artículo 49.2.4 de la EHE08

s_d	:	Distancia al eje de apoyo 1 de la viga.
N_d	:	Axil de cálculo. Compresiones positivas
M_d	:	Flector de cálculo. Positivo tracciona la fibra inferior.
Sep	:	Separación entre armaduras.
r_g	:	Recubrimiento geométrico de las armaduras traccionadas.
ϕ_{max}	:	Diámetro de la barra pasiva traccionada más gruesa o diámetro equivalente en grupos de barras.
A_{cef}	:	Área de hormigón de la zona de recubrimiento.
A_s	:	Área total de las armaduras dentro de A_{cef}
K_1	:	Coeficiente que depende del diagrama de deformaciones.
ε_{inf}	:	Deformación de la fibra inferior de la viga debida a los esfuerzos de cálculo.
ε_{sup}	:	Deformación de la fibra superior dela viga debida a los esfuerzos de cálculo.
σ_s	:	Tensión de la armadura pasiva en sección fisurada con los esfuerzos de cálculo.
σ_{sr}	:	Tensión de la armadura pasiva en sección fisurada en el momento de la fisuración.
S_m	:	Separación media entre fisuras

ε_{sm}	:	Alargamiento medio de las armaduras
W_k	:	Abertura media de fisura
$W_{k\ adm}$	:	Abertura de fisura admisible

NOTA : Sólo se listan los valores para los que se supera el valor de la tensión máxima de tracción ($f_{ct,m}$).

NOTA : El cálculo de las aberturas de fisura se lleva a cabo cuando N_d > 98.1 kN o M_d > 98.1 kNm.

10.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente

No procede la comprobación.

10.2 Situación persistente. Combinación frecuente

Cálculo de las aberturas de fisura

Viga 1:

No se supera en ningún caso el valor de la tensión máxima de tracción ($f_{ct,m}$).
Se cumple la verificación

Viga 2:

No se supera en ningún caso el valor de la tensión máxima de tracción ($f_{ct,m}$).
Se cumple la verificación

Viga 3:

No se supera en ningún caso el valor de la tensión máxima de tracción ($f_{ct,m}$).
Se cumple la verificación

Viga 4:

No se supera en ningún caso el valor de la tensión máxima de tracción ($f_{ct,m}$).
Se cumple la verificación

Viga 5:

No se supera en ningún caso el valor de la tensión máxima de tracción ($f_{ct,m}$).
Se cumple la verificación

Viga 6:

No se supera en ningún caso el valor de la tensión máxima de tracción ($f_{ct,m}$).
Se cumple la verificación

Viga 7:

No se supera en ningún caso el valor de la tensión máxima de tracción ($f_{ct,m}$).
Se cumple la verificación

Viga 8:

No se supera en ningún caso el valor de la tensión máxima de tracción ($f_{ct,m}$).
Se cumple la verificación

Viga 9:

No se supera en ningún caso el valor de la tensión máxima de tracción ($f_{ct,m}$).
Se cumple la verificación

Viga 10:

No se supera en ningún caso el valor de la tensión máxima de tracción ($f_{ct,m}$).
Se cumple la verificación

10.3 Situación persistente. Combinación característica

No procede la comprobación.

10.4 Resumen de verificaciones

Viga 1. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 1. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 1. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 6. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 6. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 6. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 7. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 7. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 7. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 8. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 8. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 8. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 9. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 9. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 9. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 10. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 10. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 10. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

11 ROTURA POR FLEXIÓN EN LAS VIGAS

M_{dA}: Momento mayorado sin decalar
M_{dB}: Momento mayorado decalado
M_u : Momento último
S_d : Longitud de decalaje

Armaduras dispuestas

Viga 1:

Armadura de refuerzo por flexión:

No se ha definido armadura de refuerzo a flexión.

Armadura en extremos:

Extremo	Tipo	nº	ϕ	Longitud (m)
1	R-1	2	Ø16	3.400
2	R-1	2	Ø16	3.400

Viga 2:

Armadura de refuerzo por flexión:

No se ha definido armadura de refuerzo a flexión.

Armadura en extremos:

Extremo	Tipo	nº	ϕ	Longitud (m)
1	R-1	3	Ø16	3.400
2	R-1	3	Ø16	3.400

Viga 3:

Armadura de refuerzo por flexión:

No se ha definido armadura de refuerzo a flexión.

Armadura en extremos:

Extremo	Tipo	nº	ϕ	Longitud (m)
1	R-1	3	Ø25	3.625
2	R-1	3	Ø25	3.625

Viga 4:

Armadura de refuerzo por flexión:

No se ha definido armadura de refuerzo a flexión.

Armadura en extremos:

Extremo	Tipo	nº	ϕ	Longitud (m)
1	R-1	3	Ø25	3.625
2	R-1	3	Ø25	3.625

Viga 5:

Armadura de refuerzo por flexión:

No se ha definido armadura de refuerzo a flexión.

Armadura en extremos:

Extremo	Tipo	nº	ϕ	Longitud (m)
1	R-1	3	Ø20	3.500
2	R-1	3	Ø20	3.500

Viga 6:

Armadura de refuerzo por flexión:

No se ha definido armadura de refuerzo a flexión.

Armadura en extremos:

Extremo	Tipo	nº	ϕ	Longitud (m)
1	R-1	3	Ø20	3.500
2	R-1	3	Ø20	3.500

Viga 7:

Armadura de refuerzo por flexión:

No se ha definido armadura de refuerzo a flexión.

Armadura en extremos:

Extremo	Tipo	nº	ϕ	Longitud (m)
1	R-1	3	Ø25	3.625
2	R-1	3	Ø25	3.625

Viga 8:

Armadura de refuerzo por flexión:

No se ha definido armadura de refuerzo a flexión.

Armadura en extremos:

Extremo	Tipo	nº	ϕ	Longitud (m)
1	R-1	3	Ø25	3.625
2	R-1	3	Ø25	3.625

Viga 9:

Armadura de refuerzo por flexión:

No se ha definido armadura de refuerzo a flexión.

Armadura en extremos:

Extremo	Tipo	nº	ϕ	Longitud (m)
1	R-1	3	Ø16	3.400
2	R-1	3	Ø16	3.400

Viga 10:

Armadura de refuerzo por flexión:

No se ha definido armadura de refuerzo a flexión.

Armadura en extremos:

Extremo	Tipo	nº	ϕ	Longitud (m)
1	R-1	2	Ø16	3.400
2	R-1	2	Ø16	3.400

Se listan los valores correspondientes al mínimo coeficiente de seguridad y al centro de la viga

11.1 Situación persistente. Combinación fundamental

Viga 1:

Viga 1. Tras la apertura al tráfico

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
14.400	7539.6	1.222	7539.6	8745.8	1.160	

Viga 1. A tiempo infinito

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
14.400	7539.6	1.222	7539.6	8745.8	1.160	

Viga 2:

Viga 2. Tras la apertura al tráfico

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
14.400	7808.7	1.222	7808.7	8736.2	1.119	

Viga 2. A tiempo infinito

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
14.400	7808.7	1.222	7808.7	8736.2	1.119	

Viga 3:

Viga 3. Tras la apertura al tráfico

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
14.400	8528.1	1.222	8528.1	8736.2	1.024	

Viga 3. A tiempo infinito

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
14.400	8528.1	1.222	8528.1	8736.2	1.024	

Viga 4:

Viga 4. Tras la apertura al tráfico

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
14.400	8584.7	1.222	8584.7	8736.2	1.018	

Viga 4. A tiempo infinito

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
14.400	8584.7	1.222	8584.7	8736.2	1.018	

Viga 5:

Viga 5. Tras la apertura al tráfico

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
14.400	8440.5	1.222	8440.5	8736.2	1.035	

Viga 5. A tiempo infinito

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
14.400	8440.5	1.222	8440.5	8736.2	1.035	

Viga 6:

Viga 6. Tras la apertura al tráfico

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		

14.400	8440.6	1.222	8440.6	8736.2	1.035	

Viga 6. A tiempo infinito

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
14.400	8440.6	1.222	8440.6	8736.2	1.035	

Viga 7:

Viga 7. Tras la apertura al tráfico

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
14.400	8584.2	1.222	8584.2	8736.2	1.018	

Viga 7. A tiempo infinito

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
14.400	8584.2	1.222	8584.2	8736.2	1.018	

Viga 8:

Viga 8. Tras la apertura al tráfico

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
14.400	8528.5	1.222	8528.5	8736.2	1.024	

Viga 8. A tiempo infinito

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
14.400	8528.5	1.222	8528.5	8736.2	1.024	

Viga 9:

Viga 9. Tras la apertura al tráfico

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
14.400	7808.7	1.222	7808.7	8736.2	1.119	

Viga 9. A tiempo infinito

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
14.400	7808.7	1.222	7808.7	8736.2	1.119	

Viga 10:

Viga 10. Tras la apertura al tráfico

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
14.400	7539.6	1.222	7539.6	8745.8	1.160	

Viga 10. A tiempo infinito

Distancia al	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observacion

eje 1						es
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
14.400	7539.6	1.222	7539.6	8745.8	1.160	

11.2 Resumen de verificaciones

Viga 1. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 6. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 7. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 8. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 9. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 10. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

12 ROTURA POR CORTANTE EN LAS VIGAS

V_d-, V_d+	:	Cortante mínimo y máximo mayorado (sin el pretensado)
V_{pd}-, V_{pd}+	:	Cortante mínimo y máximo de pretensado
N_{pd}-, N_{pd}+	:	Axil mínimo y máximo de pretensado
M_d-, M_d+	:	Flector mínimo y máximo mayorado
V_{rd}	:	Cortante efectivo ($V_{rd} = V_d + V_{pd}$)
V_{u1}	:	Resistencia de las bielas de compresión
V_{cu}	:	Contribución del hormigón a la resistencia a cortante
V_{su}	:	Contribución de las armaduras a la resistencia a cortante
V_{u2}	:	Resistencia a cortante
A_{st}	:	Armadura de cálculo necesaria a cortante
$A_{st\ min}$	:	Armadura mínima de cortante
$S_{max\ long}$	:	Separación longitudinal máxima entre cercos de cortante

Se listan los valores correspondientes a la armadura transversal máxima y al resultado más desfavorable relativo a la resistencia de las bielas de compresión

12.1 Situación persistente. Combinación fundamental

Viga 1:

Viga 1. Tras la apertura al tráfico				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
1.210	978.4	2254.7	0.434	Cumple

Viga 1. Tras la apertura al tráfico							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$

(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
1.210	978.4	196.4	782.0	978.4	15.5	2.0	0.450

Viga 1. A tiempo infinito				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
1.210	978.4	2240.4	0.437	Cumple

Viga 1. A tiempo infinito							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
1.210	978.4	189.3	789.1	978.4	15.7	2.0	0.450

Viga 2:

Viga 2. Tras la apertura al tráfico				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
1.210	1061.7	2256.9	0.470	Cumple

Viga 2. Tras la apertura al tráfico							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
1.210	1061.7	197.3	864.5	1061.7	17.1	2.0	0.450

Viga 2. A tiempo infinito				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
1.210	1061.7	2242.1	0.474	Cumple

Viga 2. A tiempo infinito							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
1.210	1061.7	190.0	871.8	1061.7	17.3	2.0	0.450

Viga 3:

Viga 3. Tras la apertura al tráfico				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
1.210	1249.8	2257.7	0.554	Cumple

Viga 3. Tras la apertura al tráfico							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
1.210	1249.8	197.0	1052.8	1249.8	20.9	2.0	0.450

Viga 3. A tiempo infinito				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
1.210	1249.8	2242.9	0.557	Cumple

Viga 3. A tiempo infinito							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
1.210	1249.8	189.7	1060.1	1249.8	21.0	2.0	0.450

Viga 4:

Viga 4. Tras la apertura al tráfico				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
27.590	1284.0	2257.7	0.569	Cumple

Viga 4. Tras la apertura al tráfico							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
27.590	-1284.0	197.0	1087.0	1284.0	21.6	2.0	0.450

Viga 4. A tiempo infinito				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
27.590	1284.0	2242.9	0.572	Cumple

Viga 4. A tiempo infinito							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
27.590	-1284.0	189.7	1094.3	1284.0	21.7	2.0	0.450

Viga 5:

Viga 5. Tras la apertura al tráfico				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
27.590	1215.1	2257.2	0.538	Cumple

Viga 5. Tras la apertura al tráfico							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
27.590	-1215.1	197.1	1017.9	1215.1	20.2	2.0	0.450

Viga 5. A tiempo infinito				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
27.590	1215.1	2242.4	0.542	Cumple

Viga 5. A tiempo infinito							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
27.590	-1215.1	189.8	1025.2	1215.1	20.3	2.0	0.450

Viga 6:

Viga 6. Tras la apertura al tráfico				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
1.210	1215.2	2257.2	0.538	Cumple

Viga 6. Tras la apertura al tráfico							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
1.210	1215.2	197.1	1018.1	1215.2	20.2	2.0	0.450

Viga 6. A tiempo infinito				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
1.210	1215.2	2242.4	0.542	Cumple

Viga 6. A tiempo infinito							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
1.210	1215.2	189.8	1025.4	1215.2	20.3	2.0	0.450

Viga 7:

Viga 7. Tras la apertura al tráfico				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
1.210	1284.3	2257.7	0.569	Cumple

Viga 7. Tras la apertura al tráfico							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
1.210	1284.3	197.0	1087.4	1284.3	21.6	2.0	0.450

Viga 7. A tiempo infinito				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
1.210	1284.3	2242.9	0.573	Cumple

Viga 7. A tiempo infinito							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
1.210	1284.3	189.7	1094.6	1284.3	21.7	2.0	0.450

Viga 8:

Viga 8. Tras la apertura al tráfico				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
27.590	1250.0	2257.7	0.554	Cumple

Viga 8. Tras la apertura al tráfico							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
27.590	-1250.0	197.0	1053.0	1250.0	20.9	2.0	0.450

Viga 8. A tiempo infinito				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
27.590	1250.0	2242.9	0.557	Cumple

Viga 8. A tiempo infinito							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
27.590	-1250.0	189.7	1060.3	1250.0	21.0	2.0	0.450

Viga 9:

Viga 9. Tras la apertura al tráfico				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
27.590	1061.7	2256.9	0.470	Cumple

Viga 9. Tras la apertura al tráfico							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
27.590	-1061.7	197.3	864.5	1061.7	17.1	2.0	0.450

Viga 9. A tiempo infinito				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
27.590	1061.7	2242.1	0.474	Cumple

Viga 9. A tiempo infinito							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
27.590	-1061.7	190.0	871.8	1061.7	17.3	2.0	0.450

Viga 10:

Viga 10. Tras la apertura al tráfico				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
27.590	978.4	2254.7	0.434	Cumple

Viga 10. Tras la apertura al tráfico							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
27.590	-978.4	196.4	782.0	978.4	15.5	2.0	0.450

Viga 10. A tiempo infinito
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión

Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
27.590	978.4	2240.4	0.437	Cumple

Viga 10. A tiempo infinito							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
27.590	-978.4	189.3	789.1	978.4	15.7	2.0	0.450

12.2 Resumen de armaduras

Viga 1

Distancia al eje 1	A_{st}	A_{stmin}	$A_{st\ dispuesta}$
(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
-0.490	0.0	0.0	0.0
-0.001	0.0	0.0	0.0
0.001	11.7	6.8	11.7
0.690	8.9	6.8	8.9
1.210	15.7	2.0	15.7
1.440	15.4	2.0	15.4
2.176	14.0	2.0	14.0
2.880	12.4	2.0	12.4
4.320	10.2	2.0	10.2
5.500	8.4	2.0	8.4
5.760	8.0	2.0	8.0
6.165	7.2	2.0	7.2
6.830	5.9	2.0	5.9
7.200	5.3	2.0	5.3
8.640	3.2	2.0	3.2
10.080	1.1	2.0	2.0
11.520	0.0	0.0	0.0
12.960	0.0	0.0	0.0
14.400	0.0	0.0	0.0
15.840	0.0	0.0	0.0
17.280	0.0	0.0	0.0
18.720	0.9	2.0	2.0
20.160	3.2	2.0	3.2
21.600	5.0	2.0	5.0
21.970	5.5	2.0	5.5
22.635	6.7	2.0	6.7
23.040	7.8	2.0	7.8
23.300	8.1	2.0	8.1
24.480	9.6	2.0	9.6
25.920	11.8	2.0	11.8
26.624	13.3	2.0	13.3
27.360	14.7	2.0	14.7
27.590	15.0	2.0	15.0
28.110	8.1	6.8	8.1
28.799	10.6	6.8	10.6
28.801	0.0	0.0	0.0
29.290	0.0	0.0	0.0

Viga 2

Distancia al eje 1	A_{st}	A_{stmin}	$A_{st\ dispuesta}$
(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
-0.490	0.0	0.0	0.0
-0.001	0.0	0.0	0.0
0.001	13.1	6.8	13.1

0.690	10.5	6.8	10.5
1.210	17.3	2.0	17.3
1.440	16.5	2.0	16.5
2.176	14.8	2.0	14.8
2.880	13.1	2.0	13.1
4.320	10.7	2.0	10.7
5.500	8.9	2.0	8.9
5.760	8.5	2.0	8.5
6.165	7.7	2.0	7.7
6.830	6.3	2.0	6.3
7.200	5.7	2.0	5.7
8.640	3.6	2.0	3.6
10.080	1.5	2.0	2.0
11.520	0.0	0.0	0.0
12.960	0.0	0.0	0.0
14.400	0.0	0.0	0.0
15.840	0.0	0.0	0.0
17.280	0.0	0.0	0.0
18.720	2.0	2.0	2.0
20.160	4.0	2.0	4.0
21.600	6.1	2.0	6.1
21.970	6.6	2.0	6.6
22.635	7.8	2.0	7.8
23.040	8.5	2.0	8.5
23.300	8.8	2.0	8.8
24.480	10.5	2.0	10.5
25.920	12.1	2.0	12.1
26.624	13.5	2.0	13.5
27.360	14.5	2.0	14.5
27.590	14.7	2.0	14.7
28.110	7.8	6.8	7.8
28.799	10.3	6.8	10.3
28.801	0.0	0.0	0.0
29.290	0.0	0.0	0.0

Viga 3

Distancia al eje 1	A_{st}	A_{stmin}	$A_{st\ dispuesta}$
(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
-0.490	0.0	0.0	0.0
-0.001	0.0	0.0	0.0
0.001	17.5	6.8	17.5
0.690	14.8	6.8	14.8
1.210	21.0	2.0	21.0
1.440	20.4	2.0	20.4
2.176	18.6	2.0	18.6
2.880	16.4	2.0	16.4
4.320	13.5	2.0	13.5
5.500	11.6	2.0	11.6
5.760	11.2	2.0	11.2
6.165	10.4	2.0	10.4
6.830	8.9	2.0	8.9
7.200	8.4	2.0	8.4
8.640	6.5	2.0	6.5
10.080	4.7	2.0	4.7
11.520	2.7	2.0	2.7
12.960	0.0	0.0	0.0
14.400	0.0	0.0	0.0
15.840	1.0	2.0	2.0
17.280	2.8	2.0	2.8
18.720	5.2	2.0	5.2
20.160	7.3	2.0	7.3
21.600	9.0	2.0	9.0
21.970	9.4	2.0	9.4
22.635	11.2	2.0	11.2
23.040	11.7	2.0	11.7
23.300	12.0	2.0	12.0

24.480	13.1	2.0	13.1
25.920	15.4	2.0	15.4
26.624	17.2	2.0	17.2
27.360	18.5	2.0	18.5
27.590	19.0	2.0	19.0
28.110	12.8	6.8	12.8
28.799	15.8	6.8	15.8
28.801	0.0	0.0	0.0
29.290	0.0	0.0	0.0

Viga 4

Distancia al eje 1	A_{st}	A_{stmin}	$A_{st\ dispuesta}$
(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
-0.490	0.0	0.0	0.0
-0.001	0.0	0.0	0.0
0.001	17.9	6.8	17.9
0.690	14.7	6.8	14.7
1.210	20.9	2.0	20.9
1.440	20.3	2.0	20.3
2.176	18.3	2.0	18.3
2.880	16.4	2.0	16.4
4.320	14.5	2.0	14.5
5.500	12.3	2.0	12.3
5.760	11.9	2.0	11.9
6.165	11.2	2.0	11.2
6.830	9.9	2.0	9.9
7.200	9.3	2.0	9.3
8.640	7.2	2.0	7.2
10.080	5.4	2.0	5.4
11.520	3.7	2.0	3.7
12.960	1.8	2.0	2.0
14.400	0.0	0.0	0.0
15.840	1.7	2.0	2.0
17.280	3.4	2.0	3.4
18.720	5.2	2.0	5.2
20.160	7.7	2.0	7.7
21.600	9.7	2.0	9.7
21.970	10.3	2.0	10.3
22.635	11.4	2.0	11.4
23.040	12.1	2.0	12.1
23.300	12.4	2.0	12.4
24.480	14.5	2.0	14.5
25.920	16.4	2.0	16.4
26.624	18.3	2.0	18.3
27.360	20.3	2.0	20.3
27.590	21.7	2.0	21.7
28.110	14.9	6.8	14.9
28.799	17.6	6.8	17.6
28.801	0.0	0.0	0.0
29.290	0.0	0.0	0.0

Viga 5

Distancia al eje 1	A_{st}	A_{stmin}	$A_{st\ dispuesta}$
(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
-0.490	0.0	0.0	0.0
-0.001	0.0	0.0	0.0
0.001	15.5	6.8	15.5
0.690	12.9	6.8	12.9
1.210	19.7	2.0	19.7
1.440	19.5	2.0	19.5
2.176	18.0	2.0	18.0
2.880	16.1	2.0	16.1
4.320	13.7	2.0	13.7
5.500	12.6	2.0	12.6
5.760	12.4	2.0	12.4

6.165	11.1	2.0	11.1
6.830	9.7	2.0	9.7
7.200	9.1	2.0	9.1
8.640	7.0	2.0	7.0
10.080	5.2	2.0	5.2
11.520	3.6	2.0	3.6
12.960	1.8	2.0	2.0
14.400	0.0	0.0	0.0
15.840	1.7	2.0	2.0
17.280	3.4	2.0	3.4
18.720	5.1	2.0	5.1
20.160	7.0	2.0	7.0
21.600	9.6	2.0	9.6
21.970	9.9	2.0	9.9
22.635	10.8	2.0	10.8
23.040	11.7	2.0	11.7
23.300	12.2	2.0	12.2
24.480	14.0	2.0	14.0
25.920	16.5	2.0	16.5
26.624	18.4	2.0	18.4
27.360	20.0	2.0	20.0
27.590	20.3	2.0	20.3
28.110	13.7	6.8	13.7
28.799	16.5	6.8	16.5
28.801	0.0	0.0	0.0
29.290	0.0	0.0	0.0

Viga 6

Distancia al eje 1	A_{st}	A_{stmin}	$A_{st\ dispuesta}$
(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
-0.490	0.0	0.0	0.0
-0.001	0.0	0.0	0.0
0.001	16.5	6.8	16.5
0.690	13.7	6.8	13.7
1.210	20.3	2.0	20.3
1.440	20.0	2.0	20.0
2.176	18.4	2.0	18.4
2.880	16.5	2.0	16.5
4.320	14.0	2.0	14.0
5.500	12.2	2.0	12.2
5.760	11.7	2.0	11.7
6.165	10.8	2.0	10.8
6.830	9.9	2.0	9.9
7.200	9.6	2.0	9.6
8.640	7.0	2.0	7.0
10.080	5.1	2.0	5.1
11.520	3.4	2.0	3.4
12.960	1.7	2.0	2.0
14.400	0.0	0.0	0.0
15.840	1.8	2.0	2.0
17.280	3.6	2.0	3.6
18.720	5.2	2.0	5.2
20.160	7.0	2.0	7.0
21.600	9.1	2.0	9.1
21.970	9.7	2.0	9.7
22.635	11.0	2.0	11.0
23.040	12.4	2.0	12.4
23.300	12.6	2.0	12.6
24.480	13.7	2.0	13.7
25.920	16.1	2.0	16.1
26.624	18.0	2.0	18.0
27.360	19.5	2.0	19.5
27.590	19.7	2.0	19.7
28.110	12.9	6.8	12.9
28.799	15.5	6.8	15.5
28.801	0.0	0.0	0.0

29.290	0.0	0.0	0.0

Viga 7

Distancia al eje 1	A_{st}	A_{stmin}	$A_{st\ dispuesta}$
(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
-0.490	0.0	0.0	0.0
-0.001	0.0	0.0	0.0
0.001	17.6	6.8	17.6
0.690	14.9	6.8	14.9
1.210	21.7	2.0	21.7
1.440	20.3	2.0	20.3
2.176	18.3	2.0	18.3
2.880	16.4	2.0	16.4
4.320	14.5	2.0	14.5
5.500	12.4	2.0	12.4
5.760	12.1	2.0	12.1
6.165	11.4	2.0	11.4
6.830	10.3	2.0	10.3
7.200	9.7	2.0	9.7
8.640	7.7	2.0	7.7
10.080	5.2	2.0	5.2
11.520	3.4	2.0	3.4
12.960	1.7	2.0	2.0
14.400	0.0	0.0	0.0
15.840	1.8	2.0	2.0
17.280	3.7	2.0	3.7
18.720	5.4	2.0	5.4
20.160	7.2	2.0	7.2
21.600	9.3	2.0	9.3
21.970	9.9	2.0	9.9
22.635	11.2	2.0	11.2
23.040	11.9	2.0	11.9
23.300	12.3	2.0	12.3
24.480	14.5	2.0	14.5
25.920	16.4	2.0	16.4
26.624	18.3	2.0	18.3
27.360	20.3	2.0	20.3
27.590	20.9	2.0	20.9
28.110	14.7	6.8	14.7
28.799	17.9	6.8	17.9
28.801	0.0	0.0	0.0
29.290	0.0	0.0	0.0

Viga 8

Distancia al eje 1	A_{st}	A_{stmin}	$A_{st\ dispuesta}$
(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
-0.490	0.0	0.0	0.0
-0.001	0.0	0.0	0.0
0.001	15.8	6.8	15.8
0.690	12.8	6.8	12.8
1.210	19.0	2.0	19.0
1.440	18.5	2.0	18.5
2.176	17.2	2.0	17.2
2.880	15.4	2.0	15.4
4.320	13.2	2.0	13.2
5.500	12.0	2.0	12.0
5.760	11.7	2.0	11.7
6.165	11.2	2.0	11.2
6.830	9.5	2.0	9.5
7.200	9.0	2.0	9.0
8.640	7.3	2.0	7.3
10.080	5.1	2.0	5.1
11.520	2.8	2.0	2.8
12.960	1.0	2.0	2.0
14.400	0.0	0.0	0.0

15.840	0.0	0.0	0.0
17.280	2.7	2.0	2.7
18.720	4.7	2.0	4.7
20.160	6.5	2.0	6.5
21.600	8.5	2.0	8.5
21.970	8.9	2.0	8.9
22.635	10.4	2.0	10.4
23.040	11.2	2.0	11.2
23.300	11.7	2.0	11.7
24.480	13.5	2.0	13.5
25.920	16.4	2.0	16.4
26.624	18.6	2.0	18.6
27.360	20.4	2.0	20.4
27.590	21.0	2.0	21.0
28.110	14.8	6.8	14.8
28.799	17.5	6.8	17.5
28.801	0.0	0.0	0.0
29.290	0.0	0.0	0.0

Viga 9

Distancia al eje 1	A_{st}	A_{stmin}	$A_{st\ dispuesta}$
(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
-0.490	0.0	0.0	0.0
-0.001	0.0	0.0	0.0
0.001	10.3	6.8	10.3
0.690	7.8	6.8	7.8
1.210	14.7	2.0	14.7
1.440	14.5	2.0	14.5
2.176	13.5	2.0	13.5
2.880	12.1	2.0	12.1
4.320	10.5	2.0	10.5
5.500	8.8	2.0	8.8
5.760	8.5	2.0	8.5
6.165	7.8	2.0	7.8
6.830	6.6	2.0	6.6
7.200	6.1	2.0	6.1
8.640	4.0	2.0	4.0
10.080	2.0	2.0	2.0
11.520	0.0	0.0	0.0
12.960	0.0	0.0	0.0
14.400	0.0	0.0	0.0
15.840	0.0	0.0	0.0
17.280	0.0	0.0	0.0
18.720	1.5	2.0	2.0
20.160	3.6	2.0	3.6
21.600	5.7	2.0	5.7
21.970	6.3	2.0	6.3
22.635	7.7	2.0	7.7
23.040	8.5	2.0	8.5
23.300	8.9	2.0	8.9
24.480	10.7	2.0	10.7
25.920	13.1	2.0	13.1
26.624	14.8	2.0	14.8
27.360	16.5	2.0	16.5
27.590	17.3	2.0	17.3
28.110	10.5	6.8	10.5
28.799	13.1	6.8	13.1
28.801	0.0	0.0	0.0
29.290	0.0	0.0	0.0

Viga 10

Distancia al eje 1	A_{st}	A_{stmin}	$A_{st\ dispuesta}$
(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
-0.490	0.0	0.0	0.0
-0.001	0.0	0.0	0.0

0.001	10.6	6.8	10.6
0.690	8.1	6.8	8.1
1.210	15.0	2.0	15.0
1.440	14.7	2.0	14.7
2.176	13.3	2.0	13.3
2.880	11.8	2.0	11.8
4.320	9.6	2.0	9.6
5.500	8.1	2.0	8.1
5.760	7.8	2.0	7.8
6.165	6.7	2.0	6.7
6.830	5.5	2.0	5.5
7.200	5.0	2.0	5.0
8.640	3.2	2.0	3.2
10.080	0.9	2.0	2.0
11.520	0.0	0.0	0.0
12.960	0.0	0.0	0.0
14.400	0.0	0.0	0.0
15.840	0.0	0.0	0.0
17.280	0.0	0.0	0.0
18.720	1.1	2.0	2.0
20.160	3.2	2.0	3.2
21.600	5.3	2.0	5.3
21.970	5.9	2.0	5.9
22.635	7.2	2.0	7.2
23.040	8.0	2.0	8.0
23.300	8.4	2.0	8.4
24.480	10.2	2.0	10.2
25.920	12.4	2.0	12.4
26.624	14.0	2.0	14.0
27.360	15.4	2.0	15.4
27.590	15.7	2.0	15.7
28.110	8.9	6.8	8.9
28.799	11.7	6.8	11.7
28.801	0.0	0.0	0.0
29.290	0.0	0.0	0.0

12.3 Resumen de verificaciones

Viga 1. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 6. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 7. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 8. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 9. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 10. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

13 ROTURA POR TORSIÓN EN LAS VIGAS

En este apartado se presenta la verificación a torsión de las vigas. Tanto los esfuerzos de cálculo como los resistentes corresponden a los esfuerzos que actúan sobre la viga. Las armaduras obtenidas corresponden a la armadura de la viga (sin la

losa).

T_d-, T_d+	:	Torsor mayorado actuando en la viga
N_d-, N_d+	:	Axiles concomitantes
T_{u1}	:	Resistencia a torsión de las bielas de compresión de la viga
A_t	:	Armadura transversal de torsión en una cara por unidad de longitud en la viga
A_l	:	Armadura longitudinal de torsión total de la viga

13.1 Comprobación del Estado Límite Último por torsión

Se listan los valores correspondientes al centro de la viga, a la armadura transversal máxima, a la armadura longitudinal máxima y al resultado más desfavorable relativo a la resistencia de las bielas de compresión

13.1.1 Situación persistente. Combinación fundamental

Viga 1:

Viga 1. Tras la apertura al tráfico								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
0.690	-29.6	46.8	1963.2	1963.2	759.2	0.062	1.8	4.76
1.440	-10.2	16.5	2300.3	2300.3	171.2	0.097	1.5	4.43
14.400	0.3	14.3	5630.3	5630.3	186.3	0.077	1.3	3.84

Viga 1. A tiempo infinito								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
0.690	-29.6	46.8	1755.0	1755.0	753.1	0.062	1.8	4.76
1.440	-10.2	16.5	2015.3	2015.3	168.5	0.098	1.5	4.43
14.400	0.3	14.3	4992.8	4992.8	186.3	0.077	1.3	3.84

Viga 2:

Viga 2. Tras la apertura al tráfico								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
14.400	0.1	15.4	5628.5	5628.5	186.3	0.082	1.4	4.11
22.635	-5.5	16.9	4902.5	4902.5	186.3	0.090	1.5	4.51

Viga 2. A tiempo infinito								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
14.400	0.1	15.4	4960.0	4960.0	186.3	0.082	1.4	4.11
22.635	-5.5	16.9	4158.3	4158.3	186.3	0.090	1.5	4.51
23.300	-6.2	16.8	3798.5	3798.5	185.7	0.091	1.5	4.50

Viga 3:

Viga 3. Tras la apertura al tráfico								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
14.400	0.1	15.1	5628.5	5628.5	186.3	0.081	1.3	4.04
22.635	-5.3	17.3	4902.5	4902.5	186.3	0.093	1.5	4.63

Viga 3. A tiempo infinito								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
14.400	0.1	15.1	4938.0	4938.0	186.3	0.081	1.3	4.04
22.635	-5.3	17.3	4142.8	4142.8	186.3	0.093	1.5	4.63
23.300	-5.9	17.3	3787.1	3787.1	185.6	0.093	1.5	4.63

Viga 4:

Viga 4. Tras la apertura al tráfico								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
14.400	-0.6	15.8	5628.5	5628.5	186.3	0.085	1.4	4.24
22.635	-5.7	17.5	4902.5	4902.5	186.3	0.094	1.6	4.70

Viga 4. A tiempo infinito								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
14.400	-0.6	15.8	4924.5	4924.5	186.3	0.085	1.4	4.24
22.635	-5.7	17.5	4130.8	4130.8	186.3	0.094	1.6	4.70
23.300	-6.3	17.5	3778.3	3778.3	185.5	0.095	1.6	4.70

Viga 5:

Viga 5. Tras la apertura al tráfico								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
4.320	-10.8	19.4	4385.5	4385.5	186.3	0.104	1.7	5.19
14.400	-1.4	15.9	5628.5	5628.5	186.3	0.085	1.4	4.27

Viga 5. A tiempo infinito								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
4.320	-10.8	19.4	3782.1	3782.1	185.6	0.104	1.7	5.19
14.400	-1.4	15.9	4917.8	4917.8	186.3	0.085	1.4	4.27

Viga 6:

Viga 6. Tras la apertura al tráfico								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
14.400	-1.4	15.9	5628.5	5628.5	186.3	0.085	1.4	4.27
24.480	-10.8	19.4	4385.5	4385.5	186.3	0.104	1.7	5.19

Viga 6. A tiempo infinito								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
14.400	-1.4	15.9	4917.8	4917.8	186.3	0.085	1.4	4.27
24.480	-10.8	19.4	3782.1	3782.1	185.6	0.104	1.7	5.19

Viga 7:

Viga 7. Tras la apertura al tráfico								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
6.165	-5.7	17.5	4902.5	4902.5	186.3	0.094	1.6	4.70
14.400	-0.6	15.8	5628.5	5628.5	186.3	0.085	1.4	4.24

Viga 7. A tiempo infinito								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
5.500	-6.3	17.5	3778.3	3778.3	185.5	0.095	1.6	4.70
6.165	-5.7	17.5	4130.8	4130.8	186.3	0.094	1.6	4.70
14.400	-0.6	15.8	4924.5	4924.5	186.3	0.085	1.4	4.24

Viga 8:

Viga 8. Tras la apertura al tráfico

Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
6.165	-5.3	17.3	4902.5	4902.5	186.3	0.093	1.5	4.63
14.400	0.1	15.1	5628.5	5628.5	186.3	0.081	1.3	4.04

Viga 8. A tiempo infinito								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
5.500	-5.9	17.3	3787.1	3787.1	185.6	0.093	1.5	4.63
6.165	-5.3	17.3	4142.8	4142.8	186.3	0.093	1.5	4.63
14.400	0.1	15.1	4938.0	4938.0	186.3	0.081	1.3	4.04

Viga 9:

Viga 9. Tras la apertura al tráfico								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
6.165	-5.5	16.9	4902.5	4902.5	186.3	0.090	1.5	4.51
14.400	0.1	15.4	5628.5	5628.5	186.3	0.082	1.4	4.11

Viga 9. A tiempo infinito								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
5.500	-6.2	16.8	3798.5	3798.5	185.7	0.091	1.5	4.50
6.165	-5.5	16.9	4158.3	4158.3	186.3	0.090	1.5	4.51
14.400	0.1	15.4	4960.0	4960.0	186.3	0.082	1.4	4.11

Viga 10:

Viga 10. Tras la apertura al tráfico								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
14.400	0.3	14.3	5630.3	5630.3	186.3	0.077	1.3	3.84
27.360	-10.2	16.5	2300.3	2300.3	171.2	0.097	1.5	4.43
28.110	-29.6	46.8	1963.2	1963.2	759.2	0.062	1.8	4.76

Viga 10. A tiempo infinito								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
14.400	0.3	14.3	4992.8	4992.8	186.3	0.077	1.3	3.84
27.360	-10.2	16.5	2015.3	2015.3	168.5	0.098	1.5	4.43
28.110	-29.6	46.8	1755.0	1755.0	753.1	0.062	1.8	4.76

13.2 Comprobación de la Interacción Cortante - Torsión

T_d	:	Torsor de cálculo (viga + losa)
T_{u1}	:	Resistencia a torsión de las bielas de compresión (viga + losa)
V_{rd}	:	Cortante efectivo
V_{u1}	:	Cortante de agotamiento por compresión oblicua en el alma.
β	:	Coeficiente de interacción cortante - torsión

Se listan los valores correspondientes al resultado más desfavorable y al centro de la viga

13.2.1 Situación persistente. Combinación fundamental

Viga 1:

Viga 1. Tras la apertura al tráfico						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{\beta}+(V_{rd}/V_{u1})^{\beta}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
1.210	60.3	353.1	846.2	2254.7	0.460	Cumple

14.400	52.9	368.1	38.0	2402.4	0.118	Cumple

Viga 1. A tiempo infinito						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
1.210	60.3	350.3	846.2	2240.4	0.464	Cumple
14.400	52.9	368.1	38.0	2372.1	0.118	Cumple

Viga 2:

Viga 2. Tras la apertura al tráfico						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
1.210	7.8	353.1	1061.7	2256.9	0.435	Cumple
14.400	55.6	368.1	60.2	2407.1	0.130	Cumple

Viga 2. A tiempo infinito						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
1.210	7.8	350.2	1061.7	2242.1	0.438	Cumple
14.400	55.6	368.1	60.2	2374.8	0.130	Cumple

Viga 3:

Viga 3. Tras la apertura al tráfico						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
1.210	0.8	353.1	1249.8	2257.7	0.510	Cumple
14.400	40.7	368.1	253.3	2407.1	0.157	Cumple

Viga 3. A tiempo infinito						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
1.210	0.8	350.2	1249.8	2242.9	0.513	Cumple
14.400	40.7	368.1	253.3	2373.8	0.158	Cumple

Viga 4:

Viga 4. Tras la apertura al tráfico						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
14.400	31.2	368.1	273.0	2407.1	0.143	Cumple
27.590	1.9	353.1	1284.0	2257.7	0.527	Cumple

Viga 4. A tiempo infinito						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
14.400	31.2	368.1	273.0	2373.1	0.144	Cumple
27.590	1.9	350.2	1284.0	2242.9	0.531	Cumple

Viga 5:

Viga 5. Tras la apertura al tráfico						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
14.400	29.6	368.1	272.8	2407.1	0.139	Cumple
27.590	5.5	353.1	1215.1	2257.2	0.501	Cumple

Viga 5. A tiempo infinito						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
14.400	29.6	368.1	272.8	2372.8	0.141	Cumple

27.590	5.5	350.2	1215.1	2242.4	0.505	Cumple

Viga 6:

Viga 6. Tras la apertura al tráfico						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
1.210	5.5	353.1	1215.2	2257.2	0.501	Cumple
14.400	29.6	368.1	272.8	2407.1	0.139	Cumple

Viga 6. A tiempo infinito						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
1.210	5.5	350.2	1215.2	2242.4	0.505	Cumple
14.400	29.6	368.1	272.8	2372.8	0.140	Cumple

Viga 7:

Viga 7. Tras la apertura al tráfico						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
1.210	1.9	353.1	1284.3	2257.7	0.527	Cumple
14.400	31.2	368.1	273.0	2407.1	0.143	Cumple

Viga 7. A tiempo infinito						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
1.210	1.9	350.2	1284.3	2242.9	0.531	Cumple
14.400	31.2	368.1	273.0	2373.1	0.144	Cumple

Viga 8:

Viga 8. Tras la apertura al tráfico						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
14.400	40.7	368.1	253.4	2407.1	0.157	Cumple
27.590	0.9	353.1	1250.0	2257.7	0.510	Cumple

Viga 8. A tiempo infinito						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
14.400	40.7	368.1	253.4	2373.8	0.158	Cumple
27.590	0.9	350.2	1250.0	2242.9	0.514	Cumple

Viga 9:

Viga 9. Tras la apertura al tráfico						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
14.400	55.6	368.1	60.4	2407.1	0.130	Cumple
27.590	7.8	353.1	1061.7	2256.9	0.435	Cumple

Viga 9. A tiempo infinito						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
14.400	55.6	368.1	60.4	2374.8	0.130	Cumple
27.590	7.8	350.2	1061.7	2242.1	0.438	Cumple

Viga 10:

Viga 10. Tras la apertura al tráfico

Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
14.400	52.9	368.1	38.0	2402.4	0.118	Cumple
27.590	60.3	353.1	846.2	2254.7	0.460	Cumple

Viga 10. A tiempo infinito						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
14.400	52.9	368.1	38.0	2372.1	0.118	Cumple
27.590	60.3	350.3	846.2	2240.4	0.464	Cumple

13.3 Resumen de armaduras

Viga 1		
Distancia al eje 1	A_t	A_l
(m)	(cm^2/m)	(cm^2)
-0.490	0.0	0.00
-0.001	0.0	0.01
0.000	1.6	4.44
0.001	1.7	4.60
0.690	1.8	4.76
1.210	1.5	4.38
1.440	1.5	4.43
2.176	1.5	4.55
2.880	1.6	4.66
4.320	1.6	4.66
5.500	1.5	4.48
5.760	1.5	4.42
6.165	1.4	4.31
6.830	1.4	4.14
7.200	1.3	4.04
8.640	1.3	3.76
10.080	1.2	3.60
11.520	1.2	3.59
12.960	1.2	3.70
14.400	1.3	3.84
15.840	1.3	4.03
17.280	1.4	4.10
18.720	1.4	4.09
20.160	1.3	3.99
21.600	1.3	3.88
21.970	1.3	3.85
22.635	1.3	3.79
23.040	1.2	3.69
23.300	1.2	3.66
24.480	1.2	3.47
25.920	1.0	3.09
26.624	0.9	2.78
27.360	0.5	1.56
27.590	0.5	1.45
28.110	0.5	1.35
28.799	0.4	0.99
28.800	0.4	1.11
28.801	0.0	0.01
29.290	0.0	0.00

Viga 2		
Distancia al eje 1	A_t	A_l
(m)	(cm^2/m)	(cm^2)
-0.490	0.0	0.00
-0.001	0.0	0.00
0.000	0.6	1.63
0.001	0.6	1.63
0.690	0.7	1.90
1.210	0.6	1.91

1.440	0.9	2.58
2.176	1.1	3.32
2.880	1.2	3.68
4.320	1.3	3.93
5.500	1.3	3.97
5.760	1.3	3.96
6.165	1.3	3.95
6.830	1.3	3.92
7.200	1.3	3.90
8.640	1.3	3.87
10.080	1.3	3.87
11.520	1.3	3.90
12.960	1.3	3.97
14.400	1.4	4.11
15.840	1.4	4.23
17.280	1.5	4.38
18.720	1.5	4.47
20.160	1.5	4.50
21.600	1.5	4.51
21.970	1.5	4.51
22.635	1.5	4.51
23.040	1.5	4.51
23.300	1.5	4.50
24.480	1.5	4.44
25.920	1.4	4.14
26.624	1.2	3.61
27.360	0.9	2.61
27.590	0.8	2.35
28.110	0.7	1.94
28.799	0.4	1.07
28.800	0.4	1.07
28.801	0.0	0.00
29.290	0.0	0.00

Viga 3

Distancia al eje 1	A_t	A_l
(m)	(cm^2/m)	(cm^2)
-0.490	0.0	0.00
-0.001	0.0	0.00
0.000	0.5	1.38
0.001	0.5	1.39
0.690	0.7	1.85
1.210	0.8	2.28
1.440	0.9	2.61
2.176	1.0	2.91
2.880	1.0	3.06
4.320	1.1	3.25
5.500	1.1	3.35
5.760	1.1	3.37
6.165	1.1	3.40
6.830	1.2	3.46
7.200	1.2	3.50
8.640	1.2	3.64
10.080	1.3	3.75
11.520	1.3	3.84
12.960	1.3	3.93
14.400	1.3	4.04
15.840	1.4	4.17
17.280	1.4	4.29
18.720	1.5	4.46
20.160	1.5	4.54
21.600	1.5	4.61
21.970	1.5	4.62
22.635	1.5	4.63
23.040	1.5	4.63
23.300	1.5	4.63
24.480	1.5	4.60

25.920	1.4	4.32
26.624	1.3	3.81
27.360	1.1	3.18
27.590	0.9	2.77
28.110	0.8	2.14
28.799	0.6	1.55
28.800	0.6	1.55
28.801	0.0	0.00
29.290	0.0	0.00

Viga 4

Distancia al eje 1	A_t	A_l
(m)	(cm^2/m)	(cm^2)
-0.490	0.0	0.00
-0.001	0.0	0.00
0.000	0.6	1.50
0.001	0.6	1.50
0.690	0.9	2.30
1.210	0.9	2.68
1.440	1.0	2.94
2.176	1.3	3.79
2.880	1.4	4.32
4.320	1.5	4.57
5.500	1.5	4.57
5.760	1.5	4.57
6.165	1.5	4.57
6.830	1.5	4.55
7.200	1.5	4.54
8.640	1.5	4.49
10.080	1.5	4.41
11.520	1.4	4.34
12.960	1.4	4.28
14.400	1.4	4.24
15.840	1.4	4.25
17.280	1.4	4.34
18.720	1.5	4.43
20.160	1.5	4.56
21.600	1.6	4.66
21.970	1.6	4.68
22.635	1.6	4.70
23.040	1.6	4.70
23.300	1.6	4.70
24.480	1.5	4.62
25.920	1.4	4.34
26.624	1.3	3.96
27.360	1.1	3.27
27.590	0.8	2.44
28.110	0.9	2.36
28.799	0.7	1.97
28.800	0.7	1.97
28.801	0.0	0.00
29.290	0.0	0.00

Viga 5

Distancia al eje 1	A_t	A_l
(m)	(cm^2/m)	(cm^2)
-0.490	0.0	0.00
-0.001	0.0	0.00
0.000	1.0	2.57
0.001	1.0	2.57
0.690	1.1	3.00
1.210	1.0	3.02
1.440	1.1	3.15
2.176	1.5	4.56
2.880	1.6	4.91
4.320	1.7	5.19
5.500	1.7	5.17

5.760	1.7	5.17
6.165	1.7	5.13
6.830	1.7	5.09
7.200	1.7	5.07
8.640	1.6	4.93
10.080	1.6	4.75
11.520	1.5	4.55
12.960	1.5	4.37
14.400	1.4	4.27
15.840	1.4	4.26
17.280	1.5	4.41
18.720	1.5	4.61
20.160	1.6	4.79
21.600	1.7	4.98
21.970	1.7	4.99
22.635	1.7	5.02
23.040	1.7	5.04
23.300	1.7	5.06
24.480	1.7	5.05
25.920	1.5	4.61
26.624	1.3	4.01
27.360	1.1	3.40
27.590	1.1	3.23
28.110	1.2	3.12
28.799	1.0	2.56
28.800	1.0	2.56
28.801	0.0	0.00
29.290	0.0	0.00

Viga 6

Distancia al eje 1	A_t	A_l
(m)	(cm^2/m)	(cm^2)
-0.490	0.0	0.00
-0.001	0.0	0.00
0.000	1.0	2.56
0.001	1.0	2.56
0.690	1.2	3.12
1.210	1.1	3.23
1.440	1.1	3.40
2.176	1.3	4.01
2.880	1.5	4.61
4.320	1.7	5.05
5.500	1.7	5.06
5.760	1.7	5.04
6.165	1.7	5.02
6.830	1.7	4.99
7.200	1.7	4.98
8.640	1.6	4.79
10.080	1.5	4.61
11.520	1.5	4.41
12.960	1.4	4.26
14.400	1.4	4.27
15.840	1.5	4.37
17.280	1.5	4.55
18.720	1.6	4.75
20.160	1.6	4.93
21.600	1.7	5.07
21.970	1.7	5.09
22.635	1.7	5.13
23.040	1.7	5.17
23.300	1.7	5.17
24.480	1.7	5.19
25.920	1.6	4.91
26.624	1.5	4.56
27.360	1.1	3.15
27.590	1.0	3.02
28.110	1.1	3.00

28.799	1.0	2.57
28.800	1.0	2.56
28.801	0.0	0.00
29.290	0.0	0.00

Viga 7

Distancia al eje 1 (m)	A_t (cm^2/m)	A_l (cm^2)
-0.490	0.0	0.00
-0.001	0.0	0.00
0.000	0.7	1.97
0.001	0.7	1.97
0.690	0.9	2.36
1.210	0.8	2.44
1.440	1.1	3.27
2.176	1.3	3.96
2.880	1.4	4.33
4.320	1.5	4.62
5.500	1.6	4.70
5.760	1.6	4.70
6.165	1.6	4.70
6.830	1.6	4.68
7.200	1.6	4.66
8.640	1.5	4.56
10.080	1.5	4.43
11.520	1.4	4.34
12.960	1.4	4.25
14.400	1.4	4.24
15.840	1.4	4.28
17.280	1.4	4.34
18.720	1.5	4.41
20.160	1.5	4.49
21.600	1.5	4.54
21.970	1.5	4.55
22.635	1.5	4.57
23.040	1.5	4.57
23.300	1.5	4.57
24.480	1.5	4.57
25.920	1.4	4.32
26.624	1.3	3.78
27.360	1.0	2.93
27.590	0.9	2.67
28.110	0.9	2.29
28.799	0.6	1.50
28.800	0.6	1.50
28.801	0.0	0.00
29.290	0.0	0.00

Viga 8

Distancia al eje 1 (m)	A_t (cm^2/m)	A_l (cm^2)
-0.490	0.0	0.00
-0.001	0.0	0.00
0.000	0.6	1.55
0.001	0.6	1.55
0.690	0.8	2.15
1.210	0.9	2.77
1.440	1.1	3.18
2.176	1.3	3.81
2.880	1.4	4.32
4.320	1.5	4.60
5.500	1.5	4.63
5.760	1.5	4.63
6.165	1.5	4.63
6.830	1.5	4.62
7.200	1.5	4.61
8.640	1.5	4.54

10.080	1.5	4.46
11.520	1.4	4.29
12.960	1.4	4.17
14.400	1.3	4.04
15.840	1.3	3.93
17.280	1.3	3.84
18.720	1.3	3.75
20.160	1.2	3.64
21.600	1.2	3.50
21.970	1.2	3.46
22.635	1.1	3.40
23.040	1.1	3.37
23.300	1.1	3.35
24.480	1.1	3.25
25.920	1.0	3.06
26.624	1.0	2.91
27.360	0.9	2.61
27.590	0.8	2.28
28.110	0.7	1.85
28.799	0.5	1.39
28.800	0.5	1.38
28.801	0.0	0.00
29.290	0.0	0.00

Viga 9

Distancia al eje 1	A_t	A_l
(m)	(cm^2/m)	(cm^2)
-0.490	0.0	0.00
-0.001	0.0	0.00
0.000	0.4	1.07
0.001	0.4	1.07
0.690	0.7	1.94
1.210	0.8	2.35
1.440	0.9	2.61
2.176	1.2	3.61
2.880	1.4	4.14
4.320	1.5	4.44
5.500	1.5	4.50
5.760	1.5	4.51
6.165	1.5	4.51
6.830	1.5	4.51
7.200	1.5	4.51
8.640	1.5	4.50
10.080	1.5	4.47
11.520	1.5	4.38
12.960	1.4	4.23
14.400	1.4	4.11
15.840	1.3	3.97
17.280	1.3	3.90
18.720	1.3	3.87
20.160	1.3	3.87
21.600	1.3	3.90
21.970	1.3	3.92
22.635	1.3	3.95
23.040	1.3	3.96
23.300	1.3	3.97
24.480	1.3	3.93
25.920	1.2	3.68
26.624	1.1	3.32
27.360	0.9	2.58
27.590	0.6	1.91
28.110	0.7	1.90
28.799	0.6	1.63
28.800	0.6	1.63
28.801	0.0	0.00
29.290	0.0	0.00

Viga 10		
Distancia al eje 1	A_t	A_l
(m)	(cm^2/m)	(cm^2)
-0.490	0.0	0.00
-0.001	0.0	0.01
0.000	0.4	1.11
0.001	0.4	0.99
0.690	0.5	1.35
1.210	0.5	1.45
1.440	0.5	1.56
2.176	0.9	2.78
2.880	1.0	3.09
4.320	1.2	3.47
5.500	1.2	3.66
5.760	1.2	3.69
6.165	1.3	3.79
6.830	1.3	3.85
7.200	1.3	3.88
8.640	1.3	3.99
10.080	1.4	4.09
11.520	1.4	4.10
12.960	1.3	4.03
14.400	1.3	3.84
15.840	1.2	3.70
17.280	1.2	3.59
18.720	1.2	3.60
20.160	1.3	3.76
21.600	1.3	4.04
21.970	1.4	4.14
22.635	1.4	4.31
23.040	1.5	4.42
23.300	1.5	4.48
24.480	1.6	4.66
25.920	1.6	4.66
26.624	1.5	4.55
27.360	1.5	4.43
27.590	1.5	4.38
28.110	1.8	4.76
28.799	1.7	4.60
28.800	1.6	4.44
28.801	0.0	0.01
29.290	0.0	0.00

13.4 Resumen de verificaciones

Viga 1. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 6. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 7. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 8. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 9. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 10. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

14 RASANTE VIGA - LOSA

14.1 Resumen de armaduras

Viga 1

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	14.400	14.400	38.2
3	14.400	28.800	14.400	38.2
4	28.800	29.300	0.500	0.0

Viga 2

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	14.400	14.400	38.1
3	14.400	28.800	14.400	38.1
4	28.800	29.300	0.500	0.0

Viga 3

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	14.400	14.400	38.1
3	14.400	28.800	14.400	38.1
4	28.800	29.300	0.500	0.0

Viga 4

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	14.400	14.400	38.1
3	14.400	28.800	14.400	38.1
4	28.800	29.300	0.500	0.0

Viga 5

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	14.400	14.400	38.1
3	14.400	28.800	14.400	38.1
4	28.800	29.300	0.500	0.0

Viga 6

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	14.400	14.400	38.1
3	14.400	28.800	14.400	38.1
4	28.800	29.300	0.500	0.0

Viga 7

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0

2	0.000	14.400	14.400	38.1
3	14.400	28.800	14.400	38.1
4	28.800	29.300	0.500	0.0

Viga 8

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	14.400	14.400	38.1
3	14.400	28.800	14.400	38.1
4	28.800	29.300	0.500	0.0

Viga 9

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	14.400	14.400	38.1
3	14.400	28.800	14.400	38.1
4	28.800	29.300	0.500	0.0

Viga 10

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	14.400	14.400	38.2
3	14.400	28.800	14.400	38.2
4	28.800	29.300	0.500	0.0

14.2 Resumen de verificaciones

Viga 1. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 6. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 7. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 8. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 9. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 10. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

15 RASANTE EN EL ALA INFERIOR DE LAS VIGAS

15.1 Resumen de armaduras

Viga 1

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)

1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	14.400	14.400	4.9
3	14.400	28.800	14.400	4.9
4	28.800	29.300	0.500	0.0

Viga 2

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	14.400	14.400	4.9
3	14.400	28.800	14.400	4.9
4	28.800	29.300	0.500	0.0

Viga 3

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	14.400	14.400	4.9
3	14.400	28.800	14.400	4.9
4	28.800	29.300	0.500	0.0

Viga 4

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	14.400	14.400	4.9
3	14.400	28.800	14.400	4.9
4	28.800	29.300	0.500	0.0

Viga 5

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	14.400	14.400	4.9
3	14.400	28.800	14.400	4.9
4	28.800	29.300	0.500	0.0

Viga 6

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	14.400	14.400	4.9
3	14.400	28.800	14.400	4.9
4	28.800	29.300	0.500	0.0

Viga 7

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	14.400	14.400	4.9
3	14.400	28.800	14.400	4.9
4	28.800	29.300	0.500	0.0

Viga 8

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	14.400	14.400	4.9
3	14.400	28.800	14.400	4.9
4	28.800	29.300	0.500	0.0

Viga 9

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	14.400	14.400	4.9
3	14.400	28.800	14.400	4.9
4	28.800	29.300	0.500	0.0

Viga 10

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	14.400	14.400	4.9
3	14.400	28.800	14.400	4.9
4	28.800	29.300	0.500	0.0

15.2 Resumen de verificaciones

Viga 1. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 6. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 7. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 8. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 9. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 10. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

16 RASANTE EN EL ALA SUPERIOR DE LAS VIGAS

16.1 Resumen de armaduras

Viga 1

				Armadura necesaria	
Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Ala superior viga	Losa
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0	0.0
2	0.000	14.400	14.400	3.8	5.4
3	14.400	28.800	14.400	3.8	5.4
4	28.800	29.300	0.500	0.0	0.0

Viga 2

				Armadura necesaria	
Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Ala superior viga	Losa
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0	0.0
2	0.000	14.400	14.400	3.8	5.3
3	14.400	28.800	14.400	3.8	5.3

4	28.800	29.300	0.500	0.0	0.0

Viga 3				Armadura necesaria	
Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Ala superior viga	Losa
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0	0.0
2	0.000	14.400	14.400	3.8	5.3
3	14.400	28.800	14.400	3.8	5.3
4	28.800	29.300	0.500	0.0	0.0

Viga 4				Armadura necesaria	
Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Ala superior viga	Losa
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0	0.0
2	0.000	14.400	14.400	3.8	5.3
3	14.400	28.800	14.400	3.8	5.3
4	28.800	29.300	0.500	0.0	0.0

Viga 5				Armadura necesaria	
Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Ala superior viga	Losa
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0	0.0
2	0.000	14.400	14.400	3.8	5.3
3	14.400	28.800	14.400	3.8	5.3
4	28.800	29.300	0.500	0.0	0.0

Viga 6				Armadura necesaria	
Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Ala superior viga	Losa
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0	0.0
2	0.000	14.400	14.400	3.8	5.3
3	14.400	28.800	14.400	3.8	5.3
4	28.800	29.300	0.500	0.0	0.0

Viga 7				Armadura necesaria	
Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Ala superior viga	Losa
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0	0.0
2	0.000	14.400	14.400	3.8	5.3
3	14.400	28.800	14.400	3.8	5.3
4	28.800	29.300	0.500	0.0	0.0

Viga 8				Armadura necesaria	
Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Ala superior viga	Losa
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0	0.0
2	0.000	14.400	14.400	3.8	5.3
3	14.400	28.800	14.400	3.8	5.3
4	28.800	29.300	0.500	0.0	0.0

Viga 9				Armadura necesaria	
Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Ala superior viga	Losa
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0	0.0
2	0.000	14.400	14.400	3.8	5.3
3	14.400	28.800	14.400	3.8	5.3
4	28.800	29.300	0.500	0.0	0.0

Viga 10				Armadura necesaria	
Tramo	Distancia	Distancia	Longitud	Ala superior	Losa

	inicial	final		viga	
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0	0.0
2	0.000	14.400	14.400	3.8	5.4
3	14.400	28.800	14.400	3.8	5.4
4	28.800	29.300	0.500	0.0	0.0

16.2 Resumen de verificaciones

Viga 1. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 6. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 7. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 8. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 9. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 10. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

17 Flechas

17.1 Flechas características

En este apartado se listan las flechas producidas por cada una de las acciones, sin mayorar.
Se listan los valores mínimos y máximos a lo largo de cada viga.

$\delta_{mín}$: Flecha mínima (negativa si es descendente).
$\delta_{máx}$: Flecha máxima (negativa si es descendente).

Viga	Peso propio de las vigas (PV)		Pretesado instantáneo (PI)		Peso propio de la losa (PL)		Superestructura (SE)	
	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1	-34.6	1.9	-5.7	89.4	-41.9	2.3	-17.6	0.0
2	-34.6	1.9	-5.7	89.4	-40.9	2.3	-14.6	0.0
3	-34.6	1.9	-5.7	89.4	-40.9	2.3	-12.3	0.0
4	-34.6	1.9	-5.7	89.4	-40.9	2.3	-10.8	0.0
5	-34.6	1.9	-5.7	89.4	-40.9	2.3	-10.1	0.0
6	-34.6	1.9	-5.7	89.4	-40.9	2.3	-10.1	0.0
7	-34.6	1.9	-5.7	89.4	-40.9	2.3	-10.8	0.0
8	-34.6	1.9	-5.7	89.4	-40.9	2.3	-12.3	0.0
9	-34.6	1.9	-5.7	89.4	-40.9	2.3	-14.6	0.0
10	-34.6	1.9	-5.7	89.4	-41.9	2.3	-17.6	0.0

Viga	Tráfico en aceras (TRA)		Tráfico en plataforma (TRP)		Gradiente térmico (GT)		Pérdidas de pretesado hasta el fraguado de la losa (PPS)	
	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)

1	-6.6	0.1	-7.6	1.3	-5.8	7.6	-3.2	0.2
2	-4.6	0.1	-15.6	0.1	-5.6	7.4	-3.2	0.2
3	-2.8	0.1	-23.3	0.0	-5.6	7.3	-3.2	0.2
4	-1.4	0.1	-26.6	0.0	-5.6	7.3	-3.2	0.2
5	-0.7	0.0	-27.4	0.0	-5.6	7.3	-3.2	0.2
6	-0.7	0.0	-27.4	0.0	-5.6	7.3	-3.2	0.2
7	-1.4	0.1	-26.6	0.0	-5.6	7.3	-3.2	0.2
8	-2.8	0.1	-23.3	0.0	-5.6	7.3	-3.2	0.2
9	-4.6	0.1	-15.6	0.2	-5.6	7.4	-3.2	0.2
10	-6.6	0.1	-7.6	1.3	-5.8	7.6	-3.2	0.2

Viga	Pérdidas de pretesado entre el fraguado de la losa y tiempo infinito (PPC)		Viento vertical (VI)		Valor frecuente del tráfico en plataforma (TRP1)	
	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1	-5.6	0.4	-5.3	5.3	-4.5	0.8
2	-5.8	0.4	-4.8	4.8	-9.4	0.1
3	-6.0	0.4	-4.3	4.3	-14.2	0.0
4	-6.1	0.4	-3.7	3.7	-16.2	0.0
5	-6.1	0.4	-2.8	2.8	-16.6	0.0
6	-6.1	0.4	-2.8	2.8	-16.6	0.0
7	-6.1	0.4	-3.7	3.7	-16.2	0.0
8	-6.0	0.4	-4.3	4.3	-14.2	0.0
9	-5.8	0.4	-4.8	4.8	-9.4	0.1
10	-5.6	0.4	-5.3	5.3	-4.5	0.8

17.2 Situación persistente. Combinación característica

Las flechas que se listan en este apartado incluyen las flechas por fluencia de las cargas permanentes en el instante a tiempo infinito.
Se listan los valores mínimos y máximos a lo largo de cada viga.

No se están compatilizando las deformaciones diferidas entre viga y losa producidas por las acciones permanentes que actúan inicialmente sobre la viga aislada

$\delta_{mín}$: Flecha mínima (negativa si es descendente).
$\delta_{máx}$: Flecha máxima (negativa si es descendente).

Viga	Tras la transferencia del pretesado		Tras el hormigonado de la losa		Tras la disposición de la superestructura		Tras la apertura al tráfico	
	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1	-4.0	59.2	-1.5	15.0	-12.5	2.2	-30.1	7.3
2	-4.0	59.2	-1.5	16.0	-8.4	4.7	-31.8	10.5
3	-4.0	59.2	-1.5	16.0	-6.1	6.8	-35.6	13.1
4	-4.0	59.2	-1.5	16.0	-4.6	8.2	-35.9	15.1
5	-4.0	59.2	-1.5	16.0	-3.9	9.1	-35.2	16.1
6	-4.0	59.2	-1.5	16.0	-3.9	9.1	-35.2	16.1
7	-4.0	59.2	-1.5	16.0	-4.6	8.2	-35.9	15.1
8	-4.0	59.2	-1.5	16.0	-6.1	6.8	-35.6	13.1
9	-4.0	59.2	-1.5	16.0	-8.4	4.7	-31.8	10.5
10	-4.0	59.2	-1.5	15.0	-12.5	2.2	-30.1	7.3

Viga	Tiempo infinito. Todas las acciones		Tiempo infinito. Acciones permanentes	
	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1	-42.9	9.5	-25.3	5.1
2	-40.6	15.8	-17.2	10.2
3	-42.3	20.1	-12.9	14.3

4	-41.3	23.6	-10.0	17.0
5	-40.0	25.4	-8.6	18.7
6	-40.0	25.4	-8.6	18.7
7	-41.3	23.6	-10.0	17.0
8	-42.3	20.1	-12.9	14.3
9	-40.6	15.8	-17.2	10.3
10	-42.9	9.5	-25.2	5.1

17.3 Verificación de flechas

En este apartado se comparan las flechas debidas a las cargas variables en situación frecuente con la flecha admisible.

Viga			Flecha admisible	Observación
	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{admisible}$	
	(mm)	(mm)	(mm)	
1	-7.1	0.8	-28.8	Cumple
2	-11.2	0.1	-28.8	Cumple
3	-15.3	0.0	-28.8	Cumple
4	-16.8	0.0	-28.8	Cumple
5	-16.8	0.0	-28.8	Cumple
6	-16.8	0.0	-28.8	Cumple
7	-16.8	0.0	-28.8	Cumple
8	-15.3	0.0	-28.8	Cumple
9	-11.2	0.1	-28.8	Cumple
10	-7.1	0.8	-28.8	Cumple

17.3.1 Resumen de verificaciones

Viga 1. Verifica la comprobación.

Viga 2. Verifica la comprobación.

Viga 3. Verifica la comprobación.

Viga 4. Verifica la comprobación.

Viga 5. Verifica la comprobación.

Viga 6. Verifica la comprobación.

Viga 7. Verifica la comprobación.

Viga 8. Verifica la comprobación.

Viga 9. Verifica la comprobación.

Viga 10. Verifica la comprobación.

18 Giros

18.1 Giros característicos

En este apartado se listan los giros producidos por cada una de las acciones, sin mayorar.
Se listan los valores en los 2 apoyos de cada viga.

$\theta_{mín}$: Giro mínimo (positivo en sentido antihorario).
$\theta_{máx}$: Giro máximo (positivo en sentido antihorario).

Viga	Apoyo	Peso propio de las vigas (PV)		Pretesado instantáneo (PI)		Peso propio de la losa (PL)		Superestructura (SE)	
		$\theta_{máx}$ (rad)	$\theta_{mín}$ (rad)	$\theta_{máx}$ (rad)	$\theta_{mín}$ (rad)	$\theta_{máx}$ (rad)	$\theta_{mín}$ (rad)	$\theta_{máx}$ (rad)	$\theta_{mín}$ (rad)
1	1	-0.003849	-0.003849	0.011366	0.011366	-0.004655	-0.004655	-0.001953	-0.001990
1	2	0.003849	0.003849	-0.011366	-0.011366	0.004655	0.004655	0.001950	0.001905
2	1	-0.003849	-0.003849	0.011366	0.011366	-0.004539	-0.004539	-0.001431	-0.001569
2	2	0.003849	0.003849	-0.011366	-0.011366	0.004539	0.004539	0.001659	0.001547
3	1	-0.003849	-0.003849	0.011366	0.011366	-0.004539	-0.004539	-0.001121	-0.001345
3	2	0.003849	0.003849	-0.011366	-0.011366	0.004539	0.004539	0.001394	0.001192
4	1	-0.003849	-0.003849	0.011366	0.011366	-0.004539	-0.004539	-0.000902	-0.001192
4	2	0.003849	0.003849	-0.011366	-0.011366	0.004539	0.004539	0.001211	0.000934
5	1	-0.003849	-0.003849	0.011366	0.011366	-0.004539	-0.004539	-0.000798	-0.001120
5	2	0.003849	0.003849	-0.011366	-0.011366	0.004539	0.004539	0.001124	0.000806
6	1	-0.003849	-0.003849	0.011366	0.011366	-0.004539	-0.004539	-0.000806	-0.001124
6	2	0.003849	0.003849	-0.011366	-0.011366	0.004539	0.004539	0.001120	0.000798
7	1	-0.003849	-0.003849	0.011366	0.011366	-0.004539	-0.004539	-0.000934	-0.001211
7	2	0.003849	0.003849	-0.011366	-0.011366	0.004539	0.004539	0.001192	0.000902
8	1	-0.003849	-0.003849	0.011366	0.011366	-0.004539	-0.004539	-0.001192	-0.001394
8	2	0.003849	0.003849	-0.011366	-0.011366	0.004539	0.004539	0.001345	0.001121
9	1	-0.003849	-0.003849	0.011366	0.011366	-0.004539	-0.004539	-0.001547	-0.001659
9	2	0.003849	0.003849	-0.011366	-0.011366	0.004539	0.004539	0.001569	0.001431
10	1	-0.003849	-0.003849	0.011366	0.011366	-0.004655	-0.004655	-0.001905	-0.001950
10	2	0.003849	0.003849	-0.011366	-0.011366	0.004655	0.004655	0.001990	0.001953

Viga	Apoyo	Tráfico en aceras (TRA)		Tráfico en plataforma (TRP)		Gradiente térmico (GT)		Pérdidas de pretesado hasta el fraguado de la losa (PPS)	
		$\theta_{máx}$ (rad)	$\theta_{mín}$ (rad)	$\theta_{máx}$ (rad)	$\theta_{mín}$ (rad)	$\theta_{máx}$ (rad)	$\theta_{mín}$ (rad)	$\theta_{máx}$ (rad)	$\theta_{mín}$ (rad)
1	1	0.000003	-0.000747	0.000104	-0.000810	0.001056	-0.000805	-0.000405	-0.000405
1	2	0.000721	0.000000	0.000827	-0.000072	0.000802	-0.001053	0.000405	0.000405
2	1	0.000008	-0.000476	0.000000	-0.001872	0.001026	-0.000782	-0.000407	-0.000407
2	2	0.000538	-0.000005	0.001529	-0.000008	0.000786	-0.001031	0.000407	0.000407
3	1	0.000010	-0.000288	0.000000	-0.002651	0.001023	-0.000779	-0.000407	-0.000407
3	2	0.000331	-0.000006	0.002402	0.000000	0.000779	-0.001022	0.000407	0.000407
4	1	0.000006	-0.000143	0.000000	-0.002905	0.001022	-0.000778	-0.000407	-0.000407
4	2	0.000164	0.000000	0.002894	0.000000	0.000777	-0.001020	0.000407	0.000407
5	1	0.000000	-0.000064	0.000000	-0.002998	0.001021	-0.000778	-0.000407	-0.000407
5	2	0.000072	0.000000	0.003002	0.000000	0.000778	-0.001021	0.000407	0.000407
6	1	0.000000	-0.000072	0.000000	-0.003002	0.001021	-0.000778	-0.000407	-0.000407
6	2	0.000064	0.000000	0.002996	0.000000	0.000778	-0.001021	0.000407	0.000407
7	1	0.000000	-0.000164	0.000000	-0.002896	0.001020	-0.000777	-0.000407	-0.000407
7	2	0.000143	-0.000006	0.002905	0.000000	0.000778	-0.001022	0.000407	0.000407
8	1	0.000006	-0.000331	0.000000	-0.002403	0.001022	-0.000779	-0.000407	-0.000407
8	2	0.000288	-0.000010	0.002649	0.000000	0.000779	-0.001023	0.000407	0.000407
9	1	0.000005	-0.000538	0.000008	-0.001528	0.001031	-0.000786	-0.000407	-0.000407
9	2	0.000476	-0.000008	0.001870	0.000000	0.000782	-0.001026	0.000407	0.000407
10	1	0.000000	-0.000721	0.000072	-0.000826	0.001053	-0.000802	-0.000405	-0.000405
10	2	0.000747	-0.000003	0.000808	-0.000104	0.000805	-0.001056	0.000405	0.000405

Viga	Apoyo	Pérdidas de pretesado entre el fraguado de la losa y tiempo infinito (PPC)		Viento vertical (VI)		Valor frecuente del tráfico en plataforma (TRP1)	
		$\theta_{máx}$ (rad)	$\theta_{mín}$ (rad)	$\theta_{máx}$ (rad)	$\theta_{mín}$ (rad)	$\theta_{máx}$ (rad)	$\theta_{mín}$ (rad)
1	1	-0.000721	-0.000721	0.000598	-0.000598	0.000078	-0.000482
1	2	0.000723	0.000723	0.000585	-0.000585	0.000496	-0.000054
2	1	-0.000752	-0.000752	0.000524	-0.000524	0.000000	-0.001133
2	2	0.000747	0.000747	0.000533	-0.000533	0.000924	-0.000006
3	1	-0.000766	-0.000766	0.000478	-0.000478	0.000000	-0.001611

3	2	0.000763	0.000763	0.000482	-0.000482	0.001455	0.000000
4	1	-0.000776	-0.000776	0.000407	-0.000407	0.000000	-0.001772
4	2	0.000775	0.000775	0.000419	-0.000419	0.001761	0.000000
5	1	-0.000780	-0.000780	0.000304	-0.000304	0.000000	-0.001806
5	2	0.000780	0.000780	0.000329	-0.000329	0.001807	0.000000
6	1	-0.000780	-0.000780	0.000329	-0.000329	0.000000	-0.001807
6	2	0.000780	0.000780	0.000304	-0.000304	0.001805	0.000000
7	1	-0.000775	-0.000775	0.000419	-0.000419	0.000000	-0.001762
7	2	0.000776	0.000776	0.000407	-0.000407	0.001772	0.000000
8	1	-0.000763	-0.000763	0.000482	-0.000482	0.000000	-0.001455
8	2	0.000766	0.000766	0.000478	-0.000478	0.001611	0.000000
9	1	-0.000747	-0.000747	0.000533	-0.000533	0.000006	-0.000924
9	2	0.000752	0.000752	0.000524	-0.000524	0.001133	0.000000
10	1	-0.000723	-0.000723	0.000585	-0.000585	0.000054	-0.000495
10	2	0.000721	0.000721	0.000598	-0.000598	0.000481	-0.000078

18.2 Situación persistente. Combinación característica

Los giros que se listan en este apartado incluyen los giros por fluencia de las cargas permanentes en el instante a tiempo infinito.
Se listan los valores en los 2 apoyos de cada viga.

$\theta_{mín}$: Giro mínimo (positivo en sentido antihorario).
$\theta_{máx}$: Giro máximo (positivo en sentido antihorario).

Viga	Apoyo	Tras la transferencia del pretesado		Tras el hormigonado de la losa		Tras la disposición de la superestructura		Tras la apertura al tráfico	
		$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$	$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$	$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$	$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$
		(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)
1	1	0.006949	0.008085	0.001889	0.003026	-0.000064	0.001036	0.001070	-0.001004
1	2	-0.008085	-0.006949	-0.003026	-0.001889	-0.001076	0.000016	0.000954	-0.001090
2	1	0.006949	0.008085	0.002002	0.003139	0.000572	0.001570	0.001601	-0.001247
2	2	-0.008085	-0.006949	-0.003139	-0.002002	-0.001480	-0.000456	0.001058	-0.001493
3	1	0.006949	0.008085	0.002002	0.003139	0.000881	0.001794	0.001908	-0.001612
3	2	-0.008085	-0.006949	-0.003139	-0.002002	-0.001745	-0.000810	0.001456	-0.001835
4	1	0.006949	0.008085	0.002002	0.003139	0.001101	0.001947	0.002125	-0.001569
4	2	-0.008085	-0.006949	-0.003139	-0.002002	-0.001928	-0.001068	0.001595	-0.002089
5	1	0.006949	0.008085	0.002002	0.003139	0.001205	0.002020	0.002226	-0.001510
5	2	-0.008085	-0.006949	-0.003139	-0.002002	-0.002015	-0.001196	0.001526	-0.002217
6	1	0.006949	0.008085	0.002003	0.003139	0.001197	0.002015	0.002218	-0.001526
6	2	-0.008086	-0.006949	-0.003139	-0.002003	-0.002020	-0.001205	0.001508	-0.002227
7	1	0.006949	0.008085	0.002003	0.003139	0.001069	0.001929	0.002089	-0.001597
7	2	-0.008086	-0.006949	-0.003139	-0.002003	-0.001948	-0.001101	0.001568	-0.002125
8	1	0.006949	0.008085	0.002003	0.003139	0.000811	0.001746	0.001835	-0.001456
8	2	-0.008086	-0.006949	-0.003139	-0.002003	-0.001794	-0.000882	0.001610	-0.001908
9	1	0.006949	0.008085	0.002003	0.003139	0.000456	0.001480	0.001494	-0.001057
9	2	-0.008086	-0.006949	-0.003139	-0.002003	-0.001570	-0.000572	0.001244	-0.001601
10	1	0.006949	0.008085	0.001889	0.003026	-0.000016	0.001076	0.001090	-0.000953
10	2	-0.008086	-0.006949	-0.003026	-0.001889	-0.001036	0.000063	0.001002	-0.001070

Viga	Apoyo	A tiempo infinito	
		$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$
		(rad)	(rad)
1	1	0.001107	0.000289
1	2	-0.002293	-0.003045
2	1	0.002250	0.000559
2	2	-0.002295	-0.003554
3	1	0.002847	0.000399
3	2	-0.000510	-0.002707
4	1	0.003270	0.000583
4	2	-0.001729	-0.004121
5	1	0.003469	0.000709
5	2	-0.001794	-0.004244

6	1	0.003452	0.000689
6	2	-0.000711	-0.003469
7	1	0.003203	0.000538
7	2	-0.000585	-0.003270
8	1	0.002707	0.000510
8	2	-0.000402	-0.002847
9	1	0.002034	0.000664
9	2	-0.000562	-0.002251
10	1	0.001172	0.000377
10	2	-0.000292	-0.001108

El usuario no ha definido cargas de fatiga

20 CÁLCULO DE LA CUANTÍA DE ACERO EN LAS VIGAS

20.1 Cálculo de la armadura de difusión del pretensado

El cálculo de la armadura de difusión del pretensado se realiza mediante un modelo de elementos finitos de la viga.

Viga 1:

Esfuerzos N_y (Tensión normal vertical) :

Cuantías de armadura a disponer en los distintos tramos en los que se divide la viga :

Longitud	A_s	Longitud	A_s	Longitud	A_s

(m)	(mm^2/m)	(m)	(mm^2/m)	(m)	(mm^2/m)
0.993	5.3	0.993	0.0	0.993	0.0
0.993	0.5	0.993	0.0	0.993	0.0
0.993	1.4	0.993	0.0	0.993	0.4
0.993	0.6	0.993	0.0	0.993	0.8
0.993	0.1	0.993	0.0	0.993	0.8
0.993	0.8	0.993	0.0	0.993	0.1
0.993	0.8	0.993	0.0	0.993	0.6
0.993	0.4	0.993	0.0	0.993	1.4
0.993	0.0	0.993	0.0	0.993	0.5
0.993	0.0	0.993	0.0	0.993	5.3

A_s : Cuantía vertical a disponer en cada tramo.

Viga 2:

Esfuerzos N_y (Tensión normal vertical) :

Difusión del pretensado

Viga 10

Ny (Tensión normal vertical)

145.2 a 290.4
0.0 a 145.2
-0.0 a 0.0
-350.3 a -0.0
-700.5 a -350.3
-1050.8 a -700.5
-1401.0 a -1050.8
-1751.3 a -1401.0

Unidades: kN/m

Cuantías de armadura a disponer en los distintos tramos en los que se divide la viga :

Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)
0.993	5.3	0.993	0.0	0.993	0.0
0.993	0.5	0.993	0.0	0.993	0.0
0.993	1.4	0.993	0.0	0.993	0.4
0.993	0.6	0.993	0.0	0.993	0.8
0.993	0.1	0.993	0.0	0.993	0.8
0.993	0.8	0.993	0.0	0.993	0.1
0.993	0.8	0.993	0.0	0.993	0.6
0.993	0.4	0.993	0.0	0.993	1.4
0.993	0.0	0.993	0.0	0.993	0.5
0.993	0.0	0.993	0.0	0.993	5.3

A_s : Cuantía vertical a disponer en cada tramo.

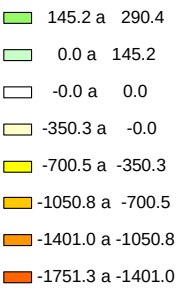
Viga 3:

Esfuerzos N_y (Tensión normal vertical) :

Difusión del pretensado

Viga 10

Ny (Tensión normal vertical)



Unidades: kN/m

Cuantías de armadura a disponer en los distintos tramos en los que se divide la viga :

Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)
0.993	5.3	0.993	0.0	0.993	0.0
0.993	0.5	0.993	0.0	0.993	0.0
0.993	1.4	0.993	0.0	0.993	0.4
0.993	0.6	0.993	0.0	0.993	0.8
0.993	0.1	0.993	0.0	0.993	0.8
0.993	0.8	0.993	0.0	0.993	0.1
0.993	0.8	0.993	0.0	0.993	0.6
0.993	0.4	0.993	0.0	0.993	1.4
0.993	0.0	0.993	0.0	0.993	0.5
0.993	0.0	0.993	0.0	0.993	5.3

A_s : Cuantía vertical a disponer en cada tramo.

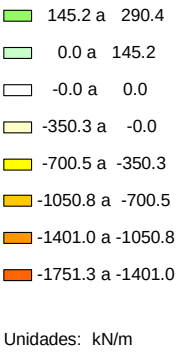
Viga 4:

Esfuerzos N_y (Tensión normal vertical) :

Difusión del pretensado

Viga 10

Ny (Tensión normal vertical)



Cuantías de armadura a disponer en los distintos tramos en los que se divide la viga :

Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)
0.993	5.3	0.993	0.0	0.993	0.0
0.993	0.5	0.993	0.0	0.993	0.0
0.993	1.4	0.993	0.0	0.993	0.4
0.993	0.6	0.993	0.0	0.993	0.8
0.993	0.1	0.993	0.0	0.993	0.8
0.993	0.8	0.993	0.0	0.993	0.1
0.993	0.8	0.993	0.0	0.993	0.6
0.993	0.4	0.993	0.0	0.993	1.4
0.993	0.0	0.993	0.0	0.993	0.5
0.993	0.0	0.993	0.0	0.993	5.3

A_s : Cuantía vertical a disponer en cada tramo.

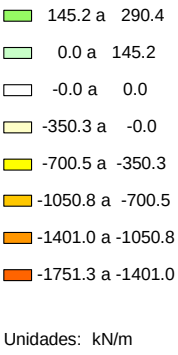
Viga 5:

Esfuerzos N_y (Tensión normal vertical) :

Difusión del pretensado

Viga 10

Ny (Tensión normal vertical)



Cuantías de armadura a disponer en los distintos tramos en los que se divide la viga :

Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)
0.993	5.3	0.993	0.0	0.993	0.0
0.993	0.5	0.993	0.0	0.993	0.0
0.993	1.4	0.993	0.0	0.993	0.4
0.993	0.6	0.993	0.0	0.993	0.8
0.993	0.1	0.993	0.0	0.993	0.8
0.993	0.8	0.993	0.0	0.993	0.1
0.993	0.8	0.993	0.0	0.993	0.6
0.993	0.4	0.993	0.0	0.993	1.4
0.993	0.0	0.993	0.0	0.993	0.5
0.993	0.0	0.993	0.0	0.993	5.3

A_s : Cuantía vertical a disponer en cada tramo.

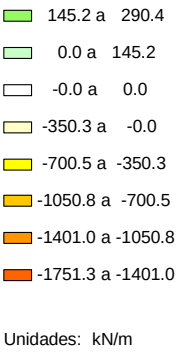
Viga 6:

Esfuerzos N_y (Tensión normal vertical) :

Difusión del pretensado

Viga 10

Ny (Tensión normal vertical)



Cuantías de armadura a disponer en los distintos tramos en los que se divide la viga :

Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)
0.993	5.3	0.993	0.0	0.993	0.0
0.993	0.5	0.993	0.0	0.993	0.0
0.993	1.4	0.993	0.0	0.993	0.3
0.993	0.6	0.993	0.0	0.993	0.8
0.993	0.1	0.993	0.0	0.993	0.8
0.993	0.8	0.993	0.0	0.993	0.1
0.993	0.8	0.993	0.0	0.993	0.6
0.993	0.3	0.993	0.0	0.993	1.4
0.993	0.0	0.993	0.0	0.993	0.5
0.993	0.0	0.993	0.0	0.993	5.3

A_s : Cuantía vertical a disponer en cada tramo.

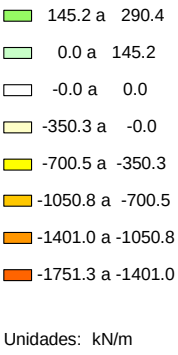
Viga 7:

Esfuerzos N_y (Tensión normal vertical) :

Difusión del pretensado

Viga 10

Ny (Tensión normal vertical)



Cuantías de armadura a disponer en los distintos tramos en los que se divide la viga :

Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)
0.993	5.3	0.993	0.0	0.993	0.0
0.993	0.5	0.993	0.0	0.993	0.0
0.993	1.4	0.993	0.0	0.993	0.3
0.993	0.6	0.993	0.0	0.993	0.8
0.993	0.1	0.993	0.0	0.993	0.8
0.993	0.8	0.993	0.0	0.993	0.1
0.993	0.8	0.993	0.0	0.993	0.6
0.993	0.3	0.993	0.0	0.993	1.4
0.993	0.0	0.993	0.0	0.993	0.5
0.993	0.0	0.993	0.0	0.993	5.3

A_s : Cuantía vertical a disponer en cada tramo.

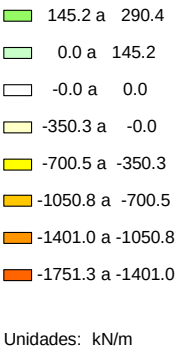
Viga 8:

Esfuerzos N_y (Tensión normal vertical) :

Difusión del pretensado

Viga 10

Ny (Tensión normal vertical)



Cuantías de armadura a disponer en los distintos tramos en los que se divide la viga :

Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)
0.993	5.3	0.993	0.0	0.993	0.0
0.993	0.5	0.993	0.0	0.993	0.0
0.993	1.4	0.993	0.0	0.993	0.3
0.993	0.6	0.993	0.0	0.993	0.8
0.993	0.1	0.993	0.0	0.993	0.8
0.993	0.8	0.993	0.0	0.993	0.1
0.993	0.8	0.993	0.0	0.993	0.6
0.993	0.3	0.993	0.0	0.993	1.4
0.993	0.0	0.993	0.0	0.993	0.5
0.993	0.0	0.993	0.0	0.993	5.3

A_s : Cuantía vertical a disponer en cada tramo.

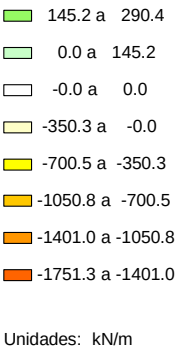
Viga 9:

Esfuerzos N_y (Tensión normal vertical) :

Difusión del pretensado

Viga 10

Ny (Tensión normal vertical)



Cuantías de armadura a disponer en los distintos tramos en los que se divide la viga :

Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)
0.993	5.3	0.993	0.0	0.993	0.0
0.993	0.5	0.993	0.0	0.993	0.0
0.993	1.4	0.993	0.0	0.993	0.3
0.993	0.6	0.993	0.0	0.993	0.8
0.993	0.1	0.993	0.0	0.993	0.8
0.993	0.8	0.993	0.0	0.993	0.1
0.993	0.8	0.993	0.0	0.993	0.6
0.993	0.3	0.993	0.0	0.993	1.4
0.993	0.0	0.993	0.0	0.993	0.5
0.993	0.0	0.993	0.0	0.993	5.3

A_s : Cuantía vertical a disponer en cada tramo.

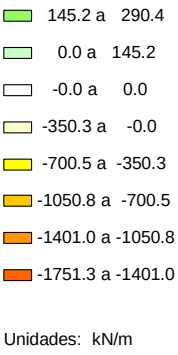
Viga 10:

Esfuerzos N_y (Tensión normal vertical) :

Difusión del pretensado

Viga 10

Ny (Tensión normal vertical)



Cuantías de armadura a disponer en los distintos tramos en los que se divide la viga :

Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)
0.993	5.3	0.993	0.0	0.993	0.0
0.993	0.5	0.993	0.0	0.993	0.0
0.993	1.4	0.993	0.0	0.993	0.3
0.993	0.6	0.993	0.0	0.993	0.8
0.993	0.1	0.993	0.0	0.993	0.8
0.993	0.8	0.993	0.0	0.993	0.1
0.993	0.8	0.993	0.0	0.993	0.6
0.993	0.3	0.993	0.0	0.993	1.4
0.993	0.0	0.993	0.0	0.993	0.5
0.993	0.0	0.993	0.0	0.993	5.3

A_s : Cuantía vertical a disponer en cada tramo.

20.2 Resumen de cuantías de armadura transversal

A_{sQ}: Cuantías por cortante (mm^2/m)
A_{sQMin}: Cuantías mínimas por cortante (mm^2/m)
A_{sT}: Cuantías por torsión (mm^2/m)
A_{sPret}: Cuantías por introducción del pretensado (mm^2/m)
A_{sTotal}: Cuantías totales en el alma (mm^2/m)
$A_{sRasVL\ cálculo}$: Cuantías por rasante Viga-Losa (mm^2/m)
$A_{sRasVL\ refuerzo}$: Cuantías de refuerzo por rasante Viga-Losa (mm^2/m)
$A_{sRasVL\ mínima}$: Cuantías mínimas por rasante Viga-Losa (mm^2/m)
A_{sRasAI}: Cuantías por rasante en el ala inferior (mm^2/m)
A_{sRasAS}: Cuantías por rasante en el ala superior (mm^2/m)
Número Estribos: número de estribos
Barra: Barra usada en los estribos
Sep.: separación de las armaduras (mm)

Las armaduras se refieren siempre al total de todas las ramas que atraviesan las sección.

Viga 1:

Armadura transversal en el alma

Longitud	A_{sQ} (mm²/m)	A_{sQMin} (mm²/m)	A_{sT} (mm²/m)	A_{sPret} (mm²/m)	A_{sTotal} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.483	1547.6	678.6	342.3	533.0	2422.9	4	Ø16	150
0.750	1547.6	678.6	350.0	533.0	2430.6	5	Ø16	150
0.400	1547.6	660.3	351.2	53.5	1952.3	4	Ø12	100
2.400	1527.4	203.6	296.3	139.3	1963.0	24	Ø12	100
2.500	1139.2	203.6	311.0	6.5	1456.7	25	Ø10	100
2.500	751.5	203.6	290.5	79.0	1121.1	20	Ø10	125
2.400	341.6	203.6	265.7	0.9	599.1	16	Ø8	150
2.550	40.4	72.1	273.5	1.4	347.0	17	Ø6	150
0.917	0.0	0.0	264.5	0.6	265.0	4	Ø6	200
0.917	0.0	0.0	264.5	0.6	265.0	4	Ø6	200
2.550	40.4	72.1	273.5	1.4	347.0	17	Ø6	150
2.400	341.6	203.6	265.7	0.9	599.1	16	Ø8	150
2.500	751.5	203.6	290.5	79.0	1121.1	20	Ø10	125
2.500	1139.2	203.6	311.0	6.5	1456.7	25	Ø10	100
2.400	1527.4	203.6	296.3	139.3	1963.0	24	Ø12	100
0.400	1547.6	660.3	351.2	53.5	1952.3	4	Ø12	100
0.750	1547.6	678.6	350.0	533.0	2430.6	5	Ø16	150
0.483	1547.6	678.6	342.3	533.0	2422.9	4	Ø16	150

Armadura de rasante viga-losa

Longitud	A_{sRasVL} cálculo (mm²/m)	A_{sRasVL} refuerzo (mm²/m)	A_{sRasVL} mínima (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.483	0.0	0.0	0.0	0	Ø6	0
0.625	3823.6	1142.8	1100.0	5	Ø10	125
0.500	3823.6	1561.6	1100.0	5	Ø10	100
2.400	3823.6	1561.6	1100.0	24	Ø10	100
2.500	3823.6	2252.8	1100.0	25	Ø12	100
2.400	3823.6	2567.0	1100.0	16	Ø16	150
2.500	3823.6	3153.4	1100.0	20	Ø16	125
2.500	3823.6	3446.6	1100.0	25	Ø16	100
0.992	3823.6	3576.9	1100.0	9	Ø16	100
0.992	3823.6	3576.9	1100.0	9	Ø16	100
2.500	3823.6	3446.6	1100.0	25	Ø16	100
2.500	3823.6	3153.4	1100.0	20	Ø16	125
2.400	3823.6	2567.0	1100.0	16	Ø16	150
2.500	3823.6	2252.8	1100.0	25	Ø12	100
2.400	3823.6	1561.6	1100.0	24	Ø10	100
0.500	3823.6	1561.6	1100.0	5	Ø10	100
0.625	3823.6	1142.8	1100.0	5	Ø10	125
0.483	0.0	0.0	0.0	0	Ø6	0

Armadura de rasante en el ala inferior

Longitud	A_{sRasAI} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.328	164.8	2	Ø6	300
0.875	423.8	7	Ø6	125
0.375	423.8	3	Ø6	125
2.500	423.8	20	Ø6	125
2.500	423.8	20	Ø6	125
2.500	423.8	20	Ø6	125
2.375	423.8	19	Ø6	125
2.500	423.8	20	Ø6	125
0.947	423.8	7	Ø6	125

0.947	423.8	7	Ø6	125
2.500	423.8	20	Ø6	125
2.375	423.8	19	Ø6	125
2.500	423.8	20	Ø6	125
2.500	423.8	20	Ø6	125
2.500	423.8	20	Ø6	125
0.375	423.8	3	Ø6	125
0.875	423.8	7	Ø6	125
0.328	164.8	2	Ø6	300

Armadura de rasante en el ala superior

Longitud	A_{sRasAS} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.429	415.7	5	Ø8	100
0.800	700.0	8	Ø10	100
0.400	700.0	4	Ø10	100
2.400	700.0	24	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.400	700.0	24	Ø10	100
2.600	700.0	26	Ø10	100
0.871	700.0	8	Ø10	100
0.871	700.0	8	Ø10	100
2.600	700.0	26	Ø10	100
2.400	700.0	24	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.400	700.0	24	Ø10	100
0.400	700.0	4	Ø10	100
0.800	700.0	8	Ø10	100
0.429	415.7	5	Ø8	100

Viga 2:

Armadura transversal en el alma

Longitud	A_{sQ} (mm²/m)	A_{sQMin} (mm²/m)	A_{sT} (mm²/m)	A_{sPret} (mm²/m)	A_{sTotal} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.483	1678.8	678.6	122.3	533.0	2334.2	4	Ø16	150
0.750	1678.8	678.6	135.0	533.0	2346.9	5	Ø16	150
0.400	1678.8	660.3	156.6	53.5	1872.8	4	Ø12	100
2.600	1637.6	203.6	179.7	139.3	1952.7	26	Ø12	100
2.500	1173.6	203.6	288.0	6.5	1435.6	25	Ø10	100
2.500	772.9	203.6	301.4	79.0	1153.3	20	Ø10	125
2.500	389.7	203.6	300.1	0.9	690.7	20	Ø8	125
2.400	44.0	43.8	293.8	1.4	339.2	16	Ø6	150
0.767	0.0	0.0	278.5	0.6	279.1	3	Ø6	200
0.767	0.0	0.0	278.5	0.6	279.1	3	Ø6	200
2.400	44.0	43.8	293.8	1.4	339.2	16	Ø6	150
2.500	389.7	203.6	300.1	0.9	690.7	20	Ø8	125
2.500	772.9	203.6	301.4	79.0	1153.3	20	Ø10	125
2.500	1173.6	203.6	288.0	6.5	1435.6	25	Ø10	100
2.600	1637.6	203.6	179.7	139.3	1952.7	26	Ø12	100
0.400	1678.8	660.3	156.6	53.5	1872.8	4	Ø12	100
0.750	1678.8	678.6	135.0	533.0	2346.9	5	Ø16	150
0.483	1678.8	678.6	122.3	533.0	2334.2	4	Ø16	150

Armadura de rasante viga-losa

Longitud	A_{sRasVL} cálculo (mm²/m)	A_{sRasVL} refuerzo (mm²/m)	A_{sRasVL} mínima (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.483	0.0	0.0	0.0	0	Ø6	0
0.625	3811.9	1131.1	1100.0	5	Ø10	125
0.500	3811.9	1550.0	1100.0	5	Ø10	100
2.600	3811.9	1550.0	1100.0	26	Ø10	100
2.500	3811.9	2241.1	1100.0	25	Ø12	100
2.400	3811.9	2555.3	1100.0	16	Ø16	150
2.500	3811.9	3007.7	1100.0	20	Ø16	125
2.500	3811.9	3434.9	1100.0	25	Ø16	100
0.792	3811.9	3590.7	1100.0	7	Ø16	100
0.792	3811.9	3590.7	1100.0	7	Ø16	100
2.500	3811.9	3434.9	1100.0	25	Ø16	100
2.500	3811.9	3007.7	1100.0	20	Ø16	125
2.400	3811.9	2555.3	1100.0	16	Ø16	150
2.500	3811.9	2241.1	1100.0	25	Ø12	100
2.600	3811.9	1550.0	1100.0	26	Ø10	100
0.500	3811.9	1550.0	1100.0	5	Ø10	100
0.625	3811.9	1131.1	1100.0	5	Ø10	125
0.483	0.0	0.0	0.0	0	Ø6	0

Armadura de rasante en el ala inferior

Longitud	A_{sRasAI} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.378	60.6	2	Ø6	350
0.875	397.8	7	Ø6	125
0.375	397.8	3	Ø6	125
2.625	397.8	21	Ø6	125
2.500	397.8	20	Ø6	125
2.500	397.8	20	Ø6	125
2.500	397.8	20	Ø6	125
2.375	397.8	19	Ø6	125
0.772	397.8	6	Ø6	125
0.772	397.8	6	Ø6	125
2.375	397.8	19	Ø6	125
2.500	397.8	20	Ø6	125
2.500	397.8	20	Ø6	125
2.500	397.8	20	Ø6	125
2.625	397.8	21	Ø6	125
0.375	397.8	3	Ø6	125
0.875	397.8	7	Ø6	125
0.378	60.6	2	Ø6	350

Armadura de rasante en el ala superior

Longitud	A_{sRasAS} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.429	415.6	5	Ø8	100
0.800	700.0	8	Ø10	100
0.400	700.0	4	Ø10	100
2.600	700.0	26	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.400	700.0	24	Ø10	100
0.771	700.0	7	Ø10	100
0.771	700.0	7	Ø10	100
2.400	700.0	24	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100

2.600	700.0	26	Ø10	100
0.400	700.0	4	Ø10	100
0.800	700.0	8	Ø10	100
0.429	415.6	5	Ø8	100

Viga 3:

Armadura transversal en el alma

Longitud	A_{sQ} (mm²/m)	A_{sQMin} (mm²/m)	A_{sT} (mm²/m)	A_{sPret} (mm²/m)	A_{sTotal} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.533	2064.7	678.6	117.4	533.0	2702.5	5	Ø16	125
0.625	2064.7	678.6	145.9	533.0	2724.9	5	Ø16	125
0.525	2064.7	221.9	184.0	53.5	2270.0	3	Ø16	175
2.550	2030.0	203.6	215.7	139.3	2344.8	17	Ø16	150
2.500	1473.5	203.6	299.2	6.5	1715.7	20	Ø12	125
2.000	1104.4	203.6	309.3	79.0	1492.8	20	Ø10	100
2.500	779.2	203.6	304.7	1.8	1085.8	20	Ø10	125
2.500	411.0	203.6	292.8	1.4	705.2	20	Ø8	125
1.167	86.2	168.2	276.7	1.0	445.9	9	Ø6	125
1.167	86.2	168.2	276.7	1.0	445.9	9	Ø6	125
2.500	411.0	203.6	292.8	1.4	705.2	20	Ø8	125
2.500	779.2	203.6	304.7	1.8	1085.8	20	Ø10	125
2.000	1104.4	203.6	309.3	79.0	1492.8	20	Ø10	100
2.500	1473.5	203.6	299.2	6.5	1715.7	20	Ø12	125
2.550	2030.0	203.6	215.7	139.3	2344.8	17	Ø16	150
0.525	2064.7	221.9	184.0	53.5	2270.0	3	Ø16	175
0.625	2064.7	678.6	145.9	533.0	2724.9	5	Ø16	125
0.533	2064.7	678.6	117.4	533.0	2702.5	5	Ø16	125

Armadura de rasante viga-losa

Longitud	A_{sRasVL} cálculo (mm²/m)	A_{sRasVL} refuerzo (mm²/m)	A_{sRasVL} mínima (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.530	3811.9	39.6	1100.0	5	Ø10	125
0.500	3811.9	594.9	1100.0	4	Ø10	125
0.700	3811.9	1514.1	1100.0	7	Ø10	100
2.375	3811.9	1131.1	1100.0	19	Ø10	125
2.600	3811.9	2002.4	1100.0	26	Ø12	100
2.000	3811.9	2241.1	1100.0	20	Ø12	100
2.400	3811.9	2555.3	1100.0	16	Ø16	150
2.500	3811.9	3007.7	1100.0	20	Ø16	125
1.295	3811.9	3375.8	1100.0	12	Ø16	100
1.295	3811.9	3375.8	1100.0	12	Ø16	100
2.500	3811.9	3007.7	1100.0	20	Ø16	125
2.400	3811.9	2555.3	1100.0	16	Ø16	150
2.000	3811.9	2241.1	1100.0	20	Ø12	100
2.600	3811.9	2002.4	1100.0	26	Ø12	100
2.375	3811.9	1131.1	1100.0	19	Ø10	125
0.700	3811.9	1514.1	1100.0	7	Ø10	100
0.500	3811.9	594.9	1100.0	4	Ø10	125
0.530	3811.9	39.6	1100.0	5	Ø10	125

Armadura de rasante en el ala inferior

Longitud	A_{sRasAI} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.528	401.8	5	Ø6	125
0.625	401.8	5	Ø6	125

0.500	401.8	4	Ø6	125
2.625	401.8	21	Ø6	125
2.500	401.8	20	Ø6	125
2.000	401.8	16	Ø6	125
2.500	401.8	20	Ø6	125
2.500	401.8	20	Ø6	125
1.122	401.8	8	Ø6	125
1.122	401.8	8	Ø6	125
2.500	401.8	20	Ø6	125
2.500	401.8	20	Ø6	125
2.000	401.8	16	Ø6	125
2.500	401.8	20	Ø6	125
2.625	401.8	21	Ø6	125
0.500	401.8	4	Ø6	125
0.625	401.8	5	Ø6	125
0.528	401.8	5	Ø6	125

Armadura de rasante en el ala superior

Longitud	A_{sRasAS} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.530	700.0	6	Ø10	100
0.600	700.0	6	Ø10	100
0.600	700.0	6	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.000	700.0	20	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
1.170	700.0	11	Ø10	100
1.170	700.0	11	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.000	700.0	20	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
0.600	700.0	6	Ø10	100
0.600	700.0	6	Ø10	100
0.530	700.0	6	Ø10	100

Viga 4:

Armadura transversal en el alma

Longitud	A_{sQ} (mm²/m)	A_{sQMin} (mm²/m)	A_{sT} (mm²/m)	A_{sPret} (mm²/m)	A_{sTotal} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.533	2082.6	678.6	148.1	533.0	2763.7	5	Ø16	125
0.625	2082.6	678.6	166.4	533.0	2782.0	5	Ø16	125
0.450	2082.6	660.3	178.4	53.5	2310.6	3	Ø16	150
2.550	2018.2	203.6	221.8	139.3	2379.3	17	Ø16	150
2.500	1532.0	203.6	300.5	6.5	1839.0	25	Ø12	100
2.200	1135.4	203.6	313.7	79.0	1528.1	22	Ø10	100
2.500	799.7	203.6	305.8	1.8	1107.4	20	Ø10	125
2.500	441.8	203.6	292.2	1.4	735.0	20	Ø8	125
1.042	122.6	140.0	284.7	0.6	425.3	8	Ø6	125
1.042	122.6	140.0	284.7	0.6	425.3	8	Ø6	125
2.500	441.8	203.6	292.2	1.4	735.0	20	Ø8	125
2.500	799.7	203.6	305.8	1.8	1107.4	20	Ø10	125
2.200	1135.4	203.6	313.7	79.0	1528.1	22	Ø10	100
2.500	1532.0	203.6	300.5	6.5	1839.0	25	Ø12	100
2.550	2018.2	203.6	221.8	139.3	2379.3	17	Ø16	150
0.450	2082.6	660.3	178.4	53.5	2310.6	3	Ø16	150

0.625	2082.6	678.6	166.4	533.0	2782.0	5	Ø16	125
0.533	2082.6	678.6	148.1	533.0	2763.7	5	Ø16	125

Armadura de rasante viga-losa

Longitud	A_{sRasVL} cálculo (mm^2/m)	A_{sRasVL} refuerzo (mm^2/m)	A_{sRasVL} mínima (mm^2/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.530	3811.9	39.6	1100.0	5	Ø10	125
0.500	3811.9	594.9	1100.0	4	Ø10	125
0.625	3811.9	1131.1	1100.0	5	Ø10	125
2.375	3811.9	1131.1	1100.0	19	Ø10	125
2.600	3811.9	1550.0	1100.0	26	Ø10	100
2.200	3811.9	2241.1	1100.0	22	Ø12	100
2.400	3811.9	2555.3	1100.0	16	Ø16	150
2.500	3811.9	3007.7	1100.0	20	Ø16	125
1.170	3811.9	3377.8	1100.0	11	Ø16	100
1.170	3811.9	3377.8	1100.0	11	Ø16	100
2.500	3811.9	3007.7	1100.0	20	Ø16	125
2.400	3811.9	2555.3	1100.0	16	Ø16	150
2.200	3811.9	2241.1	1100.0	22	Ø12	100
2.600	3811.9	1550.0	1100.0	26	Ø10	100
2.375	3811.9	1131.1	1100.0	19	Ø10	125
0.625	3811.9	1131.1	1100.0	5	Ø10	125
0.500	3811.9	594.9	1100.0	4	Ø10	125
0.530	3811.9	39.6	1100.0	5	Ø10	125

Armadura de rasante en el ala inferior

Longitud	A_{sRasAI} (mm^2/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.528	404.0	5	Ø6	125
0.625	404.0	5	Ø6	125
0.500	404.0	4	Ø6	125
2.500	404.0	20	Ø6	125
2.500	404.0	20	Ø6	125
2.250	404.0	18	Ø6	125
2.500	404.0	20	Ø6	125
2.500	404.0	20	Ø6	125
0.997	404.0	7	Ø6	125
0.997	404.0	7	Ø6	125
2.500	404.0	20	Ø6	125
2.500	404.0	20	Ø6	125
2.250	404.0	18	Ø6	125
2.500	404.0	20	Ø6	125
2.500	404.0	20	Ø6	125
0.500	404.0	4	Ø6	125
0.625	404.0	5	Ø6	125
0.528	404.0	5	Ø6	125

Armadura de rasante en el ala superior

Longitud	A_{sRasAS} (mm^2/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.530	700.0	6	Ø10	100
0.600	700.0	6	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.200	700.0	22	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100

2.500	700.0	25	Ø10	100
1.070	700.0	10	Ø10	100
1.070	700.0	10	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.200	700.0	22	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
0.600	700.0	6	Ø10	100
0.530	700.0	6	Ø10	100

Viga 5:

Armadura transversal en el alma

Longitud	A_{sQ} (mm²/m)	A_{sQMin} (mm²/m)	A_{sT} (mm²/m)	A_{sPret} (mm²/m)	A_{sTotal} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.533	2014.0	678.6	192.5	533.0	2739.6	5	Ø16	125
0.625	2014.0	678.6	219.4	533.0	2766.4	5	Ø16	125
0.450	2014.0	660.3	231.3	53.5	2298.8	3	Ø16	150
2.550	1991.0	203.6	230.1	139.3	2360.4	17	Ø16	150
2.500	1503.6	203.6	338.4	6.5	1834.9	25	Ø12	100
2.000	1097.1	203.6	342.4	79.0	1518.5	20	Ø10	100
2.500	776.2	203.6	332.0	1.8	1101.6	20	Ø10	125
2.500	452.3	203.6	311.4	1.4	765.2	20	Ø8	125
1.242	146.1	168.2	290.6	1.0	459.9	12	Ø6	100
1.242	146.1	168.2	290.6	1.0	459.9	12	Ø6	100
2.500	452.3	203.6	311.4	1.4	765.2	20	Ø8	125
2.500	776.2	203.6	332.0	1.8	1101.6	20	Ø10	125
2.000	1097.1	203.6	342.4	79.0	1518.5	20	Ø10	100
2.500	1503.6	203.6	338.4	6.5	1834.9	25	Ø12	100
2.550	1991.0	203.6	230.1	139.3	2360.4	17	Ø16	150
0.450	2014.0	660.3	231.3	53.5	2298.8	3	Ø16	150
0.625	2014.0	678.6	219.4	533.0	2766.4	5	Ø16	125
0.533	2014.0	678.6	192.5	533.0	2739.6	5	Ø16	125

Armadura de rasante viga-losa

Longitud	A_{sRasVL} cálculo (mm²/m)	A_{sRasVL} refuerzo (mm²/m)	A_{sRasVL} mínima (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.530	3811.9	39.6	1100.0	5	Ø10	125
0.500	3811.9	594.9	1100.0	4	Ø10	125
0.625	3811.9	1131.1	1100.0	5	Ø10	125
2.375	3811.9	1131.1	1100.0	19	Ø10	125
2.600	3811.9	1550.0	1100.0	26	Ø10	100
2.000	3811.9	2241.1	1100.0	20	Ø12	100
2.400	3811.9	2555.3	1100.0	16	Ø16	150
2.500	3811.9	3007.7	1100.0	20	Ø16	125
1.370	3811.9	3265.5	1100.0	13	Ø16	100
1.370	3811.9	3265.5	1100.0	13	Ø16	100
2.500	3811.9	3007.7	1100.0	20	Ø16	125
2.400	3811.9	2555.3	1100.0	16	Ø16	150
2.000	3811.9	2241.1	1100.0	20	Ø12	100
2.600	3811.9	1550.0	1100.0	26	Ø10	100
2.375	3811.9	1131.1	1100.0	19	Ø10	125
0.625	3811.9	1131.1	1100.0	5	Ø10	125
0.500	3811.9	594.9	1100.0	4	Ø10	125
0.530	3811.9	39.6	1100.0	5	Ø10	125

Armadura de rasante en el ala inferior

Longitud	A_{sRasAI} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.528	420.2	5	Ø6	125
0.625	420.2	5	Ø6	125
0.500	420.2	4	Ø6	125
2.500	420.2	20	Ø6	125
2.500	420.2	20	Ø6	125
2.000	420.2	16	Ø6	125
2.500	420.2	20	Ø6	125
2.500	420.2	20	Ø6	125
1.247	420.2	9	Ø6	125
1.247	420.2	9	Ø6	125
2.500	420.2	20	Ø6	125
2.500	420.2	20	Ø6	125
2.000	420.2	16	Ø6	125
2.500	420.2	20	Ø6	125
2.500	420.2	20	Ø6	125
0.500	420.2	4	Ø6	125
0.625	420.2	5	Ø6	125
0.528	420.2	5	Ø6	125

Armadura de rasante en el ala superior

Longitud	A_{sRasAS} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.530	700.0	6	Ø10	100
0.600	700.0	6	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.000	700.0	20	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
1.270	700.0	12	Ø10	100
1.270	700.0	12	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.000	700.0	20	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
0.600	700.0	6	Ø10	100
0.530	700.0	6	Ø10	100

Viga 6:

Armadura transversal en el alma

Longitud	A_{sQ} (mm²/m)	A_{sQMin} (mm²/m)	A_{sT} (mm²/m)	A_{sPret} (mm²/m)	A_{sTotal} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.533	2014.4	678.6	192.5	533.0	2739.9	5	Ø16	125
0.625	2014.4	678.6	219.4	533.0	2766.8	5	Ø16	125
0.450	2014.4	660.3	231.3	53.5	2299.2	3	Ø16	150
2.550	1991.3	203.6	230.1	139.4	2360.8	17	Ø16	150
2.500	1502.9	203.6	338.4	6.9	1834.5	25	Ø12	100
2.000	1095.5	203.6	342.4	79.4	1517.2	20	Ø10	100
2.500	777.3	203.6	332.0	1.7	1102.6	20	Ø10	125
2.500	452.0	203.6	311.4	0.9	764.3	20	Ø8	125
1.242	146.2	168.2	290.6	0.4	459.2	12	Ø6	100

1.242	146.2	168.2	290.6	0.4	459.2	12	Ø6	100
2.500	452.0	203.6	311.4	0.9	764.3	20	Ø8	125
2.500	777.3	203.6	332.0	1.7	1102.6	20	Ø10	125
2.000	1095.5	203.6	342.4	79.4	1517.2	20	Ø10	100
2.500	1502.9	203.6	338.4	6.9	1834.5	25	Ø12	100
2.550	1991.3	203.6	230.1	139.4	2360.8	17	Ø16	150
0.450	2014.4	660.3	231.3	53.5	2299.2	3	Ø16	150
0.625	2014.4	678.6	219.4	533.0	2766.8	5	Ø16	125
0.533	2014.4	678.6	192.5	533.0	2739.9	5	Ø16	125

Armadura de rasante viga-losa

Longitud	A_{sRasVL} cálculo (mm²/m)	A_{sRasVL} refuerzo (mm²/m)	A_{sRasVL} mínima (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.530	3811.9	39.6	1100.0	5	Ø10	125
0.500	3811.9	594.9	1100.0	4	Ø10	125
0.625	3811.9	1131.1	1100.0	5	Ø10	125
2.375	3811.9	1131.1	1100.0	19	Ø10	125
2.600	3811.9	1550.0	1100.0	26	Ø10	100
2.000	3811.9	2241.1	1100.0	20	Ø12	100
2.400	3811.9	2555.3	1100.0	16	Ø16	150
2.500	3811.9	3007.7	1100.0	20	Ø16	125
1.370	3811.9	3265.5	1100.0	13	Ø16	100
1.370	3811.9	3265.5	1100.0	13	Ø16	100
2.500	3811.9	3007.7	1100.0	20	Ø16	125
2.400	3811.9	2555.3	1100.0	16	Ø16	150
2.000	3811.9	2241.1	1100.0	20	Ø12	100
2.600	3811.9	1550.0	1100.0	26	Ø10	100
2.375	3811.9	1131.1	1100.0	19	Ø10	125
0.625	3811.9	1131.1	1100.0	5	Ø10	125
0.500	3811.9	594.9	1100.0	4	Ø10	125
0.530	3811.9	39.6	1100.0	5	Ø10	125

Armadura de rasante en el ala inferior

Longitud	A_{sRasAI} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.528	420.2	5	Ø6	125
0.625	420.2	5	Ø6	125
0.500	420.2	4	Ø6	125
2.500	420.2	20	Ø6	125
2.500	420.2	20	Ø6	125
2.000	420.2	16	Ø6	125
2.500	420.2	20	Ø6	125
2.500	420.2	20	Ø6	125
1.247	420.2	9	Ø6	125
1.247	420.2	9	Ø6	125
2.500	420.2	20	Ø6	125
2.500	420.2	20	Ø6	125
2.000	420.2	16	Ø6	125
2.500	420.2	20	Ø6	125
2.500	420.2	20	Ø6	125
0.500	420.2	4	Ø6	125
0.625	420.2	5	Ø6	125
0.528	420.2	5	Ø6	125

Armadura de rasante en el ala superior

Longitud	A_{sRasAS} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)

0.530	700.0	6	Ø10	100
0.600	700.0	6	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.000	700.0	20	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
1.270	700.0	12	Ø10	100
1.270	700.0	12	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.000	700.0	20	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
0.600	700.0	6	Ø10	100
0.530	700.0	6	Ø10	100

Viga 7:

Armadura transversal en el alma

Longitud	A_{sQ} (mm²/m)	A_{sQMin} (mm²/m)	A_{sT} (mm²/m)	A_{sPret} (mm²/m)	A_{sTotal} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.533	2082.8	678.6	148.1	533.0	2763.8	5	Ø16	125
0.625	2082.8	678.6	166.3	533.0	2782.1	5	Ø16	125
0.450	2082.8	660.3	178.3	53.5	2310.7	3	Ø16	150
2.550	2018.1	203.6	221.7	139.4	2379.2	17	Ø16	150
2.500	1530.7	203.6	300.5	6.9	1838.1	25	Ø12	100
2.200	1134.9	203.6	313.7	79.4	1528.0	22	Ø10	100
2.500	800.5	203.6	305.8	1.7	1108.0	20	Ø10	125
2.500	441.8	203.6	292.2	0.9	734.5	20	Ø8	125
1.042	122.6	140.0	284.7	0.6	425.3	8	Ø6	125
1.042	122.6	140.0	284.7	0.6	425.3	8	Ø6	125
2.500	441.8	203.6	292.2	0.9	734.5	20	Ø8	125
2.500	800.5	203.6	305.8	1.7	1108.0	20	Ø10	125
2.200	1134.9	203.6	313.7	79.4	1528.0	22	Ø10	100
2.500	1530.7	203.6	300.5	6.9	1838.1	25	Ø12	100
2.550	2018.1	203.6	221.7	139.4	2379.2	17	Ø16	150
0.450	2082.8	660.3	178.3	53.5	2310.7	3	Ø16	150
0.625	2082.8	678.6	166.3	533.0	2782.1	5	Ø16	125
0.533	2082.8	678.6	148.1	533.0	2763.8	5	Ø16	125

Armadura de rasante viga-losa

Longitud	A_{sRasVL} cálculo (mm²/m)	A_{sRasVL} refuerzo (mm²/m)	A_{sRasVL} mínima (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.530	3811.9	39.6	1100.0	5	Ø10	125
0.500	3811.9	594.9	1100.0	4	Ø10	125
0.625	3811.9	1131.1	1100.0	5	Ø10	125
2.375	3811.9	1131.1	1100.0	19	Ø10	125
2.600	3811.9	1550.0	1100.0	26	Ø10	100
2.200	3811.9	2241.1	1100.0	22	Ø12	100
2.400	3811.9	2555.3	1100.0	16	Ø16	150
2.500	3811.9	3007.7	1100.0	20	Ø16	125
1.170	3811.9	3377.8	1100.0	11	Ø16	100
1.170	3811.9	3377.8	1100.0	11	Ø16	100
2.500	3811.9	3007.7	1100.0	20	Ø16	125
2.400	3811.9	2555.3	1100.0	16	Ø16	150
2.200	3811.9	2241.1	1100.0	22	Ø12	100

2.600	3811.9	1550.0	1100.0	26	Ø10	100
2.375	3811.9	1131.1	1100.0	19	Ø10	125
0.625	3811.9	1131.1	1100.0	5	Ø10	125
0.500	3811.9	594.9	1100.0	4	Ø10	125
0.530	3811.9	39.6	1100.0	5	Ø10	125

Armadura de rasante en el ala inferior

Longitud	A_{sRasAI} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.528	404.0	5	Ø6	125
0.625	404.0	5	Ø6	125
0.500	404.0	4	Ø6	125
2.500	404.0	20	Ø6	125
2.500	404.0	20	Ø6	125
2.250	404.0	18	Ø6	125
2.500	404.0	20	Ø6	125
2.500	404.0	20	Ø6	125
0.997	404.0	7	Ø6	125
0.997	404.0	7	Ø6	125
2.500	404.0	20	Ø6	125
2.500	404.0	20	Ø6	125
2.250	404.0	18	Ø6	125
2.500	404.0	20	Ø6	125
2.500	404.0	20	Ø6	125
0.500	404.0	4	Ø6	125
0.625	404.0	5	Ø6	125
0.528	404.0	5	Ø6	125

Armadura de rasante en el ala superior

Longitud	A_{sRasAS} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.530	700.0	6	Ø10	100
0.600	700.0	6	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.200	700.0	22	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
1.070	700.0	10	Ø10	100
1.070	700.0	10	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.200	700.0	22	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
0.600	700.0	6	Ø10	100
0.530	700.0	6	Ø10	100

Viga 8:

Armadura transversal en el alma

Longitud	A_{sQ} (mm²/m)	A_{sQMin} (mm²/m)	A_{sT} (mm²/m)	A_{sPret} (mm²/m)	A_{sTotal} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.533	2065.1	678.6	117.4	533.0	2702.9	5	Ø16	125
0.625	2065.1	678.6	146.0	533.0	2725.3	5	Ø16	125
0.525	2065.1	221.9	184.1	53.5	2270.4	3	Ø16	175

2.550	2030.4	203.6	215.8	139.4	2345.4	17	Ø16	150
2.500	1474.3	203.6	299.2	6.9	1717.3	20	Ø12	125
2.000	1105.3	203.6	309.3	79.4	1494.0	20	Ø10	100
2.500	778.6	203.6	304.8	1.7	1085.0	20	Ø10	125
2.500	410.3	203.6	292.8	0.9	704.0	20	Ø8	125
1.167	86.2	168.2	276.7	0.6	445.3	9	Ø6	125
1.167	86.2	168.2	276.7	0.6	445.3	9	Ø6	125
2.500	410.3	203.6	292.8	0.9	704.0	20	Ø8	125
2.500	778.6	203.6	304.8	1.7	1085.0	20	Ø10	125
2.000	1105.3	203.6	309.3	79.4	1494.0	20	Ø10	100
2.500	1474.3	203.6	299.2	6.9	1717.3	20	Ø12	125
2.550	2030.4	203.6	215.8	139.4	2345.4	17	Ø16	150
0.525	2065.1	221.9	184.1	53.5	2270.4	3	Ø16	175
0.625	2065.1	678.6	146.0	533.0	2725.3	5	Ø16	125
0.533	2065.1	678.6	117.4	533.0	2702.9	5	Ø16	125

Armadura de rasante viga-losa

Longitud	A_{sRasVL} cálculo (mm²/m)	A_{sRasVL} refuerzo (mm²/m)	A_{sRasVL} mínima (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.530	3811.9	39.6	1100.0	5	Ø10	125
0.500	3811.9	594.9	1100.0	4	Ø10	125
0.700	3811.9	1514.1	1100.0	7	Ø10	100
2.375	3811.9	1131.1	1100.0	19	Ø10	125
2.600	3811.9	2002.4	1100.0	26	Ø12	100
2.000	3811.9	2241.1	1100.0	20	Ø12	100
2.400	3811.9	2555.3	1100.0	16	Ø16	150
2.500	3811.9	3007.7	1100.0	20	Ø16	125
1.295	3811.9	3375.8	1100.0	12	Ø16	100
1.295	3811.9	3375.8	1100.0	12	Ø16	100
2.500	3811.9	3007.7	1100.0	20	Ø16	125
2.400	3811.9	2555.3	1100.0	16	Ø16	150
2.000	3811.9	2241.1	1100.0	20	Ø12	100
2.600	3811.9	2002.4	1100.0	26	Ø12	100
2.375	3811.9	1131.1	1100.0	19	Ø10	125
0.700	3811.9	1514.1	1100.0	7	Ø10	100
0.500	3811.9	594.9	1100.0	4	Ø10	125
0.530	3811.9	39.6	1100.0	5	Ø10	125

Armadura de rasante en el ala inferior

Longitud	A_{sRasAI} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.528	401.8	5	Ø6	125
0.625	401.8	5	Ø6	125
0.500	401.8	4	Ø6	125
2.625	401.8	21	Ø6	125
2.500	401.8	20	Ø6	125
2.000	401.8	16	Ø6	125
2.500	401.8	20	Ø6	125
2.500	401.8	20	Ø6	125
1.122	401.8	8	Ø6	125
1.122	401.8	8	Ø6	125
2.500	401.8	20	Ø6	125
2.500	401.8	20	Ø6	125
2.000	401.8	16	Ø6	125
2.500	401.8	20	Ø6	125
2.625	401.8	21	Ø6	125
0.500	401.8	4	Ø6	125
0.625	401.8	5	Ø6	125
0.528	401.8	5	Ø6	125

Armadura de rasante en el ala superior

Longitud	A_{sRasAS} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.530	700.0	6	Ø10	100
0.600	700.0	6	Ø10	100
0.600	700.0	6	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.000	700.0	20	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
1.170	700.0	11	Ø10	100
1.170	700.0	11	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.000	700.0	20	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
0.600	700.0	6	Ø10	100
0.600	700.0	6	Ø10	100
0.530	700.0	6	Ø10	100

Viga 9:

Armadura transversal en el alma

Longitud	A_{sQ} (mm²/m)	A_{sQMin} (mm²/m)	A_{sT} (mm²/m)	A_{sPret} (mm²/m)	A_{sTotal} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.483	1678.8	678.6	122.3	533.0	2334.2	4	Ø16	150
0.750	1678.8	678.6	135.0	533.0	2346.9	5	Ø16	150
0.400	1678.8	660.3	156.6	53.5	1872.8	4	Ø12	100
2.600	1637.6	203.6	179.7	139.4	1952.8	26	Ø12	100
2.500	1173.6	203.6	288.0	6.9	1435.9	25	Ø10	100
2.500	772.9	203.6	301.4	79.4	1153.7	20	Ø10	125
2.500	389.7	203.6	300.1	1.0	690.8	20	Ø8	125
2.400	44.0	43.8	293.8	0.9	338.7	16	Ø6	150
0.767	0.0	0.0	278.6	0.6	279.2	3	Ø6	200
0.767	0.0	0.0	278.6	0.6	279.2	3	Ø6	200
2.400	44.0	43.8	293.8	0.9	338.7	16	Ø6	150
2.500	389.7	203.6	300.1	1.0	690.8	20	Ø8	125
2.500	772.9	203.6	301.4	79.4	1153.7	20	Ø10	125
2.500	1173.6	203.6	288.0	6.9	1435.9	25	Ø10	100
2.600	1637.6	203.6	179.7	139.4	1952.8	26	Ø12	100
0.400	1678.8	660.3	156.6	53.5	1872.8	4	Ø12	100
0.750	1678.8	678.6	135.0	533.0	2346.9	5	Ø16	150
0.483	1678.8	678.6	122.3	533.0	2334.2	4	Ø16	150

Armadura de rasante viga-losa

Longitud	A_{sRasVL} cálculo (mm²/m)	A_{sRasVL} refuerzo (mm²/m)	A_{sRasVL} mínima (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.483	0.0	0.0	0.0	0	Ø6	0
0.625	3811.9	1131.1	1100.0	5	Ø10	125
0.500	3811.9	1550.0	1100.0	5	Ø10	100
2.600	3811.9	1550.0	1100.0	26	Ø10	100
2.500	3811.9	2241.1	1100.0	25	Ø12	100
2.400	3811.9	2555.3	1100.0	16	Ø16	150
2.500	3811.9	3007.7	1100.0	20	Ø16	125

2.500	3811.9	3434.9	1100.0	25	Ø16	100
0.792	3811.9	3590.7	1100.0	7	Ø16	100
0.792	3811.9	3590.7	1100.0	7	Ø16	100
2.500	3811.9	3434.9	1100.0	25	Ø16	100
2.500	3811.9	3007.7	1100.0	20	Ø16	125
2.400	3811.9	2555.3	1100.0	16	Ø16	150
2.500	3811.9	2241.1	1100.0	25	Ø12	100
2.600	3811.9	1550.0	1100.0	26	Ø10	100
0.500	3811.9	1550.0	1100.0	5	Ø10	100
0.625	3811.9	1131.1	1100.0	5	Ø10	125
0.483	0.0	0.0	0.0	0	Ø6	0

Armadura de rasante en el ala inferior

Longitud	A_{sRasAI} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.378	60.6	2	Ø6	350
0.875	397.8	7	Ø6	125
0.375	397.8	3	Ø6	125
2.625	397.8	21	Ø6	125
2.500	397.8	20	Ø6	125
2.500	397.8	20	Ø6	125
2.500	397.8	20	Ø6	125
2.375	397.8	19	Ø6	125
0.772	397.8	6	Ø6	125
0.772	397.8	6	Ø6	125
2.375	397.8	19	Ø6	125
2.500	397.8	20	Ø6	125
2.500	397.8	20	Ø6	125
2.500	397.8	20	Ø6	125
2.625	397.8	21	Ø6	125
0.375	397.8	3	Ø6	125
0.875	397.8	7	Ø6	125
0.378	60.6	2	Ø6	350

Armadura de rasante en el ala superior

Longitud	A_{sRasAS} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.429	415.6	5	Ø8	100
0.800	700.0	8	Ø10	100
0.400	700.0	4	Ø10	100
2.600	700.0	26	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.400	700.0	24	Ø10	100
0.771	700.0	7	Ø10	100
0.771	700.0	7	Ø10	100
2.400	700.0	24	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.600	700.0	26	Ø10	100
0.400	700.0	4	Ø10	100
0.800	700.0	8	Ø10	100
0.429	415.6	5	Ø8	100

Viga 10:

Armadura transversal en el alma

Longitud	A_{sQ} (mm²/m)	A_{sQMin} (mm²/m)	A_{sT} (mm²/m)	A_{sPret} (mm²/m)	A_{sTotal} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.483	1547.6	678.6	342.3	533.0	2422.9	4	Ø16	150
0.750	1547.6	678.6	350.0	533.0	2430.6	5	Ø16	150
0.400	1547.6	660.3	351.2	53.5	1952.3	4	Ø12	100
2.400	1527.4	203.6	296.3	139.4	1963.1	24	Ø12	100
2.500	1131.5	203.6	311.0	6.9	1449.4	25	Ø10	100
2.500	742.2	203.6	289.7	79.4	1111.2	20	Ø10	125
2.550	334.3	203.6	266.0	1.0	593.0	17	Ø8	150
2.400	36.4	65.0	273.5	0.9	339.4	16	Ø6	150
0.917	0.0	0.0	264.0	0.6	264.6	4	Ø6	200
0.917	0.0	0.0	264.0	0.6	264.6	4	Ø6	200
2.400	36.4	65.0	273.5	0.9	339.4	16	Ø6	150
2.550	334.3	203.6	266.0	1.0	593.0	17	Ø8	150
2.500	742.2	203.6	289.7	79.4	1111.2	20	Ø10	125
2.500	1131.5	203.6	311.0	6.9	1449.4	25	Ø10	100
2.400	1527.4	203.6	296.3	139.4	1963.1	24	Ø12	100
0.400	1547.6	660.3	351.2	53.5	1952.3	4	Ø12	100
0.750	1547.6	678.6	350.0	533.0	2430.6	5	Ø16	150
0.483	1547.6	678.6	342.3	533.0	2422.9	4	Ø16	150

Armadura de rasante viga-losa

Longitud	A_{sRasVL} cálculo (mm²/m)	A_{sRasVL} refuerzo (mm²/m)	A_{sRasVL} mínima (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.483	0.0	0.0	0.0	0	Ø6	0
0.625	3823.6	1142.8	1100.0	5	Ø10	125
0.500	3823.6	1561.6	1100.0	5	Ø10	100
2.400	3823.6	1561.6	1100.0	24	Ø10	100
2.500	3823.6	2252.8	1100.0	25	Ø12	100
2.400	3823.6	2567.0	1100.0	16	Ø16	150
2.625	3823.6	3153.4	1100.0	21	Ø16	125
2.400	3823.6	3446.6	1100.0	24	Ø16	100
0.967	3823.6	3576.9	1100.0	9	Ø16	100
0.967	3823.6	3576.9	1100.0	9	Ø16	100
2.400	3823.6	3446.6	1100.0	24	Ø16	100
2.625	3823.6	3153.4	1100.0	21	Ø16	125
2.400	3823.6	2567.0	1100.0	16	Ø16	150
2.500	3823.6	2252.8	1100.0	25	Ø12	100
2.400	3823.6	1561.6	1100.0	24	Ø10	100
0.500	3823.6	1561.6	1100.0	5	Ø10	100
0.625	3823.6	1142.8	1100.0	5	Ø10	125
0.483	0.0	0.0	0.0	0	Ø6	0

Armadura de rasante en el ala inferior

Longitud	A_{sRasAI} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.328	164.8	2	Ø6	300
0.875	423.8	7	Ø6	125
0.375	423.8	3	Ø6	125
2.500	423.8	20	Ø6	125
2.500	423.8	20	Ø6	125
2.500	423.8	20	Ø6	125
2.500	423.8	20	Ø6	125
2.375	423.8	19	Ø6	125
0.947	423.8	7	Ø6	125
0.947	423.8	7	Ø6	125
2.375	423.8	19	Ø6	125
2.500	423.8	20	Ø6	125
2.500	423.8	20	Ø6	125

2.500	423.8	20	Ø6	125
2.500	423.8	20	Ø6	125
0.375	423.8	3	Ø6	125
0.875	423.8	7	Ø6	125
0.328	164.8	2	Ø6	300

Armadura de rasante en el ala superior

Longitud	A_{sRasAS} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.429	415.7	5	Ø8	100
0.800	700.0	8	Ø10	100
0.400	700.0	4	Ø10	100
2.400	700.0	24	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.600	700.0	26	Ø10	100
2.400	700.0	24	Ø10	100
0.871	700.0	8	Ø10	100
0.871	700.0	8	Ø10	100
2.400	700.0	24	Ø10	100
2.600	700.0	26	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.400	700.0	24	Ø10	100
0.400	700.0	4	Ø10	100
0.800	700.0	8	Ø10	100
0.429	415.7	5	Ø8	100

21 CÁLCULO DE LA SITUACIÓN DE TRANSPORTE DE LAS VIGAS

En este informe se obtienen las longitudes de vuelo para las cuales no es necesaria armadura pasiva de refuerzo en la situación de transporte.
En los cálculos a rotura se consideran las armaduras de pretesado, de postesado y las armaduras pasivas de refuerzo a rotura por flexión, así como las armaduras perimetrales.

Vuelo en extremo 1 de la viga

Viga 1. Situación persistente. Combinación fundamental

Longitud de vuelo (m)	M_d (kNm)	M_u (kNm)	$C_s=M_u/M_d$
0.000	0.0	0.0	100.000
0.960	-22.2	-332.5	15.011
1.920	-87.0	-301.7	3.467
2.880	-181.9	-283.9	1.560

Vuelo en extremo 1 de la viga

Viga 2. Situación persistente. Combinación fundamental

Longitud de vuelo (m)	M_d (kNm)	M_u (kNm)	$C_s=M_u/M_d$
0.000	0.0	0.0	100.000
0.960	-22.2	-333.7	15.062
1.920	-87.0	-304.0	3.493
2.880	-181.9	-289.0	1.588

Vuelo en extremo 1 de la viga

Viga 3. Situación persistente. Combinación fundamental

Longitud de	M_d (kNm)	M_u (kNm)	$C_s=M_u/M_d$

vuelo (m)			
0.000	0.0	0.0	100.000
0.960	-22.2	-337.9	15.251
1.920	-87.0	-312.9	3.596
2.880	-181.9	-309.1	1.699

Vuelo en extremo 1 de la viga

Viga 4. Situación persistente. Combinación fundamental

Longitud de vuelo (m)	M_d (kNm)	M_u (kNm)	$C_s=M_u/M_d$
0.000	0.0	0.0	100.000
0.960	-22.2	-337.9	15.251
1.920	-87.0	-312.9	3.596
2.880	-181.9	-309.1	1.699

Vuelo en extremo 1 de la viga

Viga 5. Situación persistente. Combinación fundamental

Longitud de vuelo (m)	M_d (kNm)	M_u (kNm)	$C_s=M_u/M_d$
0.000	0.0	0.0	100.000
0.960	-22.2	-335.5	15.145
1.920	-87.0	-307.6	3.534
2.880	-181.9	-297.2	1.634

Vuelo en extremo 1 de la viga

Viga 6. Situación persistente. Combinación fundamental

Longitud de vuelo (m)	M_d (kNm)	M_u (kNm)	$C_s=M_u/M_d$
0.000	0.0	0.0	100.000
0.960	-22.2	-335.5	15.145
1.920	-87.0	-307.6	3.534
2.880	-181.9	-297.2	1.634

Vuelo en extremo 1 de la viga

Viga 7. Situación persistente. Combinación fundamental

Longitud de vuelo (m)	M_d (kNm)	M_u (kNm)	$C_s=M_u/M_d$
0.000	0.0	0.0	100.000
0.960	-22.2	-337.9	15.251
1.920	-87.0	-312.9	3.596
2.880	-181.9	-309.1	1.699

Vuelo en extremo 1 de la viga

Viga 8. Situación persistente. Combinación fundamental

Longitud de vuelo (m)	M_d (kNm)	M_u (kNm)	$C_s=M_u/M_d$
0.000	0.0	0.0	100.000
0.960	-22.2	-337.9	15.251
1.920	-87.0	-312.9	3.596
2.880	-181.9	-309.1	1.699

Vuelo en extremo 1 de la viga

Viga 9. Situación persistente. Combinación fundamental

Longitud de vuelo (m)	M_d (kNm)	M_u (kNm)	$C_s=M_u/M_d$
0.000	0.0	0.0	100.000
0.960	-22.2	-333.7	15.062
1.920	-87.0	-304.0	3.493
2.880	-181.9	-289.0	1.588

Vuelo en extremo 1 de la viga

Viga 10. Situación persistente. Combinación

fundamental			
Longitud de vuelo (m)	M_d (kNm)	M_u (kNm)	$C_s=M_u/M_d$
0.000	0.0	0.0	100.000
0.960	-22.2	-332.5	15.011
1.920	-87.0	-301.7	3.467
2.880	-181.9	-283.9	1.560

Longitudes de vuelo máximas admisibles sin armaduras adicionales de refuerzo

Viga	Longitud en extremo 1 (m)	Longitud en extremo 2 (m)
1	2.880	2.880
2	2.880	2.880
3	2.880	2.880
4	2.880	2.880
5	2.880	2.880
6	2.880	2.880
7	2.880	2.880
8	2.880	2.880
9	2.880	2.880
10	2.880	2.880

22 ROTURA POR FLEXIÓN EN LA Llosa

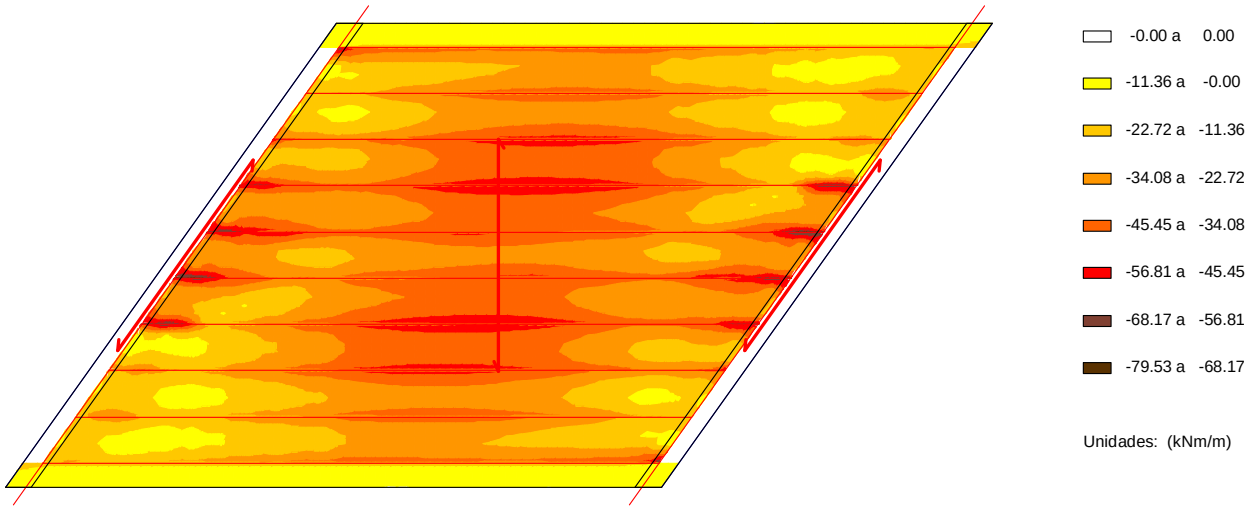
En este apartado se presentan las envolventes de los esfuerzos flectores para cada combinación, y las armaduras de flexión obtenidas. La flexión positiva corresponde a tracciones en la cara inferior de la losa.

22.1 Esfuerzos de flexión mayorados

22.1.1 Situación persistente. Combinación fundamental

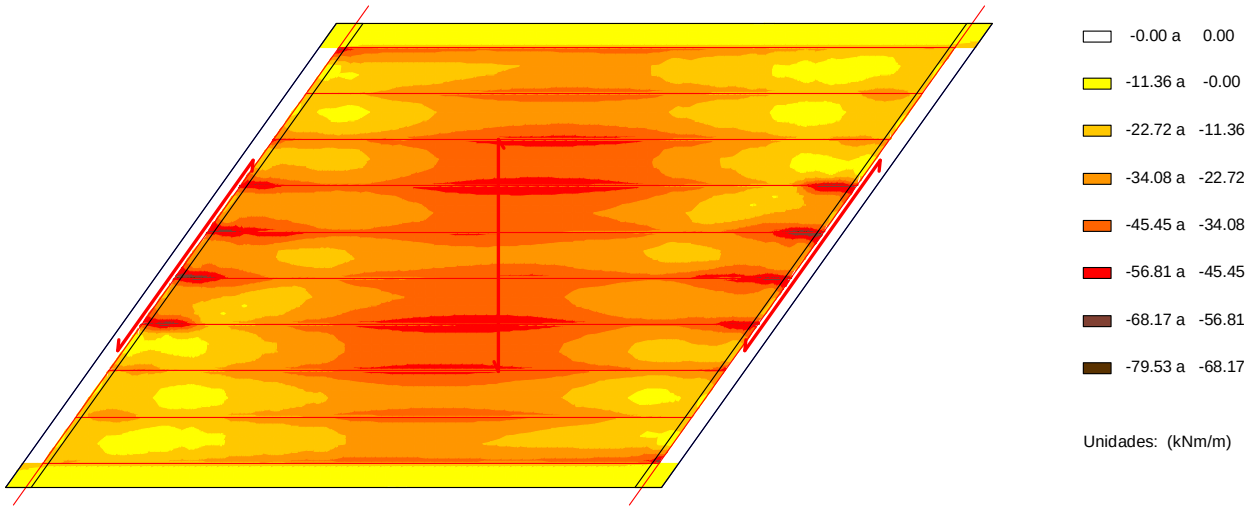
Momento transversal. Flexión negativa (W-A) (kNm/m)

Situación persistente. Combinación fundamental



Momento transversal. Flexión negativa (W-A) (kNm/m)

Situación persistente. Combinación fundamental

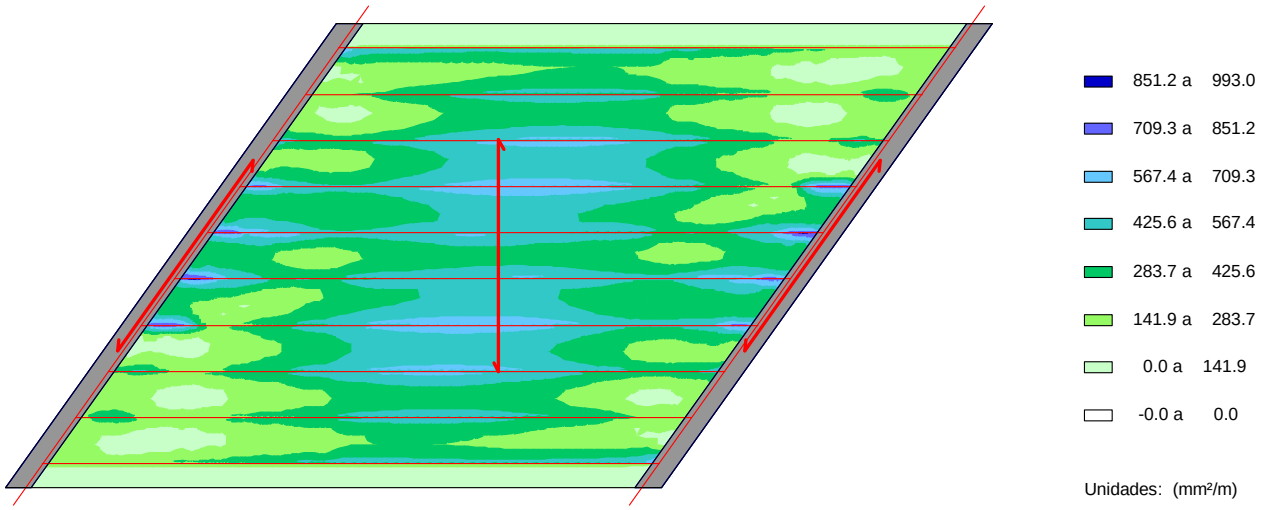


22.2 Armadura de flexión

En este apartado se presenta la armadura máxima de entre la necesaria por cálculo, la mínima mecánica y la geométrica.

Armadura de cálculo transversal superior (mm²/m)

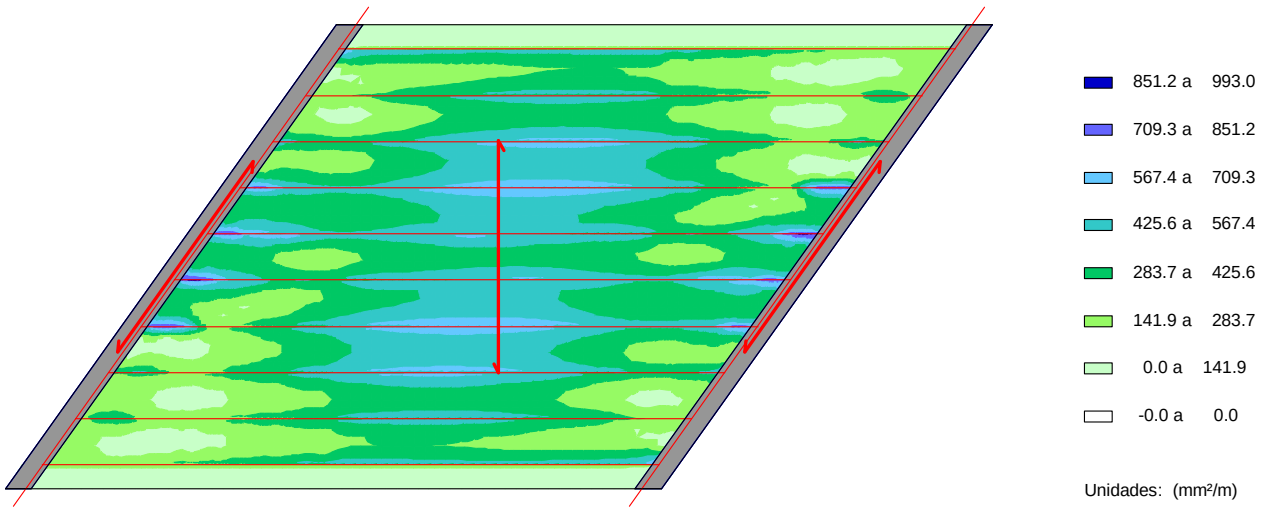
Envolvente global



En gris se definen las zonas de zuncho
Armadura en zuncho 1 : 502.7 mm²/m
Armadura en zuncho 2 : 502.7 mm²/m

Armadura de cálculo transversal superior (mm²/m)

Envolvente global



En gris se definen las zonas de zuncho
Armadura en zuncho 1 : 502.7 mm²/m
Armadura en zuncho 2 : 502.7 mm²/m

22.3 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

23 ROTURA POR CORTANTE EN LA LOSA

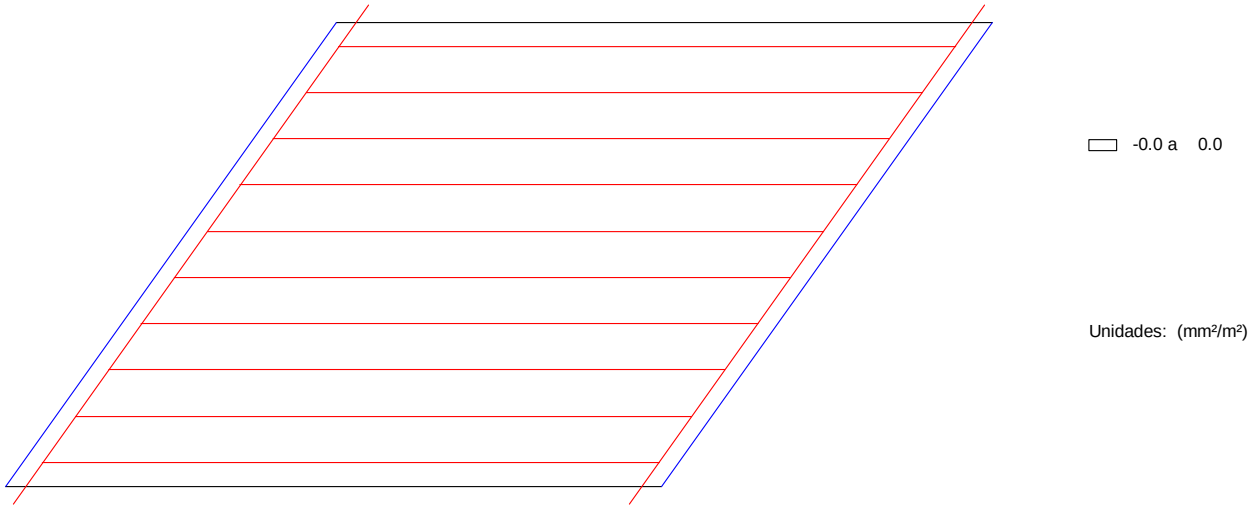
En este apartado se presentan las envolventes de los esfuerzos cortantes para cada combinación, y las armaduras de cortante obtenidas.

23.1 Esfuerzos cortantes mayorados

23.1.1 Situación persistente. Combinación fundamental

Armadura mínima de cortante

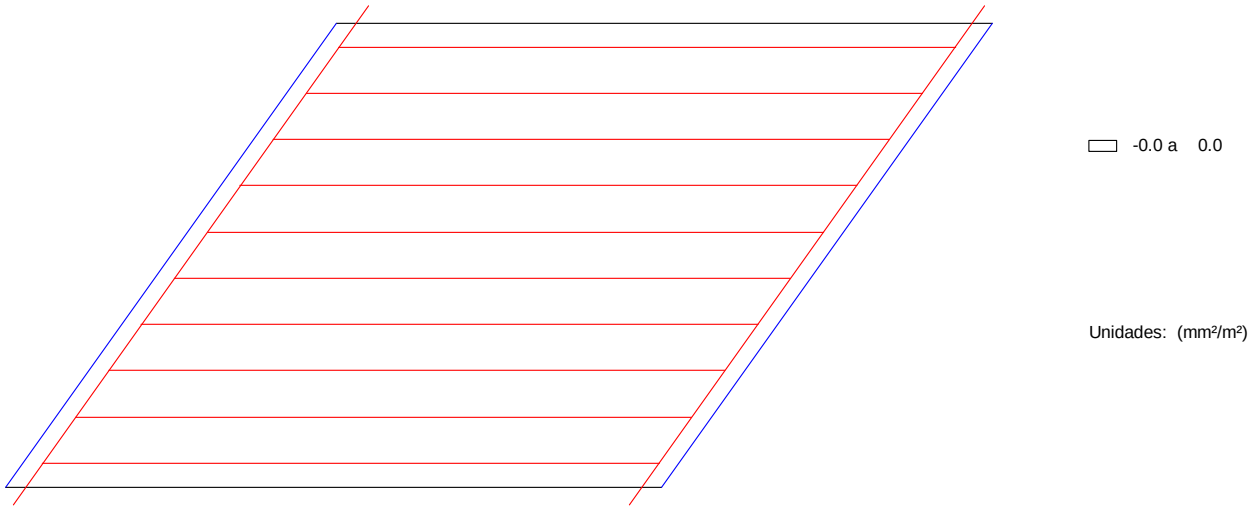
Envolvente global



23.2 Comprobación de las bielas de compresión

Armadura mínima de cortante

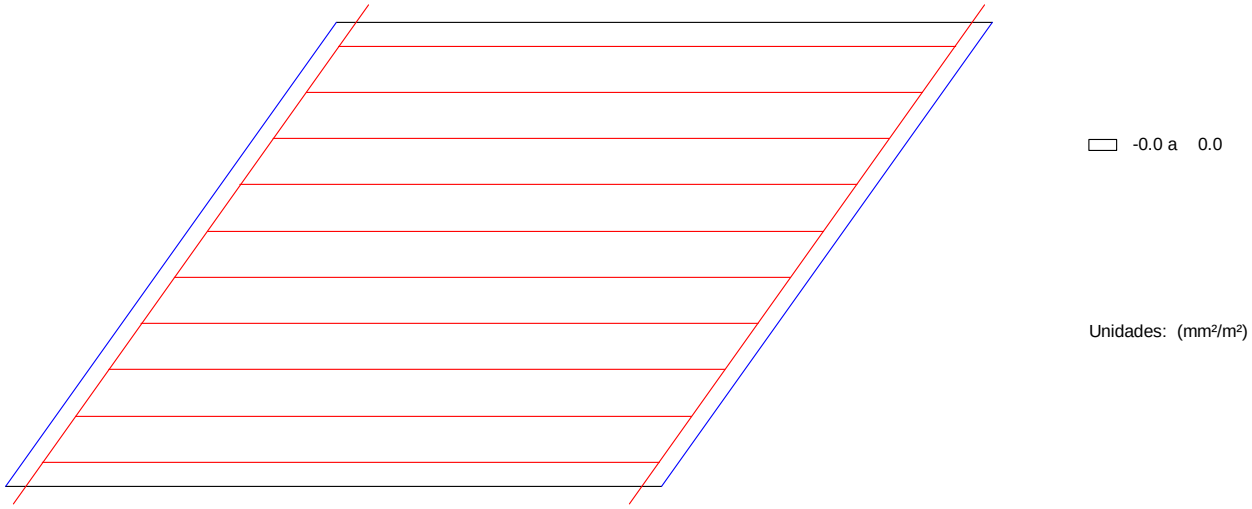
Envolvente global



23.3 Armadura de cálculo de cortante

Armadura mínima de cortante

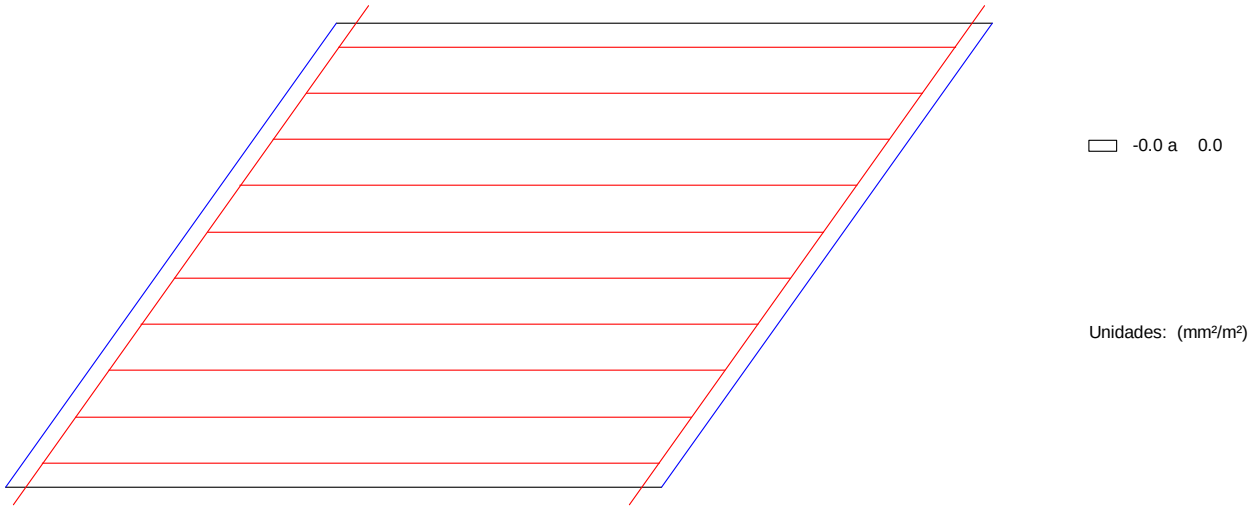
Envolvente global



23.4 Armadura mínima de cortante

Armadura mínima de cortante

Envolvente global



23.5 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

24 VERIFICACIÓN DEL EL FISURACIÓN EN LA LOSA

24.1 Cálculo a fisuración

24.1.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente

M_k: Flector máximo.Situación persistente. Combinación cuasi permanente
N_k: Axil concomitante.Situación persistente. Combinación cuasi permanente
w_k: Abertura de fisura.
w_{adm}: Abertura de fisura admisible.

Armadura inferior longitudinal

Zona	Armadura por flexión (mm^2/m)	Armadura	M_k (kNm/m)	W_k (mm)	W_{adm} (mm)	Resultado
1	770.0	Ø10/0.100 m	20.58	0.08	0.30	Cumple

Armadura superior longitudinal

Zona	Armadura por flexión (mm^2/m)	Armadura	M_k (kNm/m)	W_k (mm)	W_{adm} (mm)	Resultado
1	559.0	Ø12/0.200 m	-16.64	0.11	0.30	Cumple

Armadura inferior transversal

Zona	Armadura por flexión (mm^2/m)	Armadura	M_k (kNm/m)	W_k (mm)	W_{adm} (mm)	Resultado
1	1762.3	Ø20/0.175 m	18.84	0.03	0.30	Cumple
2	1927.8	Ø25/0.250 m	17.80	0.03	0.30	Cumple
3	1762.1	Ø20/0.175 m	18.87	0.03	0.30	Cumple

Armadura superior transversal

Zona	Armadura por flexión (mm^2/m)	Armadura	M_k (kNm/m)	W_k (mm)	W_{adm} (mm)	Resultado
1	881.9	Ø20/0.350 m	-26.58	0.11	0.30	Cumple
2	653.4	Ø16/0.300 m	-23.30	0.12	0.30	Cumple
3	882.0	Ø20/0.350 m	-26.67	0.11	0.30	Cumple

Armadura de zunchos en el eje de apoyos 1

Se utiliza para el cálculo el método de Baumann.

Zona	Armadura (m)
LS	Ø8/0.100 m
LI	Ø8/0.100 m
TS	Ø8/0.100 m
TI	Ø8/0.100 m

LI : Longitudinal inferior.
LS : Longitudinal superior.
TI : Transversal inferior.
TS : Transversal superior.

Axil actuante en la dirección x	:	
Axil actuante en la dirección y	:	
Rasante	:	
Flector de eje y	:	
Flector de eje x	:	
Torsor	:	
Abertura fisura fibra inferior	:	
Abertura fisura fibra superior	:	
Abertura fisura fibra inferior Admisible	:	
Abertura fisura fibra superior Admisible	:	
Separación de las armaduras en la fibra inferior en la dirección de la fisura de la fibra inferior	:	0.
Separación de las armaduras en la fibra superior en la dirección de la fisura de la fibra superior	:	0.

Armadura de zunchos en el eje de apoyos 2

Se utiliza para el cálculo el método de Baumann.

Zona	Armadura (m)
LS	Ø8/0.100 m
LI	Ø8/0.100 m

TS	Ø8/0.100 m
TI	Ø8/0.100 m

LI : Longitudinal inferior.
LS : Longitudinal superior.
TI : Transversal inferior.
TS : Transversal superior.

Axil actuante en la dirección x	:	0
Axil actuante en la dirección y	:	0
Rasante	:	0
Flector de eje y	:	0
Flector de eje x	:	0
Torsor	:	0
Abertura fisura fibra inferior	:	0
Abertura fisura fibra superior	:	0
Abertura fisura fibra inferior Admisible	:	0
Abertura fisura fibra superior Admisible	:	0
Separación de las armaduras en la fibra inferior en la dirección de la fisura de la fibra inferior	:	0.
Separación de las armaduras en la fibra superior en la dirección de la fisura de la fibra superior	:	0.

24.2 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

26 PRUEBA DE CARGA

27 Reacciones por apoyo. Valores característicos

Reacciones en vigas en el eje 1 y en el eje 2

		Reacción vertical (kN)					
		Peso propio de las vigas (PV)		Peso propio de la losa (PL)		Superestructura (SE)	
Eje	Viga	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
1	1	181.4	181.4	209.0	209.0	255.1	261.1
1	2	181.4	181.4	203.8	203.8	122.2	139.4
1	3	181.4	181.4	203.8	203.8	105.9	133.6
1	4	181.4	181.4	203.8	203.8	82.6	117.4
1	5	181.4	181.4	203.8	203.8	73.7	110.9
1	6	181.4	181.4	203.8	203.8	73.4	110.1
1	7	181.4	181.4	203.8	203.8	86.2	117.8
1	8	181.4	181.4	203.8	203.8	126.6	145.8
1	9	181.4	181.4	203.8	203.8	168.8	174.9
1	10	181.4	181.4	209.0	209.0	207.0	209.9
2	1	181.4	181.4	209.0	209.0	207.1	209.9
2	2	181.4	181.4	203.8	203.8	168.8	174.9
2	3	181.4	181.4	203.8	203.8	126.6	145.8
2	4	181.4	181.4	203.8	203.8	86.2	117.8
2	5	181.4	181.4	203.8	203.8	73.4	110.1
2	6	181.4	181.4	203.8	203.8	73.7	110.9
2	7	181.4	181.4	203.8	203.8	82.6	117.4
2	8	181.4	181.4	203.8	203.8	105.9	133.6
2	9	181.4	181.4	203.8	203.8	122.2	139.4
2	10	181.4	181.4	209.0	209.0	255.1	261.1

	Reacción vertical (kN)		
	Tráfico en aceras (TRA)	Tráfico en plataforma	Viento vertical (VI)

				(TRP)			
Eje	Viga	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
1	1	-0.2	107.3	-83.9	34.6	-71.8	71.8
1	2	-1.4	38.8	-8.9	270.4	-52.3	52.3
1	3	-2.1	22.9	-6.9	480.6	-54.3	54.3
1	4	-3.1	8.6	-0.7	509.4	-47.1	47.1
1	5	-3.3	3.4	-0.5	515.2	-32.2	32.2
1	6	-0.9	1.5	-0.2	523.6	-41.1	41.1
1	7	-0.2	10.4	-0.0	504.1	-47.2	47.2
1	8	-0.5	37.1	-0.1	372.8	-51.4	51.4
1	9	-0.4	64.4	-2.0	96.0	-53.9	53.9
1	10	-0.4	78.2	-8.8	56.4	-60.0	60.0
2	1	-0.4	78.2	-8.8	56.4	-60.0	60.0
2	2	-0.4	64.4	-2.0	96.0	-53.9	53.9
2	3	-0.5	37.1	-0.1	372.2	-51.4	51.4
2	4	-0.2	10.4	-0.0	504.0	-47.2	47.2
2	5	-0.9	1.5	-0.2	523.7	-41.1	41.1
2	6	-3.3	3.4	-0.4	515.2	-32.2	32.2
2	7	-3.1	8.6	-0.7	509.6	-47.1	47.1
2	8	-2.1	22.9	-6.9	480.7	-54.3	54.3
2	9	-1.4	38.8	-8.9	270.4	-52.3	52.3
2	10	-0.2	107.3	-83.9	34.6	-71.8	71.8

Reacción vertical (kN)			
		Gradiente térmico (GT)	
Eje	Viga	Min.	Max.
1	1	-10.6	8.1
1	2	-3.1	4.0
1	3	-0.2	0.3
1	4	-0.2	0.3
1	5	-0.1	0.2
1	6	-0.8	1.1
1	7	-0.9	1.2
1	8	-1.2	1.5
1	9	-0.1	0.0
1	10	-1.7	2.2
2	1	-1.7	2.2
2	2	-0.1	0.0
2	3	-1.2	1.5
2	4	-0.9	1.2
2	5	-0.8	1.1
2	6	-0.1	0.2
2	7	-0.2	0.3
2	8	-0.2	0.3
2	9	-3.1	4.0
2	10	-10.6	8.1

28 Reacciones por apoyo. Valores de combinación

Reacciones en vigas en el eje 1 y en el eje 2

Instante	Descripción
I1	Tras la transferencia del pretesado
I2	Tras el hormigonado de la losa
I3	Tras la disposición de la superestructura
I4	Tras la apertura al tráfico
I5	A tiempo infinito

Situación persistente. Combinación cuasi permanente:

Reacción vertical (kN)

Valores máximos						
Eje	Viga	I1	I2	I3	I4	I5
1	1	181.4	390.4	651.6	655.6	655.6
1	2	181.4	385.3	524.6	526.7	526.7
1	3	181.4	385.3	518.9	519.0	519.0
1	4	181.4	385.3	502.7	502.8	502.8
1	5	181.4	385.3	496.2	496.2	496.2
1	6	181.4	385.3	495.3	495.9	495.9
1	7	181.4	385.3	503.1	503.6	503.6
1	8	181.4	385.3	531.1	531.8	531.8
1	9	181.4	385.3	560.1	560.1	560.1
1	10	181.4	390.4	600.3	601.4	601.4
2	1	181.4	390.4	600.3	601.4	601.4
2	2	181.4	385.3	560.1	560.1	560.1
2	3	181.4	385.3	531.1	531.8	531.8
2	4	181.4	385.3	503.1	503.6	503.6
2	5	181.4	385.3	495.3	495.9	495.9
2	6	181.4	385.3	496.2	496.2	496.2
2	7	181.4	385.3	502.7	502.8	502.8
2	8	181.4	385.3	518.9	519.0	519.0
2	9	181.4	385.3	524.6	526.7	526.7
2	10	181.4	390.4	651.6	655.6	655.6

Situación persistente. Combinación frecuente:

Reacción vertical (kN)						
Valores máximos						
Eje	Viga	I1	I2	I3	I4	I5
1	1	181.4	390.4	651.6	719.6	719.6
1	2	181.4	385.3	524.6	707.7	707.7
1	3	181.4	385.3	518.9	834.2	834.2
1	4	181.4	385.3	502.7	833.0	833.0
1	5	181.4	385.3	496.2	826.8	826.8
1	6	181.4	385.3	495.3	828.1	828.1
1	7	181.4	385.3	503.1	829.2	829.2
1	8	181.4	385.3	531.1	786.6	786.6
1	9	181.4	385.3	560.1	644.4	644.4
1	10	181.4	390.4	600.3	666.4	666.4
2	1	181.4	390.4	600.3	666.4	666.4
2	2	181.4	385.3	560.1	644.4	644.4
2	3	181.4	385.3	531.1	786.2	786.2
2	4	181.4	385.3	503.1	829.1	829.1
2	5	181.4	385.3	495.3	828.2	828.2
2	6	181.4	385.3	496.2	826.9	826.9
2	7	181.4	385.3	502.7	833.1	833.1
2	8	181.4	385.3	518.9	834.2	834.2
2	9	181.4	385.3	524.6	707.7	707.7
2	10	181.4	390.4	651.6	719.6	719.6

Situación persistente. Combinación característica:

Reacción vertical (kN)						
Valores máximos						
Eje	Viga	I1	I2	I3	I4	I5
1	1	181.4	390.4	651.6	836.5	836.5
1	2	181.4	385.3	524.6	865.2	865.2
1	3	181.4	385.3	518.9	1054.9	1054.9
1	4	181.4	385.3	502.7	1049.0	1049.0
1	5	181.4	385.3	496.2	1034.0	1034.0
1	6	181.4	385.3	495.3	1045.1	1045.1
1	7	181.4	385.3	503.1	1045.9	1045.9
1	8	181.4	385.3	531.1	971.7	971.7
1	9	181.4	385.3	560.1	752.8	752.8
1	10	181.4	390.4	600.3	770.9	770.9
2	1	181.4	390.4	600.3	770.9	770.9

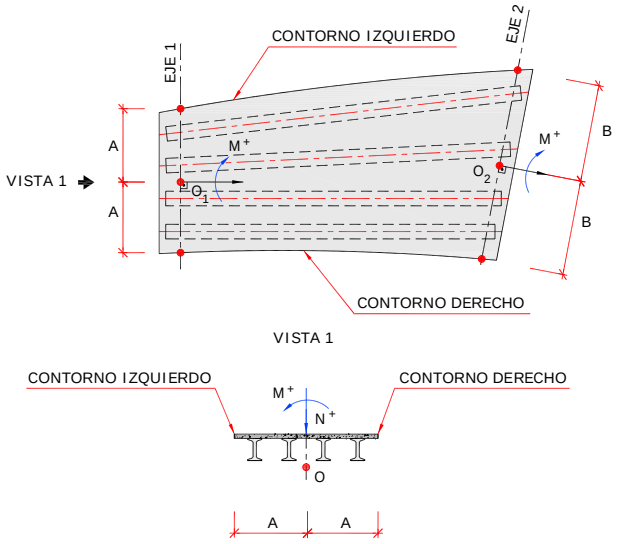
2	2	181.4	385.3	560.1	752.9	752.9
2	3	181.4	385.3	531.1	971.1	971.1
2	4	181.4	385.3	503.1	1045.8	1045.8
2	5	181.4	385.3	495.3	1045.1	1045.1
2	6	181.4	385.3	496.2	1034.0	1034.0
2	7	181.4	385.3	502.7	1049.2	1049.2
2	8	181.4	385.3	518.9	1055.1	1055.1
2	9	181.4	385.3	524.6	865.2	865.2
2	10	181.4	390.4	651.6	836.5	836.5

Situación persistente. Combinación fundamental:

Reacción vertical (kN)						
Valores máximos						
Eje	Viga	I1	I2	I3	I4	I5
1	1	244.9	527.1	879.6	1135.8	1135.8
1	2	244.9	520.1	708.3	1172.8	1172.8
1	3	244.9	520.1	700.5	1429.0	1429.0
1	4	244.9	520.1	678.6	1420.4	1420.4
1	5	244.9	520.1	669.8	1398.8	1398.8
1	6	244.9	520.1	668.7	1414.5	1414.5
1	7	244.9	520.1	679.1	1416.3	1416.3
1	8	244.9	520.1	716.9	1316.4	1316.4
1	9	244.9	520.1	756.2	1021.2	1021.2
1	10	244.9	527.1	810.4	1046.2	1046.2
2	1	244.9	527.1	810.4	1046.2	1046.2
2	2	244.9	520.1	756.2	1021.3	1021.3
2	3	244.9	520.1	716.9	1315.7	1315.7
2	4	244.9	520.1	679.1	1416.0	1416.0
2	5	244.9	520.1	668.7	1414.6	1414.6
2	6	244.9	520.1	669.8	1398.8	1398.8
2	7	244.9	520.1	678.6	1420.6	1420.6
2	8	244.9	520.1	700.5	1429.2	1429.2
2	9	244.9	520.1	708.3	1172.8	1172.8
2	10	244.9	527.1	879.6	1135.8	1135.8

29 Reacciones por eje. Valores característicos

Reacciones totales en el eje 1 y en el eje 2
En este apartado se listan las reacciones máximas y mínimas por eje de apoyo, obtenidas a partir de la contribución de cada uno de los apoyos de las vigas del eje.
Se obtiene así la rección vertical y el momento transversal referido a un eje perpendicular al eje de apoyos que pasa por el punto medio de la sección del eje de apoyos.



VISTA 1

N- M-: Axil mínimo en el eje de apoyos con el momento concomitante máximo negativo.
N- M+: Axil mínimo en el eje de apoyos con el momento concomitante máximo positivo.
N+ M-: Axil máximo en el eje de apoyos con el momento concomitante máximo negativo.
N+ M+: Axil máximo en el eje de apoyos con el momento concomitante máximo positivo.
M- N-: Momento mínimo en el eje de apoyos con el axil concomitante máximo negativo.
M- N+: Momento mínimo en el eje de apoyos con el axil concomitante máximo positivo.
M+ N-: Momento máximo en el eje de apoyos con el axil concomitante máximo negativo.
M+ N+: Momento máximo en el eje de apoyos con el axil concomitante máximo positivo.

PV : Peso propio de las vigas

Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	1814.1	0.0	1814.1	0.0	1814.1	0.0	1814.1	0.0
2	1814.1	0.0	1814.1	0.0	1814.1	0.0	1814.1	0.0

PV : Peso propio de las vigas

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	1814.1	0.0	1814.1	0.0	1814.1	0.0	1814.1	0.0
2	1814.1	0.0	1814.1	0.0	1814.1	0.0	1814.1	0.0

PL : Peso propio de la losa

Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	2048.7	0.0	2048.7	0.0	2048.7	0.0	2048.7	0.0
2	2048.7	0.0	2048.7	0.0	2048.7	0.0	2048.7	0.0

PL : Peso propio de la losa

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	2048.7	0.0	2048.7	0.0	2048.7	0.0	2048.7	0.0
2	2048.7	0.0	2048.7	0.0	2048.7	0.0	2048.7	0.0

SE : Superestructura

Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	1307.5	62.8	1307.5	62.8	1514.9	130.8	1514.9	130.8

2	1307.5	-62.7	1307.5	-62.7	1514.9	-130.8	1514.9	-130.8

SE : Superestructura

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	1307.5	62.8	1307.5	62.8	1514.9	130.8	1514.9	130.8
2	1514.9	-130.8	1514.9	-130.8	1307.5	-62.7	1307.5	-62.7

TRA : Tráfico en aceras

Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	0.0	0.0	0.0	0.0	360.1	-21.9	360.1	-21.9
2	0.0	0.0	0.0	0.0	360.1	22.0	360.1	22.0

TRA : Tráfico en aceras

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	180.0	-1881.4	180.0	-1881.4	180.1	1859.5	180.1	1859.5
2	180.1	-1859.5	180.1	-1859.5	180.0	1881.4	180.0	1881.4

TRP: Tráfico en plataforma

Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	0.0	0.0	0.0	0.0	1748.7	-2633.3	1748.7	-2004.9
2	0.0	0.0	0.0	0.0	1748.8	-537.3	1748.8	-537.3

TRP: Tráfico en plataforma

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	1322.8	-5596.2	1322.8	-5596.2	1376.9	6116.6	1376.9	6116.6
2	1377.0	-6117.8	1377.0	-6117.8	1322.7	5595.1	1322.7	5595.1

VI : Viento vertical

Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	-277.8	-1909.0	-277.8	-1909.0	277.8	1909.0	277.8	1909.0
2	-277.8	1909.0	-277.8	1909.0	277.8	-1909.0	277.8	-1909.0

VI : Viento vertical

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	-277.8	-1909.0	-277.8	-1909.0	277.8	1909.0	277.8	1909.0
2	277.8	-1909.0	277.8	-1909.0	-277.8	1909.0	-277.8	1909.0

GT : Gradiente térmico

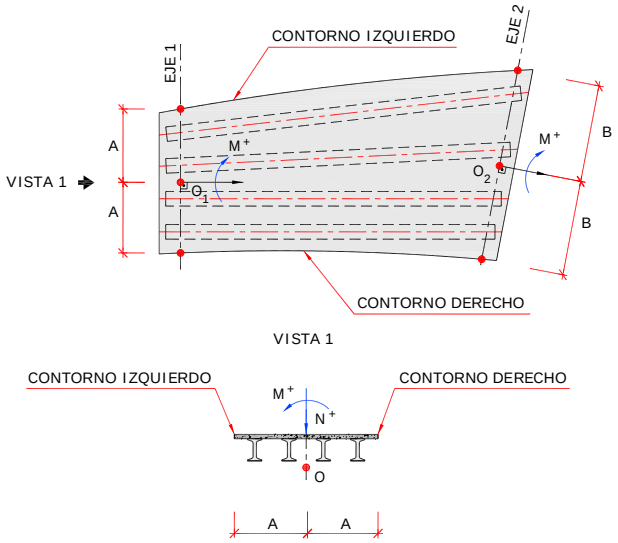
Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	0.0	-128.8	0.0	98.2	0.0	-128.8	0.0	98.2
2	-0.0	-98.2	0.0	128.8	-0.0	-98.2	0.0	128.8

GT : Gradiente térmico

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	0.0	-128.8	0.0	-128.8	0.0	98.2	0.0	98.2
2	-0.0	-98.2	-0.0	-98.2	0.0	128.8	0.0	128.8

30 Reacciones por eje. Valores de combinación

En este apartado se listan las reacciones máximas y mínimas por eje de apoyo, obtenidas a partir de la contribución de cada uno de los apoyos de las vigas del eje.
Se obtiene así la rección vertical y el momento transversal referido a un eje perpendicular al eje de apoyos que pasa por el punto medio de la sección del eje de apoyos.



Reacciones totales en el eje 1 y en el eje 2

Situación persistente. Combinación cuasi permanente:

A tiempo infinito

Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	5170.4	-1.7	5170.4	111.8	5377.8	66.4	5377.8	179.9
2	5170.4	-111.8	5170.4	1.7	5377.8	-179.8	5377.8	-66.3

A tiempo infinito

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	5170.4	-1.7	5170.4	-1.7	5377.8	179.9	5377.8	179.9
2	5377.8	-179.8	5377.8	-179.8	5170.4	1.7	5170.4	1.7

Situación persistente. Combinación frecuente:

A tiempo infinito

Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)

1	5114.8	-319.0	5114.8	-319.0	6583.9	-2713.1	6583.9	-1235.5
2	5114.8	319.1	5114.8	319.1	6584.0	-1142.3	6584.0	-557.5

A tiempo infinito

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	6063.5	-4189.6	6063.5	-4189.6	6305.9	4637.8	6305.9	4637.8
2	6306.0	-4638.3	6306.0	-4638.3	6063.4	4188.8	6063.4	4188.8

Situación persistente. Combinación característica:

A tiempo infinito

Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	4892.6	-1846.2	4892.6	-1846.2	7653.2	-1379.1	7653.2	-750.7
2	4892.6	1846.2	4892.6	1846.2	7653.3	-1791.5	7653.3	-1791.5

A tiempo infinito

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	6506.5	-8560.2	6506.5	-8560.2	7101.4	9252.2	7101.4	9252.2
2	7101.5	-9253.4	7101.5	-9253.4	6506.5	8559.2	6506.5	8559.2

Situación persistente. Combinación fundamental:

A tiempo infinito

Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	4753.8	-2800.7	4753.8	-2800.7	10356.9	-1690.0	10356.8	-841.7
2	4753.8	2800.7	4753.8	2800.7	10356.9	-2590.4	10356.9	-2590.4

A tiempo infinito

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	7625.2	-16282.1	7625.2	-16282.1	8935.8	17194.3	8935.8	17194.3
2	8936.0	-17195.9	8936.0	-17195.9	7625.1	16280.7	7625.1	16280.7

Programa: CivilEstudio

Versión: 34 - 6
Barcelona, 2018

CivilEstudio, software propiedad de CivilCAD Consultores, S.L.
Autores: L.M.Callís, J.M.Roig, I.Callís, P.Reinés
Licencia de uso concedida a: Most Enginyers, S.L.
Número de usuario: 12202

Proyecto:

Nombre del proyecto: *PRECÀLCUL DE LES ESTRUCTURES DEL PROJECTE D'OBRES BÀSIQUES D'URBANITZACIÓ DEL PLA DIRECTOR URBANÍSTIC DEL CENTRE DIRECCIONAL DE CERDANYOLA DEL VALLÈS*
Nombre de la estructura: *3. V-7.1. Pont sobre el torrent de Magrans a l'eix-7*
Nombre del elemento estructural: *Tauler vano interior (25m llum aparent)*
Tipo de estructura: *Vigas pretesadas*
Funcionalidad de la estructura: *Estructura de Carretera*
Clase de estructura: *Tablero sin tierras*
Vida útil: *100 años*

Normativas:

Ámbito: *Normas españolas*

Unidades:

Sistema *S.I.*

Despiece:

Sistema Métrico Europeo

Módulo del programa:

Módulo Tablero de vigas
Nombre del archivo de proyecto: *v7.1_25_1.vig*
Ruta de acceso: *p:\parc de l'alba\estructures\3. v-7.1\civilcad tauler 25*

Informe:

Tipo de informe: *Informe de la Memoria de cálculo*
Informe generado el día 18-12-2020 a las 11:18:36.

Índice

1 Verificaciones en las vigas y riostras.

1.1 Verificaciones en las vigas.
1.2 Verificaciones en las riostras.

2 Verificaciones en la losa.

3 DEFINICIÓN DEL PROYECTO

3.1 Normativas
3.2 Geometría
3.2.1 Definición de los contornos laterales
3.2.2 Definición de los ejes de apoyos
3.2.3 Definición de los ejes de vigas
3.2.4 Definición de la losa
3.2.5 Definición de las vigas
3.2.5.1 Contorno de la sección
3.2.5.2 Armadura pasiva perimetral
3.2.5.3 Propiedades geomecánicas de la sección
3.2.5.3.1 Secciones reales
3.2.5.3.2 Secciones eficaces
3.2.6 Geometría de vigas y losa en zona de apoyos
3.2.6.1 Culatas
3.2.6.2 Recrecido del alma en apoyos
3.2.6.3 Losa en apoyos
3.2.7 Coacciones en los apoyos
3.2.8 Situación de transporte / izado
3.3 Materiales
3.3.1 Hormigón Vigas
3.3.2 Hormigón Losa
3.3.3 Hormigón Prelosas
3.3.4 Armadura pasiva Vigas
3.3.5 Armadura pasiva Losa
3.3.6 Acero de la armadura activa del pretesado Vigas
3.4 Recubrimientos geométricos
3.5 Clases de exposición y fisuración
3.6 Calendario de ejecución
3.7 Definición del pretesado
3.8 Definición de la armadura pasiva
3.8.1 Armadura de flexión. Zona central.
3.8.2 Armadura de flexión. Zona de extremos.
3.9 Acciones
3.9.1 Acciones permanentes
3.9.2 Acciones variables
3.10 Coeficientes de seguridad
3.10.1 Coeficientes de mayoración de las acciones, γ_F
3.10.2 Coeficientes de combinación
3.10.3 Flechas relativas admisibles
3.11 Configuración del cálculo

3.12 Tráfico. Cálculo de la losa

4 Modelo de viga simple (sin losa)

5 Modelo del tablero para el cálculo de las vigas

6 Modelo del tablero para el cálculo de la losa

7 ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS EN LAS VIGAS

8 FUERZA DE PRETENSADO

8.1 Fuerzas de pretesado
8.1.1 Fuerza de pretesado a lo largo de cada cable en cada instante
8.1.2 Pérdidas de pretesado totales
8.1.3 Pérdidas de pretesado totales (%)

9 VERIFICACIÓN DEL EL ENCAJE TENSIONAL EN LAS VIGAS

9.1 Tensiones admisibles
9.2 Situación persistente. Combinación cuasi permanente
9.3 Situación persistente. Combinación frecuente
9.4 Situación persistente. Combinación característica
9.5 Resumen de verificaciones

10 VERIFICACIÓN DEL EL FISURACIÓN EN LAS VIGAS

10.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente
10.2 Situación persistente. Combinación frecuente
10.3 Situación persistente. Combinación característica
10.4 Resumen de verificaciones

11 ROTURA POR FLEXIÓN EN LAS VIGAS

11.1 Situación persistente. Combinación fundamental
11.2 Resumen de verificaciones

12 ROTURA POR CORTANTE EN LAS VIGAS

12.1 Situación persistente. Combinación fundamental
12.2 Resumen de armaduras
12.3 Resumen de verificaciones

13 ROTURA POR TORSIÓN EN LAS VIGAS

13.1 Comprobación del Estado Límite Último por torsión
13.1.1 Situación persistente. Combinación fundamental
13.2 Comprobación de la Interacción Cortante - Torsión
13.2.1 Situación persistente. Combinación fundamental
13.3 Resumen de armaduras
13.4 Resumen de verificaciones

14 RASANTE VIGA - LOSA

14.1 Resumen de armaduras
14.2 Resumen de verificaciones

15 RASANTE EN EL ALA INFERIOR DE LAS VIGAS

15.1 Resumen de armaduras
15.2 Resumen de verificaciones

16 RASANTE EN EL ALA SUPERIOR DE LAS VIGAS

16.1 Resumen de armaduras
16.2 Resumen de verificaciones

17 Flechas

17.1 Flechas características
17.2 Situación persistente. Combinación característica
17.3 Verificación de flechas
17.3.1 Resumen de verificaciones

18 Giros

18.1 Giros característicos
18.2 Situación persistente. Combinación característica

20 CÁLCULO DE LA CUANTÍA DE ACERO EN LAS VIGAS

20.1 Cálculo de la armadura de difusión del pretensado
20.2 Resumen de cuantías de armadura transversal

21 CÁLCULO DE LA SITUACIÓN DE TRANSPORTE DE LAS VIGAS

22 ROTURA POR FLEXIÓN EN LA LOSA

22.1 Esfuerzos de flexión mayorados
22.1.1 Situación persistente. Combinación fundamental
22.2 Armadura de flexión
22.3 Resumen de verificaciones

23 ROTURA POR CORTANTE EN LA LOSA

23.1 Esfuerzos cortantes mayorados
23.1.1 Situación persistente. Combinación fundamental
23.2 Comprobación de las bielas de compresión
23.3 Armadura de cálculo de cortante
23.4 Armadura mínima de cortante
23.5 Resumen de verificaciones

24 VERIFICACIÓN DEL EL FISURACIÓN EN LA LOSA

24.1 Cálculo a fisuración

24.1.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente
24.2 Resumen de verificaciones

26 PRUEBA DE CARGA

27 Reacciones por apoyo. Valores característicos

28 Reacciones por apoyo. Valores de combinación

29 Reacciones por eje. Valores característicos

30 Reacciones por eje. Valores de combinación

1 Verificaciones en las vigas y riostras.

Nombre del proyecto: *PRECÀLCUL DE LES ESTRUCTURES DEL PROJECTE D'OBRES BÀSIQUES D'URBANITZACIÓ DEL PLA DIRECTOR URBANÍSTIC DEL CENTRE DIRECCIONAL DE CERDANYOLA DEL VALLÈS*
Nombre de la estructura: *3. V-7.1. Pont sobre el torrent de Magrans a l'eix-7*
Nombre del elemento estructural: *Tauler vano interior (25m llum aparent)*
Tipo de estructura: *Vigas pretesadas*
Funcionalidad de la estructura: *Estructura de Carretera*
Clase de estructura: *Tablero sin tierras*
Vida útil: *100 años*

1.1 Verificaciones en las vigas.

Viga 1		
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Encaje tensional.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por flexión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por cortante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por torsión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por rasante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural de servicio de deformaciones		
Situación persistente	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Control de fisuración.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por fatiga		
Combinación de fatiga	Combinación fundamental	Cumple
Obtención del despiece de la armadura		
Generación del armado	.	Cumple

Viga 2		
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Encaje tensional.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por flexión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por cortante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por torsión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por rasante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural de servicio de deformaciones		
Situación persistente	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Control de fisuración.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por fatiga		
Combinación de fatiga	Combinación fundamental	Cumple
Obtención del despiece de la armadura		
Generación del armado	.	Cumple

Viga 3		
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Encaje tensional.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por flexión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por cortante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple

Estado límite estructural último de rotura por torsión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por rasante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural de servicio de deformaciones		
Situación persistente	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Control de fisuración.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por fatiga		
Combinación de fatiga	Combinación fundamental	Cumple
Obtención del despiece de la armadura		
Generación del armado	.	Cumple

Viga 4		
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Encaje tensional.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por flexión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por cortante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por torsión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por rasante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural de servicio de deformaciones		
Situación persistente	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Control de fisuración.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple

Estado límite estructural último de rotura por fatiga		
Combinación de fatiga	Combinación fundamental	Cumple
Obtención del despiece de la armadura		
Generación del armado	.	Cumple

Viga 5		
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Encaje tensional.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por flexión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por cortante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por torsión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por rasante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural de servicio de deformaciones		
Situación persistente	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Control de fisuración.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por fatiga		
Combinación de fatiga	Combinación fundamental	Cumple
Obtención del despiece de la armadura		
Generación del armado	.	Cumple

Viga 6		
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Encaje tensional.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple

Estado límite estructural último de rotura por flexión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por cortante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por torsión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por rasante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural de servicio de deformaciones		
Situación persistente	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Control de fisuración.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por fatiga		
Combinación de fatiga	Combinación fundamental	Cumple
Obtención del despiece de la armadura		
Generación del armado	.	Cumple

Viga 7		
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Encaje tensional.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por flexión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por cortante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por torsión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por rasante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural de servicio de deformaciones		
Situación persistente	Combinación característica	Cumple

Estado límite estructural de servicio de fisuración. Control de fisuración.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por fatiga		
Combinación de fatiga	Combinación fundamental	Cumple
Obtención del despiece de la armadura		
Generación del armado	.	Cumple

Viga 8		
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Encaje tensional.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por flexión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por cortante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por torsión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por rasante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural de servicio de deformaciones		
Situación persistente	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Control de fisuración.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por fatiga		
Combinación de fatiga	Combinación fundamental	Cumple
Obtención del despiece de la armadura		
Generación del armado	.	Cumple

Viga 9

Estado límite estructural de servicio de fisuración. Encaje tensional.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por flexión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por cortante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por torsión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por rasante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural de servicio de deformaciones		
Situación persistente	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Control de fisuración.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por fatiga		
Combinación de fatiga	Combinación fundamental	Cumple
Obtención del despiece de la armadura		
Generación del armado	.	Cumple

Viga 10		
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Encaje tensional.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por flexión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por cortante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por torsión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple

Estado límite estructural último de rotura por rasante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural de servicio de deformaciones		
Situación persistente	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Control de fisuración.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por fatiga		
Combinación de fatiga	Combinación fundamental	Cumple
Obtención del despiece de la armadura		
Generación del armado	.	Cumple

1.2 Verificaciones en las riostras.

2 Verificaciones en la losa.

Nombre del proyecto: *PRECÀLCUL DE LES ESTRUCTURES DEL PROJECTE D'OBRES BÀSIQUES D'URBANITZACIÓ DEL PLA DIRECTOR URBANÍSTIC DEL CENTRE DIRECCIONAL DE CERDANYOLA DEL VALLÈS*
Nombre de la estructura: *3. V-7.1. Pont sobre el torrent de Magrans a l'eix-7*
Nombre del elemento estructural: *Tauler vano interior (25m llum aparent)*
Tipo de estructura: *Vigas pretesadas*
Funcionalidad de la estructura: *Estructura de Carretera*
Clase de estructura: *Tablero sin tierras*
Vida útil: *100 años*

Losa		
Estado límite estructural último de rotura por flexión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural de servicio de fisuración		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por cortante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Obtención del despiece de la armadura		
Generación del armado	.	Cumple

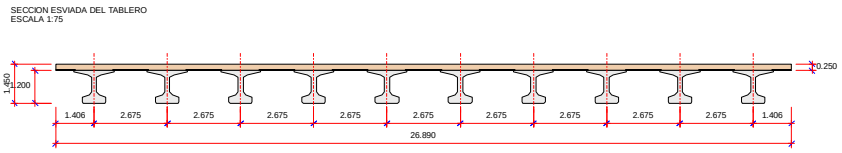
3 DEFINICIÓN DEL PROYECTO

3.1 Normativas

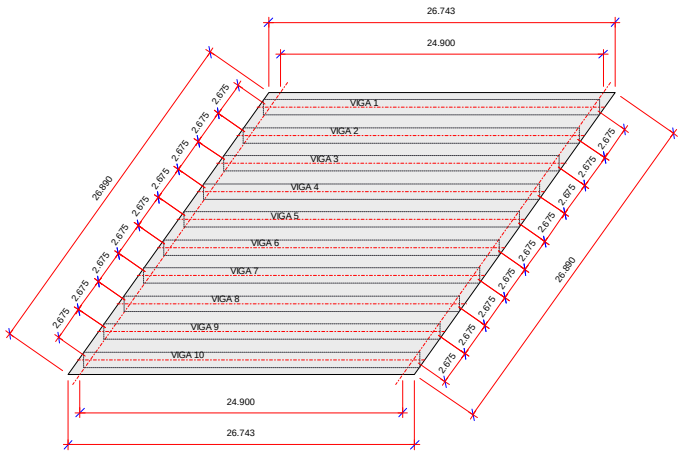
IAP. Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera. V. 2011
EHE. Instrucción Española del Hormigón Estructural. V. 2008

3.2 Geometría

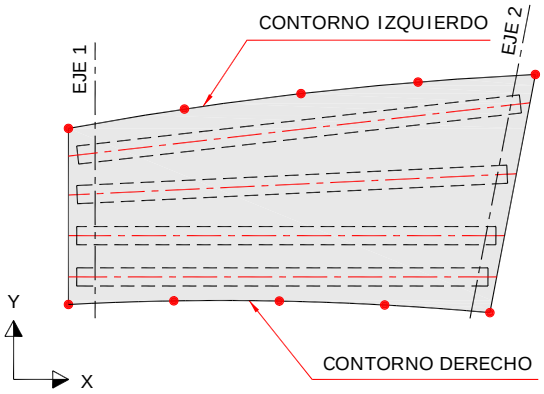
Sección transversal del tablero



Planta del tablero



3.2.1 Definición de los contornos laterales



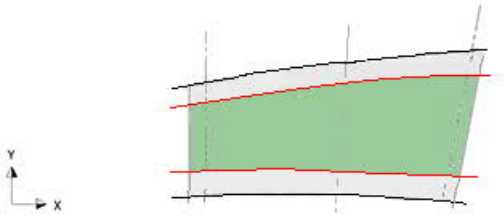
Contorno izquierdo:

Punto	X (m)	Y (m)
1	5.462	22.000
2	50.362	22.000

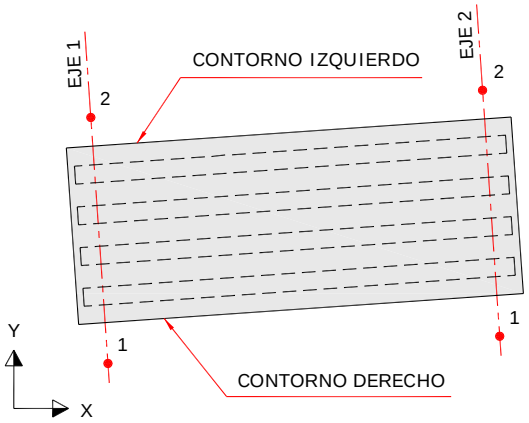
Contorno derecho:

Punto	X (m)	Y (m)
1	-10.000	0.000
2	34.900	0.000

Zona vial coincidente con los contornos.



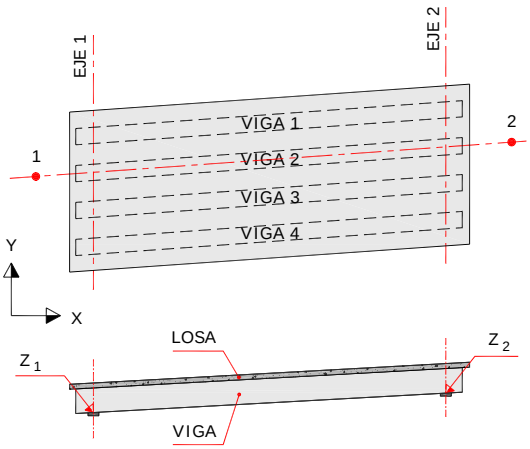
3.2.2 Definición de los ejes de apoyos



Coordenadas en planta de los ejes de apoyos :

	Punto 1		Punto 2	
Eje	X_1 (m)	Y_1 (m)	X_2 (m)	Y_2 (m)
1	0.000	0.000	15.462	22.000
2	24.900	0.000	40.362	22.000

3.2.3 Definición de los ejes de vigas



Coordenadas en planta de las vigas:

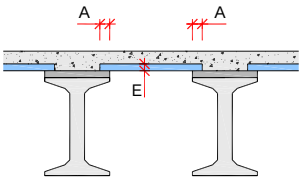
	Punto 1			Punto 2			Longitudes	
Viga	X_1 (m)	Y_1 (m)	Z_1 (m)	X_2 (m)	Y_2 (m)	Z_2 (m)	$L_{cálculo}$ (m)	L_{total} (m)
1	5.462	20.850	-1.550	50.362	20.850	-1.550	24.900	25.900
2	5.462	18.661	-1.550	50.362	18.661	-1.550	24.900	25.900
3	5.462	16.472	-1.550	50.362	16.472	-1.550	24.900	25.900
4	5.462	14.283	-1.550	50.362	14.283	-1.550	24.900	25.900
5	5.462	12.094	-1.550	50.362	12.094	-1.550	24.900	25.900
6	5.462	9.906	-1.550	50.362	9.906	-1.550	24.900	25.900
7	5.462	7.717	-1.550	50.362	7.717	-1.550	24.900	25.900
8	5.462	5.528	-1.550	50.362	5.528	-1.550	24.900	25.900
9	5.462	3.339	-1.550	50.362	3.339	-1.550	24.900	25.900
10	5.462	1.150	-1.550	50.362	1.150	-1.550	24.900	25.900

3.2.4 Definición de la losa

Definición de la losa

Losa de espesor constante
Espesor : 0.250 m

Definición de las prelosas



Se dispone prelosa

Anchura de apoyo : 0.050 m

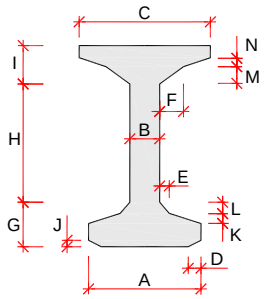
Espesor de la prelosa : 0.040 m

3.2.5 Definición de las vigas

Viga	Tipo	Catálogo	Nombre
1	Doble T	Precon	DT-PRE-120-120-B
2	Doble T	Precon	DT-PRE-120-120-B
3	Doble T	Precon	DT-PRE-120-120-B
4	Doble T	Precon	DT-PRE-120-120-B
5	Doble T	Precon	DT-PRE-120-120-B
6	Doble T	Precon	DT-PRE-120-120-B
7	Doble T	Precon	DT-PRE-120-120-B
8	Doble T	Precon	DT-PRE-120-120-B
9	Doble T	Precon	DT-PRE-120-120-B
10	Doble T	Precon	DT-PRE-120-120-B

3.2.5.1 Contorno de la sección

Sección DT-PRE-120-120-B :



Parámetro	Valor (mm)
A	700
B	150
C	1200
D	30
E	75
F	125
G	400

H	550
I	250
J	30
K	70
L	110
M	100
N	100

3.2.5.2 Armadura pasiva perimetral

Sección DT-PRE-120-120-B :

Valores calculados por el programa.

3.2.5.3 Propiedades geomecánicas de la sección

Instante	Descripción
I1	Tras la transferencia del pretesado
I2	Tras el hormigonado de la losa
I3	Tras la disposición de la superestructura
I4	Tras la apertura al tráfico
I5	A tiempo infinito

En los informes se utilizan las siguientes definiciones y notaciones:
Sección bruta : Sección de hormigón homogeneizada sin considerar la armadura pasiva ni la activa.
Sección neta : Se corresponde con la sección bruta pero añadiendo los huecos de las vainas de postesado.
Sección homogeneizada : Se añade a la sección neta la armadura activa que ya está inyectada en instantes anteriores, que se homogeneiza respecto del hormigón.
A : Área de la sección.
I_x : Momento de inercia respecto del eje horizontal que pasa por el centro de gravedad.
V_i : Distancia del centro de gravedad a la fibra inferior de la sección.

3.2.5.3.1 Secciones reales

Las secciones siguientes NO incluyen la reducción del ancho de losa asociada al coeficiente de ancho eficaz.
Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 1

		Sección real bruta			Sección real neta			Sección real homogeneizada		
Instante	Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
I1	1.200	0.463	0.091	-0.598	0.459	0.090	-0.602	0.480	0.096	-0.579
I2	1.200	0.463	0.091	-0.598	0.459	0.090	-0.602	0.480	0.096	-0.579
I3	1.450	0.910	0.217	-0.960	0.907	0.214	-0.963	0.928	0.230	-0.943
I4	1.450	0.910	0.217	-0.960	0.907	0.214	-0.963	0.928	0.230	-0.943
I5	1.450	0.910	0.217	-0.960	0.907	0.214	-0.963	0.928	0.230	-0.943

Viga 2

		Sección real bruta			Sección real neta			Sección real homogeneizada		
Instante	Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
I1	1.200	0.463	0.091	-0.598	0.459	0.090	-0.602	0.480	0.096	-0.579
I2	1.200	0.463	0.091	-0.598	0.459	0.090	-0.602	0.480	0.096	-0.579
I3	1.450	0.900	0.215	-0.955	0.897	0.212	-0.959	0.918	0.228	-0.939
I4	1.450	0.900	0.215	-0.955	0.897	0.212	-0.959	0.918	0.228	-0.939
I5	1.450	0.900	0.215	-0.955	0.897	0.212	-0.959	0.918	0.228	-0.939

Viga 3

		Sección real bruta			Sección real neta			Sección real homogeneizada		
Instante	Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
I1	1.200	0.463	0.091	-0.598	0.459	0.090	-0.602	0.480	0.096	-0.579
I2	1.200	0.463	0.091	-0.598	0.459	0.090	-0.602	0.480	0.096	-0.579
I3	1.450	0.900	0.215	-0.955	0.897	0.212	-0.959	0.918	0.228	-0.939
I4	1.450	0.900	0.215	-0.955	0.897	0.212	-0.959	0.918	0.228	-0.939
I5	1.450	0.900	0.215	-0.955	0.897	0.212	-0.959	0.918	0.228	-0.939

Viga 4

		Sección real bruta			Sección real neta			Sección real homogeneizada		
Instante	Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
I1	1.200	0.463	0.091	-0.598	0.459	0.090	-0.602	0.480	0.096	-0.579
I2	1.200	0.463	0.091	-0.598	0.459	0.090	-0.602	0.480	0.096	-0.579
I3	1.450	0.900	0.215	-0.955	0.897	0.212	-0.959	0.918	0.228	-0.939
I4	1.450	0.900	0.215	-0.955	0.897	0.212	-0.959	0.918	0.228	-0.939
I5	1.450	0.900	0.215	-0.955	0.897	0.212	-0.959	0.918	0.228	-0.939

Viga 5

		Sección real bruta			Sección real neta			Sección real homogeneizada		
Instante	Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
I1	1.200	0.463	0.091	-0.598	0.459	0.090	-0.602	0.480	0.096	-0.579
I2	1.200	0.463	0.091	-0.598	0.459	0.090	-0.602	0.480	0.096	-0.579
I3	1.450	0.900	0.215	-0.955	0.897	0.212	-0.959	0.918	0.228	-0.939
I4	1.450	0.900	0.215	-0.955	0.897	0.212	-0.959	0.918	0.228	-0.939
I5	1.450	0.900	0.215	-0.955	0.897	0.212	-0.959	0.918	0.228	-0.939

Viga 6

		Sección real bruta			Sección real neta			Sección real homogeneizada		
Instante	Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
I1	1.200	0.463	0.091	-0.598	0.459	0.090	-0.602	0.480	0.096	-0.579
I2	1.200	0.463	0.091	-0.598	0.459	0.090	-0.602	0.480	0.096	-0.579
I3	1.450	0.900	0.215	-0.955	0.897	0.212	-0.959	0.918	0.228	-0.939
I4	1.450	0.900	0.215	-0.955	0.897	0.212	-0.959	0.918	0.228	-0.939
I5	1.450	0.900	0.215	-0.955	0.897	0.212	-0.959	0.918	0.228	-0.939

Viga 7

		Sección real bruta			Sección real neta			Sección real homogeneizada		
Instante	Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
I1	1.200	0.463	0.091	-0.598	0.459	0.090	-0.602	0.480	0.096	-0.579
I2	1.200	0.463	0.091	-0.598	0.459	0.090	-0.602	0.480	0.096	-0.579
I3	1.450	0.900	0.215	-0.955	0.897	0.212	-0.959	0.918	0.228	-0.939
I4	1.450	0.900	0.215	-0.955	0.897	0.212	-0.959	0.918	0.228	-0.939

I5	1.450	0.900	0.215	-0.955	0.897	0.212	-0.959	0.918	0.228	-0.939

Viga 8

		Sección real bruta			Sección real neta			Sección real homogeneizada		
Instante	Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
I1	1.200	0.463	0.091	-0.598	0.459	0.090	-0.602	0.480	0.096	-0.579
I2	1.200	0.463	0.091	-0.598	0.459	0.090	-0.602	0.480	0.096	-0.579
I3	1.450	0.900	0.215	-0.955	0.897	0.212	-0.959	0.918	0.228	-0.939
I4	1.450	0.900	0.215	-0.955	0.897	0.212	-0.959	0.918	0.228	-0.939
I5	1.450	0.900	0.215	-0.955	0.897	0.212	-0.959	0.918	0.228	-0.939

Viga 9

		Sección real bruta			Sección real neta			Sección real homogeneizada		
Instante	Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
I1	1.200	0.463	0.091	-0.598	0.459	0.090	-0.602	0.480	0.096	-0.579
I2	1.200	0.463	0.091	-0.598	0.459	0.090	-0.602	0.480	0.096	-0.579
I3	1.450	0.900	0.215	-0.955	0.897	0.212	-0.959	0.918	0.228	-0.939
I4	1.450	0.900	0.215	-0.955	0.897	0.212	-0.959	0.918	0.228	-0.939
I5	1.450	0.900	0.215	-0.955	0.897	0.212	-0.959	0.918	0.228	-0.939

Viga 10

		Sección real bruta			Sección real neta			Sección real homogeneizada		
Instante	Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
I1	1.200	0.463	0.091	-0.598	0.459	0.090	-0.602	0.480	0.096	-0.579
I2	1.200	0.463	0.091	-0.598	0.459	0.090	-0.602	0.480	0.096	-0.579
I3	1.450	0.910	0.217	-0.960	0.907	0.214	-0.963	0.928	0.230	-0.943
I4	1.450	0.910	0.217	-0.960	0.907	0.214	-0.963	0.928	0.230	-0.943
I5	1.450	0.910	0.217	-0.960	0.907	0.214	-0.963	0.928	0.230	-0.943

3.2.5.3.2 Secciones eficaces

Las secciones siguientes SI incluyen la reducción del ancho de losa asociada al coeficiente de ancho eficaz.
Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 1

	Sección eficaz bruta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz neta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz homogeneizada viga+losa para estado límite de servicio		
Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
1.450	0.910	0.217	-0.960	0.907	0.214	-0.963	0.928	0.230	-0.943

Viga 2

	Sección eficaz bruta viga+losa para estado límite de servicio	Sección eficaz neta viga+losa para estado límite de servicio	Sección eficaz homogeneizada viga+losa para estado límite de servicio

Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
1.450	0.900	0.215	-0.955	0.897	0.212	-0.959	0.918	0.228	-0.939

Viga 3

	Sección eficaz bruta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz neta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz homogeneizada viga+losa para estado límite de servicio		
Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
1.450	0.900	0.215	-0.955	0.897	0.212	-0.959	0.918	0.228	-0.939

Viga 4

	Sección eficaz bruta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz neta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz homogeneizada viga+losa para estado límite de servicio		
Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
1.450	0.900	0.215	-0.955	0.897	0.212	-0.959	0.918	0.228	-0.939

Viga 5

	Sección eficaz bruta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz neta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz homogeneizada viga+losa para estado límite de servicio		
Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
1.450	0.900	0.215	-0.955	0.897	0.212	-0.959	0.918	0.228	-0.939

Viga 6

	Sección eficaz bruta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz neta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz homogeneizada viga+losa para estado límite de servicio		
Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
1.450	0.900	0.215	-0.955	0.897	0.212	-0.959	0.918	0.228	-0.939

Viga 7

	Sección eficaz bruta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz neta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz homogeneizada viga+losa para estado límite de servicio		
Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
1.450	0.900	0.215	-0.955	0.897	0.212	-0.959	0.918	0.228	-0.939

Viga 8

	Sección eficaz bruta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz neta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz homogeneizada viga+losa para estado límite de servicio		
Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i

(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
1.450	0.900	0.215	-0.955	0.897	0.212	-0.959	0.918	0.228	-0.939

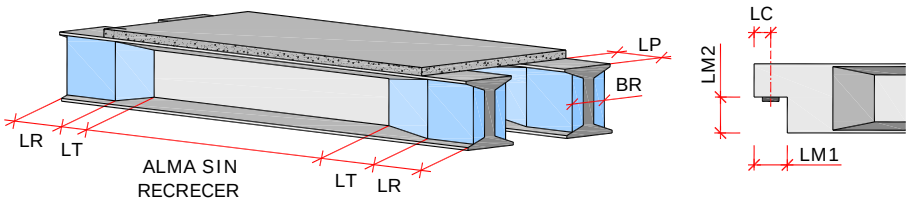
Viga 9

	Sección eficaz bruta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz neta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz homogeneizada viga+losa para estado límite de servicio		
Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
1.450	0.900	0.215	-0.955	0.897	0.212	-0.959	0.918	0.228	-0.939

Viga 10

	Sección eficaz bruta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz neta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz homogeneizada viga+losa para estado límite de servicio		
Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
1.450	0.910	0.217	-0.960	0.907	0.214	-0.963	0.928	0.230	-0.943

3.2.6 Geometría de vigas y losa en zona de apoyos



3.2.6.1 Culatas

Eje	Viga	Longitud (LC) (m)
1	1	0.500
1	2	0.500
1	3	0.500
1	4	0.500
1	5	0.500
1	6	0.500
1	7	0.500
1	8	0.500
1	9	0.500
1	10	0.500
2	1	0.500
2	2	0.500
2	3	0.500
2	4	0.500
2	5	0.500
2	6	0.500
2	7	0.500
2	8	0.500
2	9	0.500
2	10	0.500

3.2.6.2 Recrecido del alma en apoyos

Eje	Viga	Longitud (LR) (m)	Longitud de transición (LT) (m)	Anchura del alma (BR) (m)
1	1	1.200	0.500	0.500
1	2	1.200	0.500	0.500
1	3	1.200	0.500	0.500
1	4	1.200	0.500	0.500
1	5	1.200	0.500	0.500
1	6	1.200	0.500	0.500
1	7	1.200	0.500	0.500
1	8	1.200	0.500	0.500
1	9	1.200	0.500	0.500
1	10	1.200	0.500	0.500
2	1	1.200	0.500	0.500
2	2	1.200	0.500	0.500
2	3	1.200	0.500	0.500
2	4	1.200	0.500	0.500
2	5	1.200	0.500	0.500
2	6	1.200	0.500	0.500
2	7	1.200	0.500	0.500
2	8	1.200	0.500	0.500
2	9	1.200	0.500	0.500
2	10	1.200	0.500	0.500

3.2.6.3 Losa en apoyos

Tipo de junta en el eje 1: junta de dilatación

Distancia de los ejes de apoyos al borde de la losa en el eje 1 : 0.754 m

Tipo de junta en el eje 2: junta de dilatación

Distancia de los ejes de apoyos al borde de la losa en el eje 2 : 0.754 m

3.2.7 Coacciones en los apoyos

Viga	Apoyo	Vinculación	Constantes de rigidez elástica				
			Movimientos horizontales		Movimiento vertical	Giros	
			Ku_1 (kN/m)	Ku_2 (kN/m)	Ku_3 (kN/m)	Kg_1 (kNm/rad)	Kg_2 (kNm/rad)
1	1	Apoyo fijo					
1	2	Apoyo fijo					
2	1	Apoyo fijo					
2	2	Apoyo fijo					
3	1	Apoyo fijo					
3	2	Apoyo fijo					
4	1	Apoyo fijo					
4	2	Apoyo fijo					
5	1	Apoyo fijo					
5	2	Apoyo fijo					
6	1	Apoyo fijo					
6	2	Apoyo fijo					
7	1	Apoyo fijo					
7	2	Apoyo fijo					
8	1	Apoyo fijo					
8	2	Apoyo fijo					
9	1	Apoyo fijo					
9	2	Apoyo fijo					
10	1	Apoyo fijo					
10	2	Apoyo fijo					

3.2.8 Situación de transporte / izado

Coeficiente de impacto en situación de transporte : 2.000

3.3 Materiales

3.3.1 Hormigón Vigas

Denominación: HP-50

Resistencia característica a compresión, f_{ck}	:	50.0	MPa
Módulo elástico secante, E_{cm}	:	32902.4	MPa

Diagrama parábola-rectángulo:

Deformación de rotura a compresión simple, ε_{c0}	:	0.00200
Deformación de rotura en flexión, ε_{cu}	:	0.00350
Deformación máxima en armadura traccionada, ε_s	:	-0.01000

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_c	:	1.00
ELU, situación persistente, γ_c	:	1.50
ELU, situación accidental, γ_c	:	1.30

Tipo de cemento para Vigas : CEM I (según RC-08).

3.3.2 Hormigón Losa

Denominación: HA-30

Resistencia característica a compresión, f_{ck}	:	30.0	MPa
Módulo elástico secante, E_{cm}	:	28576.8	MPa

Diagrama parábola-rectángulo:

Deformación de rotura a compresión simple, ε_{c0}	:	0.00200
Deformación de rotura en flexión, ε_{cu}	:	0.00350
Deformación máxima en armadura traccionada, ε_s	:	-0.01000

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_c	:	1.00
ELU, situación persistente, γ_c	:	1.50
ELU, situación accidental, γ_c	:	1.30

Tipo de cemento para Losa : CEM II/A-S (según RC-08).

3.3.3 Hormigón Prelosas

Denominación: HA-40

Resistencia característica a compresión, f_{ck}	:	40.0	MPa
Módulo elástico secante, E_{cm}	:	30891.0	MPa

Diagrama parábola-rectángulo:

Deformación de rotura a compresión simple, ε_{c0}	:	0.00200
Deformación de rotura en flexión, ε_{cu}	:	0.00350
Deformación máxima en armadura traccionada, ε_s	:	-0.01000

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_c	:	1.00
ELU, situación persistente, γ_c	:	1.50
ELU, situación accidental, γ_c	:	1.30

Tipo de cemento para Prelosas : CEM II/A-S (según RC-08).

3.3.4 Armadura pasiva Vigas

Denominación: AP500 S

Módulo de deformación longitudinal del acero, E_s	:	200000	MPa
Deformación última en compresión, $\varepsilon_{max,1}$	:	0.01000	
Deformación última en tracción, $\varepsilon_{max,2}$	:	-0.01000	
Densidad del acero, γ	:	77.0	kN/m^3

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_s	:	1.00
ELU, situación persistente, γ_s	:	1.15
ELU, situación accidental, γ_s	:	1.00

3.3.5 Armadura pasiva Losa

Denominación: AP500 S

Módulo de deformación longitudinal del acero, E_s	:	200000	MPa
Deformación última en compresión, $\varepsilon_{max,1}$	:	0.01000	
Deformación última en tracción, $\varepsilon_{max,2}$	:	-0.01000	
Densidad del acero, γ	:	77.0	kN/m^3

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_s	:	1.00
ELU, situación persistente, γ_s	:	1.15
ELU, situación accidental, γ_s	:	1.00

3.3.6 Acero de la armadura activa del pretesado Vigas

Denominación: Y 1860 C

Límite elástico característico, f_{pk}	:	1670	MPa
Módulo de deformación longitudinal, E_p	:	190000	MPa
Deformación última en compresión, $\varepsilon_{max,1}$	:	0.02000	
Deformación última en tracción, $\varepsilon_{max,2}$	:	-0.02000	
Densidad del acero, γ	:	77.0	kN/m^3

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_s	:	1.00
ELU, situación persistente, γ_s	:	1.15
ELU, situación accidental, γ_s	:	1.00

Parámetros de relajación :

Parámetro de relajación, a	:	0.660000	
Parámetro de relajación, b	:	9.090000	
Relajación a 1000 horas después del tesado, ρ_{1000}	:	2.00000	%

$$\rho = a\ \rho_{1000}\ e^{b\mu}\ \left(\frac{t}{1000}\right)^{0.75(1-\mu)}\ 10^{-3}$$

ρ : relajación del acero a longitud constante (%)
μ : proporción de la tensión de trabajo respecto a la tensión unitaria máxima
t : tiempo después del tesado (horas)

3.4 Recubrimientos geométricos

Vigas	:	25	mm
Losa	:	45	mm
Prelosas	:	40	mm

3.5 Clases de exposición y fisuración

Vigas:
Ambiente: IIb
Anchura de fisura admisible : 0.20 mm

Losa:
Ambiente: IIb
Anchura de fisura admisible : 0.30 mm

3.6 Calendario de ejecución

Operación	Día
Día en que se hormigonan las vigas	0
Día en que se transfiere el pretesado en el parque de vigas	28
Día en que se hormigona la losa	30
Día en que se aplica la carga permanente sobre la losa	60

3.7 Definición del pretesado

Viga 1

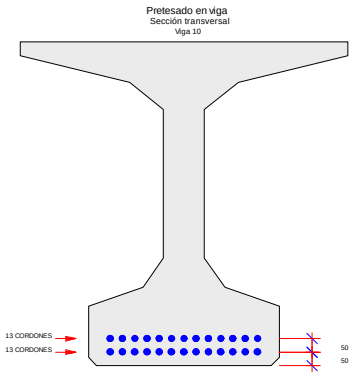
- Definición de los cordones :

Fila	Cota Y (mm)	Área del cordón (mm^2)	Diámetro nominal (mm)	Nº de cordones	Longitud entubamiento (m)	Longitud del quiebro (m)	Altura del quiebro (m)
1	50	140.0	15	13	0.000	0.000	0.000
2	100	140.0	15	13	2.000	0.000	0.000

- Fuerza de tesado :

Introducción rápida del pretesado
Pérdidas antes de la transferencia 6 mm/100m

Tensión inicial de tesado : 1395.00 MPa
Tensión final de tesado después de las pérdidas de transferencia : 1383.60 MPa



Viga 2

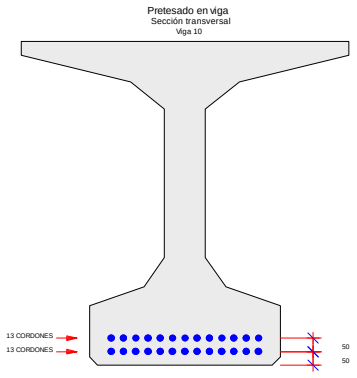
- Definición de los cordones :

Fila	Cota Y (mm)	Área del cordón (mm^2)	Diámetro nominal (mm)	Nº de cordones	Longitud entubamiento (m)	Longitud del quiebro (m)	Altura del quiebro (m)
1	50	140.0	15	13	0.000	0.000	0.000
2	100	140.0	15	13	2.000	0.000	0.000

- Fuerza de tesado :

Introducción rápida del pretesado
Pérdidas antes de la transferencia 6 mm/100m

Tensión inicial de tesado	:	1395.00	MPa
Tensión final de tesado después de las pérdidas de transferencia	:	1383.60	MPa



Viga 3

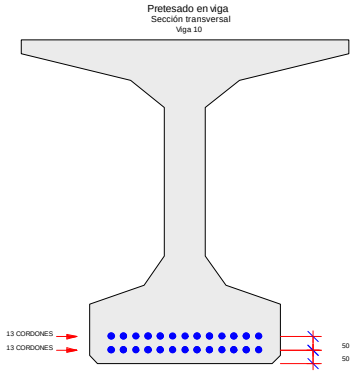
- Definición de los cordones :

Fila	Cota Y (mm)	Área del cordón (mm^2)	Diámetro nominal (mm)	Nº de cordones	Longitud entubamiento (m)	Longitud del quiebro (m)	Altura del quiebro (m)
1	50	140.0	15	13	0.000	0.000	0.000
2	100	140.0	15	13	2.000	0.000	0.000

- Fuerza de tesado :

Introducción rápida del pretesado
Pérdidas antes de la transferencia 6 mm/100m

Tensión inicial de tesado	:	1395.00	MPa
Tensión final de tesado después de las pérdidas de transferencia	:	1383.60	MPa



Viga 4

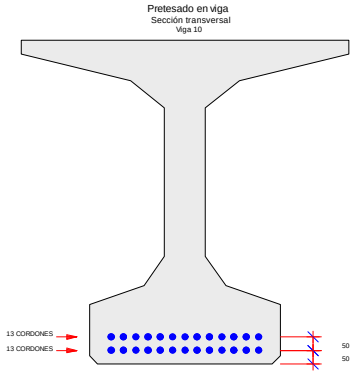
- Definición de los cordones :

Fila	Cota Y	Área del cordón	Diámetro nominal	Nº de cordones	Longitud entubamiento	Longitud del quiebro	Altura del quiebro
	(mm)	(mm^2)	(mm)		(m)	(m)	(m)
1	50	140.0	15	13	0.000	0.000	0.000
2	100	140.0	15	13	2.000	0.000	0.000

- Fuerza de tesado :

Introducción rápida del pretesado
Pérdidas antes de la transferencia 6 mm/100m

Tensión inicial de tesado	:	1395.00	MPa
Tensión final de tesado después de las pérdidas de transferencia	:	1383.60	MPa



Viga 5

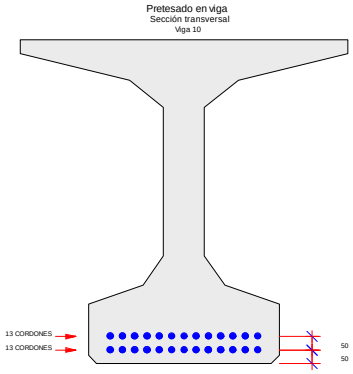
- Definición de los cordones :

Fila	Cota Y	Área del cordón	Diámetro nominal	Nº de cordones	Longitud entubamiento	Longitud del quiebro	Altura del quiebro
	(mm)	(mm^2)	(mm)		(m)	(m)	(m)
1	50	140.0	15	13	0.000	0.000	0.000
2	100	140.0	15	13	2.000	0.000	0.000

- Fuerza de tesado :

Introducción rápida del pretesado
Pérdidas antes de la transferencia 6 mm/100m

Tensión inicial de tesado	:	1395.00	MPa
Tensión final de tesado después de las pérdidas de transferencia	:	1383.60	MPa



Viga 6

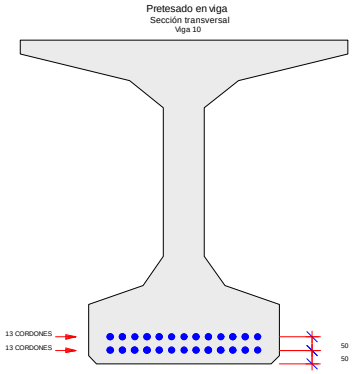
- Definición de los cordones :

Fila	Cota Y	Área del cordón	Diámetro nominal	Nº de cordones	Longitud entubamiento	Longitud del quiebro	Altura del quiebro
	(mm)	(mm^2)	(mm)		(m)	(m)	(m)
1	50	140.0	15	13	0.000	0.000	0.000
2	100	140.0	15	13	2.000	0.000	0.000

- Fuerza de tesado :

Introducción rápida del pretesado
Pérdidas antes de la transferencia 6 mm/100m

Tensión inicial de tesado	:	1395.00	MPa
Tensión final de tesado después de las pérdidas de transferencia	:	1383.60	MPa



Viga 7

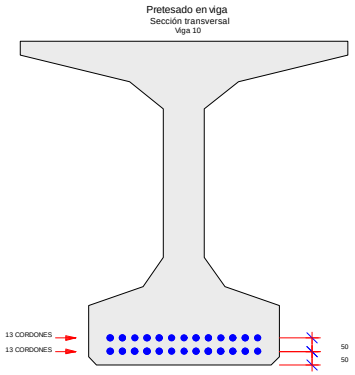
- Definición de los cordones :

Fila	Cota Y	Área del cordón	Diámetro nominal	Nº de cordones	Longitud entubamiento	Longitud del quiebro	Altura del quiebro
	(mm)	(mm^2)	(mm)		(m)	(m)	(m)
1	50	140.0	15	13	0.000	0.000	0.000
2	100	140.0	15	13	2.000	0.000	0.000

- Fuerza de tesado :

Introducción rápida del pretesado
Pérdidas antes de la transferencia 6 mm/100m

Tensión inicial de tesado : 1395.00 MPa
Tensión final de tesado después de las pérdidas de transferencia : 1383.60 MPa



Viga 8

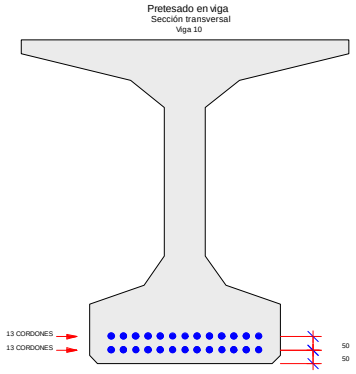
- Definición de los cordones :

Fila	Cota Y	Área del cordón	Diámetro nominal	Nº de cordones	Longitud entubamiento	Longitud del quiebro	Altura del quiebro
	(mm)	(mm^2)	(mm)		(m)	(m)	(m)
1	50	140.0	15	13	0.000	0.000	0.000
2	100	140.0	15	13	2.000	0.000	0.000

- Fuerza de tesado :

Introducción rápida del pretesado
Pérdidas antes de la transferencia 6 mm/100m

Tensión inicial de tesado : 1395.00 MPa
Tensión final de tesado después de las pérdidas de transferencia : 1383.60 MPa



Viga 9

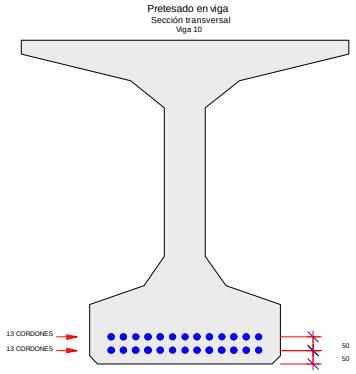
- Definición de los cordones :

Fila	Cota Y	Área del cordón	Diámetro nominal	Nº de cordones	Longitud entubamiento	Longitud del quiebro	Altura del quiebro
	(mm)	(mm^2)	(mm)		(m)	(m)	(m)
1	50	140.0	15	13	0.000	0.000	0.000
2	100	140.0	15	13	2.000	0.000	0.000

- Fuerza de tesado :

Introducción rápida del pretesado
Pérdidas antes de la transferencia 6 mm/100m

Tensión inicial de tesado	:	1395.00	MPa
Tensión final de tesado después de las pérdidas de transferencia	:	1383.60	MPa



Viga 10

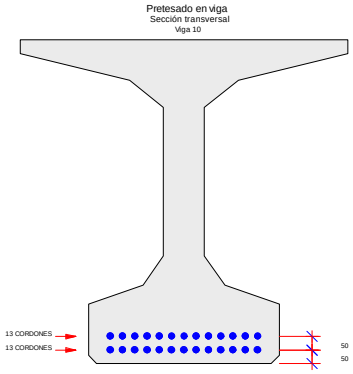
- Definición de los cordones :

Fila	Cota Y	Área del cordón	Diámetro nominal	Nº de cordones	Longitud entubamiento	Longitud del quiebro	Altura del quiebro
	(mm)	(mm^2)	(mm)		(m)	(m)	(m)
1	50	140.0	15	13	0.000	0.000	0.000
2	100	140.0	15	13	2.000	0.000	0.000

- Fuerza de tesado :

Introducción rápida del pretesado
Pérdidas antes de la transferencia 6 mm/100m

Tensión inicial de tesado	:	1395.00	MPa
Tensión final de tesado después de las pérdidas de transferencia	:	1383.60	MPa



3.8 Definición de la armadura pasiva

3.8.1 Armadura de flexión. Zona central.

Viga 1

Valores calculados por el programa.

Viga 2

Valores calculados por el programa.

Viga 3

Valores calculados por el programa.

Viga 4

Valores calculados por el programa.

Viga 5

Valores calculados por el programa.

Viga 6

Valores calculados por el programa.

Viga 7

Valores calculados por el programa.

Viga 8

Valores calculados por el programa.

Viga 9

Valores calculados por el programa.

Viga 10

Valores calculados por el programa.

3.8.2 Armadura de flexión. Zona de extremos.

Viga 1

Valores calculados por el programa.

Viga 2

Valores calculados por el programa.

Viga 3

Valores calculados por el programa.

Viga 4

Valores calculados por el programa.

Viga 5

Valores calculados por el programa.

Viga 6

Valores calculados por el programa.

Viga 7

Valores calculados por el programa.

Viga 8

Valores calculados por el programa.

Viga 9

Valores calculados por el programa.

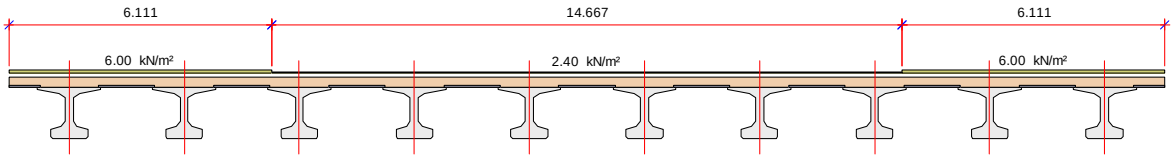
Viga 10

Valores calculados por el programa.

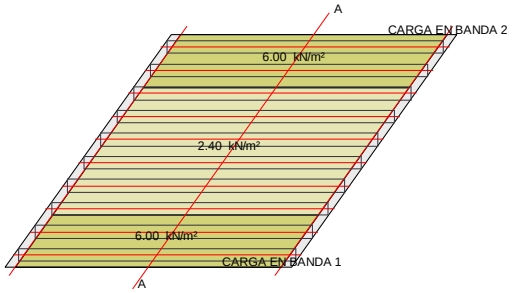
3.9 Acciones

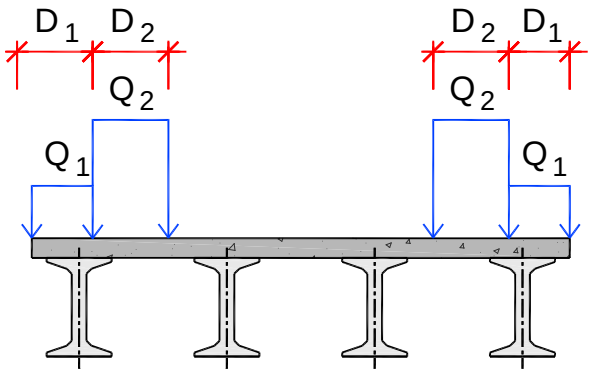
3.9.1 Acciones permanentes

Acciones permanentes
Sección transversal del tablero
Definición de la superestructura y del pavimento



Acciones permanentes
Planta del tablero
Definición de la superestructura y del pavimento





SUPERESTRUCTURA IZQUIERDA

SUPERESTRUCTURA DERECHA

Superestructura en borde izquierdo:

Tramo	Ancho D (m)	Carga superficial Q (kN/m2)	Incremento (%)
1	5.000	6.00	0.0

Superestructura en borde derecho:

Tramo	Ancho D (m)	Carga superficial Q (kN/m2)	Incremento (%)
1	5.000	6.00	0.0

Cargas en banda:

Carga en banda número: 1

Carga tipo DC (Elementos no estructurales)

Carga lineal

Punto	x (m)	y (m)	Carga lineal (kN/m)
1	0.000	0.000	1.00
2	24.900	0.000	1.00

Carga en banda número: 2

Carga tipo DC (Elementos no estructurales)

Carga lineal

Punto	x (m)	y (m)	Carga lineal (kN/m)
1	15.462	22.000	1.00
2	40.362	22.000	1.00

Pavimento:

Peso del pavimento : 2.40 kN/m^2
Incremento de carga del pavimento : 50.0 %

Acciones reológicas:

Humedad relativa : 70.0 %

Coeficientes de retracción y fluencia:

Viga 1

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.395
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.336

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.395
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.336

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.362
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.319

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada con la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.371
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.306

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.371
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.306

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.339
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.289

PL Peso propio de la losa y recrecido de la losa
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.339
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.289

Acciones que actúan sobre la sección de la viga + losa

SE2 Cargas permanentes sobre la viga + losa
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.129

Coeficiente de retracción en el instante de tesado : 11.978

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima :

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada con la losa encima :

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima : 35.286

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada con la losa encima : 33.452

Valores multiplicados por 100000
Viga 2

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.395
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.336

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.395
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.336

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.362
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.319

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada con la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.371
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.306

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.371
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.306

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.339
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.289

PL Peso propio de la losa y recrecido de la losa
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.339
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.289

Acciones que actúan sobre la sección de la viga + losa

SE2 Cargas permanentes sobre la viga + losa
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.129

Coeficiente de retracción en el instante de tesado : 11.978

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima :

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada con la losa encima :

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima : 35.286

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada con la losa encima : 33.452

Valores multiplicados por 100000
Viga 3

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.395
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.336

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.395
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.336

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.362
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.319

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada con la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.371
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.306

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.371
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.306

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.339
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.289

PL Peso propio de la losa y recrecido de la losa
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.339
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.289

Acciones que actúan sobre la sección de la viga + losa

SE2 Cargas permanentes sobre la viga + losa
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.129

Coeficiente de retracción en el instante de tesado : 11.978

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima :

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada con la losa encima :

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima : 35.286

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada con la losa encima : 33.452

Valores multiplicados por 100000
Viga 4

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.395
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.336

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.395
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.336

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.362
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.319

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada con la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.371
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.306

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.371
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.306

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.339
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.289

PL Peso propio de la losa y recrecido de la losa
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.339
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.289

Acciones que actúan sobre la sección de la viga + losa

SE2 Cargas permanentes sobre la viga + losa
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.129

Coeficiente de retracción en el instante de tesado : 11.978

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima :

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada con la losa encima :

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima : 35.286

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada con la losa encima : 33.452

Valores multiplicados por 100000
Viga 5

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.395
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.336

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.395
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.336

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.362
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.319

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada con la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.371
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.306

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.371
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.306

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.339
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.289

PL Peso propio de la losa y recrecido de la losa
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.339
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.289

Acciones que actúan sobre la sección de la viga + losa

SE2 Cargas permanentes sobre la viga + losa
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.129

Coeficiente de retracción en el instante de tesado : 11.978

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima :

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada con la losa encima :

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima : 35.286

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada con la losa encima : 33.452

Valores multiplicados por 100000
Viga 6

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.395
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.336

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.395
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.336

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.362
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.319

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada con la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.371
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.306

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.371
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.306

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.339
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.289

PL Peso propio de la losa y recrecido de la losa
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.339
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.289

Acciones que actúan sobre la sección de la viga + losa

SE2 Cargas permanentes sobre la viga + losa
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.129

Coeficiente de retracción en el instante de tesado : 11.978

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima :

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada con la losa encima :

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima : 35.286

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada con la losa encima : 33.452

Valores multiplicados por 100000
Viga 7

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.395
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.336

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.395
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.336

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.362
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.319

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada con la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.371
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.306

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.371
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.306

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.339
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.289

PL Peso propio de la losa y recrecido de la losa
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.339
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.289

Acciones que actúan sobre la sección de la viga + losa

SE2 Cargas permanentes sobre la viga + losa
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.129

Coeficiente de retracción en el instante de tesado : 11.978

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima :

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada con la losa encima :

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima : 35.286

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada con la losa encima : 33.452

Valores multiplicados por 100000
Viga 8

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.395
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.336

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.395
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.336

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.362
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.319

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada con la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.371
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.306

PV Peso propio de la viga

Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.371
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.306

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.339
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.289

PL Peso propio de la losa y recrecido de la losa
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.339
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.289

Acciones que actúan sobre la sección de la viga + losa

SE2 Cargas permanentes sobre la viga + losa
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.129

Coeficiente de retracción en el instante de tesado : 11.978

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima :

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada con la losa encima :

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima : 35.286

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada con la losa encima : 33.452

Valores multiplicados por 100000
Viga 9

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.395
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.336

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.395
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.336

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.362
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.319

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada con la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.371
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.306

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.371
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.306

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.339
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.289

PL Peso propio de la losa y recrecido de la losa

Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.339
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.289

Acciones que actúan sobre la sección de la viga + losa

SE2 Cargas permanentes sobre la viga + losa
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.129

Coeficiente de retracción en el instante de tesado : 11.978

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima :

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada con la losa encima :

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima : 35.286

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada con la losa encima : 33.452

Valores multiplicados por 100000
Viga 10

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.395
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.336

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.395
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.336

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.362
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.319

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada con la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.371
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.306

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.371
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.306

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.339
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.289

PL Peso propio de la losa y recrecido de la losa
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.339
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.289

Acciones que actúan sobre la sección de la viga + losa

SE2 Cargas permanentes sobre la viga + losa
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.129

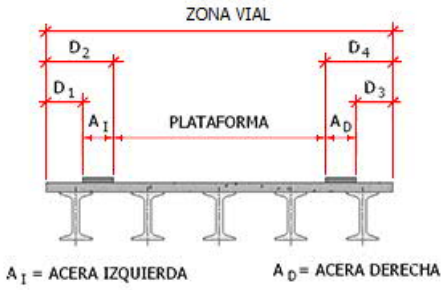
Coeficiente de retracción en el instante de tesado : 11.978

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima	:	
Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada con la losa encima	:	
Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima	:	35.286
Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada con la losa encima	:	33.452

Valores multiplicados por 100000

3.9.2 Acciones variables

- Definición de la zona vial :



Distancia D_1	:	0.000 m
Distancia D_2	:	5.000 m
Distancia D_3	:	0.000 m
Distancia D_4	:	5.000 m

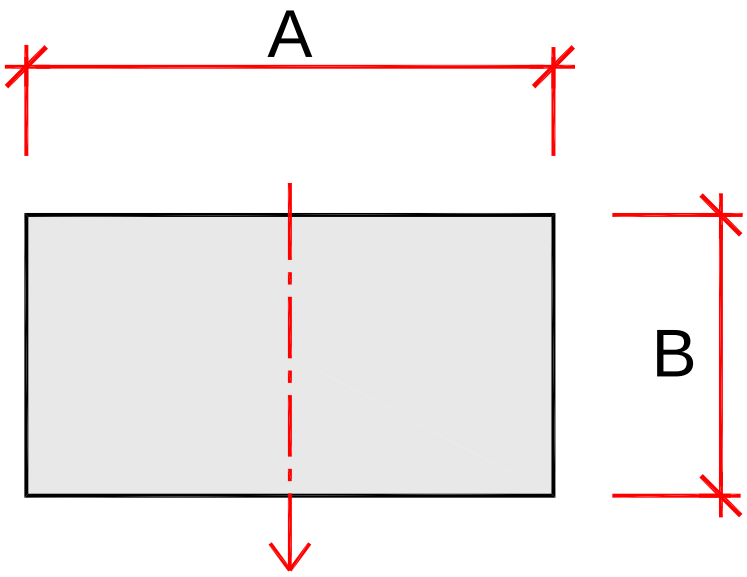
Tráfico sobre plataforma:

- Ancho de los carriles :

Punto	Ancho de plataforma (m)	Ancho de carril (m)
1	0.000	0.000
2	3.000	3.000
3	5.399	3.000
4	5.400	2.700
5	6.000	3.000
6	1000.000	3.000

- Definición de las ruedas del vehículo pesado :

HUELLA DE LAS RUEDAS



Rueda	X (m)	Y (m)
1	0.000	-1.000
2	0.000	1.000
3	1.200	-1.000
4	1.200	1.000

- Huellas de las ruedas del vehículo pesado :

Anchura, A : 0.400 m
Longitud, B : 0.400 m

- Valores característicos de las cargas :

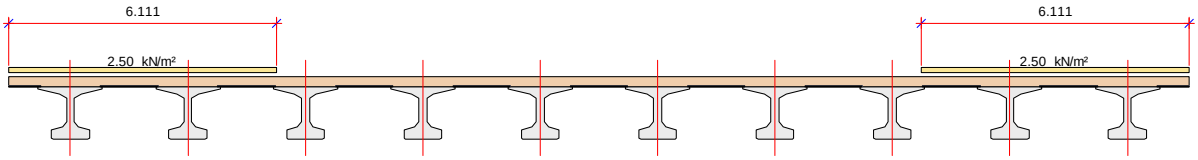
Situación	Carga por rueda (kN)	Sobrecarga repartida (kN/m^2)
Carril número 1	149.95	8.99
Carril número 2	99.97	2.50
Carril número 3	49.98	2.50
Resto de carriles	0.00	2.50
Área remanente	0.00	2.50

Tráfico sobre aceras:

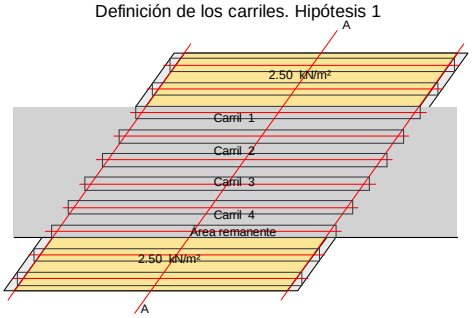
- Sobrecargas repartidas (valor reducido) :

Acera izquierda : 2.50 kN/m^2
Acera derecha : 2.50 kN/m^2

Acciones variables
Sección transversal del tablero
Definición de la plataforma y de las aceras



Acciones variables
Planta del tablero
Definición de los carriles. Hipótesis 1



Gradiente térmico:

Máxima diferencia térmica entre cara superior e inferior	:	10.5 ºC
Máxima diferencia térmica entre cara inferior y superior	:	8.0 ºC

Acción vertical del viento:

Velocidad básica del viento V_b (T):	:	30.1 m/s
Coeficiente de exposición (C_e):	:	1.7
Coeficiente de fuerza vertical ($C_{f,z}$):	:	0.9

3.10 Coeficientes de seguridad

3.10.1 Coeficientes de mayoración de las acciones, γ_F

ESTADOS LÍMITE ESTRUCTURALES						
	Estado límite de servicio		Estado límite último			
			Situación persistente		Situación accidental	
Coeficiente	Favor.	Desfavor.	Favor.	Desfavor.	Favor.	Desfavor.
Pretesado instantáneo	0.95	1.05	1.00	1.00	1.00	1.00
Postesado instantáneo	0.90	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00
Pérdidas de pretesado	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Pérdidas de postesado	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Peso propio de las vigas	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Peso propio de la losa	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Peso propio de las riostras	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Peso propio de las tierras	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Superestructura	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Descenso de apoyos	0.00	1.00	0.00	1.20	0.00	1.00

Reología	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Tráfico en aceras	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Tráfico en plataforma	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Frenado	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Fuerza centrífuga	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Viento vertical	0.00	1.00	0.00	1.50	0.00	1.00
Temperatura	0.00	1.00	0.00	1.50	0.00	1.00
Sismo	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
Impactos de vehículos	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00

3.10.2 Coeficientes de combinación

Acción	ψ_0	ψ_1	ψ_2
gr_1, vehículos pesados	0.75	0.75	0.00
gr_1, sobrecarga uniforme	0.40	0.40	0.00
gr_1, carga en aceras	0.40	0.40	0.00
gr_2, fuerzas horizontales	0.00	0.00	0.00
Viento	0.60	0.20	0.00
Temperatura	0.60	0.60	0.50

ψ_2 para la sobrecarga uniforme en situación sísmica : : 0.20

3.10.3 Flechas relativas admisibles

Valor frecuente de la sobrecarga de uso. f < 1 / 0.001

3.11 Configuración del cálculo

Coeficientes de anchura eficaz :

Valores calculados automáticamente por el programa.

Efectos diferidos internos de compatibilización :

Se considera la compatibilización de deformaciones por retracción entre viga y losa.
Se considera la compatibilización de deformaciones por fluencia entre viga y losa.
Factor F_j con que multiplicar los esfuerzos internos : Se aplica el factor calculado por el programa.

Cálculo a rotura por flexión :

La prelosa no colabora en la sección resistente de la losa en dirección longitudinal.
La prelosa colabora en la sección resistente de la losa en dirección transversal.

Cálculo a rotura por cortante y torsión :

El ángulo de inclinación de las bielas de compresión para el cálculo a cortante y torsión, se define en una serie de puntos equidistantes entre los extremos de las vigas :

Viga 1

Punto	Ángulo Teta (º)
1	45.0

Viga 2

Punto	Ángulo Teta (º)
1	45.0

Viga 3

Punto	Ángulo Teta (º)
1	45.0

Viga 4

Punto	Ángulo Teta (º)
1	45.0

Viga 5

Punto	Ángulo Teta (º)
1	45.0

Viga 6

Punto	Ángulo Teta (º)
1	45.0

Viga 7

Punto	Ángulo Teta (º)
1	45.0

Viga 8

Punto	Ángulo Teta (º)
1	45.0

Viga 9

Punto	Ángulo Teta (º)
1	45.0

Viga 10

Punto	Ángulo Teta (º)
1	45.0

En el cálculo a torsión se consideran independientemente la viga y la losa.

Cálculo a rasante viga - losa
El cálculo se realiza a partir del momento de rotura.

Posiciones del vehículo para el cálculo de las vigas
Número de posiciones en cada carril : 11

Posiciones del vehículo para el cálculo de la losa
Número de posiciones longitudinales : 5
Desplazamiento transversal del vehículo : 0.500 m

Calculo tensional en las vigas

El cálculo tensional en las vigas utiliza las secciones homogeneizadas.

3.12 Tráfico. Cálculo de la losa

Posiciones del vehículo para el cálculo de la losa

Posiciones de los vehículos para el cálculo de las reacciones en pilas y estribos calculadas por el programa

Número de posiciones longitudinales	:	5	
Desplazamiento transversal del vehículo	:	0.500	m

4 Modelo de viga simple (sin losa)

Para el cálculo de la viga simple (antes de fraguar la losa) se adopta un modelo de viga biapoyada discretizada en 10 barras equiespaciadas.

5 Modelo del tablero para el cálculo de las vigas

Para el cálculo de las vigas, una vez fraguada la losa, se adopta un modelo de emparrillado plano formado por barras longitudinales que modelizan la viga más losa, y por barras transversales que modelizan la losa del tablero.

6 Modelo del tablero para el cálculo de la losa

Para el cálculo de la losa del tablero se genera un modelo de emparrillado plano. Las vigas se modelizan mediante barras longitudinales. La losa se modeliza con barras longitudinales y transversales.

7 ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS EN LAS VIGAS

Se listan los valores mínimos y máximos a lo largo de cada viga.

Acción	Viga	Axil (kN)		Flector (kNm)		Cortante (kN)		Torsor (kNm)	
		Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
PV	1	0.0	0.0	-2.2	897.4	-149.8	149.8	0.0	0.0
PV	2	0.0	0.0	-2.2	897.4	-149.8	149.8	0.0	0.0
PV	3	0.0	0.0	-2.2	897.4	-149.8	149.8	0.0	0.0
PV	4	0.0	0.0	-2.2	897.4	-149.8	149.8	0.0	0.0
PV	5	0.0	0.0	-2.2	897.4	-149.8	149.8	0.0	0.0
PV	6	0.0	0.0	-2.2	897.4	-149.8	149.8	0.0	0.0
PV	7	0.0	0.0	-2.2	897.4	-149.8	149.8	0.0	0.0
PV	8	0.0	0.0	-2.2	897.4	-149.8	149.8	0.0	0.0
PV	9	0.0	0.0	-2.2	897.4	-149.8	149.8	0.0	0.0
PV	10	0.0	0.0	-2.2	897.4	-149.8	149.8	0.0	0.0
PL	1	0.0	0.0	-1.8	1085.4	-174.5	174.5	-2.5	2.5
PL	2	0.0	0.0	-1.7	1058.6	-170.2	170.2	-0.0	0.0
PL	3	0.0	0.0	-1.7	1058.6	-170.2	170.2	-0.0	0.0
PL	4	0.0	0.0	-1.7	1058.5	-170.2	170.2	0.0	0.0
PL	5	0.0	0.0	-1.7	1058.5	-170.2	170.2	0.0	0.0
PL	6	0.0	0.0	-1.7	1058.5	-170.2	170.2	-0.0	0.0
PL	7	0.0	0.0	-1.7	1058.6	-170.2	170.2	0.0	0.0
PL	8	0.0	0.0	-1.7	1058.6	-170.2	170.2	-0.0	0.0
PL	9	0.0	0.0	-1.7	1058.5	-170.2	170.2	0.0	0.0
PL	10	0.0	0.0	-1.8	1085.4	-174.5	174.5	-2.5	2.5
PI	1	0.0	4609.5	-2321.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PI	2	0.0	4609.5	-2321.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PI	3	0.0	4609.5	-2321.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PI	4	0.0	4609.5	-2321.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PI	5	0.0	4609.5	-2321.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PI	6	0.0	4609.5	-2321.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PI	7	0.0	4609.5	-2321.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

PI	8	0.0	4609.5	-2321.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PI	9	0.0	4609.5	-2321.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PI	10	0.0	4609.5	-2321.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SE	1	0.0	0.0	-12.4	1122.4	-171.7	189.5	-7.3	20.8
SE	2	0.0	0.0	-7.3	902.1	-151.5	111.9	-9.0	17.4
SE	3	0.0	0.0	-3.7	742.9	-120.8	107.8	-6.9	11.8
SE	4	0.0	0.0	-1.8	650.7	-98.1	95.7	-3.4	8.4
SE	5	0.0	0.0	-0.5	605.8	-89.6	88.8	-0.7	6.9
SE	6	0.0	0.0	-0.5	605.8	-88.8	89.6	-0.7	6.9
SE	7	0.0	0.0	-1.8	650.7	-95.7	98.1	-3.4	8.4
SE	8	0.0	0.0	-3.7	742.9	-107.8	120.8	-6.9	11.8
SE	9	0.0	0.0	-7.3	902.1	-111.9	151.5	-9.0	17.4
SE	10	0.0	0.0	-12.4	1122.4	-189.5	171.7	-7.3	20.8
TRA	1	0.0	0.0	-6.2	425.7	-64.6	75.4	-5.2	9.7
TRA	2	0.0	0.0	-4.2	290.4	-57.0	31.9	-5.5	8.4
TRA	3	0.0	0.0	-5.2	167.0	-32.1	19.5	-5.2	6.3
TRA	4	0.0	0.0	-6.1	76.6	-11.4	8.6	-3.5	4.0
TRA	5	0.0	0.0	-2.1	25.3	-2.7	3.2	-1.7	1.9
TRA	6	0.0	0.0	-2.1	25.3	-3.2	2.7	-1.7	1.9
TRA	7	0.0	0.0	-6.1	76.6	-8.6	11.4	-3.5	4.0
TRA	8	0.0	0.0	-5.2	167.0	-19.5	32.1	-5.2	6.3
TRA	9	0.0	0.0	-4.2	290.4	-31.9	57.0	-5.5	8.4
TRA	10	0.0	0.0	-6.2	425.7	-75.4	64.6	-5.2	9.7
TRP	1	0.0	0.0	-107.0	375.9	-49.1	35.6	-34.0	32.7
TRP	2	0.0	0.0	-26.8	1079.5	-112.5	237.9	-31.9	39.7
TRP	3	0.0	0.0	-17.4	1933.1	-336.5	440.9	-29.0	38.3
TRP	4	0.0	0.0	-19.6	2258.9	-461.3	480.5	-27.1	36.8
TRP	5	0.0	0.0	-24.3	2280.5	-444.2	415.6	-26.2	36.5
TRP	6	0.0	0.0	-24.3	2280.0	-415.6	444.0	-26.2	36.5
TRP	7	0.0	0.0	-19.6	2259.0	-480.4	461.3	-27.1	36.8
TRP	8	0.0	0.0	-17.4	1933.3	-440.9	336.6	-29.0	38.3
TRP	9	0.0	0.0	-26.9	1079.5	-237.9	112.5	-31.9	39.7
TRP	10	0.0	0.0	-107.0	375.9	-35.6	49.1	-34.0	32.7
VI	1	0.0	0.0	-328.3	328.3	-52.9	52.9	-4.0	4.0
VI	2	0.0	0.0	-294.7	294.7	-45.5	45.5	-3.7	3.7
VI	3	0.0	0.0	-269.3	269.3	-43.6	43.6	-3.4	3.4
VI	4	0.0	0.0	-235.1	235.1	-39.4	39.4	-3.8	3.8
VI	5	0.0	0.0	-179.1	179.1	-33.4	33.4	-4.5	4.5
VI	6	0.0	0.0	-179.1	179.1	-33.4	33.4	-4.5	4.5
VI	7	0.0	0.0	-235.1	235.1	-39.4	39.4	-3.8	3.8
VI	8	0.0	0.0	-269.3	269.3	-43.6	43.6	-3.4	3.4
VI	9	0.0	0.0	-294.7	294.7	-45.5	45.5	-3.7	3.7
VI	10	0.0	0.0	-328.3	328.3	-52.9	52.9	-4.0	4.0
GT	1	0.0	0.0	-8.4	6.4	-4.9	3.8	-6.5	5.0
GT	2	0.0	0.0	-10.4	13.6	-4.7	6.2	-6.3	4.8
GT	3	0.0	0.0	-9.8	12.9	-4.0	3.0	-5.7	4.3
GT	4	0.0	0.0	-9.3	12.3	-3.8	3.1	-5.7	4.3
GT	5	0.0	0.0	-8.3	10.9	-3.0	2.8	-5.7	4.3
GT	6	0.0	0.0	-8.3	10.9	-2.8	3.0	-5.7	4.3
GT	7	0.0	0.0	-9.3	12.3	-3.1	3.8	-5.7	4.3
GT	8	0.0	0.0	-9.8	12.9	-3.0	4.0	-5.7	4.3
GT	9	0.0	0.0	-10.4	13.6	-6.2	4.7	-6.3	4.8
GT	10	0.0	0.0	-8.4	6.4	-3.8	4.9	-6.5	5.0
RTV	1	0.0	212.7	0.0	146.7	0.0	0.0	0.0	0.0
RTV	2	0.0	210.9	0.0	145.6	0.0	0.0	0.0	0.0
RTV	3	0.0	210.9	0.0	145.6	0.0	0.0	0.0	0.0
RTV	4	0.0	210.9	0.0	145.6	0.0	0.0	0.0	0.0
RTV	5	0.0	210.9	0.0	145.6	0.0	0.0	0.0	0.0
RTV	6	0.0	210.9	0.0	145.6	0.0	0.0	0.0	0.0
RTV	7	0.0	210.9	0.0	145.6	0.0	0.0	0.0	0.0
RTV	8	0.0	210.9	0.0	145.6	0.0	0.0	0.0	0.0
RTV	9	0.0	210.9	0.0	145.6	0.0	0.0	0.0	0.0
RTV	10	0.0	212.7	0.0	146.7	0.0	0.0	0.0	0.0
FLV	1	-252.3	233.7	-175.1	171.3	0.0	0.0	0.0	0.0
FLV	2	-252.0	233.0	-175.4	170.7	0.0	0.0	0.0	0.0
FLV	3	-259.8	231.7	-181.5	169.8	0.0	0.0	0.0	0.0
FLV	4	-264.4	230.7	-185.0	169.0	0.0	0.0	0.0	0.0

FLV	5	-266.6	230.2	-186.7	168.7	0.0	0.0	0.0	0.0
FLV	6	-266.6	230.2	-186.7	168.7	0.0	0.0	0.0	0.0
FLV	7	-264.4	230.7	-185.0	169.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FLV	8	-259.8	231.7	-181.5	169.8	0.0	0.0	0.0	0.0
FLV	9	-252.0	233.0	-175.4	170.7	0.0	0.0	0.0	0.0
FLV	10	-252.3	233.7	-175.1	171.3	0.0	0.0	0.0	0.0
RTL	1	-212.7	-0.0	0.0	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0
RTL	2	-210.9	-0.0	0.0	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0
RTL	3	-210.9	-0.0	0.0	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0
RTL	4	-210.9	-0.0	0.0	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0
RTL	5	-210.9	-0.0	0.0	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0
RTL	6	-210.9	-0.0	0.0	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0
RTL	7	-210.9	-0.0	0.0	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0
RTL	8	-210.9	-0.0	0.0	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0
RTL	9	-210.9	-0.0	0.0	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0
RTL	10	-212.7	-0.0	0.0	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0
FLL	1	-233.7	252.3	-14.8	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
FLL	2	-233.0	252.0	-14.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
FLL	3	-231.7	259.8	-14.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
FLL	4	-230.7	264.4	-14.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
FLL	5	-230.2	266.6	-14.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
FLL	6	-230.2	266.6	-14.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
FLL	7	-230.7	264.4	-14.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
FLL	8	-231.7	259.8	-14.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
FLL	9	-233.0	252.0	-14.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
FLL	10	-233.7	252.3	-14.8	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
PPS	1	-187.7	0.0	0.0	94.6	0.0	0.0	0.0	0.0
PPS	2	-188.0	0.0	0.0	94.8	0.0	0.0	0.0	0.0
PPS	3	-188.0	0.0	0.0	94.8	0.0	0.0	0.0	0.0
PPS	4	-188.0	0.0	0.0	94.8	0.0	0.0	0.0	0.0
PPS	5	-188.0	0.0	0.0	94.8	0.0	0.0	0.0	0.0
PPS	6	-188.0	0.0	0.0	94.8	0.0	0.0	0.0	0.0
PPS	7	-188.0	0.0	0.0	94.8	0.0	0.0	0.0	0.0
PPS	8	-188.0	0.0	0.0	94.8	0.0	0.0	0.0	0.0
PPS	9	-188.0	0.0	0.0	94.8	0.0	0.0	0.0	0.0
PPS	10	-187.7	0.0	0.0	94.6	0.0	0.0	0.0	0.0
PPC	1	-489.6	0.0	0.0	425.1	0.0	0.0	0.0	0.0
PPC	2	-498.5	0.0	0.0	430.6	0.0	0.0	0.0	0.0
PPC	3	-499.4	0.0	0.0	431.5	0.0	0.0	0.0	0.0
PPC	4	-501.2	0.0	0.0	433.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PPC	5	-501.8	0.0	0.0	433.5	0.0	0.0	0.0	0.0
PPC	6	-501.8	0.0	0.0	433.5	0.0	0.0	0.0	0.0
PPC	7	-501.2	0.0	0.0	433.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PPC	8	-499.4	0.0	0.0	431.5	0.0	0.0	0.0	0.0
PPC	9	-498.5	0.0	0.0	430.6	0.0	0.0	0.0	0.0
PPC	10	-489.6	0.0	0.0	425.1	0.0	0.0	0.0	0.0

Peso propio de las vigas (PV)
Peso propio de la losa (PL)
Pretesado instantáneo (PI)
Superestructura (SE)
Tráfico en aceras (TRA)
Tráfico en plataforma (TRP)
Viento vertical (VI)
Gradiente térmico (GT)
Retracción (esfuerzos en las vigas, RTV)
Fluencia (esfuerzos en las vigas, FLV)
Retracción (esfuerzos en la losa, RTL)
Fluencia (esfuerzos en la losa, FLL)
Pérdidas de pretesado hasta el fraguado de la losa (PPS)
Pérdidas de pretesado entre el fraguado de la losa y tiempo infinito (PPC)

8 FUERZA DE PRETENSADO

8.1 Fuerzas de pretesado

Coeficientes de seguridad empleados : unitarios.

8.1.1 Fuerza de pretesado a lo largo de cada cable en cada instante

P1 : Fuerza de pretesado después de tesar.
Prt1 : Pérdida de pretesado por retracción del hormigón entre P1 y P2.
Pfl1 : Pérdida de pretesado por fluencia del hormigón entre P1 y P2.
Prl1 : Pérdida de pretesado por relajación del acero de la armadura activa entre P1 y P2.
P2 : Fuerza de pretesado tras el fraguado de la losa.
Prt2 : Pérdida de pretesado por retracción del hormigón entre P2 y P3.
Pfl2 : Pérdida de pretesado por fluencia del hormigón entre P2 y P3.
Prl2 : Pérdida de pretesado por relajación del acero de la armadura activa entre P2 y P3.
P3 : Fuerza de pretesado a tiempo infinito.

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 1										
		Fuerza	Pérdidas			Fuerza	Pérdidas			Fuerza
Distancia al eje 1	Fila	P1	Prt1	Pfl1	Prl1	P2	Prt2	Pfl2	Prl2	P3
(m)		(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
12.450	1	2298.8	6.0	42.6	23.8	2226.4	58.8	62.5	58.3	2046.9
12.450	2	2310.7	6.0	41.7	24.3	2238.6	59.9	61.4	59.7	2057.6

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 2										
		Fuerza	Pérdidas			Fuerza	Pérdidas			Fuerza
Distancia al eje 1	Fila	P1	Prt1	Pfl1	Prl1	P2	Prt2	Pfl2	Prl2	P3
(m)		(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
12.450	1	2298.8	6.0	43.0	23.8	2226.0	58.8	71.0	58.2	2037.9
12.450	2	2310.7	6.0	42.1	24.3	2238.2	60.0	69.4	59.7	2049.2

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 3										
		Fuerza	Pérdidas			Fuerza	Pérdidas			Fuerza
Distancia al eje 1	Fila	P1	Prt1	Pfl1	Prl1	P2	Prt2	Pfl2	Prl2	P3
(m)		(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
12.450	1	2298.8	6.0	43.0	23.8	2226.0	58.8	76.7	58.2	2032.3
12.450	2	2310.7	6.0	42.1	24.3	2238.2	60.0	74.8	59.7	2043.8

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 4										
		Fuerza	Pérdidas			Fuerza	Pérdidas			Fuerza
Distancia al eje 1	Fila	P1	Prt1	Pfl1	Prl1	P2	Prt2	Pfl2	Prl2	P3
(m)		(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
12.450	1	2298.8	6.0	43.0	23.8	2226.0	58.8	80.0	58.2	2029.0
12.450	2	2310.7	6.0	42.1	24.3	2238.2	60.0	77.8	59.7	2040.7

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 5										
		Fuerza	Pérdidas			Fuerza	Pérdidas			Fuerza
Distancia al eje 1	Fila	P1	Prt1	Pfl1	Prl1	P2	Prt2	Pfl2	Prl2	P3
(m)		(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
12.450	1	2298.8	6.0	43.0	23.8	2226.0	58.8	81.6	58.2	2027.4
12.450	2	2310.7	6.0	42.1	24.3	2238.2	60.0	79.3	59.7	2039.2

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 6										
		Fuerza	Pérdidas			Fuerza	Pérdidas			Fuerza
Distancia al eje 1	Fila	P1	Prt1	Pfl1	Prl1	P2	Prt2	Pfl2	Prl2	P3
(m)		(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
12.450	1	2298.8	6.0	43.0	23.8	2226.0	58.8	81.6	58.2	2027.4
12.450	2	2310.7	6.0	42.1	24.3	2238.2	60.0	79.3	59.7	2039.2

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 7										
		Fuerza	Pérdidas			Fuerza	Pérdidas			Fuerza
Distancia al eje 1	Fila	P1	Prt1	Pfl1	Prl1	P2	Prt2	Pfl2	Prl2	P3
(m)		(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
12.450	1	2298.8	6.0	43.0	23.8	2226.0	58.8	80.0	58.2	2029.0
12.450	2	2310.7	6.0	42.1	24.3	2238.2	60.0	77.8	59.7	2040.7

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 8										
		Fuerza	Pérdidas			Fuerza	Pérdidas			Fuerza
Distancia al eje 1	Fila	P1	Prt1	Pfl1	Prl1	P2	Prt2	Pfl2	Prl2	P3
(m)		(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
12.450	1	2298.8	6.0	43.0	23.8	2226.0	58.8	76.7	58.2	2032.3
12.450	2	2310.7	6.0	42.1	24.3	2238.2	60.0	74.8	59.7	2043.8

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 9										
		Fuerza	Pérdidas			Fuerza	Pérdidas			Fuerza
Distancia al eje 1	Fila	P1	Prt1	Pfl1	Prl1	P2	Prt2	Pfl2	Prl2	P3
(m)		(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
12.450	1	2298.8	6.0	43.0	23.8	2226.0	58.8	71.0	58.2	2037.9
12.450	2	2310.7	6.0	42.1	24.3	2238.2	60.0	69.4	59.7	2049.2

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 10										
		Fuerza	Pérdidas			Fuerza	Pérdidas			Fuerza
Distancia al eje 1	Fila	P1	Prt1	Pfl1	Prl1	P2	Prt2	Pfl2	Prl2	P3
(m)		(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
12.450	1	2298.8	6.0	42.6	23.8	2226.4	58.8	62.5	58.3	2046.9
12.450	2	2310.7	6.0	41.7	24.3	2238.6	59.9	61.4	59.7	2057.6

8.1.2 Pérdidas de pretesado totales

P0 : Fuerza de tesado.
DP1a : Pérdidas de pretesado previas a la transferencia de la fuerza de tesado al hormigón.
DP1b : Pérdidas de pretesado por acortamiento elástico.
DP1 : Pérdidas totales instantáneas de pretesado.
P1 : Fuerza de pretesado tras las pérdidas instantáneas.
DP2 : Pérdidas totales diferidas de pretesado.
DP3 : Pérdidas totales de pretesado.
P2 : Fuerza de pretesado a tiempo infinito.

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 1								
Distancia al eje 1	P0	DP1a	DP1b	DP1	P1	DP2	DP3	P2
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
12.450	5077.8	41.5	426.8	468.3	4609.5	505.0	973.3	4104.5

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 2

Distancia al eje 1	P0	DP1a	DP1b	DP1	P1	DP2	DP3	P2
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
12.450	5077.8	41.5	426.8	468.3	4609.5	522.4	990.7	4087.1

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 3

Distancia al eje 1	P0	DP1a	DP1b	DP1	P1	DP2	DP3	P2
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
12.450	5077.8	41.5	426.8	468.3	4609.5	533.4	1001.7	4076.1

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 4

Distancia al eje 1	P0	DP1a	DP1b	DP1	P1	DP2	DP3	P2
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
12.450	5077.8	41.5	426.8	468.3	4609.5	539.8	1008.1	4069.7

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 5

Distancia al eje 1	P0	DP1a	DP1b	DP1	P1	DP2	DP3	P2
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
12.450	5077.8	41.5	426.8	468.3	4609.5	542.9	1011.2	4066.6

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 6

Distancia al eje 1	P0	DP1a	DP1b	DP1	P1	DP2	DP3	P2
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
12.450	5077.8	41.5	426.8	468.3	4609.5	542.9	1011.2	4066.6

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 7

Distancia al eje 1	P0	DP1a	DP1b	DP1	P1	DP2	DP3	P2
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
12.450	5077.8	41.5	426.8	468.3	4609.5	539.8	1008.1	4069.7

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 8

Distancia al eje 1	P0	DP1a	DP1b	DP1	P1	DP2	DP3	P2
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
12.450	5077.8	41.5	426.8	468.3	4609.5	533.4	1001.7	4076.1

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 9

Distancia al eje 1	P0	DP1a	DP1b	DP1	P1	DP2	DP3	P2
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
12.450	5077.8	41.5	426.8	468.3	4609.5	522.4	990.7	4087.1

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 10

Distancia al eje 1	P0	DP1a	DP1b	DP1	P1	DP2	DP3	P2

(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
12.450	5077.8	41.5	426.8	468.3	4609.5	505.0	973.3	4104.5

8.1.3 Pérdidas de pretesado totales (%)

DP1 : Pérdidas totales instantáneas de pretesado.
DP2 : Pérdidas totales diferidas de pretesado.
DP3 : Pérdidas totales de pretesado.

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 1

Distancia al eje 1	DP1	DP2	DP3
(m)	(%)	(%)	(%)
12.450	9.2	9.9	19.2

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 2

Distancia al eje 1	DP1	DP2	DP3
(m)	(%)	(%)	(%)
12.450	9.2	10.3	19.5

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 3

Distancia al eje 1	DP1	DP2	DP3
(m)	(%)	(%)	(%)
12.450	9.2	10.5	19.7

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 4

Distancia al eje 1	DP1	DP2	DP3
(m)	(%)	(%)	(%)
12.450	9.2	10.6	19.9

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 5

Distancia al eje 1	DP1	DP2	DP3
(m)	(%)	(%)	(%)
12.450	9.2	10.7	19.9

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 6

Distancia al eje 1	DP1	DP2	DP3
(m)	(%)	(%)	(%)
12.450	9.2	10.7	19.9

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 7

Distancia al eje 1	DP1	DP2	DP3
(m)	(%)	(%)	(%)
12.450	9.2	10.6	19.9

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 8

Distancia al eje 1	DP1	DP2	DP3
(m)	(%)	(%)	(%)
12.450	9.2	10.5	19.7

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 9

Distancia al eje 1	DP1	DP2	DP3
(m)	(%)	(%)	(%)
12.450	9.2	10.3	19.5

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 10

Distancia al eje 1	DP1	DP2	DP3
(m)	(%)	(%)	(%)
12.450	9.2	9.9	19.2

9 VERIFICACIÓN DEL EL ENCAJE TENSIONAL EN LAS VIGAS

9.1 Tensiones admisibles

Tras la transferencia del pretesado

		Combinación	Cuasi permanente		Frecuente		Característica	
			Considerar	σ_{adm} (MPa)	Considerar	σ_{adm} (MPa)	Considerar	σ_{adm} (MPa)
Viga	Compresiones	Tensiones	Sí	30.00	Sí	30.00	Sí	30.00
	Tracciones	Tensiones	No		Sí	-4.07	No	

Tras el hormigonado de la losa

		Combinación	Cuasi permanente		Frecuente		Característica	
			Considerar	σ_{adm} (MPa)	Considerar	σ_{adm} (MPa)	Considerar	σ_{adm} (MPa)
Viga	Compresiones	Tensiones	Sí	30.00	Sí	30.00	Sí	30.00
	Tracciones	Tensiones	No		Sí	-4.07	No	

Tras la disposición de la superestructura

		Combinación	Cuasi permanente		Frecuente		Característica	
			Considerar	σ_{adm} (MPa)	Considerar	σ_{adm} (MPa)	Considerar	σ_{adm} (MPa)
Losa	Compresiones	Tensiones	Sí	18.00	Sí	18.00	Sí	18.00
	Tracciones	Tensiones	No		No		No	
Viga	Compresiones	Tensiones	Sí	30.00	Sí	30.00	Sí	30.00
	Tracciones	Tensiones	No		Sí	-4.07	No	
Cables pretesado	Tracciones	Tensiones	Sí	0.00	No		No	

Tras la apertura al tráfico

		Combinación	Cuasi permanente		Frecuente		Característica	
			Considerar	σ_{adm} (MPa)	Considerar	σ_{adm} (MPa)	Considerar	σ_{adm} (MPa)

Losa	Compresiones	Tensiones	Sí	18.00	Sí	18.00	Sí	18.00
	Tracciones	Tensiones	No		No		No	
Viga	Compresiones	Tensiones	Sí	30.00	Sí	30.00	Sí	30.00
	Tracciones	Tensiones	No		Sí	-4.07	No	
Cables pretesado	Tracciones	Tensiones	Sí	0.00	No		No	

A tiempo infinito

		Combinación	Cuasi permanente		Frecuente		Característica	
			Considerar	σ_{adm} (MPa)	Considerar	σ_{adm} (MPa)	Considerar	σ_{adm} (MPa)
Losa	Compresiones	Tensiones	Sí	18.00	Sí	18.00	Sí	18.00
	Tracciones	Tensiones	No		No		No	
Viga	Compresiones	Tensiones	Sí	30.00	Sí	30.00	Sí	30.00
	Tracciones	Tensiones	No		Sí	-4.07	No	
Cables pretesado	Tracciones	Tensiones	Sí	0.00	No		No	

Verificación de las tracciones en el hormigón a la altura de los cables:

Se consideran todos los cables.

9.2 Situación persistente. Combinación cuasi permanente

Cables pretesado : se muestran las tensiones en el hormigón a la altura del cable más traccionado.

No se están calculando las tensiones en la prelosa.

Viga 1:

Viga 1. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	23.13	-3.96	0.62				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 1. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	20.11	-3.23	7.84				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 1. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}

	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.66	-3.12	9.09	-0.01	1.09	-0.02	2.15
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 1. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.66	-3.12	9.10	-0.01	1.09	-0.03	2.15
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 1. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	0.02	15.52	-0.86	8.60	-0.68	1.66	-0.86	2.17
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 2:

Viga 2. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	23.13	-3.96	0.62				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 2. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	20.16	-3.24	7.67				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 2. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	19.30	-3.16	8.70	-0.01	0.90	-0.01	1.76
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 2. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	19.32	-3.17	8.70	-0.01	0.90	-0.02	1.76
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 2. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	0.01	16.15	-0.86	8.19	-0.68	1.46	-0.86	1.81
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 3:

Viga 3. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	23.13	-3.96	0.62				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 3. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	20.16	-3.24	7.67				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 3. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	19.43	-3.17	8.52	-0.00	0.74	-0.01	1.45
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 3. Tras la apertura al tráfico				
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga	Losa

			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	19.44	-3.17	8.53	-0.01	0.74	-0.01	1.46
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 3. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	0.01	16.27	-0.86	7.96	-0.68	1.30	-0.86	1.54
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 4:

Viga 4. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	23.13	-3.96	0.62				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 4. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	20.16	-3.24	7.67				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 4. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.58	-3.19	8.41	-0.00	0.65	-0.00	1.27
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 4. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.60	-3.19	8.42	-0.00	0.65	-0.01	1.28
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 4. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	0.01	16.42	-0.85	7.82	-0.68	1.21	-0.85	1.38
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 5:

Viga 5. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	23.13	-3.96	0.62				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 5. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	20.16	-3.24	7.67				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 5. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.63	-3.19	8.36	-0.00	0.60	-0.00	1.18
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 5. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.64	-3.19	8.37	-0.00	0.61	-0.00	1.19
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 5. A tiempo infinito

	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	0.01	16.46	-0.85	7.75	-0.67	1.16	-0.85	1.31
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 6:

Viga 6. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	23.13	-3.96	0.62				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 6. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	20.16	-3.24	7.67				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 6. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	19.63	-3.19	8.36	-0.00	0.60	-0.00	1.18
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 6. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	19.64	-3.19	8.37	-0.00	0.61	-0.00	1.19
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 6. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)

Tensión pésima	0.01	0.01	16.46	-0.85	7.75	-0.67	1.16	-0.85	1.31
Tensión admisible	0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 7:

Viga 7. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	23.13	-3.96	0.62				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 7. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	20.16	-3.24	7.67				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 7. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	19.58	-3.19	8.41	-0.00	0.65	-0.00	1.27
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 7. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	19.60	-3.19	8.42	-0.00	0.65	-0.01	1.28
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 7. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	0.01	16.42	-0.85	7.82	-0.68	1.21	-0.85	1.38
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 8:

Viga 8. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	23.13	-3.96	0.62				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 8. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	20.16	-3.24	7.67				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 8. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	19.43	-3.17	8.52	-0.00	0.74	-0.01	1.45
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 8. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	19.44	-3.17	8.53	-0.01	0.74	-0.01	1.46
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 8. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	0.01	16.27	-0.86	7.96	-0.68	1.30	-0.86	1.54
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 9:

Viga 9. Tras la transferencia del pretesado

	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	23.13	-3.96	0.62				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 9. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	20.16	-3.24	7.67				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 9. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	19.30	-3.16	8.70	-0.01	0.90	-0.01	1.76
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 9. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	19.32	-3.17	8.70	-0.01	0.90	-0.02	1.76
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 9. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	0.01	16.15	-0.86	8.19	-0.68	1.46	-0.86	1.81
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 10:

Viga 10. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)

Tensión pésima	0.00	0.00	23.13	-3.96	0.62	
Tensión admisible			30.00		30.00	

Se cumple la verificación

Viga 10. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	20.11	-3.23	7.84				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 10. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.66	-3.12	9.09	-0.01	1.09	-0.02	2.15
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 10. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.66	-3.12	9.10	-0.01	1.09	-0.03	2.15
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 10. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	0.02	15.52	-0.86	8.60	-0.68	1.66	-0.86	2.17
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

9.3 Situación persistente. Combinación frecuente

Cables pretesado : se muestran las tensiones en el hormigón a la altura del cable más traccionado.

No se están calculando las tensiones en la prelosa.

Viga 1:

Viga 1. Tras la transferencia del pretesado				
	Distancia	Cables	Viga	Losa

	al eje 1	pretesado								
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	23.13	-3.96	0.62				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 1. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	20.11	-3.23	7.84				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 1. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.66	-3.12	9.09	-0.01	1.09	-0.02	2.15
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 1. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.74	-3.12	9.54	-0.02	1.48	-0.03	2.91
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 1. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	0.02	15.60	-0.86	9.04	-0.68	2.05	-0.86	2.92
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 2:

Viga 2. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	23.13	-3.96	0.62				

Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 2. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	20.16	-3.24	7.67				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 2. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	19.30	-3.16	8.70	-0.01	0.90	-0.01	1.76
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 2. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	19.37	-3.17	9.58	-0.01	1.66	-0.02	3.24
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 2. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	0.01	16.20	-0.86	9.06	-0.68	2.22	-0.87	3.29
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 3:

Viga 3. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	23.13	-3.96	0.62				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 3. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	20.16	-3.24	7.67				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 3. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	19.43	-3.17	8.52	-0.00	0.74	-0.01	1.45
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 3. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	19.50	-3.18	10.02	-0.01	2.04	-0.02	3.99
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 3. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	-0.20	16.33	-0.86	9.45	-0.68	2.60	-0.87	4.07
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 4:

Viga 4. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	23.13	-3.96	0.62				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 4. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}

	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	20.16	-3.24	7.67				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 4. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.58	-3.19	8.41	-0.00	0.65	-0.00	1.27
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 4. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.64	-3.19	10.10	-0.01	2.12	-0.02	4.16
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 4. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.09	-0.51	16.47	-0.86	9.49	-0.68	2.67	-0.87	4.23
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 5:

Viga 5. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	23.13	-3.96	0.62				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 5. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	20.16	-3.24	7.67				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 5. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.63	-3.19	8.36	-0.00	0.60	-0.00	1.18
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 5. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.67	-3.20	10.03	-0.02	2.06	-0.03	4.02
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 5. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	-0.29	16.49	-0.87	9.41	-0.69	2.61	-0.88	4.14
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 6:

Viga 6. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	23.13	-3.96	0.62				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 6. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	20.16	-3.24	7.67				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 6. Tras la disposición de la superestructura				
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga	Losa

			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	19.63	-3.19	8.36	-0.00	0.60	-0.00	1.18
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 6. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	19.67	-3.20	10.03	-0.02	2.06	-0.03	4.02
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 6. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	-0.29	16.49	-0.87	9.41	-0.69	2.61	-0.88	4.14
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 7:

Viga 7. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	23.13	-3.96	0.62				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 7. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	20.16	-3.24	7.67				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 7. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	19.58	-3.19	8.41	-0.00	0.65	-0.00	1.27
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 7. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	19.64	-3.19	10.10	-0.01	2.12	-0.02	4.16
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 7. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.09	-0.51	16.47	-0.86	9.49	-0.68	2.67	-0.87	4.23
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 8:

Viga 8. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	23.13	-3.96	0.62				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 8. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	20.16	-3.24	7.67				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 8. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	19.43	-3.17	8.52	-0.00	0.74	-0.01	1.45
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 8. Tras la apertura al tráfico

	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	19.50	-3.18	10.02	-0.01	2.04	-0.02	3.99
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 8. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	-0.20	16.33	-0.86	9.45	-0.68	2.60	-0.87	4.07
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 9:

Viga 9. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	23.13	-3.96	0.62				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 9. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	20.16	-3.24	7.67				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 9. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	19.30	-3.16	8.70	-0.01	0.90	-0.01	1.76
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 9. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)

Tensión pésima	0.00	0.00	19.37	-3.17	9.58	-0.01	1.66	-0.02	3.24
Tensión admisible		-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 9. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	0.01	16.20	-0.86	9.06	-0.68	2.22	-0.87	3.29
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 10:

Viga 10. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	23.13	-3.96	0.62				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 10. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	20.11	-3.23	7.84				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 10. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.66	-3.12	9.09	-0.01	1.09	-0.02	2.15
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 10. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.74	-3.12	9.54	-0.02	1.48	-0.03	2.91
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 10. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	0.02	15.60	-0.86	9.04	-0.68	2.05	-0.86	2.92
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

9.4 Situación persistente. Combinación característica

Cables pretesado : se muestran las tensiones en el hormigón a la altura del cable más traccionado.

No se están calculando las tensiones en la prelosa.

Viga 1:

Viga 1. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	23.13	-3.96	0.62				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 1. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	20.11	-3.23	7.84				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 1. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.66	-3.12	9.09	-0.01	1.09	-0.02	2.15
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 1. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	19.08	-3.14	10.21	-0.02	2.06	-0.04	4.06

Tensión admisible	30.00	30.00	18.00	18.00		

Se cumple la verificación

Viga 1. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.09	-0.52	15.94	-0.86	9.71	-0.68	2.63	-0.87	4.07
Tensión admisible			30.00		30.00		18.00		18.00	

Se cumple la verificación

Viga 2:

Viga 2. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	23.13	-3.96	0.62				
Tensión admisible			30.00		30.00					

Se cumple la verificación

Viga 2. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	20.16	-3.24	7.67				
Tensión admisible			30.00		30.00					

Se cumple la verificación

Viga 2. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	19.30	-3.16	8.70	-0.01	0.90	-0.01	1.76
Tensión admisible			30.00		30.00		18.00		18.00	

Se cumple la verificación

Viga 2. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	-0.04	19.66	-3.20	10.43	-0.01	2.40	-0.03	4.69
Tensión admisible			30.00		30.00		18.00		18.00	

Se cumple la verificación

Viga 2. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-1.17	-1.65	16.49	-0.87	9.92	-0.69	2.96	-0.87	4.74
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 3:

Viga 3. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	23.13	-3.96	0.62				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 3. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	20.16	-3.24	7.67				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 3. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	19.43	-3.17	8.52	-0.00	0.74	-0.01	1.45
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 3. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-1.90	-2.47	19.79	-3.21	11.10	-0.02	2.98	-0.03	5.84
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 3. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}

	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-3.50	-4.11	16.62	-0.87	10.54	-0.69	3.54	-0.88	5.93
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 4:

Viga 4. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	23.13	-3.96	0.62				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 4. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	20.16	-3.24	7.67				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 4. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.58	-3.19	8.41	-0.00	0.65	-0.00	1.27
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 4. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-2.28	-2.87	19.88	-3.22	11.22	-0.02	3.10	-0.04	6.07
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 4. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-3.90	-4.54	16.71	-0.87	10.61	-0.69	3.64	-0.88	6.14
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 5:

Viga 5. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	23.13	-3.96	0.62				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 5. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	20.16	-3.24	7.67				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 5. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.63	-3.19	8.36	-0.00	0.60	-0.00	1.18
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 5. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-1.93	-2.50	19.89	-3.23	11.11	-0.03	3.00	-0.05	5.86
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 5. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-3.56	-4.17	16.72	-0.88	10.50	-0.70	3.55	-0.90	5.97
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 6:

Viga 6. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	23.13	-3.96	0.62				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 6. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	20.16	-3.24	7.67				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 6. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	19.63	-3.19	8.36	-0.00	0.60	-0.00	1.18
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 6. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-1.93	-2.50	19.89	-3.23	11.11	-0.03	3.00	-0.05	5.86
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 6. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-3.56	-4.17	16.72	-0.88	10.50	-0.70	3.55	-0.90	5.97
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 7:

Viga 7. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}

	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	23.13	-3.96	0.62				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 7. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	20.16	-3.24	7.67				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 7. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	19.58	-3.19	8.41	-0.00	0.65	-0.00	1.27
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 7. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-2.28	-2.87	19.88	-3.22	11.22	-0.02	3.10	-0.04	6.07
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 7. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-3.90	-4.54	16.71	-0.87	10.62	-0.69	3.64	-0.88	6.14
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 8:

Viga 8. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	23.13	-3.96	0.62				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 8. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	20.16	-3.24	7.67				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 8. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	19.43	-3.17	8.52	-0.00	0.74	-0.01	1.45
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 8. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-1.90	-2.47	19.79	-3.21	11.10	-0.02	2.98	-0.03	5.84
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 8. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-3.50	-4.11	16.62	-0.87	10.54	-0.69	3.54	-0.88	5.93
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 9:

Viga 9. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	23.13	-3.96	0.62				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 9. Tras el hormigonado de la losa				
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga	Losa

			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	20.16	-3.24	7.67				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 9. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	19.30	-3.16	8.70	-0.01	0.90	-0.01	1.76
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 9. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	-0.04	19.66	-3.20	10.43	-0.01	2.40	-0.03	4.69
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 9. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-1.17	-1.65	16.49	-0.87	9.92	-0.69	2.96	-0.87	4.74
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 10:

Viga 10. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	23.13	-3.96	0.62				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 10. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	20.11	-3.23	7.84				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 10. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.66	-3.12	9.09	-0.01	1.09	-0.02	2.15
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 10. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	19.08	-3.14	10.21	-0.02	2.06	-0.04	4.06
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 10. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.09	-0.52	15.94	-0.86	9.71	-0.68	2.63	-0.87	4.07
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

9.5 Resumen de verificaciones

Viga 1. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 1. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 1. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 6. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 6. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 6. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 7. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 7. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 7. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 8. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 8. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 8. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 9. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 9. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 9. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 10. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 10. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 10. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

10 VERIFICACIÓN DEL EL FISURACIÓN EN LAS VIGAS

Variables definidas en el artículo 49.2.4 de la EHE08

s_d	:	Distancia al eje de apoyo 1 de la viga.
N_d	:	Axil de cálculo. Compresiones positivas
M_d	:	Flector de cálculo. Positivo tracciona la fibra inferior.
Sep	:	Separación entre armaduras.
r_g	:	Recubrimiento geométrico de las armaduras traccionadas.
ϕ_{max}	:	Diámetro de la barra pasiva traccionada más gruesa o diámetro equivalente en grupos de barras.
A_{cef}	:	Área de hormigón de la zona de recubrimiento.
A_s	:	Área total de las armaduras dentro de A_{cef}
K_1	:	Coeficiente que depende del diagrama de deformaciones.
ε_{inf}	:	Deformación de la fibra inferior de la viga debida a los esfuerzos de cálculo.
ε_{sup}	:	Deformación de la fibra superior dela viga debida a los esfuerzos de cálculo.
σ_s	:	Tensión de la armadura pasiva en sección fisurada con los esfuerzos de cálculo.
σ_{sr}	:	Tensión de la armadura pasiva en sección fisurada en el momento de la fisuración.
S_m	:	Separación media entre fisuras
ε_{sm}	:	Alargamiento medio de las armaduras
W_k	:	Abertura media de fisura
$W_{k\,adm}$	:	Abertura de fisura admisible

NOTA : Sólo se listan los valores para los que se supera el valor de la tensión máxima de tracción ($f_{ct,m}$).

NOTA : El cálculo de las aberturas de fisura se lleva a cabo cuando N_d > 98.1 kN o M_d > 98.1 kNm.

10.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente

No procede la comprobación.

10.2 Situación persistente. Combinación frecuente

Cálculo de las aberturas de fisura

Viga 1:

No se supera en ningún caso el valor de la tensión máxima de tracción ($f_{ct,m}$).
Se cumple la verificación

Viga 2:

No se supera en ningún caso el valor de la tensión máxima de tracción ($f_{ct,m}$).
Se cumple la verificación

Viga 3:

No se supera en ningún caso el valor de la tensión máxima de tracción ($f_{ct,m}$).
Se cumple la verificación

Viga 4:

No se supera en ningún caso el valor de la tensión máxima de tracción ($f_{ct,m}$).
Se cumple la verificación

Viga 5:

No se supera en ningún caso el valor de la tensión máxima de tracción ($f_{ct,m}$).
Se cumple la verificación

Viga 6:

No se supera en ningún caso el valor de la tensión máxima de tracción ($f_{ct,m}$).
Se cumple la verificación

Viga 7:

No se supera en ningún caso el valor de la tensión máxima de tracción ($f_{ct,m}$).
Se cumple la verificación

Viga 8:

No se supera en ningún caso el valor de la tensión máxima de tracción ($f_{ct,m}$).
Se cumple la verificación

Viga 9:

No se supera en ningún caso el valor de la tensión máxima de tracción ($f_{ct,m}$).
Se cumple la verificación

Viga 10:

No se supera en ningún caso el valor de la tensión máxima de tracción ($f_{ct,m}$).
Se cumple la verificación

10.3 Situación persistente. Combinación característica

No procede la comprobación.

10.4 Resumen de verificaciones

Viga 1. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 1. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 1. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 6. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 6. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 6. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 7. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 7. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 7. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 8. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 8. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 8. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 9. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 9. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 9. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 10. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 10. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 10. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

11 ROTURA POR FLEXIÓN EN LAS VIGAS

M_{dA}: Momento mayorado sin decalar
M_{dB}: Momento mayorado decalado
M_u : Momento último
S_d : Longitud de decalaje

Armaduras dispuestas

Viga 1:

Armadura de refuerzo por flexión:

No se ha definido armadura de refuerzo a flexión.

Armadura en extremos:

Extremo	Tipo	nº	ϕ	Longitud (m)
1	R-1	1	Ø6	3.150
2	R-1	1	Ø6	3.150

Viga 2:

Armadura de refuerzo por flexión:

No se ha definido armadura de refuerzo a flexión.

Armadura en extremos:

Extremo	Tipo	nº	ϕ	Longitud (m)
1	R-1	3	Ø12	3.300
2	R-1	3	Ø12	3.300

Viga 3:

Armadura de refuerzo por flexión:

No se ha definido armadura de refuerzo a flexión.

Armadura en extremos:

Extremo	Tipo	nº	ϕ	Longitud (m)
1	R-1	3	Ø20	3.500
2	R-1	3	Ø20	3.500

Viga 4:

Armadura de refuerzo por flexión:

No se ha definido armadura de refuerzo a flexión.

Armadura en extremos:

Extremo	Tipo	nº	ϕ	Longitud (m)
1	R-1	3	Ø20	3.500
2	R-1	3	Ø20	3.500

Viga 5:

Armadura de refuerzo por flexión:

No se ha definido armadura de refuerzo a flexión.

Armadura en extremos:

Extremo	Tipo	nº	ϕ	Longitud (m)
1	R-1	3	Ø20	3.500
2	R-1	3	Ø20	3.500

Viga 6:

Armadura de refuerzo por flexión:

No se ha definido armadura de refuerzo a flexión.

Armadura en extremos:

Extremo	Tipo	nº	ϕ	Longitud (m)
1	R-1	3	Ø20	3.500
2	R-1	3	Ø20	3.500

Viga 7:

Armadura de refuerzo por flexión:

No se ha definido armadura de refuerzo a flexión.

Armadura en extremos:

Extremo	Tipo	nº	ϕ	Longitud (m)
1	R-1	3	Ø20	3.500
2	R-1	3	Ø20	3.500

Viga 8:

Armadura de refuerzo por flexión:

No se ha definido armadura de refuerzo a flexión.

Armadura en extremos:

Extremo	Tipo	nº	ϕ	Longitud (m)
1	R-1	3	Ø20	3.500
2	R-1	3	Ø20	3.500

Viga 9:

Armadura de refuerzo por flexión:

No se ha definido armadura de refuerzo a flexión.

Armadura en extremos:

Extremo	Tipo	nº	ϕ	Longitud (m)
1	R-1	3	Ø12	3.300
2	R-1	3	Ø12	3.300

Viga 10:

Armadura de refuerzo por flexión:

No se ha definido armadura de refuerzo a flexión.

Armadura en extremos:

Extremo	Tipo	nº	ϕ	Longitud (m)
1	R-1	1	Ø6	3.150
2	R-1	1	Ø6	3.150

Se listan los valores correspondientes al mínimo coeficiente de seguridad y al centro de la viga

11.1 Situación persistente. Combinación fundamental

Viga 1:

Viga 1. Tras la apertura al tráfico

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
0.000	25.7	1.260	881.6	1080.8	1.226	
12.450	5568.8	1.237	5568.8	6884.6	1.236	

Viga 1. A tiempo infinito

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
0.000	25.7	1.260	877.4	1080.8	1.232	
12.450	5568.8	1.237	5568.8	6884.6	1.236	

Viga 2:

Viga 2. Tras la apertura al tráfico

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
12.450	5923.4	1.237	5923.4	6878.2	1.161	

Viga 2. A tiempo infinito

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
12.450	5923.4	1.237	5923.4	6878.2	1.161	

Viga 3:

Viga 3. Tras la apertura al tráfico

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
12.450	6717.8	1.237	6717.8	6878.2	1.024	

Viga 3. A tiempo infinito

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
12.450	6717.8	1.237	6717.8	6878.2	1.024	

Viga 4:

Viga 4. Tras la apertura al tráfico

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
12.450	6847.6	1.237	6847.6	6878.2	1.004	

Viga 4. A tiempo infinito

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
12.450	6847.6	1.237	6847.6	6878.2	1.004	

Viga 5:

Viga 5. Tras la apertura al tráfico

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
12.450	6720.6	1.237	6720.6	6878.2	1.023	

Viga 5. A tiempo infinito

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
12.450	6720.6	1.237	6720.6	6878.2	1.023	

Viga 6:

Viga 6. Tras la apertura al tráfico

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
12.450	6720.6	1.237	6720.6	6878.2	1.023	

Viga 6. A tiempo infinito

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
12.450	6720.6	1.237	6720.6	6878.2	1.023	

Viga 7:

Viga 7. Tras la apertura al tráfico

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
12.450	6847.7	1.237	6847.7	6878.2	1.004	

Viga 7. A tiempo infinito

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
12.450	6847.7	1.237	6847.7	6878.2	1.004	

Viga 8:

Viga 8. Tras la apertura al tráfico

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
12.450	6718.1	1.237	6718.1	6878.2	1.024	

Viga 8. A tiempo infinito

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
12.450	6718.1	1.237	6718.1	6878.2	1.024	

Viga 9:

Viga 9. Tras la apertura al tráfico

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
12.450	5923.3	1.237	5923.3	6878.2	1.161	

Viga 9. A tiempo infinito

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
12.450	5923.3	1.237	5923.3	6878.2	1.161	

Viga 10:

Viga 10. Tras la apertura al tráfico

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
12.450	5568.8	1.237	5568.8	6884.6	1.236	
24.900	25.7	1.260	881.6	1080.8	1.226	

Viga 10. A tiempo infinito

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
12.450	5568.8	1.237	5568.8	6884.6	1.236	
24.900	25.7	1.260	877.4	1080.8	1.232	

11.2 Resumen de verificaciones

Viga 1. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 6. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 7. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 8. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 9. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 10. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

12 ROTURA POR CORTANTE EN LAS VIGAS

V_d-, V_d+	:	Cortante mínimo y máximo mayorado (sin el pretensado)
V_{pd}-, V_{pd}+	:	Cortante mínimo y máximo de pretensado
N_{pd}-, N_{pd}+	:	Axil mínimo y máximo de pretensado
M_d-, M_d+	:	Flector mínimo y máximo mayorado
V_{rd}	:	Cortante efectivo ($V_{rd} = V_d + V_{pd}$)
V_{u1}	:	Resistencia de las bielas de compresión
V_{cu}	:	Contribución del hormigón a la resistencia a cortante
V_{su}	:	Contribución de las armaduras a la resistencia a cortante
V_{u2}	:	Resistencia a cortante
A_{st}	:	Armadura de cálculo necesaria a cortante
$A_{st\ min}$	:	Armadura mínima de cortante
$S_{max\ long}$	:	Separación longitudinal máxima entre cercos de cortante

Se listan los valores correspondientes a la armadura transversal máxima y al resultado más desfavorable relativo a la resistencia de las bielas de compresión

12.1 Situación persistente. Combinación fundamental

Viga 1:

Viga 1. Tras la apertura al tráfico				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
1.210	816.0	2254.1	0.362	Cumple

Viga 1. Tras la apertura al tráfico							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
1.210	816.0	196.4	619.6	816.0	12.3	2.0	0.450

Viga 1. A tiempo infinito				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
1.210	816.0	2239.6	0.364	Cumple

Viga 1. A tiempo infinito							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
1.210	816.0	189.3	626.8	816.0	12.4	2.0	0.450

Viga 2:

Viga 2. Tras la apertura al tráfico				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
1.210	919.4	2256.5	0.407	Cumple

Viga 2. Tras la apertura al tráfico							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
1.210	919.4	197.3	722.1	919.4	14.3	2.0	0.450

Viga 2. A tiempo infinito				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
1.210	919.4	2241.6	0.410	Cumple

Viga 2. A tiempo infinito							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
1.210	919.4	189.9	729.5	919.4	14.5	2.0	0.450

Viga 3:

Viga 3. Tras la apertura al tráfico				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
1.210	1122.3	2257.1	0.497	Cumple

Viga 3. Tras la apertura al tráfico							
Armadura de cortante							
Distancia al	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$

eje 1							
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
1.210	1122.3	197.1	925.2	1122.3	18.3	2.0	0.450

Viga 3. A tiempo infinito				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
1.210	1122.3	2242.2	0.501	Cumple

Viga 3. A tiempo infinito							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
1.210	1122.3	189.7	932.6	1122.3	18.5	2.0	0.450

Viga 4:

Viga 4. Tras la apertura al tráfico				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
23.690	1172.7	2257.1	0.520	Cumple

Viga 4. Tras la apertura al tráfico							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
23.690	-1172.7	197.1	975.6	1172.7	19.3	2.0	0.450

Viga 4. A tiempo infinito				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
23.690	1172.7	2242.2	0.523	Cumple

Viga 4. A tiempo infinito							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
23.690	-1172.7	189.7	982.9	1172.7	19.5	2.0	0.450

Viga 5:

Viga 5. Tras la apertura al tráfico				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		

23.690	1088.3	2257.1	0.482	Cumple

Viga 5. Tras la apertura al tráfico							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
23.690	-1088.3	197.1	891.2	1088.3	17.7	2.0	0.450

Viga 5. A tiempo infinito				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
23.690	1088.3	2242.2	0.485	Cumple

Viga 5. A tiempo infinito							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
23.690	-1088.3	189.7	898.6	1088.3	17.8	2.0	0.450

Viga 6:

Viga 6. Tras la apertura al tráfico				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
1.210	1088.6	2257.1	0.482	Cumple

Viga 6. Tras la apertura al tráfico							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
1.210	1088.6	197.1	891.5	1088.6	17.7	2.0	0.450

Viga 6. A tiempo infinito				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
1.210	1088.6	2242.2	0.485	Cumple

Viga 6. A tiempo infinito							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
1.210	1088.6	189.7	898.8	1088.6	17.8	2.0	0.450

Viga 7:

Viga 7. Tras la apertura al tráfico				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
1.210	1172.8	2257.1	0.520	Cumple

Viga 7. Tras la apertura al tráfico							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
1.210	1172.8	197.1	975.7	1172.8	19.3	2.0	0.450

Viga 7. A tiempo infinito				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
1.210	1172.8	2242.2	0.523	Cumple

Viga 7. A tiempo infinito							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
1.210	1172.8	189.7	983.0	1172.8	19.5	2.0	0.450

Viga 8:

Viga 8. Tras la apertura al tráfico				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
23.690	1122.5	2257.1	0.497	Cumple

Viga 8. Tras la apertura al tráfico							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
23.690	-1122.5	197.1	925.4	1122.5	18.4	2.0	0.450

Viga 8. A tiempo infinito				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
23.690	1122.5	2242.2	0.501	Cumple

Viga 8. A tiempo infinito							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)

23.690	-1122.5	189.7	932.7	1122.5	18.5	2.0	0.450

Viga 9:

Viga 9. Tras la apertura al tráfico				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
23.690	919.4	2256.5	0.407	Cumple

Viga 9. Tras la apertura al tráfico							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
23.690	-919.4	197.3	722.1	919.4	14.3	2.0	0.450

Viga 9. A tiempo infinito				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
23.690	919.4	2241.6	0.410	Cumple

Viga 9. A tiempo infinito							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
23.690	-919.4	189.9	729.5	919.4	14.5	2.0	0.450

Viga 10:

Viga 10. Tras la apertura al tráfico				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
23.690	816.0	2254.1	0.362	Cumple

Viga 10. Tras la apertura al tráfico							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
23.690	-816.0	196.4	619.6	816.0	12.3	2.0	0.450

Viga 10. A tiempo infinito				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
23.690	816.0	2239.6	0.364	Cumple

Viga 10. A tiempo infinito							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
23.690	-816.0	189.3	626.8	816.0	12.4	2.0	0.450

12.2 Resumen de armaduras

Viga 1

Distancia al eje 1	A_{st}	A_{stmin}	$A_{st\ dispuesta}$
(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
-0.490	0.0	0.0	0.0
-0.001	0.0	0.0	0.0
0.001	8.4	6.8	8.4
0.690	5.7	6.8	6.8
1.210	12.4	2.0	12.4
1.383	12.2	2.0	12.2
2.176	10.8	2.0	10.8
2.767	9.4	2.0	9.4
4.150	7.3	2.0	7.3
5.533	5.2	2.0	5.2
6.917	3.3	2.0	3.3
8.300	1.4	2.0	2.0
9.683	0.0	0.0	0.0
11.067	0.0	0.0	0.0
12.450	0.0	0.0	0.0
13.833	0.0	0.0	0.0
15.217	0.0	0.0	0.0
16.600	1.2	2.0	2.0
17.983	3.0	2.0	3.0
19.367	5.1	2.0	5.1
20.750	7.0	2.0	7.0
22.133	9.1	2.0	9.1
22.724	10.4	2.0	10.4
23.517	12.0	2.0	12.0
23.690	12.1	2.0	12.1
24.210	5.3	6.8	6.8
24.899	7.8	6.8	7.8
24.901	0.0	0.0	0.0
25.390	0.0	0.0	0.0

Viga 2

Distancia al eje 1	A_{st}	A_{stmin}	$A_{st\ dispuesta}$
(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
-0.490	0.0	0.0	0.0
-0.001	0.0	0.0	0.0
0.001	10.3	6.8	10.3
0.690	7.7	6.8	7.7
1.210	14.5	2.0	14.5
1.383	13.9	2.0	13.9
2.176	11.9	2.0	11.9
2.767	10.5	2.0	10.5
4.150	8.1	2.0	8.1
5.533	5.9	2.0	5.9
6.917	3.8	2.0	3.8
8.300	1.8	2.0	2.0
9.683	0.0	0.0	0.0
11.067	0.0	0.0	0.0
12.450	0.0	0.0	0.0
13.833	0.0	0.0	0.0

15.217	0.0	0.0	0.0
16.600	2.2	2.0	2.2
17.983	4.3	2.0	4.3
19.367	6.0	2.0	6.0
20.750	8.0	2.0	8.0
22.133	9.6	2.0	9.6
22.724	10.8	2.0	10.8
23.517	11.9	2.0	11.9
23.690	12.0	2.0	12.0
24.210	5.1	6.8	6.8
24.899	7.6	6.8	7.6
24.901	0.0	0.0	0.0
25.390	0.0	0.0	0.0

Viga 3

Distancia al eje 1	A_{st}	A_{stmin}	A_{st} dispuesta
(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
-0.490	0.0	0.0	0.0
-0.001	0.0	0.0	0.0
0.001	15.3	6.8	15.3
0.690	12.5	6.8	12.5
1.210	18.5	2.0	18.5
1.383	17.9	2.0	17.9
2.176	15.8	2.0	15.8
2.767	14.1	2.0	14.1
4.150	11.3	2.0	11.3
5.533	9.2	2.0	9.2
6.917	7.2	2.0	7.2
8.300	5.1	2.0	5.1
9.683	3.0	2.0	3.0
11.067	1.1	2.0	2.0
12.450	0.0	0.0	0.0
13.833	1.5	2.0	2.0
15.217	3.5	2.0	3.5
16.600	5.3	2.0	5.3
17.983	7.3	2.0	7.3
19.367	9.1	2.0	9.1
20.750	10.9	2.0	10.9
22.133	13.5	2.0	13.5
22.724	14.8	2.0	14.8
23.517	16.2	2.0	16.2
23.690	16.6	2.0	16.6
24.210	10.3	6.8	10.3
24.899	13.3	6.8	13.3
24.901	0.0	0.0	0.0
25.390	0.0	0.0	0.0

Viga 4

Distancia al eje 1	A_{st}	A_{stmin}	A_{st} dispuesta
(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
-0.490	0.0	0.0	0.0
-0.001	0.0	0.0	0.0
0.001	15.6	6.8	15.6
0.690	12.5	6.8	12.5
1.210	18.7	2.0	18.7
1.383	18.3	2.0	18.3
2.176	16.2	2.0	16.2
2.767	14.3	2.0	14.3
4.150	12.0	2.0	12.0
5.533	9.8	2.0	9.8
6.917	8.0	2.0	8.0
8.300	6.2	2.0	6.2
9.683	4.2	2.0	4.2
11.067	2.2	2.0	2.2
12.450	0.0	0.0	0.0

13.833	2.3	2.0	2.3
15.217	3.9	2.0	3.9
16.600	5.8	2.0	5.8
17.983	7.8	2.0	7.8
19.367	9.9	2.0	9.9
20.750	12.0	2.0	12.0
22.133	14.2	2.0	14.2
22.724	16.0	2.0	16.0
23.517	18.5	2.0	18.5
23.690	19.5	2.0	19.5
24.210	12.7	6.8	12.7
24.899	15.4	6.8	15.4
24.901	0.0	0.0	0.0
25.390	0.0	0.0	0.0

Viga 5

Distancia al eje 1	A_{st}	A_{stmin}	A_{st} dispuesta
(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
-0.490	0.0	0.0	0.0
-0.001	0.0	0.0	0.0
0.001	13.4	6.8	13.4
0.690	10.8	6.8	10.8
1.210	17.7	2.0	17.7
1.383	17.5	2.0	17.5
2.176	15.9	2.0	15.9
2.767	14.4	2.0	14.4
4.150	11.7	2.0	11.7
5.533	9.6	2.0	9.6
6.917	7.7	2.0	7.7
8.300	6.0	2.0	6.0
9.683	4.1	2.0	4.1
11.067	2.2	2.0	2.2
12.450	0.0	0.0	0.0
13.833	2.2	2.0	2.2
15.217	4.1	2.0	4.1
16.600	5.7	2.0	5.7
17.983	7.5	2.0	7.5
19.367	9.6	2.0	9.6
20.750	11.8	2.0	11.8
22.133	14.2	2.0	14.2
22.724	15.8	2.0	15.8
23.517	17.5	2.0	17.5
23.690	17.8	2.0	17.8
24.210	11.3	6.8	11.3
24.899	14.3	6.8	14.3
24.901	0.0	0.0	0.0
25.390	0.0	0.0	0.0

Viga 6

Distancia al eje 1	A_{st}	A_{stmin}	A_{st} dispuesta
(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
-0.490	0.0	0.0	0.0
-0.001	0.0	0.0	0.0
0.001	14.3	6.8	14.3
0.690	11.3	6.8	11.3
1.210	17.8	2.0	17.8
1.383	17.5	2.0	17.5
2.176	15.8	2.0	15.8
2.767	14.2	2.0	14.2
4.150	11.8	2.0	11.8
5.533	9.6	2.0	9.6
6.917	7.5	2.0	7.5
8.300	5.7	2.0	5.7
9.683	4.1	2.0	4.1
11.067	2.2	2.0	2.2

12.450	0.0	0.0	0.0
13.833	2.2	2.0	2.2
15.217	4.1	2.0	4.1
16.600	6.0	2.0	6.0
17.983	7.7	2.0	7.7
19.367	9.6	2.0	9.6
20.750	11.7	2.0	11.7
22.133	14.4	2.0	14.4
22.724	15.9	2.0	15.9
23.517	17.5	2.0	17.5
23.690	17.7	2.0	17.7
24.210	10.8	6.8	10.8
24.899	13.4	6.8	13.4
24.901	0.0	0.0	0.0
25.390	0.0	0.0	0.0

Viga 7

Distancia al eje 1	A_{st}	A_{stmin}	A_{st} dispuesta
(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
-0.490	0.0	0.0	0.0
-0.001	0.0	0.0	0.0
0.001	15.4	6.8	15.4
0.690	12.7	6.8	12.7
1.210	19.5	2.0	19.5
1.383	18.5	2.0	18.5
2.176	16.0	2.0	16.0
2.767	14.2	2.0	14.2
4.150	12.0	2.0	12.0
5.533	9.9	2.0	9.9
6.917	7.8	2.0	7.8
8.300	5.8	2.0	5.8
9.683	3.9	2.0	3.9
11.067	2.3	2.0	2.3
12.450	0.0	0.0	0.0
13.833	2.2	2.0	2.2
15.217	4.2	2.0	4.2
16.600	6.2	2.0	6.2
17.983	8.0	2.0	8.0
19.367	9.8	2.0	9.8
20.750	12.0	2.0	12.0
22.133	14.3	2.0	14.3
22.724	16.2	2.0	16.2
23.517	18.3	2.0	18.3
23.690	18.7	2.0	18.7
24.210	12.5	6.8	12.5
24.899	15.6	6.8	15.6
24.901	0.0	0.0	0.0
25.390	0.0	0.0	0.0

Viga 8

Distancia al eje 1	A_{st}	A_{stmin}	A_{st} dispuesta
(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
-0.490	0.0	0.0	0.0
-0.001	0.0	0.0	0.0
0.001	13.3	6.8	13.3
0.690	10.3	6.8	10.3
1.210	16.6	2.0	16.6
1.383	16.2	2.0	16.2
2.176	14.8	2.0	14.8
2.767	13.6	2.0	13.6
4.150	10.9	2.0	10.9
5.533	9.1	2.0	9.1
6.917	7.3	2.0	7.3
8.300	5.3	2.0	5.3
9.683	3.5	2.0	3.5

11.067	1.5	2.0	2.0
12.450	0.0	0.0	0.0
13.833	1.1	2.0	2.0
15.217	3.0	2.0	3.0
16.600	5.1	2.0	5.1
17.983	7.2	2.0	7.2
19.367	9.2	2.0	9.2
20.750	11.3	2.0	11.3
22.133	14.2	2.0	14.2
22.724	15.9	2.0	15.9
23.517	17.9	2.0	17.9
23.690	18.5	2.0	18.5
24.210	12.5	6.8	12.5
24.899	15.3	6.8	15.3
24.901	0.0	0.0	0.0
25.390	0.0	0.0	0.0

Viga 9

Distancia al eje 1	A_{st}	A_{stmin}	A_{st} dispuesta
(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
-0.490	0.0	0.0	0.0
-0.001	0.0	0.0	0.0
0.001	7.6	6.8	7.6
0.690	5.1	6.8	6.8
1.210	12.0	2.0	12.0
1.383	11.8	2.0	11.8
2.176	10.8	2.0	10.8
2.767	9.6	2.0	9.6
4.150	8.0	2.0	8.0
5.533	6.0	2.0	6.0
6.917	4.3	2.0	4.3
8.300	2.2	2.0	2.2
9.683	0.0	0.0	0.0
11.067	0.0	0.0	0.0
12.450	0.0	0.0	0.0
13.833	0.0	0.0	0.0
15.217	0.0	0.0	0.0
16.600	1.8	2.0	2.0
17.983	3.8	2.0	3.8
19.367	5.9	2.0	5.9
20.750	8.1	2.0	8.1
22.133	10.5	2.0	10.5
22.724	11.9	2.0	11.9
23.517	13.9	2.0	13.9
23.690	14.5	2.0	14.5
24.210	7.7	6.8	7.7
24.899	10.3	6.8	10.3
24.901	0.0	0.0	0.0
25.390	0.0	0.0	0.0

Viga 10

Distancia al eje 1	A_{st}	A_{stmin}	A_{st} dispuesta
(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
-0.490	0.0	0.0	0.0
-0.001	0.0	0.0	0.0
0.001	7.8	6.8	7.8
0.690	5.3	6.8	6.8
1.210	12.1	2.0	12.1
1.383	12.0	2.0	12.0
2.176	10.4	2.0	10.4
2.767	9.1	2.0	9.1
4.150	7.0	2.0	7.0
5.533	5.1	2.0	5.1
6.917	3.0	2.0	3.0
8.300	1.2	2.0	2.0

9.683	0.0	0.0	0.0
11.067	0.0	0.0	0.0
12.450	0.0	0.0	0.0
13.833	0.0	0.0	0.0
15.217	0.0	0.0	0.0
16.600	1.4	2.0	2.0
17.983	3.3	2.0	3.3
19.367	5.2	2.0	5.2
20.750	7.3	2.0	7.3
22.133	9.4	2.0	9.4
22.724	10.8	2.0	10.8
23.517	12.2	2.0	12.2
23.690	12.4	2.0	12.4
24.210	5.7	6.8	6.8
24.899	8.4	6.8	8.4
24.901	0.0	0.0	0.0
25.390	0.0	0.0	0.0

12.3 Resumen de verificaciones

Viga 1. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 6. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 7. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 8. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 9. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 10. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

13 ROTURA POR TORSIÓN EN LAS VIGAS

En este apartado se presenta la verificación a torsión de las vigas. Tanto los esfuerzos de cálculo como los resistentes corresponden a los esfuerzos que actúan sobre la viga. Las armaduras obtenidas corresponden a la armadura de la viga (sin la losa).

T_d-, T_d+	:	Torsor mayorado actuando en la viga
N_d-, N_d+	:	Axiles concomitantes
T_{u1}	:	Resistencia a torsión de las bielas de compresión de la viga
A_t	:	Armadura transversal de torsión en una cara por unidad de longitud en la viga
A_l	:	Armadura longitudinal de torsión total de la viga

13.1 Comprobación del Estado Límite Último por torsión

Se listan los valores correspondientes al centro de la viga, a la armadura transversal máxima, a la armadura longitudinal máxima y al resultado más desfavorable relativo a la resistencia de las bielas de compresión

13.1.1 Situación persistente. Combinación fundamental

Viga 1:

Viga 1. Tras la apertura al tráfico								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
0.690	-24.9	35.6	1962.4	1962.4	759.2	0.047	1.3	3.62
1.383	-8.6	12.5	2298.4	2298.4	171.2	0.073	1.1	3.35
12.450	-0.3	11.0	4414.5	4414.5	186.3	0.059	1.0	2.96

Viga 1. A tiempo infinito								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
0.690	-24.9	35.6	1752.3	1752.3	753.0	0.047	1.3	3.62
1.383	-8.6	12.5	2007.2	2007.2	168.4	0.074	1.1	3.35
12.450	-0.3	11.0	3927.7	3927.7	186.3	0.059	1.0	2.96

Viga 2:

Viga 2. Tras la apertura al tráfico								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
12.450	-0.3	12.0	4413.4	4413.4	186.3	0.064	1.1	3.20
20.750	-5.7	14.7	4375.3	4375.3	186.3	0.079	1.3	3.94

Viga 2. A tiempo infinito								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
12.450	-0.3	12.0	3904.3	3904.3	186.3	0.064	1.1	3.20
20.750	-5.7	14.7	3764.3	3764.3	185.4	0.079	1.3	3.94

Viga 3:

Viga 3. Tras la apertura al tráfico								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
12.450	-0.6	12.3	4413.4	4413.4	186.3	0.066	1.1	3.29
19.367	-4.0	15.0	4386.9	4386.9	186.3	0.081	1.3	4.02

Viga 3. A tiempo infinito								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
12.450	-0.6	12.3	3889.4	3889.4	186.3	0.066	1.1	3.29
19.367	-4.0	15.0	3796.2	3796.2	185.7	0.081	1.3	4.02

Viga 4:

Viga 4. Tras la apertura al tráfico								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
12.450	-1.1	13.3	4413.4	4413.4	186.3	0.072	1.2	3.57
19.367	-4.5	15.2	4386.9	4386.9	186.3	0.082	1.4	4.07

Viga 4. A tiempo infinito								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
12.450	-1.1	13.3	3880.8	3880.8	186.3	0.072	1.2	3.57
19.367	-4.5	15.2	3788.8	3788.8	185.6	0.082	1.4	4.07

Viga 5:

Viga 5. Tras la apertura al tráfico

Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
4.150	-8.9	16.1	4375.3	4375.3	186.3	0.087	1.4	4.32
12.450	-1.8	13.3	4413.4	4413.4	186.3	0.071	1.2	3.56

Viga 5. A tiempo infinito								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
4.150	-8.9	16.1	3745.9	3745.9	185.2	0.087	1.4	4.32
12.450	-1.8	13.3	3876.6	3876.6	186.3	0.071	1.2	3.56

Viga 6:

Viga 6. Tras la apertura al tráfico								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
12.450	-1.8	13.3	4413.4	4413.4	186.3	0.071	1.2	3.56
20.750	-8.9	16.1	4375.3	4375.3	186.3	0.087	1.4	4.32

Viga 6. A tiempo infinito								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
12.450	-1.8	13.3	3876.6	3876.6	186.3	0.071	1.2	3.56
20.750	-8.9	16.1	3745.9	3745.9	185.2	0.087	1.4	4.32

Viga 7:

Viga 7. Tras la apertura al tráfico								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
5.533	-4.5	15.2	4386.9	4386.9	186.3	0.082	1.4	4.07
12.450	-1.1	13.3	4413.4	4413.4	186.3	0.072	1.2	3.57

Viga 7. A tiempo infinito								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
5.533	-4.5	15.2	3788.8	3788.8	185.6	0.082	1.4	4.07
12.450	-1.1	13.3	3880.8	3880.8	186.3	0.072	1.2	3.57

Viga 8:

Viga 8. Tras la apertura al tráfico								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
5.533	-4.0	15.0	4386.9	4386.9	186.3	0.081	1.3	4.02
12.450	-0.6	12.3	4413.4	4413.4	186.3	0.066	1.1	3.29

Viga 8. A tiempo infinito								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
5.533	-4.0	15.0	3796.2	3796.2	185.7	0.081	1.3	4.02
12.450	-0.6	12.3	3889.4	3889.4	186.3	0.066	1.1	3.29

Viga 9:

Viga 9. Tras la apertura al tráfico								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
4.150	-5.7	14.7	4375.3	4375.3	186.3	0.079	1.3	3.94
12.450	-0.3	12.0	4413.4	4413.4	186.3	0.064	1.1	3.20

Viga 9. A tiempo infinito

Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
4.150	-5.7	14.7	3764.3	3764.3	185.4	0.079	1.3	3.94
12.450	-0.3	12.0	3904.3	3904.3	186.3	0.064	1.1	3.20

Viga 10:

Viga 10. Tras la apertura al tráfico								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
12.450	-0.3	11.0	4414.5	4414.5	186.3	0.059	1.0	2.96
23.517	-8.6	12.5	2298.4	2298.4	171.2	0.073	1.1	3.35
24.210	-24.9	35.6	1962.4	1962.4	759.2	0.047	1.3	3.62

Viga 10. A tiempo infinito								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
12.450	-0.3	11.0	3927.7	3927.7	186.3	0.059	1.0	2.96
23.517	-8.6	12.5	2007.2	2007.2	168.4	0.074	1.1	3.35
24.210	-24.9	35.6	1752.3	1752.3	753.0	0.047	1.3	3.62

13.2 Comprobación de la Interacción Cortante - Torsión

T_d	:	Torsor de cálculo (viga + losa)
T_{u1}	:	Resistencia a torsión de las bielas de compresión (viga + losa)
V_{rd}	:	Cortante efectivo
V_{u1}	:	Cortante de agotamiento por compresión oblicua en el alma.
β	:	Coeficiente de interacción cortante - torsión

Se listan los valores correspondientes al resultado más desfavorable y al centro de la viga

13.2.1 Situación persistente. Combinación fundamental

Viga 1:

Viga 1. Tras la apertura al tráfico						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{\beta}+(V_{rd}/V_{u1})^{\beta}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
1.210	45.7	353.1	680.4	2254.1	0.352	Cumple
12.450	40.7	368.1	30.8	2353.3	0.088	Cumple

Viga 1. A tiempo infinito						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{\beta}+(V_{rd}/V_{u1})^{\beta}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
1.210	45.7	350.2	680.4	2239.6	0.355	Cumple
12.450	40.7	368.1	30.8	2329.8	0.088	Cumple

Viga 2:

Viga 2. Tras la apertura al tráfico						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{\beta}+(V_{rd}/V_{u1})^{\beta}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
1.210	9.5	353.1	919.4	2256.5	0.374	Cumple
12.450	43.3	368.1	47.4	2356.9	0.098	Cumple

Viga 2. A tiempo infinito						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{\beta}+(V_{rd}/V_{u1})^{\beta}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
1.210	9.5	350.2	919.4	2241.6	0.377	Cumple
12.450	43.3	368.1	47.4	2332.1	0.098	Cumple

Viga 3:

Viga 3. Tras la apertura al tráfico						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
1.210	2.5	353.1	1122.3	2257.1	0.453	Cumple
12.450	33.0	368.1	247.1	2356.9	0.139	Cumple

Viga 3. A tiempo infinito						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
1.210	2.5	350.2	1122.3	2242.2	0.457	Cumple
12.450	33.0	368.1	247.1	2331.3	0.140	Cumple

Viga 4:

Viga 4. Tras la apertura al tráfico						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
12.450	25.6	368.1	269.1	2356.9	0.131	Cumple
23.690	0.4	353.1	1172.7	2257.1	0.474	Cumple

Viga 4. A tiempo infinito						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
12.450	25.6	368.1	269.1	2330.9	0.132	Cumple
23.690	0.4	350.2	1172.7	2242.2	0.477	Cumple

Viga 5:

Viga 5. Tras la apertura al tráfico						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
1.210	9.1	353.1	1080.4	2257.1	0.446	Cumple
12.450	24.4	368.1	271.4	2356.9	0.129	Cumple

Viga 5. A tiempo infinito						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
1.210	9.1	350.2	1080.4	2242.2	0.449	Cumple
12.450	24.4	368.1	271.4	2330.7	0.131	Cumple

Viga 6:

Viga 6. Tras la apertura al tráfico						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
12.450	24.3	368.1	271.4	2356.9	0.129	Cumple
23.690	9.1	353.1	1080.4	2257.1	0.446	Cumple

Viga 6. A tiempo infinito						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
12.450	24.3	368.1	271.4	2330.7	0.130	Cumple
23.690	9.1	350.2	1080.4	2242.2	0.450	Cumple

Viga 7:

Viga 7. Tras la apertura al tráfico						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		

1.210	0.4	353.1	1172.8	2257.1	0.474	Cumple
12.450	25.6	368.1	269.1	2356.9	0.131	Cumple

Viga 7. A tiempo infinito						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
1.210	0.4	350.2	1172.8	2242.2	0.477	Cumple
12.450	25.6	368.1	269.1	2330.9	0.132	Cumple

Viga 8:

Viga 8. Tras la apertura al tráfico						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
12.450	33.0	368.1	247.2	2356.9	0.139	Cumple
23.690	2.4	353.1	1122.5	2257.1	0.453	Cumple

Viga 8. A tiempo infinito						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
12.450	33.0	368.1	247.2	2331.3	0.140	Cumple
23.690	2.4	350.2	1122.5	2242.2	0.457	Cumple

Viga 9:

Viga 9. Tras la apertura al tráfico						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
12.450	43.3	368.1	47.4	2356.9	0.098	Cumple
23.690	9.5	353.1	919.4	2256.5	0.374	Cumple

Viga 9. A tiempo infinito						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
12.450	43.3	368.1	47.4	2332.1	0.098	Cumple
23.690	9.5	350.2	919.4	2241.6	0.377	Cumple

Viga 10:

Viga 10. Tras la apertura al tráfico						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
12.450	40.7	368.1	30.8	2353.3	0.088	Cumple
23.690	45.7	353.1	680.4	2254.1	0.352	Cumple

Viga 10. A tiempo infinito						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
12.450	40.7	368.1	30.8	2329.8	0.088	Cumple
23.690	45.7	350.2	680.4	2239.6	0.355	Cumple

13.3 Resumen de armaduras

Viga 1		
Distancia al eje 1	A_t	A_l
(m)	(cm^2/m)	(cm^2)
-0.490	0.0	0.00
-0.001	0.0	0.01
0.000	1.3	3.37
0.001	1.3	3.51
0.690	1.3	3.62

1.210	1.1	3.32
1.383	1.1	3.35
2.176	1.1	3.43
2.767	1.2	3.48
4.150	1.2	3.47
5.533	1.1	3.26
6.917	1.0	2.95
8.300	0.9	2.74
9.683	0.9	2.63
11.067	0.9	2.69
12.450	1.0	2.96
13.833	1.1	3.16
15.217	1.1	3.26
16.600	1.1	3.29
17.983	1.1	3.25
19.367	1.1	3.16
20.750	1.0	3.05
22.133	0.9	2.73
22.724	0.8	2.52
23.517	0.5	1.44
23.690	0.5	1.37
24.210	0.5	1.29
24.899	0.4	0.97
24.900	0.4	1.08
24.901	0.0	0.01
25.390	0.0	0.00

Viga 2

Distancia al eje 1	A_t	A_l
(m)	(cm^2/m)	(cm^2)
-0.490	0.0	0.00
-0.001	0.0	0.00
0.000	0.5	1.40
0.001	0.5	1.40
0.690	0.6	1.65
1.210	0.6	1.66
1.383	0.7	2.05
2.176	0.9	2.55
2.767	0.9	2.68
4.150	1.0	2.89
5.533	1.0	2.92
6.917	1.0	2.87
8.300	1.0	2.88
9.683	1.0	2.93
11.067	1.0	3.04
12.450	1.1	3.20
13.833	1.2	3.46
15.217	1.2	3.64
16.600	1.3	3.76
17.983	1.3	3.88
19.367	1.3	3.93
20.750	1.3	3.94
22.133	1.2	3.69
22.724	1.1	3.28
23.517	0.8	2.32
23.690	0.7	2.14
24.210	0.7	1.76
24.899	0.4	0.97
24.900	0.4	0.96
24.901	0.0	0.00
25.390	0.0	0.00

Viga 3

Distancia al eje 1	A_t	A_l
(m)	(cm^2/m)	(cm^2)
-0.490	0.0	0.00
-0.001	0.0	0.00

0.000	0.4	1.20
0.001	0.4	1.20
0.690	0.6	1.59
1.210	0.7	1.95
1.383	0.7	2.16
2.176	0.8	2.47
2.767	0.9	2.60
4.150	0.8	2.39
5.533	0.8	2.51
6.917	0.9	2.64
8.300	0.9	2.79
9.683	1.0	2.96
11.067	1.0	3.13
12.450	1.1	3.29
13.833	1.1	3.42
15.217	1.2	3.66
16.600	1.3	3.83
17.983	1.3	3.94
19.367	1.3	4.02
20.750	1.3	4.00
22.133	1.2	3.73
22.724	1.1	3.36
23.517	0.9	2.72
23.690	0.8	2.46
24.210	0.7	1.93
24.899	0.5	1.42
24.900	0.5	1.42
24.901	0.0	0.00
25.390	0.0	0.00

Viga 4

Distancia al eje 1	A_t	A_l
(m)	(cm^2/m)	(cm^2)
-0.490	0.0	0.00
-0.001	0.0	0.00
0.000	0.5	1.28
0.001	0.5	1.28
0.690	0.7	1.92
1.210	0.7	2.21
1.383	0.8	2.37
2.176	1.0	3.10
2.767	1.2	3.47
4.150	1.2	3.69
5.533	1.2	3.69
6.917	1.2	3.67
8.300	1.2	3.64
9.683	1.2	3.61
11.067	1.2	3.58
12.450	1.2	3.57
13.833	1.2	3.61
15.217	1.2	3.70
16.600	1.3	3.87
17.983	1.3	3.98
19.367	1.4	4.07
20.750	1.3	4.02
22.133	1.3	3.74
22.724	1.2	3.47
23.517	0.9	2.69
23.690	0.7	2.15
24.210	0.8	2.07
24.899	0.6	1.73
24.900	0.6	1.73
24.901	0.0	0.00
25.390	0.0	0.00

Viga 5

Distancia al eje 1	A_t	A_l

(m)	(cm^2/m)	(cm^2)
-0.490	0.0	0.00
-0.001	0.0	0.00
0.000	0.8	2.18
0.001	0.8	2.18
0.690	0.9	2.54
1.210	0.9	2.55
1.383	0.9	2.63
2.176	1.3	3.83
2.767	1.4	4.07
4.150	1.4	4.32
5.533	1.4	4.28
6.917	1.4	4.15
8.300	1.3	4.01
9.683	1.3	3.84
11.067	1.2	3.66
12.450	1.2	3.56
13.833	1.2	3.57
15.217	1.2	3.73
16.600	1.3	3.91
17.983	1.4	4.15
19.367	1.4	4.25
20.750	1.4	4.27
22.133	1.3	3.87
22.724	1.2	3.44
23.517	1.0	2.89
23.690	0.9	2.78
24.210	1.0	2.70
24.899	0.8	2.22
24.900	0.8	2.22
24.901	0.0	0.00
25.390	0.0	0.00

Viga 6

Distancia al eje 1	A_t	A_l
(m)	(cm^2/m)	(cm^2)
-0.490	0.0	0.00
-0.001	0.0	0.00
0.000	0.8	2.22
0.001	0.8	2.22
0.690	1.0	2.70
1.210	0.9	2.78
1.383	1.0	2.89
2.176	1.2	3.44
2.767	1.3	3.87
4.150	1.4	4.27
5.533	1.4	4.25
6.917	1.4	4.15
8.300	1.3	3.91
9.683	1.2	3.73
11.067	1.2	3.57
12.450	1.2	3.56
13.833	1.2	3.66
15.217	1.3	3.84
16.600	1.3	4.01
17.983	1.4	4.15
19.367	1.4	4.28
20.750	1.4	4.32
22.133	1.4	4.07
22.724	1.3	3.83
23.517	0.9	2.63
23.690	0.9	2.55
24.210	0.9	2.53
24.899	0.8	2.18
24.900	0.8	2.18
24.901	0.0	0.00
25.390	0.0	0.00

Viga 7

Distancia al eje 1	A_t	A_l
(m)	(cm^2/m)	(cm^2)
-0.490	0.0	0.00
-0.001	0.0	0.00
0.000	0.6	1.73
0.001	0.6	1.73
0.690	0.8	2.07
1.210	0.7	2.15
1.383	0.9	2.69
2.176	1.2	3.47
2.767	1.2	3.74
4.150	1.3	4.02
5.533	1.4	4.07
6.917	1.3	3.98
8.300	1.3	3.87
9.683	1.2	3.70
11.067	1.2	3.61
12.450	1.2	3.57
13.833	1.2	3.58
15.217	1.2	3.61
16.600	1.2	3.64
17.983	1.2	3.67
19.367	1.2	3.69
20.750	1.2	3.69
22.133	1.2	3.47
22.724	1.0	3.10
23.517	0.8	2.37
23.690	0.7	2.21
24.210	0.7	1.92
24.899	0.5	1.28
24.900	0.5	1.28
24.901	0.0	0.00
25.390	0.0	0.00

Viga 8

Distancia al eje 1	A_t	A_l
(m)	(cm^2/m)	(cm^2)
-0.490	0.0	0.00
-0.001	0.0	0.00
0.000	0.5	1.42
0.001	0.5	1.42
0.690	0.7	1.93
1.210	0.8	2.46
1.383	0.9	2.72
2.176	1.1	3.36
2.767	1.2	3.73
4.150	1.3	4.00
5.533	1.3	4.02
6.917	1.3	3.94
8.300	1.3	3.83
9.683	1.2	3.66
11.067	1.1	3.42
12.450	1.1	3.29
13.833	1.0	3.13
15.217	1.0	2.96
16.600	0.9	2.79
17.983	0.9	2.64
19.367	0.8	2.51
20.750	0.8	2.39
22.133	0.9	2.60
22.724	0.8	2.47
23.517	0.7	2.16
23.690	0.7	1.95
24.210	0.6	1.59
24.899	0.4	1.20

24.900	0.4	1.20
24.901	0.0	0.00
25.390	0.0	0.00

Viga 9

Distancia al eje 1	A_t	A_l
(m)	(cm^2/m)	(cm^2)
-0.490	0.0	0.00
-0.001	0.0	0.00
0.000	0.4	0.96
0.001	0.4	0.96
0.690	0.7	1.76
1.210	0.7	2.14
1.383	0.8	2.32
2.176	1.1	3.28
2.767	1.2	3.69
4.150	1.3	3.94
5.533	1.3	3.93
6.917	1.3	3.88
8.300	1.3	3.76
9.683	1.2	3.64
11.067	1.2	3.46
12.450	1.1	3.20
13.833	1.0	3.04
15.217	1.0	2.93
16.600	1.0	2.88
17.983	1.0	2.87
19.367	1.0	2.92
20.750	1.0	2.89
22.133	0.9	2.68
22.724	0.9	2.55
23.517	0.7	2.05
23.690	0.6	1.66
24.210	0.6	1.65
24.899	0.5	1.40
24.900	0.5	1.40
24.901	0.0	0.00
25.390	0.0	0.00

Viga 10

Distancia al eje 1	A_t	A_l
(m)	(cm^2/m)	(cm^2)
-0.490	0.0	0.00
-0.001	0.0	0.01
0.000	0.4	1.08
0.001	0.4	0.97
0.690	0.5	1.29
1.210	0.5	1.37
1.383	0.5	1.44
2.176	0.8	2.52
2.767	0.9	2.73
4.150	1.0	3.05
5.533	1.1	3.16
6.917	1.1	3.25
8.300	1.1	3.29
9.683	1.1	3.26
11.067	1.1	3.16
12.450	1.0	2.96
13.833	0.9	2.69
15.217	0.9	2.63
16.600	0.9	2.74
17.983	1.0	2.95
19.367	1.1	3.26
20.750	1.2	3.47
22.133	1.2	3.48
22.724	1.1	3.43
23.517	1.1	3.35

23.690	1.1	3.32
24.210	1.3	3.62
24.899	1.3	3.51
24.900	1.3	3.37
24.901	0.0	0.01
25.390	0.0	0.00

13.4 Resumen de verificaciones

Viga 1. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 6. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 7. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 8. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 9. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 10. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

14 RASANTE VIGA - LOSA

14.1 Resumen de armaduras

Viga 1

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	12.450	12.450	35.2
3	12.450	24.900	12.450	35.2
4	24.900	25.400	0.500	0.0

Viga 2

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	12.450	12.450	35.2
3	12.450	24.900	12.450	35.2
4	24.900	25.400	0.500	0.0

Viga 3

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	12.450	12.450	35.2
3	12.450	24.900	12.450	35.2
4	24.900	25.400	0.500	0.0

Viga 4

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	12.450	12.450	35.2
3	12.450	24.900	12.450	35.2
4	24.900	25.400	0.500	0.0

Viga 5

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	12.450	12.450	35.2
3	12.450	24.900	12.450	35.2
4	24.900	25.400	0.500	0.0

Viga 6

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	12.450	12.450	35.2
3	12.450	24.900	12.450	35.2
4	24.900	25.400	0.500	0.0

Viga 7

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	12.450	12.450	35.2
3	12.450	24.900	12.450	35.2
4	24.900	25.400	0.500	0.0

Viga 8

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	12.450	12.450	35.2
3	12.450	24.900	12.450	35.2
4	24.900	25.400	0.500	0.0

Viga 9

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	12.450	12.450	35.2
3	12.450	24.900	12.450	35.2
4	24.900	25.400	0.500	0.0

Viga 10

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	12.450	12.450	35.2
3	12.450	24.900	12.450	35.2
4	24.900	25.400	0.500	0.0

14.2 Resumen de verificaciones

Viga 1. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 6. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 7. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 8. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 9. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 10. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

15 RASANTE EN EL ALA INFERIOR DE LAS VIGAS

15.1 Resumen de armaduras

Viga 1

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	12.450	12.450	4.1
3	12.450	24.900	12.450	4.1
4	24.900	25.400	0.500	0.0

Viga 2

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	12.450	12.450	4.1
3	12.450	24.900	12.450	4.1
4	24.900	25.400	0.500	0.0

Viga 3

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	12.450	12.450	4.1
3	12.450	24.900	12.450	4.1
4	24.900	25.400	0.500	0.0

Viga 4

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	12.450	12.450	4.1
3	12.450	24.900	12.450	4.1
4	24.900	25.400	0.500	0.0

Viga 5

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0

2	0.000	12.450	12.450	4.1
3	12.450	24.900	12.450	4.1
4	24.900	25.400	0.500	0.0

Viga 6

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	12.450	12.450	4.1
3	12.450	24.900	12.450	4.1
4	24.900	25.400	0.500	0.0

Viga 7

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	12.450	12.450	4.1
3	12.450	24.900	12.450	4.1
4	24.900	25.400	0.500	0.0

Viga 8

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	12.450	12.450	4.1
3	12.450	24.900	12.450	4.1
4	24.900	25.400	0.500	0.0

Viga 9

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	12.450	12.450	4.1
3	12.450	24.900	12.450	4.1
4	24.900	25.400	0.500	0.0

Viga 10

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	12.450	12.450	4.1
3	12.450	24.900	12.450	4.1
4	24.900	25.400	0.500	0.0

15.2 Resumen de verificaciones

Viga 1. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 6. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 7. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 8. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 9. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 10. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

16 RASANTE EN EL ALA SUPERIOR DE LAS VIGAS

16.1 Resumen de armaduras

Viga 1				Armadura necesaria	
Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Ala superior viga	Losa
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0	0.0
2	0.000	12.450	12.450	4.2	5.0
3	12.450	24.900	12.450	4.2	5.0
4	24.900	25.400	0.500	0.0	0.0

Viga 2				Armadura necesaria	
Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Ala superior viga	Losa
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0	0.0
2	0.000	12.450	12.450	4.2	4.9
3	12.450	24.900	12.450	4.2	4.9
4	24.900	25.400	0.500	0.0	0.0

Viga 3				Armadura necesaria	
Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Ala superior viga	Losa
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0	0.0
2	0.000	12.450	12.450	4.2	4.9
3	12.450	24.900	12.450	4.2	4.9
4	24.900	25.400	0.500	0.0	0.0

Viga 4				Armadura necesaria	
Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Ala superior viga	Losa
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0	0.0
2	0.000	12.450	12.450	4.2	4.9
3	12.450	24.900	12.450	4.2	4.9
4	24.900	25.400	0.500	0.0	0.0

Viga 5				Armadura necesaria	
Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Ala superior viga	Losa
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0	0.0
2	0.000	12.450	12.450	4.2	4.9
3	12.450	24.900	12.450	4.2	4.9
4	24.900	25.400	0.500	0.0	0.0

Viga 6				Armadura necesaria	
Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Ala superior viga	Losa
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0	0.0
2	0.000	12.450	12.450	4.2	4.9
3	12.450	24.900	12.450	4.2	4.9
4	24.900	25.400	0.500	0.0	0.0

Viga 7				Armadura necesaria	
Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Ala superior viga	Losa
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0	0.0
2	0.000	12.450	12.450	4.2	4.9
3	12.450	24.900	12.450	4.2	4.9
4	24.900	25.400	0.500	0.0	0.0

Viga 8				Armadura necesaria	
Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Ala superior viga	Losa
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0	0.0
2	0.000	12.450	12.450	4.2	4.9
3	12.450	24.900	12.450	4.2	4.9
4	24.900	25.400	0.500	0.0	0.0

Viga 9				Armadura necesaria	
Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Ala superior viga	Losa
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0	0.0
2	0.000	12.450	12.450	4.2	4.9
3	12.450	24.900	12.450	4.2	4.9
4	24.900	25.400	0.500	0.0	0.0

Viga 10				Armadura necesaria	
Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Ala superior viga	Losa
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0	0.0
2	0.000	12.450	12.450	4.2	5.0
3	12.450	24.900	12.450	4.2	5.0
4	24.900	25.400	0.500	0.0	0.0

16.2 Resumen de verificaciones

Viga 1. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 6. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 7. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 8. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 9. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 10. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

17 Flechas

17.1 Flechas características

En este apartado se listan las flechas producidas por cada una de las acciones, sin mayorar.
Se listan los valores mínimos y máximos a lo largo de cada viga.

$\delta_{mín}$: Flecha mínima (negativa si es descendente).
$\delta_{máx}$: Flecha máxima (negativa si es descendente).

Viga	Peso propio de las vigas (PV)		Pretesado instantáneo (PI)		Peso propio de la losa (PL)		Superestructura (SE)	
	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1	-19.4	1.2	-4.3	56.7	-23.4	1.5	-10.2	0.0
2	-19.4	1.2	-4.3	56.7	-22.8	1.5	-8.2	0.0
3	-19.4	1.2	-4.3	56.7	-22.8	1.5	-6.8	0.0
4	-19.4	1.2	-4.3	56.7	-22.8	1.5	-5.9	0.0
5	-19.4	1.2	-4.3	56.7	-22.8	1.5	-5.5	0.0
6	-19.4	1.2	-4.3	56.7	-22.8	1.5	-5.5	0.0
7	-19.4	1.2	-4.3	56.7	-22.8	1.5	-5.9	0.0
8	-19.4	1.2	-4.3	56.7	-22.8	1.5	-6.8	0.0
9	-19.4	1.2	-4.3	56.7	-22.8	1.5	-8.2	0.0
10	-19.4	1.2	-4.3	56.7	-23.4	1.5	-10.2	0.0

Viga	Tráfico en aceras (TRA)		Tráfico en plataforma (TRP)		Gradiente térmico (GT)		Pérdidas de pretesado hasta el fraguado de la losa (PPS)	
	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1	-3.9	0.0	-3.3	0.8	-4.3	5.7	-1.9	0.1
2	-2.6	0.0	-9.2	0.2	-4.2	5.5	-1.9	0.1
3	-1.5	0.0	-15.1	0.0	-4.2	5.5	-1.9	0.1
4	-0.7	0.0	-17.6	0.0	-4.2	5.5	-1.9	0.1
5	-0.2	0.0	-18.1	0.0	-4.2	5.5	-1.9	0.1
6	-0.2	0.0	-18.1	0.0	-4.2	5.5	-1.9	0.1
7	-0.7	0.0	-17.6	0.0	-4.2	5.5	-1.9	0.1
8	-1.5	0.0	-15.1	0.0	-4.2	5.5	-1.9	0.1
9	-2.6	0.0	-9.2	0.2	-4.2	5.5	-1.9	0.1
10	-3.9	0.0	-3.3	0.8	-4.3	5.7	-1.9	0.1

Viga	Pérdidas de pretesado entre el fraguado de la losa y tiempo infinito (PPC)		Viento vertical (VI)		Valor frecuente del tráfico en plataforma (TRP1)	
	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1	-3.4	0.3	-3.0	3.0	-2.0	0.5
2	-3.6	0.3	-2.7	2.7	-5.6	0.1
3	-3.7	0.3	-2.5	2.5	-9.4	0.0
4	-3.7	0.3	-2.1	2.1	-11.0	0.0
5	-3.7	0.3	-1.6	1.6	-11.1	0.0
6	-3.7	0.3	-1.6	1.6	-11.1	0.0
7	-3.7	0.3	-2.1	2.1	-11.0	0.0
8	-3.7	0.3	-2.5	2.5	-9.4	0.0
9	-3.6	0.3	-2.7	2.7	-5.6	0.1
10	-3.4	0.3	-3.0	3.0	-2.0	0.5

17.2 Situación persistente. Combinación característica

Las flechas que se listan en este apartado incluyen las flechas por fluencia de las cargas permanentes en el instante a tiempo infinito.

Se listan los valores mínimos y máximos a lo largo de cada viga.

No se están compatilizando las deformaciones diferidas entre viga y losa producidas por las acciones permanentes que actúan inicialmente sobre la viga aislada

$\delta_{mín}$: Flecha mínima (negativa si es descendente).
$\delta_{máx}$: Flecha máxima (negativa si es descendente).

Viga	Tras la transferencia del pretesado		Tras el hormigonado de la losa		Tras la disposición de la superestructura		Tras la apertura al tráfico	
	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1	-3.2	40.2	-1.6	15.3	-1.6	5.7	-10.7	11.5
2	-3.2	40.2	-1.6	15.8	-1.6	8.4	-12.7	14.0
3	-3.2	40.2	-1.6	15.8	-1.6	10.3	-16.2	15.7
4	-3.2	40.2	-1.6	15.8	-1.6	11.5	-16.9	16.9
5	-3.2	40.2	-1.6	15.8	-1.6	12.1	-16.5	17.5
6	-3.2	40.2	-1.6	15.8	-1.6	12.1	-16.5	17.5
7	-3.2	40.2	-1.6	15.8	-1.6	11.5	-16.9	16.9
8	-3.2	40.2	-1.6	15.8	-1.6	10.3	-16.2	15.7
9	-3.2	40.2	-1.6	15.8	-1.6	8.4	-12.7	14.0
10	-3.2	40.2	-1.6	15.3	-1.6	5.7	-10.7	11.5

Viga	Tiempo infinito. Todas las acciones		Tiempo infinito. Acciones permanentes	
	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1	-11.2	18.2	-3.4	12.7
2	-10.7	23.6	-3.4	18.1
3	-12.9	27.1	-3.4	21.7
4	-12.7	29.5	-3.4	24.0
5	-12.0	30.6	-3.4	25.2
6	-12.0	30.6	-3.4	25.2
7	-12.7	29.5	-3.4	24.0
8	-12.9	27.1	-3.4	21.7
9	-10.7	23.6	-3.4	18.1
10	-11.2	18.2	-3.4	12.7

17.3 Verificación de flechas

En este apartado se comparan las flechas debidas a las cargas variables en situación frecuente con la flecha admisible.

Viga			Flecha admisible	Observación
	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{admisible}$	
	(mm)	(mm)	(mm)	
1	-3.5	0.5	-24.9	Cumple
2	-6.7	0.1	-24.9	Cumple
3	-10.0	0.0	-24.9	Cumple
4	-11.2	0.0	-24.9	Cumple
5	-11.2	0.0	-24.9	Cumple
6	-11.2	0.0	-24.9	Cumple
7	-11.2	0.0	-24.9	Cumple
8	-10.0	0.0	-24.9	Cumple
9	-6.7	0.1	-24.9	Cumple
10	-3.5	0.5	-24.9	Cumple

17.3.1 Resumen de verificaciones

Viga 1. Verifica la comprobación.

Viga 2. Verifica la comprobación.

Viga 3. Verifica la comprobación.

Viga 4. Verifica la comprobación.

Viga 5. Verifica la comprobación.

Viga 6. Verifica la comprobación.

Viga 7. Verifica la comprobación.

Viga 8. Verifica la comprobación.

Viga 9. Verifica la comprobación.

Viga 10. Verifica la comprobación.

18 Giros

18.1 Giros característicos

En este apartado se listan los giros producidos por cada una de las acciones, sin mayorar.
Se listan los valores en los 2 apoyos de cada viga.

$\theta_{mín}$: Giro mínimo (positivo en sentido antihorario).
$\theta_{máx}$: Giro máximo (positivo en sentido antihorario).

Viga	Apoyo	Peso propio de las vigas (PV)		Pretesado instantáneo (PI)		Peso propio de la losa (PL)		Superestructura (SE)	
		$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$	$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$	$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$	$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$
		(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)
1	1	-0.002488	-0.002488	0.008623	0.008623	-0.003006	-0.003006	-0.001307	-0.001321
1	2	0.002488	0.002488	-0.008623	-0.008623	0.003006	0.003006	0.001301	0.001284
2	1	-0.002488	-0.002488	0.008623	0.008623	-0.002932	-0.002932	-0.000933	-0.001015
2	2	0.002488	0.002488	-0.008623	-0.008623	0.002932	0.002932	0.001073	0.001006
3	1	-0.002488	-0.002488	0.008623	0.008623	-0.002932	-0.002932	-0.000715	-0.000860
3	2	0.002488	0.002488	-0.008623	-0.008623	0.002932	0.002932	0.000882	0.000750
4	1	-0.002488	-0.002488	0.008623	0.008623	-0.002932	-0.002932	-0.000561	-0.000755
4	2	0.002488	0.002488	-0.008623	-0.008623	0.002932	0.002932	0.000762	0.000575
5	1	-0.002488	-0.002488	0.008623	0.008623	-0.002932	-0.002932	-0.000490	-0.000707
5	2	0.002488	0.002488	-0.008623	-0.008623	0.002932	0.002932	0.000708	0.000493
6	1	-0.002488	-0.002488	0.008623	0.008623	-0.002932	-0.002932	-0.000493	-0.000708
6	2	0.002488	0.002488	-0.008623	-0.008623	0.002932	0.002932	0.000707	0.000490
7	1	-0.002488	-0.002488	0.008623	0.008623	-0.002932	-0.002932	-0.000575	-0.000762
7	2	0.002488	0.002488	-0.008623	-0.008623	0.002932	0.002932	0.000755	0.000561
8	1	-0.002488	-0.002488	0.008623	0.008623	-0.002932	-0.002932	-0.000750	-0.000882
8	2	0.002488	0.002488	-0.008623	-0.008623	0.002932	0.002932	0.000860	0.000715
9	1	-0.002488	-0.002488	0.008623	0.008623	-0.002932	-0.002932	-0.001006	-0.001073
9	2	0.002488	0.002488	-0.008623	-0.008623	0.002932	0.002932	0.001015	0.000933
10	1	-0.002488	-0.002488	0.008623	0.008623	-0.003006	-0.003006	-0.001284	-0.001301
10	2	0.002488	0.002488	-0.008623	-0.008623	0.003006	0.003006	0.001321	0.001307

Viga	Apoyo	Tráfico en aceras (TRA)		Tráfico en plataforma (TRP)		Gradiente térmico (GT)		Pérdidas de pretesado hasta el fraguado de la losa (PPS)	
		$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$	$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$	$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$	$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$
		(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)
1	1	0.000000	-0.000505	0.000075	-0.000390	0.000912	-0.000695	-0.000296	-0.000296
1	2	0.000491	0.000000	0.000399	-0.000053	0.000693	-0.000909	0.000296	0.000296
2	1	0.000000	-0.000316	0.000018	-0.001277	0.000885	-0.000675	-0.000297	-0.000297

2	2	0.000354	0.000000	0.001031	0.000000	0.000678	-0.000890	0.000297	0.000297
3	1	0.000000	-0.000181	0.000000	-0.001988	0.000884	-0.000674	-0.000297	-0.000297
3	2	0.000205	0.000000	0.001808	0.000000	0.000673	-0.000883	0.000297	0.000297
4	1	0.000003	-0.000080	0.000000	-0.002205	0.000885	-0.000674	-0.000297	-0.000297
4	2	0.000090	0.000000	0.002220	0.000000	0.000673	-0.000883	0.000297	0.000297
5	1	0.000000	-0.000024	0.000000	-0.002285	0.000885	-0.000674	-0.000297	-0.000297
5	2	0.000025	0.000000	0.002288	0.000000	0.000674	-0.000885	0.000297	0.000297
6	1	0.000000	-0.000025	0.000000	-0.002290	0.000885	-0.000674	-0.000297	-0.000297
6	2	0.000024	0.000000	0.002284	0.000000	0.000674	-0.000885	0.000297	0.000297
7	1	0.000000	-0.000090	0.000000	-0.002221	0.000883	-0.000673	-0.000297	-0.000297
7	2	0.000080	-0.000003	0.002203	0.000000	0.000674	-0.000885	0.000297	0.000297
8	1	0.000000	-0.000205	0.000000	-0.001809	0.000883	-0.000673	-0.000297	-0.000297
8	2	0.000181	0.000000	0.001987	0.000000	0.000674	-0.000884	0.000297	0.000297
9	1	0.000000	-0.000354	0.000000	-0.001030	0.000890	-0.000678	-0.000297	-0.000297
9	2	0.000316	0.000000	0.001279	-0.000018	0.000675	-0.000885	0.000297	0.000297
10	1	0.000000	-0.000491	0.000053	-0.000400	0.000909	-0.000693	-0.000296	-0.000296
10	2	0.000505	0.000000	0.000389	-0.000075	0.000695	-0.000912	0.000296	0.000296

Viga	Apoyo	Pérdidas de pretesado entre el fraguado de la losa y tiempo infinito (PPC)		Viento vertical (VI)		Valor frecuente del tráfico en plataforma (TRP1)	
		$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$	$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$	$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$
		(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)
1	1	-0.000541	-0.000541	0.000384	-0.000384	0.000056	-0.000239
1	2	0.000542	0.000542	0.000378	-0.000378	0.000244	-0.000040
2	1	-0.000561	-0.000561	0.000339	-0.000339	0.000013	-0.000788
2	2	0.000558	0.000558	0.000344	-0.000344	0.000635	0.000000
3	1	-0.000570	-0.000570	0.000317	-0.000317	0.000000	-0.001233
3	2	0.000568	0.000568	0.000316	-0.000316	0.001116	0.000000
4	1	-0.000575	-0.000575	0.000275	-0.000275	0.000000	-0.001376
4	2	0.000575	0.000575	0.000280	-0.000280	0.001381	0.000000
5	1	-0.000578	-0.000578	0.000202	-0.000202	0.000000	-0.001406
5	2	0.000578	0.000578	0.000218	-0.000218	0.001406	0.000000
6	1	-0.000578	-0.000578	0.000218	-0.000218	0.000000	-0.001407
6	2	0.000578	0.000578	0.000202	-0.000202	0.001406	0.000000
7	1	-0.000575	-0.000575	0.000280	-0.000280	0.000000	-0.001382
7	2	0.000575	0.000575	0.000275	-0.000275	0.001375	0.000000
8	1	-0.000568	-0.000568	0.000316	-0.000316	0.000000	-0.001117
8	2	0.000570	0.000570	0.000317	-0.000317	0.001233	0.000000
9	1	-0.000558	-0.000558	0.000344	-0.000344	0.000000	-0.000635
9	2	0.000561	0.000561	0.000339	-0.000339	0.000789	-0.000013
10	1	-0.000542	-0.000542	0.000378	-0.000378	0.000040	-0.000244
10	2	0.000541	0.000541	0.000384	-0.000384	0.000238	-0.000056

18.2 Situación persistente. Combinación característica

Los giros que se listan en este apartado incluyen los giros por fluencia de las cargas permanentes en el instante a tiempo infinito.
Se listan los valores en los 2 apoyos de cada viga.

$\theta_{mín}$: Giro mínimo (positivo en sentido antihorario).
$\theta_{máx}$: Giro máximo (positivo en sentido antihorario).

Viga	Apoyo	Tras la transferencia del pretesado		Tras el hormigonado de la losa		Tras la disposición de la superestructura		Tras la apertura al tráfico	
		$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$	$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$	$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$	$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$
		(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)
1	1	0.005703	0.006566	0.002401	0.003263	0.001094	0.001943	0.002061	0.000632
1	2	-0.006566	-0.005703	-0.003263	-0.002401	-0.001962	-0.001117	-0.000657	-0.002066
2	1	0.005703	0.006566	0.002474	0.003337	0.001542	0.002322	0.002440	0.000324
2	2	-0.006566	-0.005703	-0.003337	-0.002474	-0.002264	-0.001469	-0.000473	-0.002358
3	1	0.005703	0.006566	0.002474	0.003337	0.001760	0.002477	0.002644	-0.000097
3	2	-0.006566	-0.005703	-0.003337	-0.002474	-0.002454	-0.001724	-0.000037	-0.002608

4	1	0.005703	0.006566	0.002474	0.003337	0.001913	0.002582	0.002799	-0.000108
4	2	-0.006566	-0.005703	-0.003337	-0.002474	-0.002575	-0.001899	0.000139	-0.002783
5	1	0.005703	0.006566	0.002474	0.003337	0.001984	0.002630	0.002870	-0.000085
5	2	-0.006566	-0.005703	-0.003337	-0.002474	-0.002628	-0.001981	0.000089	-0.002866
6	1	0.005703	0.006566	0.002474	0.003337	0.001981	0.002628	0.002866	-0.000091
6	2	-0.006566	-0.005703	-0.003337	-0.002474	-0.002629	-0.001984	0.000083	-0.002870
7	1	0.005703	0.006566	0.002474	0.003337	0.001899	0.002575	0.002783	-0.000141
7	2	-0.006566	-0.005703	-0.003337	-0.002474	-0.002582	-0.001913	0.000106	-0.002799
8	1	0.005703	0.006566	0.002474	0.003337	0.001724	0.002454	0.002608	0.000037
8	2	-0.006566	-0.005703	-0.003337	-0.002474	-0.002477	-0.001760	0.000096	-0.002644
9	1	0.005703	0.006566	0.002474	0.003337	0.001469	0.002264	0.002358	0.000473
9	2	-0.006566	-0.005703	-0.003337	-0.002474	-0.002322	-0.001541	-0.000323	-0.002440
10	1	0.005703	0.006566	0.002401	0.003263	0.001117	0.001962	0.002066	0.000656
10	2	-0.006566	-0.005703	-0.003263	-0.002401	-0.001943	-0.001094	-0.000632	-0.002061

Viga	Apoyo	A tiempo infinito	
		$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$
		(rad)	(rad)
1	1	0.003347	0.002885
1	2	-0.002928	-0.003374
2	1	0.004158	0.002942
2	2	-0.004091	-0.004995
3	1	0.004567	0.002664
3	2	-0.002777	-0.004497
4	1	0.004867	0.002750
4	2	-0.002712	-0.004837
5	1	0.005005	0.002817
5	2	-0.003509	-0.005483
6	1	0.004999	0.002810
6	2	-0.002819	-0.005005
7	1	0.004838	0.002711
7	2	-0.002752	-0.004867
8	1	0.004497	0.002777
8	2	-0.002665	-0.004567
9	1	0.004007	0.003037
9	2	-0.003938	-0.005075
10	1	0.003374	0.002927
10	2	-0.002885	-0.003347

El usuario no ha definido cargas de fatiga

20 CÁLCULO DE LA CUANTÍA DE ACERO EN LAS VIGAS

20.1 Cálculo de la armadura de difusión del pretensado

El cálculo de la armadura de difusión del pretensado se realiza mediante un modelo de elementos finitos de la viga.

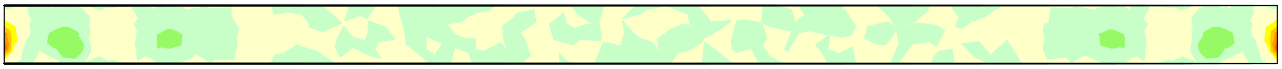
Viga 1:

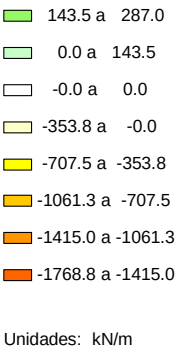
Esfuerzos N_y (Tensión normal vertical) :

Difusión del pretensado

Viga 10

Ny (Tensión normal vertical)





Cuantías de armadura a disponer en los distintos tramos en los que se divide la viga :

Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)
0.996	5.5	0.996	0.0	0.996	0.0	0.996	0.4
0.996	0.4	0.996	0.0	0.996	0.0	0.996	5.5
0.996	1.4	0.996	0.0	0.996	0.0		
0.996	0.2	0.996	0.0	0.996	0.0		
0.996	0.0	0.996	0.0	0.996	0.0		
0.996	0.0	0.996	0.0	0.996	0.0		
0.996	0.0	0.996	0.0	0.996	0.2		
0.996	0.0	0.996	0.0	0.996	1.4		

A_s : Cuantía vertical a disponer en cada tramo.

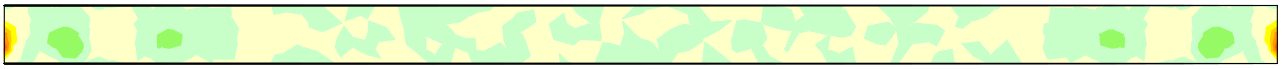
Viga 2:

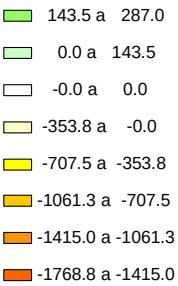
Esfuerzos N_y (Tensión normal vertical) :

Difusión del pretensado

Viga 10

Ny (Tensión normal vertical)





Unidades: kN/m

Cuantías de armadura a disponer en los distintos tramos en los que se divide la viga :

Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)
0.996	5.5	0.996	0.0	0.996	0.0	0.996	0.4
0.996	0.4	0.996	0.0	0.996	0.0	0.996	5.5
0.996	1.4	0.996	0.0	0.996	0.0		
0.996	0.2	0.996	0.0	0.996	0.0		
0.996	0.0	0.996	0.0	0.996	0.0		
0.996	0.0	0.996	0.0	0.996	0.0		
0.996	0.0	0.996	0.0	0.996	0.2		
0.996	0.0	0.996	0.0	0.996	1.4		

A_s : Cuantía vertical a disponer en cada tramo.

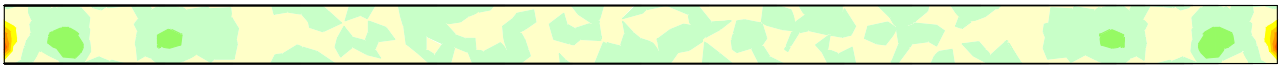
Viga 3:

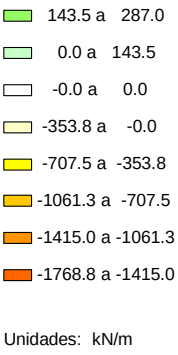
Esfuerzos N_y (Tensión normal vertical) :

Difusión del pretensado

Viga 10

Ny (Tensión normal vertical)





Cuantías de armadura a disponer en los distintos tramos en los que se divide la viga :

Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)
0.996	5.5	0.996	0.0	0.996	0.0	0.996	0.4
0.996	0.4	0.996	0.0	0.996	0.0	0.996	5.5
0.996	1.4	0.996	0.0	0.996	0.0		
0.996	0.2	0.996	0.0	0.996	0.0		
0.996	0.0	0.996	0.0	0.996	0.0		
0.996	0.0	0.996	0.0	0.996	0.0		
0.996	0.0	0.996	0.0	0.996	0.2		
0.996	0.0	0.996	0.0	0.996	1.4		

A_s : Cuantía vertical a disponer en cada tramo.

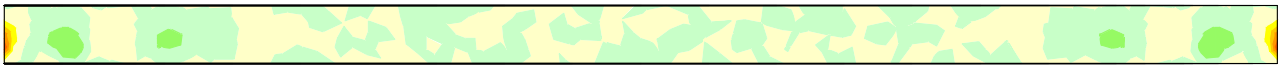
Viga 4:

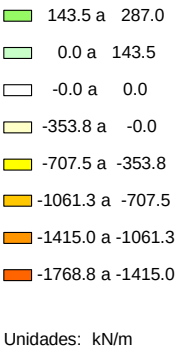
Esfuerzos N_y (Tensión normal vertical) :

Difusión del pretensado

Viga 10

Ny (Tensión normal vertical)





Cuantías de armadura a disponer en los distintos tramos en los que se divide la viga :

Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)
0.996	5.5	0.996	0.0	0.996	0.0	0.996	0.4
0.996	0.4	0.996	0.0	0.996	0.0	0.996	5.5
0.996	1.4	0.996	0.0	0.996	0.0		
0.996	0.2	0.996	0.0	0.996	0.0		
0.996	0.0	0.996	0.0	0.996	0.0		
0.996	0.0	0.996	0.0	0.996	0.0		
0.996	0.0	0.996	0.0	0.996	0.2		
0.996	0.0	0.996	0.0	0.996	1.4		

A_s : Cuantía vertical a disponer en cada tramo.

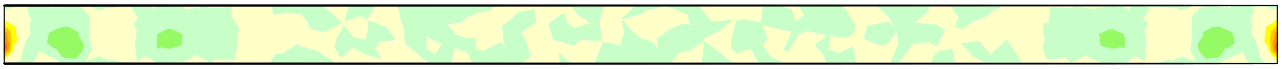
Viga 5:

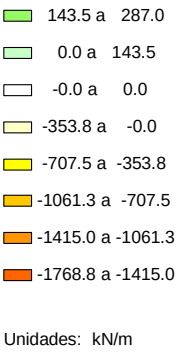
Esfuerzos N_y (Tensión normal vertical) :

Difusión del pretensado

Viga 10

Ny (Tensión normal vertical)





Cuantías de armadura a disponer en los distintos tramos en los que se divide la viga :

Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)
0.996	5.5	0.996	0.0	0.996	0.0	0.996	0.4
0.996	0.4	0.996	0.0	0.996	0.0	0.996	5.5
0.996	1.4	0.996	0.0	0.996	0.0		
0.996	0.2	0.996	0.0	0.996	0.0		
0.996	0.0	0.996	0.0	0.996	0.0		
0.996	0.0	0.996	0.0	0.996	0.0		
0.996	0.0	0.996	0.0	0.996	0.2		
0.996	0.0	0.996	0.0	0.996	1.4		

A_s : Cuantía vertical a disponer en cada tramo.

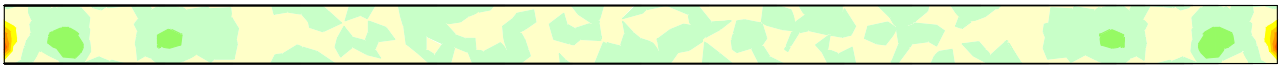
Viga 6:

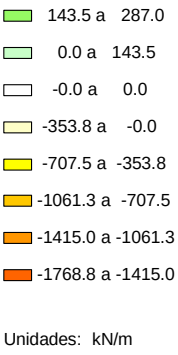
Esfuerzos N_y (Tensión normal vertical) :

Difusión del pretensado

Viga 10

Ny (Tensión normal vertical)





Cuantías de armadura a disponer en los distintos tramos en los que se divide la viga :

Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)
0.996	5.5	0.996	0.0	0.996	0.0	0.996	0.4
0.996	0.4	0.996	0.0	0.996	0.0	0.996	5.5
0.996	1.4	0.996	0.0	0.996	0.0		
0.996	0.2	0.996	0.0	0.996	0.0		
0.996	0.0	0.996	0.0	0.996	0.0		
0.996	0.0	0.996	0.0	0.996	0.0		
0.996	0.0	0.996	0.0	0.996	0.2		
0.996	0.0	0.996	0.0	0.996	1.4		

A_s : Cuantía vertical a disponer en cada tramo.

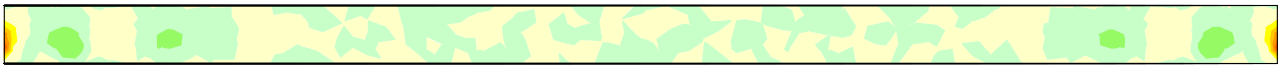
Viga 7:

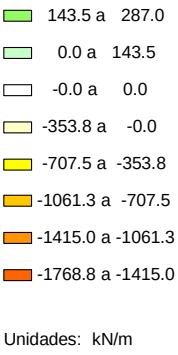
Esfuerzos N_y (Tensión normal vertical) :

Difusión del pretensado

Viga 10

Ny (Tensión normal vertical)





Cuantías de armadura a disponer en los distintos tramos en los que se divide la viga :

Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)
0.996	5.5	0.996	0.0	0.996	0.0	0.996	0.4
0.996	0.4	0.996	0.0	0.996	0.0	0.996	5.5
0.996	1.4	0.996	0.0	0.996	0.0		
0.996	0.2	0.996	0.0	0.996	0.0		
0.996	0.0	0.996	0.0	0.996	0.0		
0.996	0.0	0.996	0.0	0.996	0.0		
0.996	0.0	0.996	0.0	0.996	0.2		
0.996	0.0	0.996	0.0	0.996	1.4		

A_s : Cuantía vertical a disponer en cada tramo.

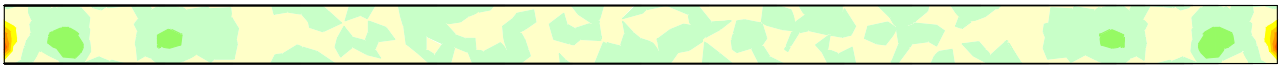
Viga 8:

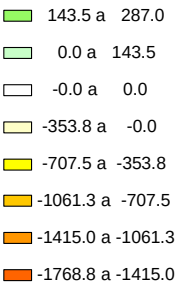
Esfuerzos N_y (Tensión normal vertical) :

Difusión del pretensado

Viga 10

Ny (Tensión normal vertical)





Unidades: kN/m

Cuantías de armadura a disponer en los distintos tramos en los que se divide la viga :

Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)
0.996	5.5	0.996	0.0	0.996	0.0	0.996	0.4
0.996	0.4	0.996	0.0	0.996	0.0	0.996	5.5
0.996	1.4	0.996	0.0	0.996	0.0		
0.996	0.2	0.996	0.0	0.996	0.0		
0.996	0.0	0.996	0.0	0.996	0.0		
0.996	0.0	0.996	0.0	0.996	0.0		
0.996	0.0	0.996	0.0	0.996	0.2		
0.996	0.0	0.996	0.0	0.996	1.4		

A_s : Cuantía vertical a disponer en cada tramo.

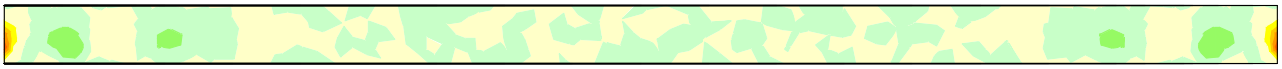
Viga 9:

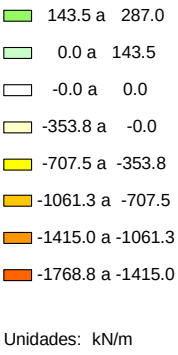
Esfuerzos N_y (Tensión normal vertical) :

Difusión del pretensado

Viga 10

Ny (Tensión normal vertical)





Cuantías de armadura a disponer en los distintos tramos en los que se divide la viga :

Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)
0.996	5.5	0.996	0.0	0.996	0.0	0.996	0.4
0.996	0.4	0.996	0.0	0.996	0.0	0.996	5.5
0.996	1.4	0.996	0.0	0.996	0.0		
0.996	0.2	0.996	0.0	0.996	0.0		
0.996	0.0	0.996	0.0	0.996	0.0		
0.996	0.0	0.996	0.0	0.996	0.0		
0.996	0.0	0.996	0.0	0.996	0.2		
0.996	0.0	0.996	0.0	0.996	1.4		

A_s : Cuantía vertical a disponer en cada tramo.

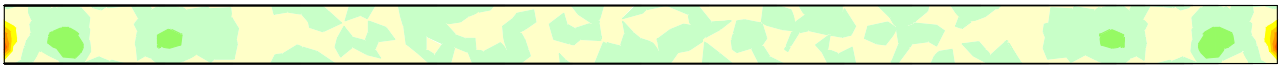
Viga 10:

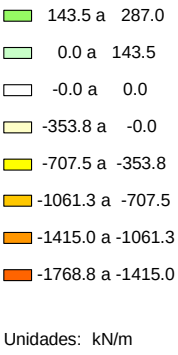
Esfuerzos N_y (Tensión normal vertical) :

Difusión del pretensado

Viga 10

Ny (Tensión normal vertical)





Cuantías de armadura a disponer en los distintos tramos en los que se divide la viga :

Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)
0.996	5.5	0.996	0.0	0.996	0.0	0.996	0.4
0.996	0.4	0.996	0.0	0.996	0.0	0.996	5.5
0.996	1.4	0.996	0.0	0.996	0.0		
0.996	0.2	0.996	0.0	0.996	0.0		
0.996	0.0	0.996	0.0	0.996	0.0		
0.996	0.0	0.996	0.0	0.996	0.0		
0.996	0.0	0.996	0.0	0.996	0.2		
0.996	0.0	0.996	0.0	0.996	1.4		

A_s : Cuantía vertical a disponer en cada tramo.

20.2 Resumen de cuantías de armadura transversal

A_{sQ}: Cuantías por cortante (mm^2/m)
A_{sQMin}: Cuantías mínimas por cortante (mm^2/m)
A_{sT}: Cuantías por torsión (mm^2/m)
A_{sPret}: Cuantías por introducción del pretensado (mm^2/m)
A_{sTotal}: Cuantías totales en el alma (mm^2/m)
$A_{sRasVL\ cálculo}$: Cuantías por rasante Viga-Losa (mm^2/m)
$A_{sRasVL\ refuerzo}$: Cuantías de refuerzo por rasante Viga-Losa (mm^2/m)
$A_{sRasVL\ mínima}$: Cuantías mínimas por rasante Viga-Losa (mm^2/m)
A_{sRasAI}: Cuantías por rasante en el ala inferior (mm^2/m)
A_{sRasAS}: Cuantías por rasante en el ala superior (mm^2/m)
Número Estribos: número de estribos
Barra: Barra usada en los estribos
Sep.: separación de las armaduras (mm)

Las armaduras se refieren siempre al total de todas las ramas que atraviesan las sección.

Viga 1:

Armadura transversal en el alma

Longitud	A_{sQ} (mm²/m)	A_{sQMin} (mm²/m)	A_{sT} (mm²/m)	A_{sPret} (mm²/m)	A_{sTotal} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.531	1223.9	678.6	261.2	547.8	2032.9	6	Ø12	100
0.700	1223.9	678.6	266.5	547.8	2038.2	7	Ø12	100
0.400	1223.9	660.3	267.1	44.1	1535.0	4	Ø10	100
1.500	1201.7	203.6	224.3	138.9	1565.0	15	Ø10	100
2.500	965.2	203.6	231.8	18.5	1215.5	20	Ø10	125
2.500	587.0	203.6	221.9	0.7	809.5	25	Ø8	100
2.500	235.1	203.6	218.3	0.4	428.9	20	Ø6	125
2.319	0.0	0.0	215.7	0.6	216.1	9	Ø6	250
2.319	0.0	0.0	215.7	0.6	216.1	9	Ø6	250
2.500	235.1	203.6	218.3	0.4	428.9	20	Ø6	125
2.500	587.0	203.6	221.9	0.7	809.5	25	Ø8	100
2.500	965.2	203.6	231.8	18.5	1215.5	20	Ø10	125
1.500	1201.7	203.6	224.3	138.9	1565.0	15	Ø10	100
0.400	1223.9	660.3	267.1	44.1	1535.0	4	Ø10	100
0.700	1223.9	678.6	266.5	547.8	2038.2	7	Ø12	100
0.531	1223.9	678.6	261.2	547.8	2032.9	6	Ø12	100

Armadura de rasante viga-losa

Longitud	A_{sRasVL} cálculo (mm²/m)	A_{sRasVL} refuerzo (mm²/m)	A_{sRasVL} mínima (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.530	3523.4	967.6	1100.0	5	Ø10	125
0.600	3523.4	1261.5	1100.0	6	Ø10	100
0.400	3523.4	1952.6	1100.0	4	Ø12	100
1.500	3523.4	1952.6	1100.0	15	Ø12	100
2.450	3523.4	2266.8	1100.0	14	Ø16	175
2.550	3523.4	2518.1	1100.0	17	Ø16	150
2.500	3523.4	3071.0	1100.0	20	Ø16	125
2.420	3523.4	3304.0	1100.0	24	Ø16	100
2.420	3523.4	3304.0	1100.0	24	Ø16	100
2.500	3523.4	3071.0	1100.0	20	Ø16	125
2.550	3523.4	2518.1	1100.0	17	Ø16	150
2.450	3523.4	2266.8	1100.0	14	Ø16	175
1.500	3523.4	1952.6	1100.0	15	Ø12	100
0.400	3523.4	1952.6	1100.0	4	Ø12	100
0.600	3523.4	1261.5	1100.0	6	Ø10	100
0.530	3523.4	967.6	1100.0	5	Ø10	125

Armadura de rasante en el ala inferior

Longitud	A_{sRasAI} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.478	338.6	4	Ø6	150
0.750	338.6	5	Ø6	150
0.450	338.6	3	Ø6	150
1.500	338.6	10	Ø6	150
2.400	338.6	16	Ø6	150
2.550	338.6	17	Ø6	150
2.550	338.6	17	Ø6	150
2.272	338.6	15	Ø6	150
2.272	338.6	15	Ø6	150
2.550	338.6	17	Ø6	150
2.550	338.6	17	Ø6	150
2.400	338.6	16	Ø6	150
1.500	338.6	10	Ø6	150
0.450	338.6	3	Ø6	150
0.750	338.6	5	Ø6	150

0.478	338.6	4	Ø6	150

Armadura de rasante en el ala superior

Longitud	A_{sRasAS} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.530	700.0	6	Ø10	100
0.700	700.0	7	Ø10	100
0.400	700.0	4	Ø10	100
1.500	700.0	15	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.320	700.0	23	Ø10	100
2.320	700.0	23	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
1.500	700.0	15	Ø10	100
0.400	700.0	4	Ø10	100
0.700	700.0	7	Ø10	100
0.530	700.0	6	Ø10	100

Viga 2:

Armadura transversal en el alma

Longitud	A_{sQ} (mm²/m)	A_{sQMin} (mm²/m)	A_{sT} (mm²/m)	A_{sPret} (mm²/m)	A_{sTotal} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.531	1392.6	678.6	105.2	547.8	2045.6	6	Ø12	100
0.700	1392.6	678.6	116.8	547.8	2057.2	7	Ø12	100
0.400	1392.6	660.3	142.2	44.1	1558.4	4	Ø10	100
1.750	1360.5	203.6	164.4	138.9	1641.1	14	Ø12	125
2.500	1030.0	203.6	247.5	18.5	1228.6	20	Ø10	125
2.500	626.8	203.6	262.5	0.7	890.0	25	Ø8	100
2.500	287.4	203.6	253.5	0.4	541.2	25	Ø6	100
2.069	0.0	0.0	237.3	0.6	237.6	10	Ø6	200
2.069	0.0	0.0	237.3	0.6	237.6	10	Ø6	200
2.500	287.4	203.6	253.5	0.4	541.2	25	Ø6	100
2.500	626.8	203.6	262.5	0.7	890.0	25	Ø8	100
2.500	1030.0	203.6	247.5	18.5	1228.6	20	Ø10	125
1.750	1360.5	203.6	164.4	138.9	1641.1	14	Ø12	125
0.400	1392.6	660.3	142.2	44.1	1558.4	4	Ø10	100
0.700	1392.6	678.6	116.8	547.8	2057.2	7	Ø12	100
0.531	1392.6	678.6	105.2	547.8	2045.6	6	Ø12	100

Armadura de rasante viga-losa

Longitud	A_{sRasVL} cálculo (mm²/m)	A_{sRasVL} refuerzo (mm²/m)	A_{sRasVL} mínima (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.530	3522.2	966.4	1100.0	5	Ø10	125
0.600	3522.2	1260.3	1100.0	6	Ø10	100
0.500	3522.2	1951.5	1100.0	5	Ø12	100
1.625	3522.2	1712.7	1100.0	13	Ø12	125
2.450	3522.2	2265.6	1100.0	14	Ø16	175
2.550	3522.2	2516.9	1100.0	17	Ø16	150
2.500	3522.2	2956.8	1100.0	20	Ø16	125
2.195	3522.2	3248.9	1100.0	21	Ø16	100
2.195	3522.2	3248.9	1100.0	21	Ø16	100

2.500	3522.2	2956.8	1100.0	20	Ø16	125
2.550	3522.2	2516.9	1100.0	17	Ø16	150
2.450	3522.2	2265.6	1100.0	14	Ø16	175
1.625	3522.2	1712.7	1100.0	13	Ø12	125
0.500	3522.2	1951.5	1100.0	5	Ø12	100
0.600	3522.2	1260.3	1100.0	6	Ø10	100
0.530	3522.2	966.4	1100.0	5	Ø10	125

Armadura de rasante en el ala inferior

Longitud	A_{sRasAI} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.478	335.6	4	Ø6	150
0.750	335.6	5	Ø6	150
0.450	335.6	3	Ø6	150
1.650	335.6	11	Ø6	150
2.550	335.6	17	Ø6	150
2.550	335.6	17	Ø6	150
2.400	335.6	16	Ø6	150
2.122	335.6	14	Ø6	150
2.122	335.6	14	Ø6	150
2.400	335.6	16	Ø6	150
2.550	335.6	17	Ø6	150
2.550	335.6	17	Ø6	150
1.650	335.6	11	Ø6	150
0.450	335.6	3	Ø6	150
0.750	335.6	5	Ø6	150
0.478	335.6	4	Ø6	150

Armadura de rasante en el ala superior

Longitud	A_{sRasAS} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.530	700.0	6	Ø10	100
0.700	700.0	7	Ø10	100
0.400	700.0	4	Ø10	100
1.800	700.0	18	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.020	700.0	20	Ø10	100
2.020	700.0	20	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
1.800	700.0	18	Ø10	100
0.400	700.0	4	Ø10	100
0.700	700.0	7	Ø10	100
0.530	700.0	6	Ø10	100

Viga 3:

Armadura transversal en el alma

Longitud	A_{sQ} (mm²/m)	A_{sQMin} (mm²/m)	A_{sT} (mm²/m)	A_{sPret} (mm²/m)	A_{sTotal} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.483	1794.3	678.6	107.9	547.8	2433.0	4	Ø16	150
0.750	1794.3	678.6	132.0	547.8	2451.8	5	Ø16	150
0.400	1794.3	221.9	163.3	44.1	1968.3	4	Ø12	100
2.400	1760.4	203.6	188.2	138.9	2046.5	24	Ø12	100
2.500	1250.9	203.6	259.4	3.4	1466.6	25	Ø10	100

2.500	843.1	203.6	266.5	0.2	1108.5	20	Ø10	125
1.875	498.2	203.6	253.6	0.3	752.1	15	Ø8	125
2.042	249.9	203.6	236.6	1.0	486.9	20	Ø6	100
2.042	249.9	203.6	236.6	1.0	486.9	20	Ø6	100
1.875	498.2	203.6	253.6	0.3	752.1	15	Ø8	125
2.500	843.1	203.6	266.5	0.2	1108.5	20	Ø10	125
2.500	1250.9	203.6	259.4	3.4	1466.6	25	Ø10	100
2.400	1760.4	203.6	188.2	138.9	2046.5	24	Ø12	100
0.400	1794.3	221.9	163.3	44.1	1968.3	4	Ø12	100
0.750	1794.3	678.6	132.0	547.8	2451.8	5	Ø16	150
0.483	1794.3	678.6	107.9	547.8	2433.0	4	Ø16	150

Armadura de rasante viga-losa

Longitud	A_{sRasVL} cálculo (mm^2/m)	A_{sRasVL} refuerzo (mm^2/m)	A_{sRasVL} mínima (mm^2/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.483	0.0	0.0	0.0	0	Ø6	0
0.625	3522.2	841.4	1100.0	5	Ø10	125
0.500	3522.2	1260.3	1100.0	5	Ø10	100
2.400	3522.2	1260.3	1100.0	24	Ø10	100
2.500	3522.2	1951.5	1100.0	25	Ø12	100
2.450	3522.2	2265.6	1100.0	14	Ø16	175
1.875	3522.2	2718.0	1100.0	15	Ø16	125
2.117	3522.2	2968.4	1100.0	16	Ø16	125
2.117	3522.2	2968.4	1100.0	16	Ø16	125
1.875	3522.2	2718.0	1100.0	15	Ø16	125
2.450	3522.2	2265.6	1100.0	14	Ø16	175
2.500	3522.2	1951.5	1100.0	25	Ø12	100
2.400	3522.2	1260.3	1100.0	24	Ø10	100
0.500	3522.2	1260.3	1100.0	5	Ø10	100
0.625	3522.2	841.4	1100.0	5	Ø10	125
0.483	0.0	0.0	0.0	0	Ø6	0

Armadura de rasante en el ala inferior

Longitud	A_{sRasAI} (mm^2/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.378	52.9	2	Ø6	350
0.900	338.3	6	Ø6	150
0.300	338.3	2	Ø6	150
2.400	338.3	16	Ø6	150
2.550	338.3	17	Ø6	150
2.550	338.3	17	Ø6	150
1.800	338.3	12	Ø6	150
2.072	338.3	13	Ø6	150
2.072	338.3	13	Ø6	150
1.800	338.3	12	Ø6	150
2.550	338.3	17	Ø6	150
2.550	338.3	17	Ø6	150
2.400	338.3	16	Ø6	150
0.300	338.3	2	Ø6	150
0.900	338.3	6	Ø6	150
0.378	52.9	2	Ø6	350

Armadura de rasante en el ala superior

Longitud	A_{sRasAS} (mm^2/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.429	415.6	5	Ø8	100
0.800	700.0	8	Ø10	100

0.400	700.0	4	Ø10	100
2.400	700.0	24	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
1.900	700.0	19	Ø10	100
2.021	700.0	20	Ø10	100
2.021	700.0	20	Ø10	100
1.900	700.0	19	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.400	700.0	24	Ø10	100
0.400	700.0	4	Ø10	100
0.800	700.0	8	Ø10	100
0.429	415.6	5	Ø8	100

Viga 4:

Armadura transversal en el alma

Longitud	A_{sQ} (mm²/m)	A_{sQMin} (mm²/m)	A_{sT} (mm²/m)	A_{sPret} (mm²/m)	A_{sTotal} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.483	1856.8	678.6	129.7	547.8	2534.2	4	Ø16	150
0.750	1856.8	678.6	146.1	547.8	2550.6	5	Ø16	150
0.400	1856.8	660.3	153.2	44.1	2054.0	4	Ø12	100
2.600	1814.6	203.6	187.6	138.9	2141.1	26	Ø12	100
2.500	1273.0	203.6	262.6	3.4	1535.9	25	Ø10	100
2.500	895.3	203.6	269.0	0.2	1158.4	20	Ø10	125
2.125	557.7	203.6	255.0	0.3	800.5	17	Ø8	125
1.592	259.9	203.6	242.4	1.0	503.2	15	Ø6	100
1.592	259.9	203.6	242.4	1.0	503.2	15	Ø6	100
2.125	557.7	203.6	255.0	0.3	800.5	17	Ø8	125
2.500	895.3	203.6	269.0	0.2	1158.4	20	Ø10	125
2.500	1273.0	203.6	262.6	3.4	1535.9	25	Ø10	100
2.600	1814.6	203.6	187.6	138.9	2141.1	26	Ø12	100
0.400	1856.8	660.3	153.2	44.1	2054.0	4	Ø12	100
0.750	1856.8	678.6	146.1	547.8	2550.6	5	Ø16	150
0.483	1856.8	678.6	129.7	547.8	2534.2	4	Ø16	150

Armadura de rasante viga-losa

Longitud	A_{sRasVL} cálculo (mm²/m)	A_{sRasVL} refuerzo (mm²/m)	A_{sRasVL} mínima (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.483	0.0	0.0	0.0	0	Ø6	0
0.625	3522.2	841.4	1100.0	5	Ø10	125
0.500	3522.2	1260.3	1100.0	5	Ø10	100
2.600	3522.2	1260.3	1100.0	26	Ø10	100
2.500	3522.2	1951.5	1100.0	25	Ø12	100
2.450	3522.2	2265.6	1100.0	14	Ø16	175
2.125	3522.2	2718.0	1100.0	17	Ø16	125
1.667	3522.2	2989.4	1100.0	13	Ø16	125
1.667	3522.2	2989.4	1100.0	13	Ø16	125
2.125	3522.2	2718.0	1100.0	17	Ø16	125
2.450	3522.2	2265.6	1100.0	14	Ø16	175
2.500	3522.2	1951.5	1100.0	25	Ø12	100
2.600	3522.2	1260.3	1100.0	26	Ø10	100
0.500	3522.2	1260.3	1100.0	5	Ø10	100
0.625	3522.2	841.4	1100.0	5	Ø10	125
0.483	0.0	0.0	0.0	0	Ø6	0

Armadura de rasante en el ala inferior

Longitud	A_{sRasAI} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.378	64.1	2	Ø6	350
0.900	340.0	6	Ø6	150
0.300	340.0	2	Ø6	150
2.700	340.0	18	Ø6	150
2.400	340.0	16	Ø6	150
2.550	340.0	17	Ø6	150
2.100	340.0	14	Ø6	150
1.622	340.0	10	Ø6	150
1.622	340.0	10	Ø6	150
2.100	340.0	14	Ø6	150
2.550	340.0	17	Ø6	150
2.400	340.0	16	Ø6	150
2.700	340.0	18	Ø6	150
0.300	340.0	2	Ø6	150
0.900	340.0	6	Ø6	150
0.378	64.1	2	Ø6	350

Armadura de rasante en el ala superior

Longitud	A_{sRasAS} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.429	415.6	5	Ø8	100
0.800	700.0	8	Ø10	100
0.400	700.0	4	Ø10	100
2.600	700.0	26	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.100	700.0	21	Ø10	100
1.621	700.0	16	Ø10	100
1.621	700.0	16	Ø10	100
2.100	700.0	21	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.600	700.0	26	Ø10	100
0.400	700.0	4	Ø10	100
0.800	700.0	8	Ø10	100
0.429	415.6	5	Ø8	100

Viga 5:

Armadura transversal en el alma

Longitud	A_{sQ} (mm²/m)	A_{sQMin} (mm²/m)	A_{sT} (mm²/m)	A_{sPret} (mm²/m)	A_{sTotal} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.483	1755.3	678.6	167.1	547.8	2470.2	4	Ø16	150
0.750	1755.3	678.6	190.0	547.8	2493.1	5	Ø16	150
0.400	1755.3	660.3	199.9	44.1	1999.3	4	Ø12	100
2.600	1728.3	203.6	198.7	138.9	2065.9	26	Ø12	100
2.500	1257.2	203.6	283.0	3.4	1542.3	25	Ø10	100
2.500	864.9	203.6	281.4	0.2	1146.5	20	Ø10	125
2.200	542.3	203.6	264.5	0.3	807.1	22	Ø8	100
1.517	245.6	203.6	245.7	1.0	492.3	15	Ø6	100
1.517	245.6	203.6	245.7	1.0	492.3	15	Ø6	100
2.200	542.3	203.6	264.5	0.3	807.1	22	Ø8	100
2.500	864.9	203.6	281.4	0.2	1146.5	20	Ø10	125
2.500	1257.2	203.6	283.0	3.4	1542.3	25	Ø10	100
2.600	1728.3	203.6	198.7	138.9	2065.9	26	Ø12	100
0.400	1755.3	660.3	199.9	44.1	1999.3	4	Ø12	100

0.750	1755.3	678.6	190.0	547.8	2493.1	5	Ø16	150
0.483	1755.3	678.6	167.1	547.8	2470.2	4	Ø16	150

Armadura de rasante viga-losa

Longitud	A_{sRasVL} cálculo (mm^2/m)	A_{sRasVL} refuerzo (mm^2/m)	A_{sRasVL} mínima (mm^2/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.483	0.0	0.0	0.0	0	Ø6	0
0.625	3522.2	841.4	1100.0	5	Ø10	125
0.500	3522.2	1260.3	1100.0	5	Ø10	100
2.600	3522.2	1260.3	1100.0	26	Ø10	100
2.500	3522.2	1951.5	1100.0	25	Ø12	100
2.450	3522.2	2265.6	1100.0	14	Ø16	175
2.250	3522.2	2516.9	1100.0	15	Ø16	150
1.542	3522.2	2963.1	1100.0	12	Ø16	125
1.542	3522.2	2963.1	1100.0	12	Ø16	125
2.250	3522.2	2516.9	1100.0	15	Ø16	150
2.450	3522.2	2265.6	1100.0	14	Ø16	175
2.500	3522.2	1951.5	1100.0	25	Ø12	100
2.600	3522.2	1260.3	1100.0	26	Ø10	100
0.500	3522.2	1260.3	1100.0	5	Ø10	100
0.625	3522.2	841.4	1100.0	5	Ø10	125
0.483	0.0	0.0	0.0	0	Ø6	0

Armadura de rasante en el ala inferior

Longitud	A_{sRasAI} (mm^2/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.378	82.5	2	Ø6	350
0.900	348.3	6	Ø6	150
0.300	348.3	2	Ø6	150
2.700	348.3	18	Ø6	150
2.400	348.3	16	Ø6	150
2.550	348.3	17	Ø6	150
2.250	348.3	15	Ø6	150
1.472	348.3	9	Ø6	150
1.472	348.3	9	Ø6	150
2.250	348.3	15	Ø6	150
2.550	348.3	17	Ø6	150
2.400	348.3	16	Ø6	150
2.700	348.3	18	Ø6	150
0.300	348.3	2	Ø6	150
0.900	348.3	6	Ø6	150
0.378	82.5	2	Ø6	350

Armadura de rasante en el ala superior

Longitud	A_{sRasAS} (mm^2/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.429	415.6	5	Ø8	100
0.800	700.0	8	Ø10	100
0.400	700.0	4	Ø10	100
2.600	700.0	26	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.200	700.0	22	Ø10	100
1.521	700.0	15	Ø10	100
1.521	700.0	15	Ø10	100
2.200	700.0	22	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100

2.500	700.0	25	Ø10	100
2.600	700.0	26	Ø10	100
0.400	700.0	4	Ø10	100
0.800	700.0	8	Ø10	100
0.429	415.6	5	Ø8	100

Viga 6:

Armadura transversal en el alma

Longitud	A_{sQ} (mm²/m)	A_{sQMin} (mm²/m)	A_{sT} (mm²/m)	A_{sPret} (mm²/m)	A_{sTotal} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.483	1755.9	678.6	167.1	547.8	2470.8	4	Ø16	150
0.750	1755.9	678.6	190.0	547.8	2493.7	5	Ø16	150
0.400	1755.9	660.3	199.9	44.1	1999.9	4	Ø12	100
2.600	1728.9	203.6	198.7	138.9	2066.5	26	Ø12	100
2.500	1256.3	203.6	283.0	3.4	1542.5	25	Ø10	100
2.500	864.5	203.6	281.4	0.2	1146.1	20	Ø10	125
2.200	542.1	203.6	264.5	0.3	806.9	22	Ø8	100
1.517	245.8	203.6	245.7	1.0	492.5	15	Ø6	100
1.517	245.8	203.6	245.7	1.0	492.5	15	Ø6	100
2.200	542.1	203.6	264.5	0.3	806.9	22	Ø8	100
2.500	864.5	203.6	281.4	0.2	1146.1	20	Ø10	125
2.500	1256.3	203.6	283.0	3.4	1542.5	25	Ø10	100
2.600	1728.9	203.6	198.7	138.9	2066.5	26	Ø12	100
0.400	1755.9	660.3	199.9	44.1	1999.9	4	Ø12	100
0.750	1755.9	678.6	190.0	547.8	2493.7	5	Ø16	150
0.483	1755.9	678.6	167.1	547.8	2470.8	4	Ø16	150

Armadura de rasante viga-losa

Longitud	A_{sRasVL} cálculo (mm²/m)	A_{sRasVL} refuerzo (mm²/m)	A_{sRasVL} mínima (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.483	0.0	0.0	0.0	0	Ø6	0
0.625	3522.2	841.4	1100.0	5	Ø10	125
0.500	3522.2	1260.3	1100.0	5	Ø10	100
2.600	3522.2	1260.3	1100.0	26	Ø10	100
2.500	3522.2	1951.5	1100.0	25	Ø12	100
2.450	3522.2	2265.6	1100.0	14	Ø16	175
2.250	3522.2	2516.9	1100.0	15	Ø16	150
1.542	3522.2	2963.1	1100.0	12	Ø16	125
1.542	3522.2	2963.1	1100.0	12	Ø16	125
2.250	3522.2	2516.9	1100.0	15	Ø16	150
2.450	3522.2	2265.6	1100.0	14	Ø16	175
2.500	3522.2	1951.5	1100.0	25	Ø12	100
2.600	3522.2	1260.3	1100.0	26	Ø10	100
0.500	3522.2	1260.3	1100.0	5	Ø10	100
0.625	3522.2	841.4	1100.0	5	Ø10	125
0.483	0.0	0.0	0.0	0	Ø6	0

Armadura de rasante en el ala inferior

Longitud	A_{sRasAI} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.378	82.5	2	Ø6	350
0.900	348.3	6	Ø6	150
0.300	348.3	2	Ø6	150
2.700	348.3	18	Ø6	150
2.400	348.3	16	Ø6	150

2.550	348.3	17	Ø6	150
2.250	348.3	15	Ø6	150
1.472	348.3	9	Ø6	150
1.472	348.3	9	Ø6	150
2.250	348.3	15	Ø6	150
2.550	348.3	17	Ø6	150
2.400	348.3	16	Ø6	150
2.700	348.3	18	Ø6	150
0.300	348.3	2	Ø6	150
0.900	348.3	6	Ø6	150
0.378	82.5	2	Ø6	350

Armadura de rasante en el ala superior

Longitud	A_{sRasAS} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.429	415.6	5	Ø8	100
0.800	700.0	8	Ø10	100
0.400	700.0	4	Ø10	100
2.600	700.0	26	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.200	700.0	22	Ø10	100
1.521	700.0	15	Ø10	100
1.521	700.0	15	Ø10	100
2.200	700.0	22	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.600	700.0	26	Ø10	100
0.400	700.0	4	Ø10	100
0.800	700.0	8	Ø10	100
0.429	415.6	5	Ø8	100

Viga 7:

Armadura transversal en el alma

Longitud	A_{sQ} (mm²/m)	A_{sQMin} (mm²/m)	A_{sT} (mm²/m)	A_{sPret} (mm²/m)	A_{sTotal} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.483	1856.8	678.6	129.7	547.8	2534.3	4	Ø16	150
0.750	1856.8	678.6	146.0	547.8	2550.6	5	Ø16	150
0.400	1856.8	660.3	153.2	44.1	2054.0	4	Ø12	100
2.600	1814.6	203.6	187.5	138.9	2141.0	26	Ø12	100
2.500	1272.0	203.6	262.5	3.4	1535.0	25	Ø10	100
2.500	895.1	203.6	269.0	0.2	1157.8	20	Ø10	125
2.125	557.8	203.6	255.0	0.3	800.5	17	Ø8	125
1.592	260.3	203.6	242.4	1.0	503.6	15	Ø6	100
1.592	260.3	203.6	242.4	1.0	503.6	15	Ø6	100
2.125	557.8	203.6	255.0	0.3	800.5	17	Ø8	125
2.500	895.1	203.6	269.0	0.2	1157.8	20	Ø10	125
2.500	1272.0	203.6	262.5	3.4	1535.0	25	Ø10	100
2.600	1814.6	203.6	187.5	138.9	2141.0	26	Ø12	100
0.400	1856.8	660.3	153.2	44.1	2054.0	4	Ø12	100
0.750	1856.8	678.6	146.0	547.8	2550.6	5	Ø16	150
0.483	1856.8	678.6	129.7	547.8	2534.3	4	Ø16	150

Armadura de rasante viga-losa

Longitud	A_{sRasVL} cálculo	A_{sRasVL} refuerzo	A_{sRasVL} mínima	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)

	(mm²/m)	(mm²/m)	(mm²/m)			
0.483	0.0	0.0	0.0	0	Ø6	0
0.625	3522.2	841.4	1100.0	5	Ø10	125
0.500	3522.2	1260.3	1100.0	5	Ø10	100
2.600	3522.2	1260.3	1100.0	26	Ø10	100
2.500	3522.2	1951.5	1100.0	25	Ø12	100
2.450	3522.2	2265.6	1100.0	14	Ø16	175
2.125	3522.2	2718.0	1100.0	17	Ø16	125
1.667	3522.2	2989.4	1100.0	13	Ø16	125
1.667	3522.2	2989.4	1100.0	13	Ø16	125
2.125	3522.2	2718.0	1100.0	17	Ø16	125
2.450	3522.2	2265.6	1100.0	14	Ø16	175
2.500	3522.2	1951.5	1100.0	25	Ø12	100
2.600	3522.2	1260.3	1100.0	26	Ø10	100
0.500	3522.2	1260.3	1100.0	5	Ø10	100
0.625	3522.2	841.4	1100.0	5	Ø10	125
0.483	0.0	0.0	0.0	0	Ø6	0

Armadura de rasante en el ala inferior

Longitud	A_{sRasAI} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.378	64.1	2	Ø6	350
0.900	340.0	6	Ø6	150
0.300	340.0	2	Ø6	150
2.700	340.0	18	Ø6	150
2.400	340.0	16	Ø6	150
2.550	340.0	17	Ø6	150
2.100	340.0	14	Ø6	150
1.622	340.0	10	Ø6	150
1.622	340.0	10	Ø6	150
2.100	340.0	14	Ø6	150
2.550	340.0	17	Ø6	150
2.400	340.0	16	Ø6	150
2.700	340.0	18	Ø6	150
0.300	340.0	2	Ø6	150
0.900	340.0	6	Ø6	150
0.378	64.1	2	Ø6	350

Armadura de rasante en el ala superior

Longitud	A_{sRasAS} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.429	415.6	5	Ø8	100
0.800	700.0	8	Ø10	100
0.400	700.0	4	Ø10	100
2.600	700.0	26	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.100	700.0	21	Ø10	100
1.621	700.0	16	Ø10	100
1.621	700.0	16	Ø10	100
2.100	700.0	21	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.600	700.0	26	Ø10	100
0.400	700.0	4	Ø10	100
0.800	700.0	8	Ø10	100
0.429	415.6	5	Ø8	100

Viga 8:

Armadura transversal en el alma

Longitud	A_{sQ} (mm²/m)	A_{sQMin} (mm²/m)	A_{sT} (mm²/m)	A_{sPret} (mm²/m)	A_{sTotal} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.483	1794.6	678.6	107.9	547.8	2433.3	4	Ø16	150
0.750	1794.6	678.6	132.0	547.8	2452.1	5	Ø16	150
0.400	1794.6	221.9	163.3	44.1	1968.6	4	Ø12	100
2.400	1760.8	203.6	188.3	138.9	2046.9	24	Ø12	100
2.500	1251.8	203.6	259.4	3.4	1467.4	25	Ø10	100
2.500	843.7	203.6	266.5	0.2	1109.8	20	Ø10	125
1.875	498.0	203.6	253.6	0.3	751.9	15	Ø8	125
2.042	249.4	203.6	236.7	1.0	486.4	20	Ø6	100
2.042	249.4	203.6	236.7	1.0	486.4	20	Ø6	100
1.875	498.0	203.6	253.6	0.3	751.9	15	Ø8	125
2.500	843.7	203.6	266.5	0.2	1109.8	20	Ø10	125
2.500	1251.8	203.6	259.4	3.4	1467.4	25	Ø10	100
2.400	1760.8	203.6	188.3	138.9	2046.9	24	Ø12	100
0.400	1794.6	221.9	163.3	44.1	1968.6	4	Ø12	100
0.750	1794.6	678.6	132.0	547.8	2452.1	5	Ø16	150
0.483	1794.6	678.6	107.9	547.8	2433.3	4	Ø16	150

Armadura de rasante viga-losa

Longitud	A_{sRasVL} cálculo (mm²/m)	A_{sRasVL} refuerzo (mm²/m)	A_{sRasVL} mínima (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.483	0.0	0.0	0.0	0	Ø6	0
0.625	3522.2	841.4	1100.0	5	Ø10	125
0.500	3522.2	1260.3	1100.0	5	Ø10	100
2.400	3522.2	1260.3	1100.0	24	Ø10	100
2.500	3522.2	1951.5	1100.0	25	Ø12	100
2.450	3522.2	2265.6	1100.0	14	Ø16	175
1.875	3522.2	2718.0	1100.0	15	Ø16	125
2.117	3522.2	2968.4	1100.0	16	Ø16	125
2.117	3522.2	2968.4	1100.0	16	Ø16	125
1.875	3522.2	2718.0	1100.0	15	Ø16	125
2.450	3522.2	2265.6	1100.0	14	Ø16	175
2.500	3522.2	1951.5	1100.0	25	Ø12	100
2.400	3522.2	1260.3	1100.0	24	Ø10	100
0.500	3522.2	1260.3	1100.0	5	Ø10	100
0.625	3522.2	841.4	1100.0	5	Ø10	125
0.483	0.0	0.0	0.0	0	Ø6	0

Armadura de rasante en el ala inferior

Longitud	A_{sRasAI} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.378	52.8	2	Ø6	350
0.900	338.3	6	Ø6	150
0.300	338.3	2	Ø6	150
2.400	338.3	16	Ø6	150
2.550	338.3	17	Ø6	150
2.550	338.3	17	Ø6	150
1.800	338.3	12	Ø6	150
2.072	338.3	13	Ø6	150
2.072	338.3	13	Ø6	150
1.800	338.3	12	Ø6	150
2.550	338.3	17	Ø6	150
2.550	338.3	17	Ø6	150
2.400	338.3	16	Ø6	150
0.300	338.3	2	Ø6	150
0.900	338.3	6	Ø6	150

0.378	52.8	2	Ø6	350

Armadura de rasante en el ala superior

Longitud	A_{sRasAS} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.429	415.6	5	Ø8	100
0.800	700.0	8	Ø10	100
0.400	700.0	4	Ø10	100
2.400	700.0	24	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
1.900	700.0	19	Ø10	100
2.021	700.0	20	Ø10	100
2.021	700.0	20	Ø10	100
1.900	700.0	19	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.400	700.0	24	Ø10	100
0.400	700.0	4	Ø10	100
0.800	700.0	8	Ø10	100
0.429	415.6	5	Ø8	100

Viga 9:

Armadura transversal en el alma

Longitud	A_{sQ} (mm²/m)	A_{sQMin} (mm²/m)	A_{sT} (mm²/m)	A_{sPret} (mm²/m)	A_{sTotal} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.531	1392.6	678.6	105.2	547.8	2045.6	6	Ø12	100
0.700	1392.6	678.6	116.8	547.8	2057.2	7	Ø12	100
0.400	1392.6	660.3	142.2	44.1	1558.4	4	Ø10	100
1.750	1360.5	203.6	164.4	138.9	1641.1	14	Ø12	125
2.500	1030.0	203.6	247.5	18.5	1228.6	20	Ø10	125
2.500	626.9	203.6	262.5	0.7	890.0	25	Ø8	100
2.500	287.4	203.6	253.5	0.4	541.3	25	Ø6	100
2.069	0.0	0.0	237.3	0.6	237.6	10	Ø6	200
2.069	0.0	0.0	237.3	0.6	237.6	10	Ø6	200
2.500	287.4	203.6	253.5	0.4	541.3	25	Ø6	100
2.500	626.9	203.6	262.5	0.7	890.0	25	Ø8	100
2.500	1030.0	203.6	247.5	18.5	1228.6	20	Ø10	125
1.750	1360.5	203.6	164.4	138.9	1641.1	14	Ø12	125
0.400	1392.6	660.3	142.2	44.1	1558.4	4	Ø10	100
0.700	1392.6	678.6	116.8	547.8	2057.2	7	Ø12	100
0.531	1392.6	678.6	105.2	547.8	2045.6	6	Ø12	100

Armadura de rasante viga-losa

Longitud	A_{sRasVL} cálculo (mm²/m)	A_{sRasVL} refuerzo (mm²/m)	A_{sRasVL} mínima (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.530	3522.2	966.4	1100.0	5	Ø10	125
0.600	3522.2	1260.3	1100.0	6	Ø10	100
0.500	3522.2	1951.5	1100.0	5	Ø12	100
1.625	3522.2	1712.7	1100.0	13	Ø12	125
2.450	3522.2	2265.6	1100.0	14	Ø16	175
2.550	3522.2	2516.9	1100.0	17	Ø16	150
2.500	3522.2	2956.8	1100.0	20	Ø16	125
2.195	3522.2	3248.9	1100.0	21	Ø16	100
2.195	3522.2	3248.9	1100.0	21	Ø16	100

2.500	3522.2	2956.8	1100.0	20	Ø16	125
2.550	3522.2	2516.9	1100.0	17	Ø16	150
2.450	3522.2	2265.6	1100.0	14	Ø16	175
1.625	3522.2	1712.7	1100.0	13	Ø12	125
0.500	3522.2	1951.5	1100.0	5	Ø12	100
0.600	3522.2	1260.3	1100.0	6	Ø10	100
0.530	3522.2	966.4	1100.0	5	Ø10	125

Armadura de rasante en el ala inferior

Longitud	A_{sRasAI} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.478	335.6	4	Ø6	150
0.750	335.6	5	Ø6	150
0.450	335.6	3	Ø6	150
1.650	335.6	11	Ø6	150
2.550	335.6	17	Ø6	150
2.550	335.6	17	Ø6	150
2.400	335.6	16	Ø6	150
2.122	335.6	14	Ø6	150
2.122	335.6	14	Ø6	150
2.400	335.6	16	Ø6	150
2.550	335.6	17	Ø6	150
2.550	335.6	17	Ø6	150
1.650	335.6	11	Ø6	150
0.450	335.6	3	Ø6	150
0.750	335.6	5	Ø6	150
0.478	335.6	4	Ø6	150

Armadura de rasante en el ala superior

Longitud	A_{sRasAS} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.530	700.0	6	Ø10	100
0.700	700.0	7	Ø10	100
0.400	700.0	4	Ø10	100
1.800	700.0	18	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.020	700.0	20	Ø10	100
2.020	700.0	20	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
1.800	700.0	18	Ø10	100
0.400	700.0	4	Ø10	100
0.700	700.0	7	Ø10	100
0.530	700.0	6	Ø10	100

Viga 10:

Armadura transversal en el alma

Longitud	A_{sQ} (mm²/m)	A_{sQMin} (mm²/m)	A_{sT} (mm²/m)	A_{sPret} (mm²/m)	A_{sTotal} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.531	1223.9	678.6	261.2	547.8	2032.9	6	Ø12	100
0.700	1223.9	678.6	266.5	547.8	2038.2	7	Ø12	100
0.400	1223.9	660.3	267.1	44.1	1535.0	4	Ø10	100
1.500	1201.7	203.6	224.3	138.9	1565.0	15	Ø10	100
2.500	965.2	203.6	231.8	18.5	1215.5	20	Ø10	125

2.500	587.0	203.6	221.9	0.7	809.5	25	Ø8	100
2.500	235.1	203.6	218.3	0.4	429.0	20	Ø6	125
2.319	0.0	0.0	215.7	0.6	216.1	9	Ø6	250
2.319	0.0	0.0	215.7	0.6	216.1	9	Ø6	250
2.500	235.1	203.6	218.3	0.4	429.0	20	Ø6	125
2.500	587.0	203.6	221.9	0.7	809.5	25	Ø8	100
2.500	965.2	203.6	231.8	18.5	1215.5	20	Ø10	125
1.500	1201.7	203.6	224.3	138.9	1565.0	15	Ø10	100
0.400	1223.9	660.3	267.1	44.1	1535.0	4	Ø10	100
0.700	1223.9	678.6	266.5	547.8	2038.2	7	Ø12	100
0.531	1223.9	678.6	261.2	547.8	2032.9	6	Ø12	100

Armadura de rasante viga-losa

Longitud	A_{sRasVL} cálculo (mm^2/m)	A_{sRasVL} refuerzo (mm^2/m)	A_{sRasVL} mínima (mm^2/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.530	3523.4	967.6	1100.0	5	Ø10	125
0.600	3523.4	1261.5	1100.0	6	Ø10	100
0.400	3523.4	1952.6	1100.0	4	Ø12	100
1.500	3523.4	1952.6	1100.0	15	Ø12	100
2.450	3523.4	2266.8	1100.0	14	Ø16	175
2.550	3523.4	2518.1	1100.0	17	Ø16	150
2.500	3523.4	3071.0	1100.0	20	Ø16	125
2.420	3523.4	3304.0	1100.0	24	Ø16	100
2.420	3523.4	3304.0	1100.0	24	Ø16	100
2.500	3523.4	3071.0	1100.0	20	Ø16	125
2.550	3523.4	2518.1	1100.0	17	Ø16	150
2.450	3523.4	2266.8	1100.0	14	Ø16	175
1.500	3523.4	1952.6	1100.0	15	Ø12	100
0.400	3523.4	1952.6	1100.0	4	Ø12	100
0.600	3523.4	1261.5	1100.0	6	Ø10	100
0.530	3523.4	967.6	1100.0	5	Ø10	125

Armadura de rasante en el ala inferior

Longitud	A_{sRasAI} (mm^2/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.478	338.6	4	Ø6	150
0.750	338.6	5	Ø6	150
0.450	338.6	3	Ø6	150
1.500	338.6	10	Ø6	150
2.400	338.6	16	Ø6	150
2.550	338.6	17	Ø6	150
2.550	338.6	17	Ø6	150
2.272	338.6	15	Ø6	150
2.272	338.6	15	Ø6	150
2.550	338.6	17	Ø6	150
2.550	338.6	17	Ø6	150
2.400	338.6	16	Ø6	150
1.500	338.6	10	Ø6	150
0.450	338.6	3	Ø6	150
0.750	338.6	5	Ø6	150
0.478	338.6	4	Ø6	150

Armadura de rasante en el ala superior

Longitud	A_{sRasAS} (mm^2/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.530	700.0	6	Ø10	100
0.700	700.0	7	Ø10	100

0.400	700.0	4	Ø10	100
1.500	700.0	15	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.320	700.0	23	Ø10	100
2.320	700.0	23	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
1.500	700.0	15	Ø10	100
0.400	700.0	4	Ø10	100
0.700	700.0	7	Ø10	100
0.530	700.0	6	Ø10	100

21 CÁLCULO DE LA SITUACIÓN DE TRANSPORTE DE LAS VIGAS

En este informe se obtienen las longitudes de vuelo para las cuales no es necesaria armadura pasiva de refuerzo en la situación de transporte.
En los cálculos a rotura se consideran las armaduras de pretesado, de postesado y las armaduras pasivas de refuerzo a rotura por flexión, así como las armaduras perimetrales.

Vuelo en extremo 1 de la viga

Viga 1. Situación persistente. Combinación fundamental

Longitud de vuelo (m)	M_d (kNm)	M_u (kNm)	$C_s=M_u/M_d$
0.000	0.0	0.0	100.000
0.830	-16.6	-337.0	20.349
1.660	-65.7	-297.0	4.519
2.490	-139.8	-291.1	2.082
3.320	-234.4	-238.5	1.018

Vuelo en extremo 1 de la viga

Viga 2. Situación persistente. Combinación fundamental

Longitud de vuelo (m)	M_d (kNm)	M_u (kNm)	$C_s=M_u/M_d$
0.000	0.0	0.0	100.000
0.830	-16.6	-338.4	20.436
1.660	-65.7	-300.9	4.578
2.490	-139.8	-297.1	2.125
3.320	-234.4	-239.3	1.021

Vuelo en extremo 1 de la viga

Viga 3. Situación persistente. Combinación fundamental

Longitud de vuelo (m)	M_d (kNm)	M_u (kNm)	$C_s=M_u/M_d$
0.000	0.0	0.0	100.000
0.830	-16.6	-341.0	20.593
1.660	-65.7	-307.6	4.680
2.490	-139.8	-307.4	2.199
3.320	-234.4	-254.8	1.087

Vuelo en extremo 1 de la viga

Viga 4. Situación persistente. Combinación fundamental

Longitud de vuelo (m)	M_d (kNm)	M_u (kNm)	$C_s=M_u/M_d$
0.000	0.0	0.0	100.000
0.830	-16.6	-341.0	20.593
1.660	-65.7	-307.6	4.680

2.490	-139.8	-307.4	2.199
3.320	-234.4	-254.8	1.087

Vuelo en extremo 1 de la viga

Viga 5. Situación persistente. Combinación fundamental

Longitud de vuelo (m)	M_d (kNm)	M_u (kNm)	$C_s=M_u/M_d$
0.000	0.0	0.0	100.000
0.830	-16.6	-341.0	20.593
1.660	-65.7	-307.6	4.680
2.490	-139.8	-307.4	2.199
3.320	-234.4	-254.8	1.087

Vuelo en extremo 1 de la viga

Viga 6. Situación persistente. Combinación fundamental

Longitud de vuelo (m)	M_d (kNm)	M_u (kNm)	$C_s=M_u/M_d$
0.000	0.0	0.0	100.000
0.830	-16.6	-341.0	20.593
1.660	-65.7	-307.6	4.680
2.490	-139.8	-307.4	2.199
3.320	-234.4	-254.8	1.087

Vuelo en extremo 1 de la viga

Viga 7. Situación persistente. Combinación fundamental

Longitud de vuelo (m)	M_d (kNm)	M_u (kNm)	$C_s=M_u/M_d$
0.000	0.0	0.0	100.000
0.830	-16.6	-341.0	20.593
1.660	-65.7	-307.6	4.680
2.490	-139.8	-307.4	2.199
3.320	-234.4	-254.8	1.087

Vuelo en extremo 1 de la viga

Viga 8. Situación persistente. Combinación fundamental

Longitud de vuelo (m)	M_d (kNm)	M_u (kNm)	$C_s=M_u/M_d$
0.000	0.0	0.0	100.000
0.830	-16.6	-341.0	20.593
1.660	-65.7	-307.6	4.680
2.490	-139.8	-307.4	2.199
3.320	-234.4	-254.8	1.087

Vuelo en extremo 1 de la viga

Viga 9. Situación persistente. Combinación fundamental

Longitud de vuelo (m)	M_d (kNm)	M_u (kNm)	$C_s=M_u/M_d$
0.000	0.0	0.0	100.000
0.830	-16.6	-338.4	20.436
1.660	-65.7	-300.9	4.578
2.490	-139.8	-297.1	2.125
3.320	-234.4	-239.3	1.021

Vuelo en extremo 1 de la viga

Viga 10. Situación persistente. Combinación fundamental

Longitud de vuelo (m)	M_d (kNm)	M_u (kNm)	$C_s=M_u/M_d$
0.000	0.0	0.0	100.000
0.830	-16.6	-337.0	20.349
1.660	-65.7	-297.0	4.519
2.490	-139.8	-291.1	2.082
3.320	-234.4	-238.5	1.018

Longitudes de vuelo máximas admisibles sin armaduras adicionales de refuerzo

Viga	Longitud en extremo 1 (m)	Longitud en extremo 2 (m)
1	3.320	3.320
2	3.320	3.320
3	3.320	3.320
4	3.320	3.320
5	3.320	3.320
6	3.320	3.320
7	3.320	3.320
8	3.320	3.320
9	3.320	3.320
10	3.320	3.320

22 ROTURA POR FLEXIÓN EN LA LOSA

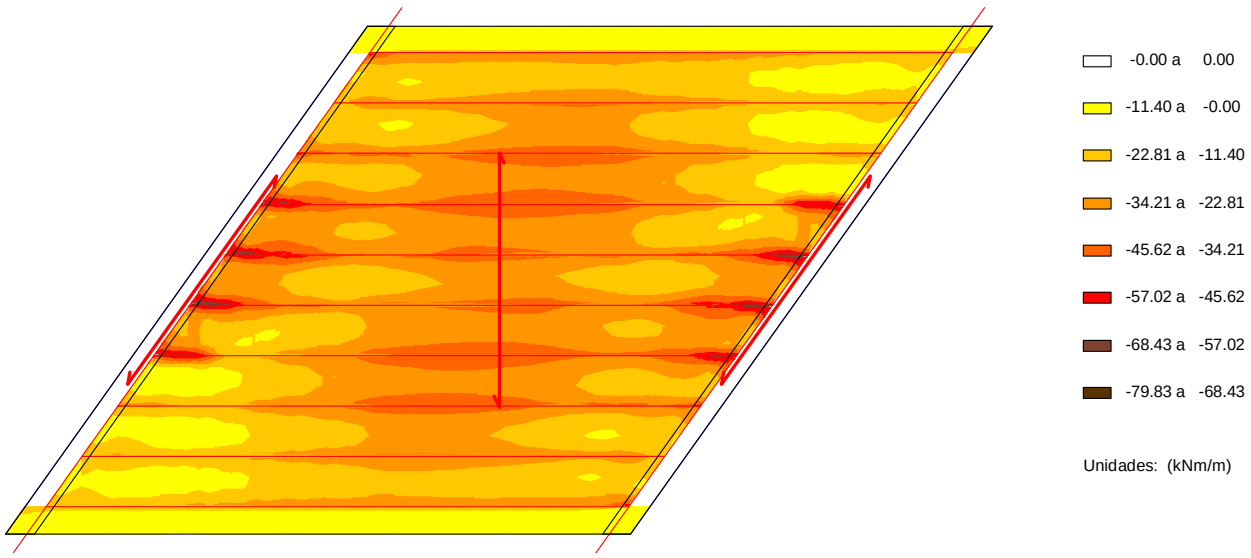
En este apartado se presentan las envolventes de los esfuerzos flectores para cada combinación, y las armaduras de flexión obtenidas. La flexión positiva corresponde a tracciones en la cara inferior de la losa.

22.1 Esfuerzos de flexión mayorados

22.1.1 Situación persistente. Combinación fundamental

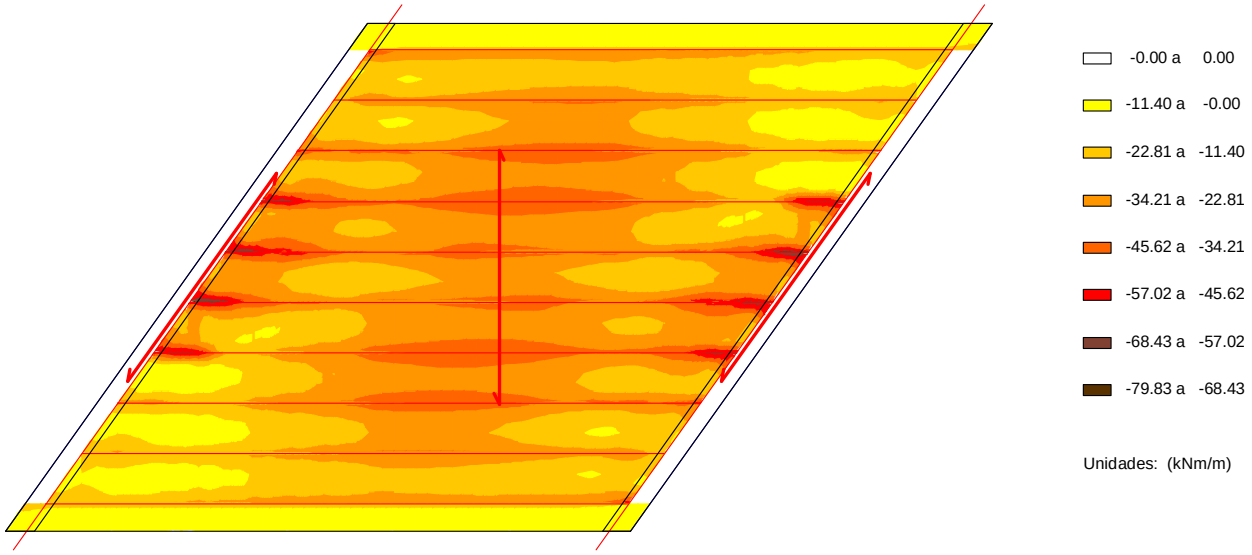
Momento transversal. Flexión negativa (W-A) (kNm/m)

Situación persistente. Combinación fundamental



Momento transversal. Flexión negativa (W-A) (kNm/m)

Situación persistente. Combinación fundamental

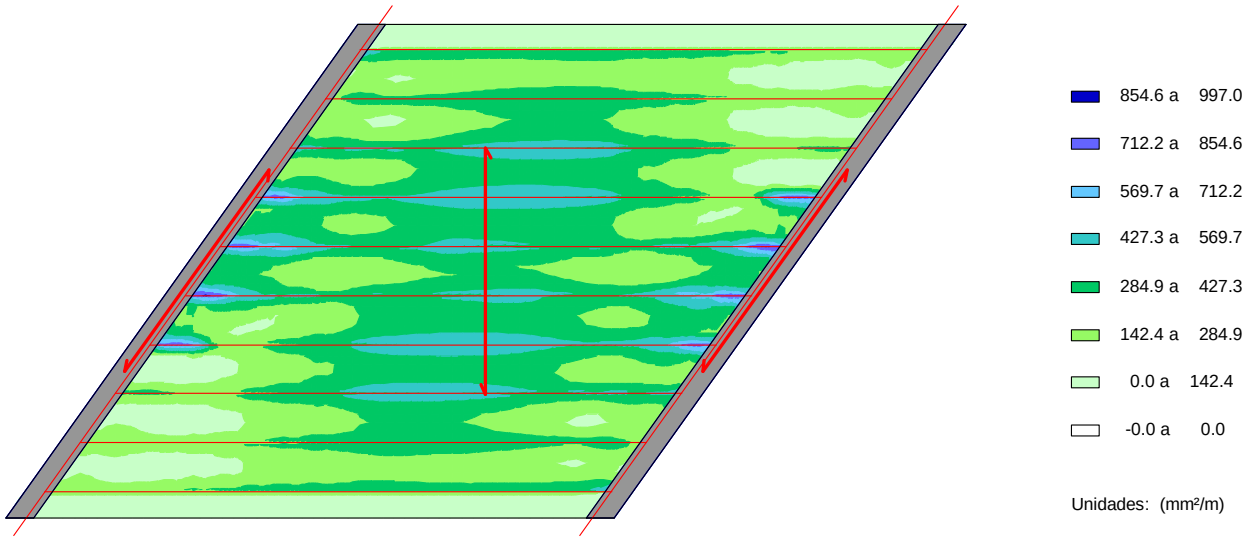


22.2 Armadura de flexión

En este apartado se presenta la armadura máxima de entre la necesaria por cálculo, la mínima mecánica y la geométrica.

Armadura de cálculo transversal superior (mm²/m)

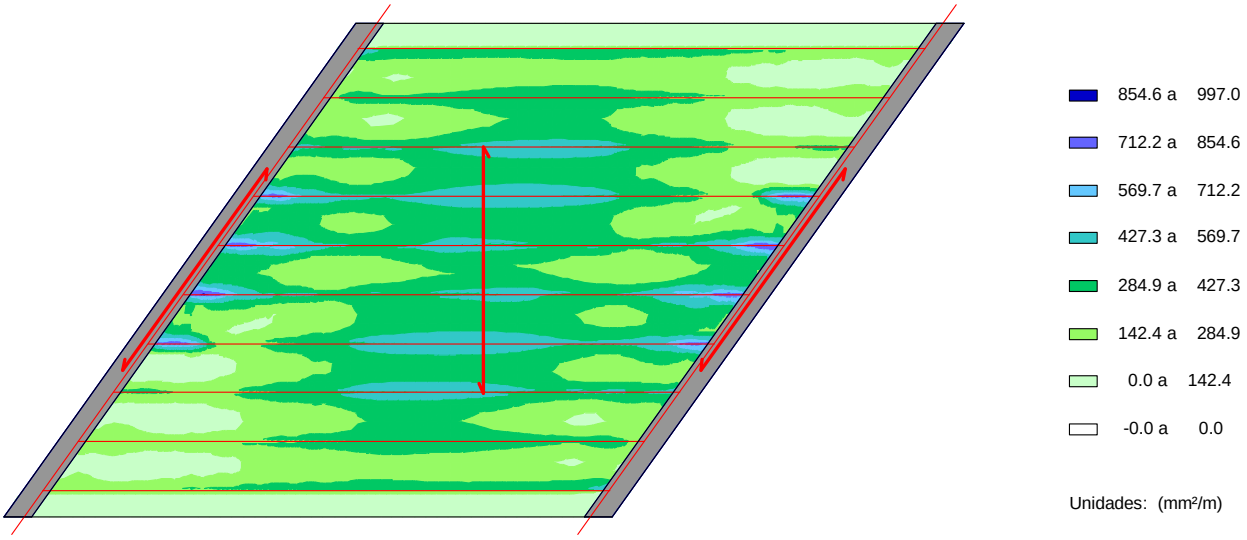
Envolvente global



En gris se definen las zonas de zuncho
Armadura en zuncho 1 : 502.7 mm²/m
Armadura en zuncho 2 : 502.7 mm²/m

Armadura de cálculo transversal superior (mm²/m)

Envolvente global



En gris se definen las zonas de zuncho
Armadura en zuncho 1 : 502.7 mm²/m
Armadura en zuncho 2 : 502.7 mm²/m

22.3 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

23 ROTURA POR CORTANTE EN LA LOSA

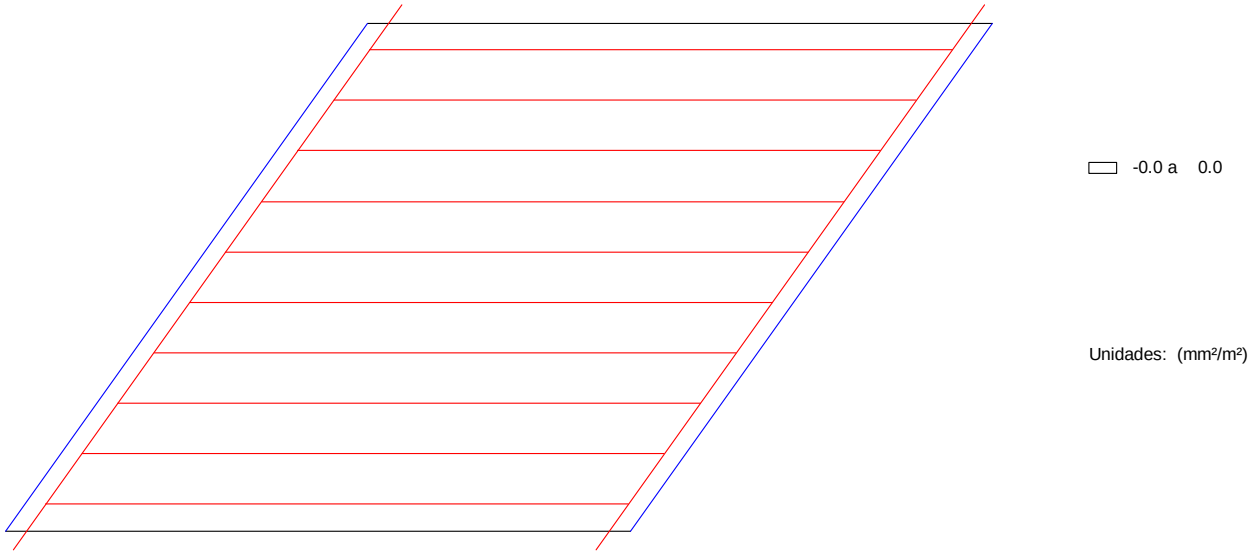
En este apartado se presentan las envolventes de los esfuerzos cortantes para cada combinación, y las armaduras de cortante obtenidas.

23.1 Esfuerzos cortantes mayorados

23.1.1 Situación persistente. Combinación fundamental

Armadura mínima de cortante

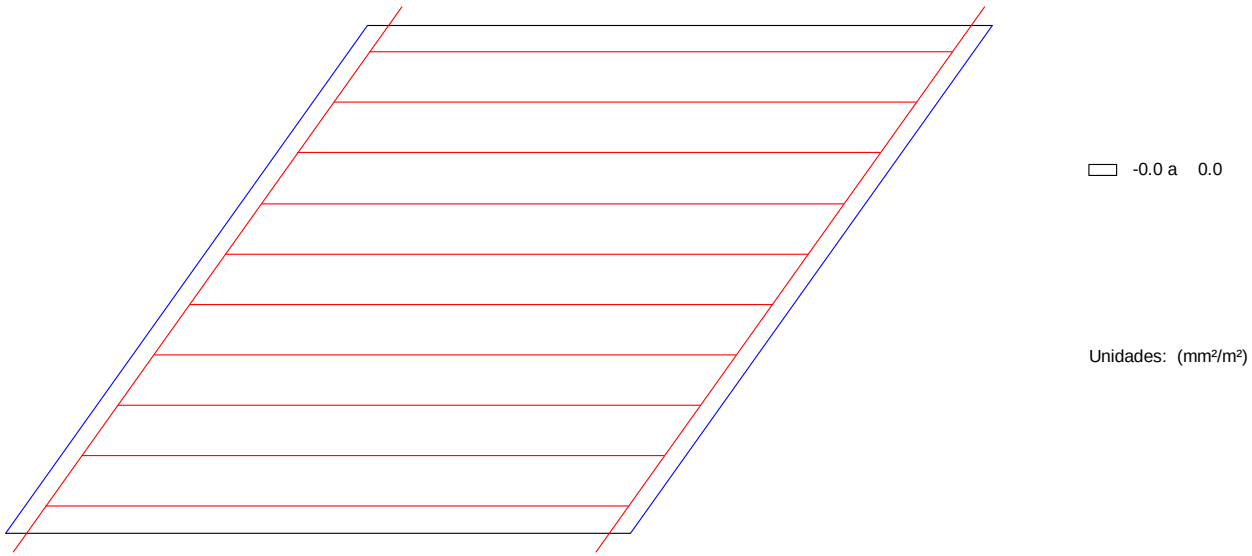
Envolvente global



23.2 Comprobación de las bielas de compresión

Armadura mínima de cortante

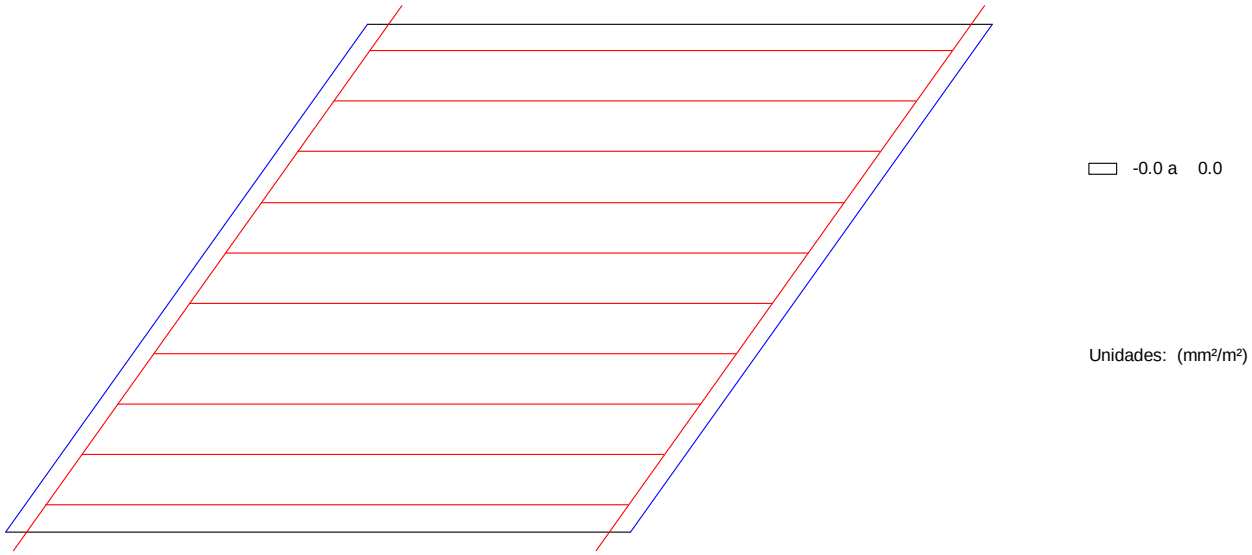
Envolvente global



23.3 Armadura de cálculo de cortante

Armadura mínima de cortante

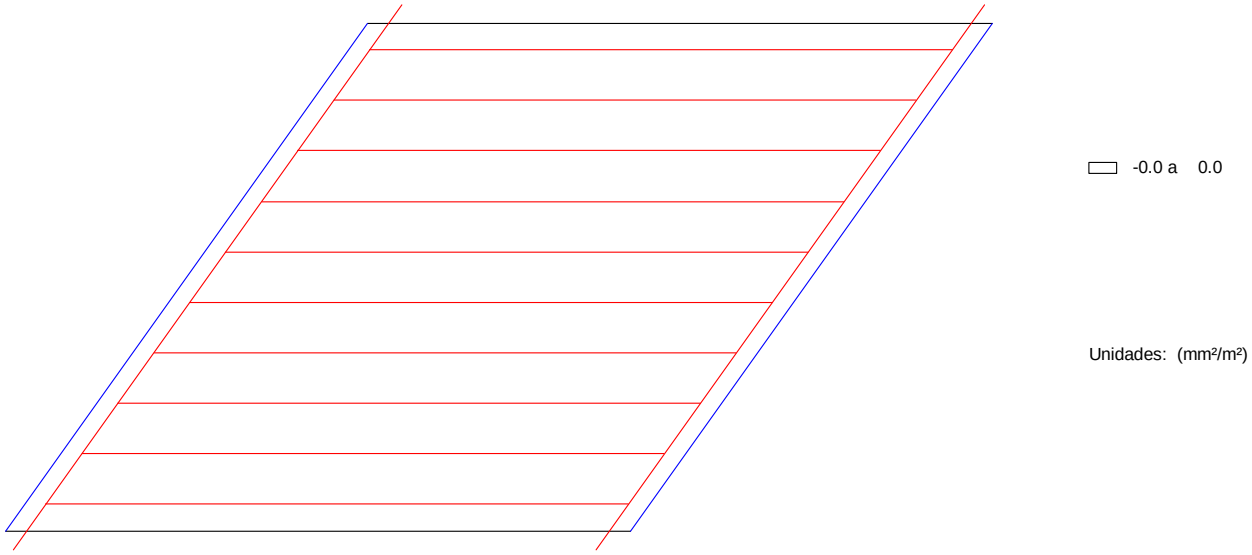
Envolvente global



23.4 Armadura mínima de cortante

Armadura mínima de cortante

Envolvente global



23.5 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

24 VERIFICACIÓN DEL EL FISURACIÓN EN LA LOSA

24.1 Cálculo a fisuración

24.1.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente

M_k: Flector máximo.Situación persistente. Combinación cuasi permanente
N_k: Axil concomitante.Situación persistente. Combinación cuasi permanente
w_k: Abertura de fisura.
w_{adm}: Abertura de fisura admisible.

Armadura inferior longitudinal

Zona	Armadura por flexión (mm^2/m)	Armadura	M_k (kNm/m)	W_k (mm)	W_{adm} (mm)	Resultado
1	659.3	Ø16/0.300 m	15.61	0.09	0.30	Cumple

Armadura superior longitudinal

Zona	Armadura por flexión (mm^2/m)	Armadura	M_k (kNm/m)	W_k (mm)	W_{adm} (mm)	Resultado
1	411.1	Ø10/0.175	-12.10	0.09	0.30	Cumple

		m				

Armadura inferior transversal

Zona	Armadura por flexión (mm^2/m)	Armadura	M_k (kNm/m)	W_k (mm)	W_{adm} (mm)	Resultado
1	1612.2	Ø25/0.300 m	13.78	0.03	0.30	Cumple
2	1770.5	Ø20/0.175 m	13.96	0.02	0.30	Cumple
3	1612.0	Ø25/0.300 m	13.78	0.03	0.30	Cumple

Armadura superior transversal

Zona	Armadura por flexión (mm^2/m)	Armadura	M_k (kNm/m)	W_k (mm)	W_{adm} (mm)	Resultado
1	866.4	Ø20/0.350 m	-21.32	0.09	0.30	Cumple
2	546.0	Ø12/0.200 m	-19.40	0.11	0.30	Cumple
3	866.5	Ø20/0.350 m	-21.41	0.09	0.30	Cumple

Armadura de zunchos en el eje de apoyos 1

Se utiliza para el cálculo el método de Baumann.

Zona	Armadura (m)
LS	Ø8/0.100 m
LI	Ø8/0.100 m
TS	Ø8/0.100 m
TI	Ø8/0.100 m

LI : Longitudinal inferior.
LS : Longitudinal superior.
TI : Transversal inferior.
TS : Transversal superior.

Axil actuante en la dirección x	:	
Axil actuante en la dirección y	:	
Rasante	:	
Flector de eje y	:	
Flector de eje x	:	
Torsor	:	
Abertura fisura fibra inferior	:	
Abertura fisura fibra superior	:	
Abertura fisura fibra inferior Admisible	:	
Abertura fisura fibra superior Admisible	:	
Separación de las armaduras en la fibra inferior en la dirección de la fisura de la fibra inferior	:	0
Separación de las armaduras en la fibra superior en la dirección de la fisura de la fibra superior	:	0

Armadura de zunchos en el eje de apoyos 2

Se utiliza para el cálculo el método de Baumann.

Zona	Armadura (m)
LS	Ø8/0.100 m
LI	Ø8/0.100 m
TS	Ø8/0.100 m
TI	Ø8/0.100 m

LI : Longitudinal inferior.
LS : Longitudinal superior.
TI : Transversal inferior.
TS : Transversal superior.

Axil actuante en la dirección x	:	0
Axil actuante en la dirección y	:	0
Rasante	:	0
Flector de eje y	:	0
Flector de eje x	:	0
Torsor	:	0
Abertura fisura fibra inferior	:	0
Abertura fisura fibra superior	:	0
Abertura fisura fibra inferior Admisible	:	0
Abertura fisura fibra superior Admisible	:	0
Separación de las armaduras en la fibra inferior en la dirección de la fisura de la fibra inferior	:	0
Separación de las armaduras en la fibra superior en la dirección de la fisura de la fibra superior	:	0

24.2 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

26 PRUEBA DE CARGA

27 Reacciones por apoyo. Valores característicos

Reacciones en vigas en el eje 1 y en el eje 2

Reacción vertical (kN)							
		Peso propio de las vigas (PV)		Peso propio de la losa (PL)		Superestructura (SE)	
Eje	Viga	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
1	1	158.9	158.9	181.7	181.7	219.1	224.0
1	2	158.9	158.9	177.2	177.2	111.8	124.5
1	3	158.9	158.9	177.2	177.2	92.2	116.0
1	4	158.9	158.9	177.2	177.2	71.0	101.4
1	5	158.9	158.9	177.2	177.2	63.1	95.8
1	6	158.9	158.9	177.2	177.2	62.1	94.8
1	7	158.9	158.9	177.2	177.2	71.1	99.6
1	8	158.9	158.9	177.2	177.2	105.3	122.6
1	9	158.9	158.9	177.2	177.2	144.0	148.9
1	10	158.9	158.9	181.7	181.7	185.8	187.1
2	1	158.9	158.9	181.7	181.7	185.8	187.1
2	2	158.9	158.9	177.2	177.2	144.0	148.9
2	3	158.9	158.9	177.2	177.2	105.3	122.6
2	4	158.9	158.9	177.2	177.2	71.1	99.6
2	5	158.9	158.9	177.2	177.2	62.1	94.8
2	6	158.9	158.9	177.2	177.2	63.1	95.8
2	7	158.9	158.9	177.2	177.2	71.0	101.4
2	8	158.9	158.9	177.2	177.2	92.2	116.0
2	9	158.9	158.9	177.2	177.2	111.8	124.5
2	10	158.9	158.9	181.7	181.7	219.1	224.0

Reacción vertical (kN)							
		Tráfico en aceras (TRA)		Tráfico en plataforma (TRP)		Viento vertical (VI)	
Eje	Viga	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
1	1	0.0	91.4	-70.8	15.9	-59.7	59.7

1	2	-0.6	37.3	-11.8	232.6	-45.8	45.8
1	3	-1.1	19.6	-11.0	459.3	-48.0	48.0
1	4	-2.1	6.5	-3.9	493.6	-42.5	42.5
1	5	-2.7	2.0	-0.5	497.6	-28.8	28.8
1	6	-1.2	0.4	-0.3	502.7	-36.5	36.5
1	7	-0.4	7.0	-0.0	497.6	-41.9	41.9
1	8	-0.4	30.1	-0.1	362.4	-44.6	44.6
1	9	-0.2	55.3	-1.7	84.7	-45.9	45.9
1	10	-0.1	70.7	-9.4	35.9	-52.3	52.3
2	1	-0.1	70.7	-9.4	35.9	-52.3	52.3
2	2	-0.2	55.3	-1.8	84.8	-45.9	45.9
2	3	-0.4	30.1	-0.1	362.3	-44.6	44.6
2	4	-0.4	7.0	-0.0	497.7	-41.9	41.9
2	5	-1.2	0.4	-0.2	502.9	-36.5	36.5
2	6	-2.7	2.0	-0.4	497.6	-28.8	28.8
2	7	-2.1	6.5	-3.9	493.5	-42.5	42.5
2	8	-1.1	19.6	-11.0	459.2	-48.0	48.0
2	9	-0.6	37.3	-11.8	232.6	-45.8	45.8
2	10	0.0	91.4	-70.8	15.9	-59.7	59.7

Reacción vertical (kN)

		Gradiente térmico (GT)	
Eje	Viga	Min.	Max.
1	1	-10.3	7.8
1	2	-3.0	3.9
1	3	-0.2	0.3
1	4	-0.2	0.2
1	5	-0.0	0.0
1	6	-0.6	0.8
1	7	-0.8	1.1
1	8	-1.3	1.7
1	9	-0.1	0.1
1	10	-1.7	2.2
2	1	-1.7	2.2
2	2	-0.1	0.1
2	3	-1.3	1.7
2	4	-0.8	1.1
2	5	-0.6	0.8
2	6	-0.0	0.0
2	7	-0.2	0.2
2	8	-0.2	0.3
2	9	-3.0	3.9
2	10	-10.3	7.8

28 Reacciones por apoyo. Valores de combinación

Reacciones en vigas en el eje 1 y en el eje 2

Instante	Descripción
I1	Tras la transferencia del pretesado
I2	Tras el hormigonado de la losa
I3	Tras la disposición de la superestructura
I4	Tras la apertura al tráfico
I5	A tiempo infinito

Situación persistente. Combinación cuasi permanente:

Reacción vertical (kN)

		Valores máximos				
Eje	Viga	I1	I2	I3	I4	I5
1	1	158.9	340.5	564.5	568.4	568.4

1	2	158.9	336.0	460.5	462.5	462.5
1	3	158.9	336.0	452.0	452.1	452.1
1	4	158.9	336.0	437.4	437.5	437.5
1	5	158.9	336.0	431.8	431.8	431.8
1	6	158.9	336.0	430.8	431.2	431.2
1	7	158.9	336.0	435.6	436.2	436.2
1	8	158.9	336.0	458.6	459.5	459.5
1	9	158.9	336.0	485.0	485.0	485.0
1	10	158.9	340.5	527.6	528.7	528.7
2	1	158.9	340.5	527.6	528.7	528.7
2	2	158.9	336.0	485.0	485.0	485.0
2	3	158.9	336.0	458.6	459.5	459.5
2	4	158.9	336.0	435.6	436.2	436.2
2	5	158.9	336.0	430.8	431.2	431.2
2	6	158.9	336.0	431.8	431.8	431.8
2	7	158.9	336.0	437.4	437.5	437.5
2	8	158.9	336.0	452.0	452.1	452.1
2	9	158.9	336.0	460.5	462.5	462.5
2	10	158.9	340.5	564.5	568.4	568.4

Situación persistente. Combinación frecuente:

Reacción vertical (kN)

Valores máximos

Eje	Viga	I1	I2	I3	I4	I5
1	1	158.9	340.5	564.5	614.6	614.6
1	2	158.9	336.0	460.5	621.2	621.2
1	3	158.9	336.0	452.0	754.9	754.9
1	4	158.9	336.0	437.4	760.4	760.4
1	5	158.9	336.0	431.8	753.9	753.9
1	6	158.9	336.0	430.8	752.5	752.5
1	7	158.9	336.0	435.6	759.9	759.9
1	8	158.9	336.0	458.6	706.5	706.5
1	9	158.9	336.0	485.0	559.5	559.5
1	10	158.9	340.5	527.6	578.7	578.7
2	1	158.9	340.5	527.6	578.7	578.7
2	2	158.9	336.0	485.0	559.5	559.5
2	3	158.9	336.0	458.6	706.4	706.4
2	4	158.9	336.0	435.6	759.9	759.9
2	5	158.9	336.0	430.8	752.7	752.7
2	6	158.9	336.0	431.8	753.8	753.8
2	7	158.9	336.0	437.4	760.4	760.4
2	8	158.9	336.0	452.0	754.9	754.9
2	9	158.9	336.0	460.5	621.2	621.2
2	10	158.9	340.5	564.5	614.6	614.6

Situación persistente. Combinación característica:

Reacción vertical (kN)

Valores máximos

Eje	Viga	I1	I2	I3	I4	I5
1	1	158.9	340.5	564.5	707.7	707.7
1	2	158.9	336.0	460.5	757.9	757.9
1	3	158.9	336.0	452.0	959.7	959.7
1	4	158.9	336.0	437.4	962.9	962.9
1	5	158.9	336.0	431.8	948.7	948.7
1	6	158.9	336.0	430.8	955.7	955.7
1	7	158.9	336.0	435.6	965.3	965.3
1	8	158.9	336.0	458.6	877.8	877.8
1	9	158.9	336.0	485.0	652.5	652.5
1	10	158.9	340.5	527.6	665.5	665.5
2	1	158.9	340.5	527.6	665.5	665.5
2	2	158.9	336.0	485.0	652.6	652.6
2	3	158.9	336.0	458.6	877.8	877.8
2	4	158.9	336.0	435.6	965.4	965.4

2	5	158.9	336.0	430.8	956.0	956.0
2	6	158.9	336.0	431.8	948.7	948.7
2	7	158.9	336.0	437.4	962.9	962.9
2	8	158.9	336.0	452.0	959.6	959.6
2	9	158.9	336.0	460.5	757.9	757.9
2	10	158.9	340.5	564.5	707.7	707.7

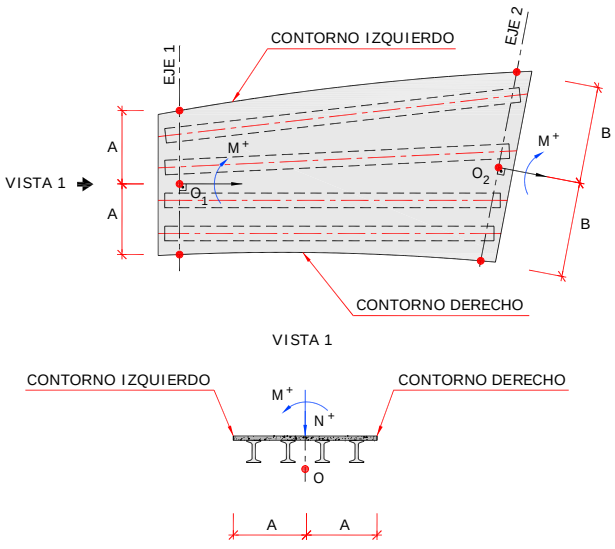
Situación persistente. Combinación fundamental:

Reacción vertical (kN)
Valores máximos

Eje	Viga	I1	I2	I3	I4	I5
1	1	214.5	459.7	762.1	960.7	960.7
1	2	214.5	453.6	621.7	1027.3	1027.3
1	3	214.5	453.6	610.2	1299.9	1299.9
1	4	214.5	453.6	590.5	1303.8	1303.8
1	5	214.5	453.6	582.9	1283.4	1283.4
1	6	214.5	453.6	581.6	1293.5	1293.5
1	7	214.5	453.6	588.1	1307.0	1307.0
1	8	214.5	453.6	619.1	1189.1	1189.1
1	9	214.5	453.6	654.7	885.0	885.0
1	10	214.5	459.7	712.3	903.2	903.2
2	1	214.5	459.7	712.3	903.2	903.2
2	2	214.5	453.6	654.7	885.1	885.1
2	3	214.5	453.6	619.1	1189.0	1189.0
2	4	214.5	453.6	588.1	1307.1	1307.1
2	5	214.5	453.6	581.6	1293.8	1293.8
2	6	214.5	453.6	582.9	1283.3	1283.3
2	7	214.5	453.6	590.5	1303.8	1303.8
2	8	214.5	453.6	610.2	1299.8	1299.8
2	9	214.5	453.6	621.7	1027.3	1027.3
2	10	214.5	459.7	762.1	960.7	960.7

29 Reacciones por eje. Valores característicos

Reacciones totales en el eje 1 y en el eje 2
En este apartado se listan las reacciones máximas y mínimas por eje de apoyo, obtenidas a partir de la contribución de cada uno de los apoyos de las vigas del eje.
Se obtiene así la rección vertical y el momento transversal referido a un eje perpendicular al eje de apoyos que pasa por el punto medio de la sección del eje de apoyos.



N- M-: Axil mínimo en el eje de apoyos con el momento concomitante máximo negativo.
N- M+: Axil mínimo en el eje de apoyos con el momento concomitante máximo positivo.
N+ M-: Axil máximo en el eje de apoyos con el momento concomitante máximo negativo.
N+ M+: Axil máximo en el eje de apoyos con el momento concomitante máximo positivo.
M- N-: Momento mínimo en el eje de apoyos con el axil concomitante máximo negativo.
M- N+: Momento mínimo en el eje de apoyos con el axil concomitante máximo positivo.
M+ N-: Momento máximo en el eje de apoyos con el axil concomitante máximo negativo.
M+ N+: Momento máximo en el eje de apoyos con el axil concomitante máximo positivo.

PV : Peso propio de las vigas

Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	1588.6	0.0	1588.6	0.0	1588.6	0.0	1588.6	0.0
2	1588.6	0.0	1588.6	0.0	1588.6	0.0	1588.6	0.0

PV : Peso propio de las vigas

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	1588.6	0.0	1588.6	0.0	1588.6	0.0	1588.6	0.0
2	1588.6	0.0	1588.6	0.0	1588.6	0.0	1588.6	0.0

PL : Peso propio de la losa

Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	1780.6	0.0	1780.6	0.0	1780.6	0.0	1780.6	0.0
2	1780.6	0.0	1780.6	0.0	1780.6	0.0	1780.6	0.0

PL : Peso propio de la losa

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	1780.6	0.0	1780.6	0.0	1780.6	0.0	1780.6	0.0
2	1780.6	0.0	1780.6	0.0	1780.6	0.0	1780.6	0.0

SE : Superestructura

Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	1130.5	71.5	1130.5	71.5	1309.7	121.1	1309.7	121.1
2	1130.5	-71.5	1130.5	-71.5	1309.7	-121.1	1309.7	-121.1

SE : Superestructura

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	1130.5	71.5	1130.5	71.5	1309.7	121.1	1309.7	121.1
2	1309.7	-121.1	1309.7	-121.1	1130.5	-71.5	1130.5	-71.5

TRA : Tráfico en aceras

Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	0.0	0.0	0.0	0.0	311.3	-4.8	311.3	-4.8
2	0.0	0.0	0.0	0.0	311.3	4.8	311.3	4.8

TRA : Tráfico en aceras

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector	Axil (kN)	Flector	Axil (kN)	Flector	Axil (kN)	Flector

		(kNm)		(kNm)		(kNm)		(kNm)
1	155.6	-1619.6	155.6	-1619.6	155.7	1614.8	155.7	1614.8
2	155.7	-1614.8	155.7	-1614.8	155.6	1619.6	155.6	1619.6

TRP: Tráfico en plataforma

Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	0.0	0.0	0.0	0.0	1645.4	2659.1	1645.4	4175.6
2	0.0	0.0	0.0	0.0	1645.5	-520.8	1645.5	-520.8

TRP: Tráfico en plataforma

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	1252.5	-5283.4	1252.5	-5283.4	1290.7	5727.2	1290.7	5727.2
2	1290.7	-5727.1	1290.7	-5727.1	1252.6	5284.0	1252.6	5284.0

VI : Viento vertical

Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	-240.1	-1648.6	-240.1	-1648.6	240.1	1648.6	240.1	1648.6
2	-240.1	1648.6	-240.1	1648.6	240.1	-1648.6	240.1	-1648.6

VI : Viento vertical

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	-240.1	-1648.6	-240.1	-1648.6	240.1	1648.6	240.1	1648.6
2	240.1	-1648.6	240.1	-1648.6	-240.1	1648.6	-240.1	1648.6

GT : Gradiente térmico

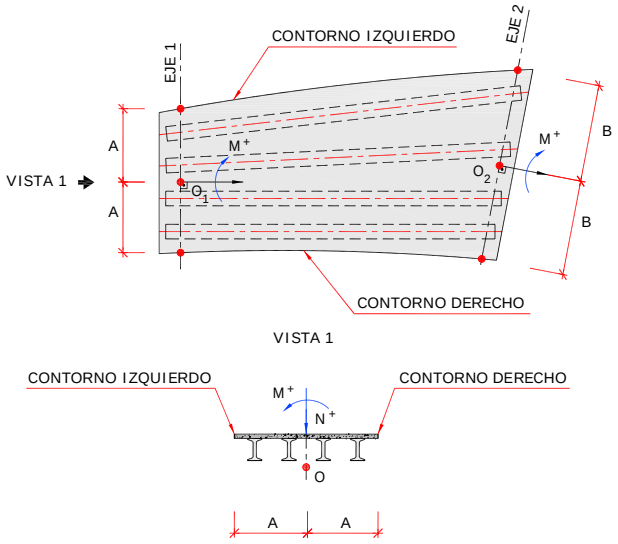
Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	-0.0	-129.4	-0.0	98.6	-0.0	-129.4	-0.0	98.6
2	0.0	-98.6	0.0	129.4	0.0	-98.6	0.0	129.4

GT : Gradiente térmico

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	-0.0	-129.4	-0.0	-129.4	-0.0	98.6	-0.0	98.6
2	0.0	-98.6	0.0	-98.6	0.0	129.4	0.0	129.4

30 Reacciones por eje. Valores de combinación

En este apartado se listan las reacciones máximas y mínimas por eje de apoyo, obtenidas a partir de la contribución de cada uno de los apoyos de las vigas del eje.
Se obtiene así la rección vertical y el momento transversal referido a un eje perpendicular al eje de apoyos que pasa por el punto medio de la sección del eje de apoyos.



Reacciones totales en el eje 1 y en el eje 2

Situación persistente. Combinación cuasi permanente:

A tiempo infinito

Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	4499.7	6.8	4499.7	120.8	4679.0	56.4	4679.0	170.4
2	4499.7	-120.8	4499.7	-6.8	4679.0	-170.4	4679.0	-56.4

A tiempo infinito

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	4499.7	6.8	4499.7	6.8	4679.0	170.4	4679.0	170.4
2	4679.0	-170.4	4679.0	-170.4	4499.7	-6.8	4499.7	-6.8

Situación persistente. Combinación frecuente:

A tiempo infinito

Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	4451.7	-258.2	4451.7	-258.2	5821.9	1834.0	5821.9	3247.6
2	4451.7	258.2	4451.7	258.2	5822.0	-3247.3	5822.0	-541.2

A tiempo infinito

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	5352.4	-3938.8	5352.4	-3938.8	5557.8	4363.2	5557.8	4363.2
2	5557.8	-4363.0	5557.8	-4363.0	5352.5	3939.1	5352.5	3939.1

Situación persistente. Combinación característica:

A tiempo infinito

Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector	Axil (kN)	Flector	Axil (kN)	Flector	Axil (kN)	Flector

		(kNm)		(kNm)		(kNm)		(kNm)
1	4259.6	-1577.1	4259.6	-1577.1	6779.8	3764.5	6779.8	5281.0
2	4259.6	1577.1	4259.6	1577.1	6779.9	-1626.2	6779.9	-1626.2

A tiempo infinito

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	5763.7	-7820.6	5763.7	-7820.6	6269.5	8452.2	6269.5	8452.2
2	6269.5	-8452.1	6269.5	-8452.1	5763.9	7821.2	5763.9	7821.2

Situación persistente. Combinación fundamental:

A tiempo infinito

Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	4139.5	-2401.4	4139.5	-2401.4	9174.3	7277.8	9174.3	7277.8
2	4139.5	2401.4	4139.5	2401.4	9174.5	-2343.7	9174.5	-2343.7

A tiempo infinito

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	6774.1	-14684.1	6774.1	-14684.1	7895.8	15511.8	7895.8	15511.8
2	7895.8	-15511.5	7895.8	-15511.5	6774.3	14684.9	6774.3	14684.9

Programa: CivilEstudio

Versión: 34 - 6
Barcelona, 2018

CivilEstudio, software propiedad de CivilCAD Consultores, S.L.
Autores: L.M.Callís, J.M.Roig, I.Callís, P.Reinés
Licencia de uso concedida a: Most Enginyers, S.L.
Número de usuario: 12202

Proyecto:

Nombre del proyecto: *PRECÀLCUL DE LES ESTRUCTURES DEL PROJECTE D'OBRES BÀSIQUES D'URBANITZACIÓ DEL PLA DIRECTOR URBANÍSTIC DEL CENTRE DIRECCIONAL DE CERDANYOLA DEL VALLÈS*
Nombre de la estructura: *3. V-7.1. Pont sobre el torrent de Magrans a l'eix-7*
Nombre del elemento estructural: *Tauler vano interior (30m llum aparent)*
Tipo de estructura: *Vigas pretesadas*
Funcionalidad de la estructura: *Estructura de Carretera*
Clase de estructura: *Tablero sin tierras*
Vida útil: *100 años*

Normativas:

Ámbito: *Normas españolas*

Unidades:

Sistema *S.I.*

Despiece:

Sistema Métrico Europeo

Módulo del programa:

Módulo Tablero de vigas
Nombre del archivo de proyecto: *v7.1_30_1.vig*
Ruta de acceso: *p:\parc de l'alba\estructures\3. v-7.1\civilcad tauler 30*

Informe:

Tipo de informe: *Informe de mediciones*
Informe generado el día 18-12-2020 a las 09:41:47.

Índice

MEDICIONES DEL TABLERO DE VIGAS :

Vigas

Viga 1

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Hormigón de la viga	1	14.174	14.17

Total:	14.174	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Armadura en el alma	1	510.6	510.60
Armadura de refuerzo de rasante viga-losa	1	393.4	393.45
Armadura en el ala inferior	1	97.3	97.28
Armadura en el ala superior	1	209.9	209.94
Armadura longitudinal de piel	1	312.7	312.69
Armadura de refuerzo en extremos	1	24.0	24.02
Armadura de refuerzo a rotura	1	0.0	0.00
Armadura debida al postesado	1	0.0	0.00

Total:	1548.0	kg

Unidad: Peso de acero activo de pretesado

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Acero de pretesado de la viga	1	1113.5	1113.51

Total:	1113.5	kg

Viga 2

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Hormigón de la viga	1	14.170	14.17

Total:	14.170	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Armadura en el alma	1	529.8	529.83
Armadura de refuerzo de rasante viga-losa	1	388.5	388.54
Armadura en el ala inferior	1	97.3	97.28
Armadura en el ala superior	1	209.9	209.94
Armadura longitudinal de piel	1	312.7	312.69

Armadura de refuerzo en extremos	1	36.0	36.02
Armadura de refuerzo a rotura	1	0.0	0.00
Armadura debida al postesado	1	0.0	0.00

Total:	1574.3	kg

Unidad: Peso de acero activo de pretesado

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Acero de pretesado de la viga	1	1113.5	1113.51

Total:	1113.5	kg

Viga 3

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Hormigón de la viga	1	14.151	14.15

Total:	14.151	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Armadura en el alma	1	654.0	653.98
Armadura de refuerzo de rasante viga-losa	1	354.0	353.95
Armadura en el ala inferior	1	98.1	98.11
Armadura en el ala superior	1	212.5	212.47
Armadura longitudinal de piel	1	312.7	312.69
Armadura de refuerzo en extremos	1	98.2	98.17
Armadura de refuerzo a rotura	1	0.0	0.00
Armadura debida al postesado	1	0.0	0.00

Total:	1729.4	kg

Unidad: Peso de acero activo de pretesado

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Acero de pretesado de la viga	1	1113.5	1113.51

Total:	1113.5	kg

Viga 4

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Hormigón de la viga	1	14.149	14.15

Total:	14.149	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Armadura en el alma	1	689.8	689.76
Armadura de refuerzo de rasante viga-losa	1	333.4	333.35
Armadura en el ala inferior	1	98.1	98.11
Armadura en el ala superior	1	212.5	212.47
Armadura longitudinal de piel	1	312.7	312.69
Armadura de refuerzo en extremos	1	98.2	98.17
Armadura de refuerzo a rotura	1	0.0	0.00
Armadura debida al postesado	1	0.0	0.00

Total:	1744.6	kg

Unidad: Peso de acero activo de pretesado

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Acero de pretesado de la viga	1	1113.5	1113.51

Total:	1113.5	kg

Viga 5

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Hormigón de la viga	1	14.154	14.15

Total:	14.154	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Armadura en el alma	1	687.4	687.41
Armadura de refuerzo de rasante viga-losa	1	336.9	336.88
Armadura en el ala inferior	1	98.1	98.11
Armadura en el ala superior	1	212.5	212.47
Armadura longitudinal de piel	1	312.7	312.69
Armadura de refuerzo en extremos	1	59.3	59.28
Armadura de refuerzo a rotura	1	0.0	0.00
Armadura debida al postesado	1	0.0	0.00

Total:	1706.8	kg

Unidad: Peso de acero activo de pretesado

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Acero de pretesado de la viga	1	1113.5	1113.51

Total:	1113.5	kg

Viga 6

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Hormigón de la viga	1	14.154	14.15

Total:	14.154	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Armadura en el alma	1	687.4	687.41
Armadura de refuerzo de rasante viga-losa	1	336.9	336.88
Armadura en el ala inferior	1	98.1	98.11
Armadura en el ala superior	1	212.5	212.47
Armadura longitudinal de piel	1	312.7	312.69
Armadura de refuerzo en extremos	1	59.3	59.28
Armadura de refuerzo a rotura	1	0.0	0.00
Armadura debida al postesado	1	0.0	0.00

Total:	1706.8	kg

Unidad: Peso de acero activo de pretesado

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Acero de pretesado de la viga	1	1113.5	1113.51

Total:	1113.5	kg

Viga 7

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Hormigón de la viga	1	14.149	14.15

Total:	14.149	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Armadura en el alma	1	689.8	689.76
Armadura de refuerzo de rasante viga-losa	1	333.4	333.35
Armadura en el ala inferior	1	98.1	98.11
Armadura en el ala superior	1	212.5	212.47
Armadura longitudinal de piel	1	312.7	312.69
Armadura de refuerzo en extremos	1	98.2	98.17
Armadura de refuerzo a rotura	1	0.0	0.00
Armadura debida al postesado	1	0.0	0.00

Total:	1744.6	kg

Unidad: Peso de acero activo de pretesado

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Acero de pretesado de la viga	1	1113.5	1113.51

Total:	1113.5	kg

Viga 8

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Hormigón de la viga	1	14.151	14.15

Total:	14.151	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Armadura en el alma	1	654.0	653.98
Armadura de refuerzo de rasante viga-losa	1	354.0	353.95
Armadura en el ala inferior	1	98.1	98.11
Armadura en el ala superior	1	212.5	212.47
Armadura longitudinal de piel	1	312.7	312.69
Armadura de refuerzo en extremos	1	98.2	98.17
Armadura de refuerzo a rotura	1	0.0	0.00
Armadura debida al postesado	1	0.0	0.00

Total:	1729.4	kg

Unidad: Peso de acero activo de pretesado

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Acero de pretesado de la viga	1	1113.5	1113.51

Total:	1113.5	kg

Viga 9

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Hormigón de la viga	1	14.170	14.17

Total:	14.170	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Armadura en el alma	1	529.8	529.83
Armadura de refuerzo de rasante viga-losa	1	388.5	388.54
Armadura en el ala inferior	1	97.3	97.28
Armadura en el ala superior	1	209.9	209.94

Armadura longitudinal de piel	1	312.7	312.69
Armadura de refuerzo en extremos	1	36.0	36.02
Armadura de refuerzo a rotura	1	0.0	0.00
Armadura debida al postesado	1	0.0	0.00

Total:	1574.3	kg

Unidad: Peso de acero activo de pretesado

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Acero de pretesado de la viga	1	1113.5	1113.51

Total:	1113.5	kg

Viga 10

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Hormigón de la viga	1	14.174	14.17

Total:	14.174	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Armadura en el alma	1	511.8	511.78
Armadura de refuerzo de rasante viga-losa	1	393.4	393.45
Armadura en el ala inferior	1	97.3	97.28
Armadura en el ala superior	1	209.9	209.94
Armadura longitudinal de piel	1	312.7	312.69
Armadura de refuerzo en extremos	1	24.0	24.02
Armadura de refuerzo a rotura	1	0.0	0.00
Armadura debida al postesado	1	0.0	0.00

Total:	1549.2	kg

Unidad: Peso de acero activo de pretesado

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Acero de pretesado de la viga	1	1113.5	1113.51

Total:	1113.5	kg

Losa

Losa

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Hormigón de la losa	1	168.538	168.54

Total:	168.538	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Armadura inferior longitudinal	1	10522.6	10522.57
Armadura superior longitudinal	1	4332.5	4332.51
Armadura inferior transversal	1	4325.1	4325.06
Armadura superior transversal	1	3074.2	3074.18
Armadura de zuncho	1	914.2	914.23
Armadura de cortante	1	0.0	0.00
Armadura de borde	1	0.0	0.00

Total:	23168.5	kg

Programa: CivilEstudio

Versión: 34 - 6
Barcelona, 2018

CivilEstudio, software propiedad de CivilCAD Consultores, S.L.
Autores: L.M.Callís, J.M.Roig, I.Callís, P.Reinés
Licencia de uso concedida a: Most Enginyers, S.L.
Número de usuario: 12202

Proyecto:

Nombre del proyecto: *PRECÀLCUL DE LES ESTRUCTURES DEL PROJECTE D'OBRES BÀSIQUES D'URBANITZACIÓ DEL PLA DIRECTOR URBANÍSTIC DEL CENTRE DIRECCIONAL DE CERDANYOLA DEL VALLÈS*
Nombre de la estructura: *3. V-7.1. Pont sobre el torrent de Magrans a l'eix-7*
Nombre del elemento estructural: *Tauler vano interior (25m llum aparent)*
Tipo de estructura: *Vigas pretesadas*
Funcionalidad de la estructura: *Estructura de Carretera*
Clase de estructura: *Tablero sin tierras*
Vida útil: *100 años*

Normativas:

Ámbito: *Normas españolas*

Unidades:

Sistema *S.I.*

Despiece:

Sistema Métrico Europeo

Módulo del programa:

Módulo Tablero de vigas
Nombre del archivo de proyecto: *v7.1_25_1.vig*
Ruta de acceso: *p:\parc de l'alba\estructures\3. v-7.1\civilcad tauler 25*

Informe:

Tipo de informe: *Informe de mediciones*
Informe generado el día 18-12-2020 a las 11:26:41.

Índice

MEDICIONES DEL TABLERO DE VIGAS :

Vigas

Viga 1

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Hormigón de la viga	1	12.458	12.46

Total:	12.458	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Armadura en el alma	1	341.0	340.99
Armadura de refuerzo de rasante viga-losa	1	363.5	363.54
Armadura en el ala inferior	1	71.7	71.73
Armadura en el ala superior	1	185.4	185.38
Armadura longitudinal de piel	1	271.7	271.70
Armadura de refuerzo en extremos	1	1.5	1.45
Armadura de refuerzo a rotura	1	0.0	0.00
Armadura debida al postesado	1	0.0	0.00

Total:	1234.8	kg

Unidad: Peso de acero activo de pretesado

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Acero de pretesado de la viga	1	740.1	740.07

Total:	740.1	kg

Viga 2

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Hormigón de la viga	1	12.453	12.45

Total:	12.453	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Armadura en el alma	1	370.3	370.29
Armadura de refuerzo de rasante viga-losa	1	349.1	349.15
Armadura en el ala inferior	1	71.7	71.73
Armadura en el ala superior	1	185.4	185.38
Armadura longitudinal de piel	1	271.7	271.70

Armadura de refuerzo en extremos	1	19.2	19.22
Armadura de refuerzo a rotura	1	0.0	0.00
Armadura debida al postesado	1	0.0	0.00

Total:	1267.5	kg

Unidad: Peso de acero activo de pretesado

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Acero de pretesado de la viga	1	740.1	740.07

Total:	740.1	kg

Viga 3

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Hormigón de la viga	1	12.439	12.44

Total:	12.439	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Armadura en el alma	1	506.5	506.55
Armadura de refuerzo de rasante viga-losa	1	292.5	292.48
Armadura en el ala inferior	1	70.1	70.08
Armadura en el ala superior	1	182.9	182.85
Armadura longitudinal de piel	1	271.7	271.70
Armadura de refuerzo en extremos	1	59.3	59.28
Armadura de refuerzo a rotura	1	0.0	0.00
Armadura debida al postesado	1	0.0	0.00

Total:	1382.9	kg

Unidad: Peso de acero activo de pretesado

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Acero de pretesado de la viga	1	740.1	740.07

Total:	740.1	kg

Viga 4

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Hormigón de la viga	1	12.438	12.44

Total:	12.438	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Armadura en el alma	1	516.2	516.23
Armadura de refuerzo de rasante viga-losa	1	291.6	291.61
Armadura en el ala inferior	1	70.1	70.08
Armadura en el ala superior	1	182.9	182.85
Armadura longitudinal de piel	1	271.7	271.70
Armadura de refuerzo en extremos	1	59.3	59.28
Armadura de refuerzo a rotura	1	0.0	0.00
Armadura debida al postesado	1	0.0	0.00

Total:	1391.8	kg

Unidad: Peso de acero activo de pretesado

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Acero de pretesado de la viga	1	740.1	740.07

Total:	740.1	kg

Viga 5

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Hormigón de la viga	1	12.437	12.44

Total:	12.437	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Armadura en el alma	1	529.3	529.31
Armadura de refuerzo de rasante viga-losa	1	279.5	279.50
Armadura en el ala inferior	1	70.1	70.08
Armadura en el ala superior	1	182.9	182.85
Armadura longitudinal de piel	1	271.7	271.70
Armadura de refuerzo en extremos	1	59.3	59.28
Armadura de refuerzo a rotura	1	0.0	0.00
Armadura debida al postesado	1	0.0	0.00

Total:	1392.7	kg

Unidad: Peso de acero activo de pretesado

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Acero de pretesado de la viga	1	740.1	740.07

Total:	740.1	kg

Viga 6

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Hormigón de la viga	1	12.437	12.44

Total:	12.437	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Armadura en el alma	1	529.3	529.31
Armadura de refuerzo de rasante viga-losa	1	279.5	279.50
Armadura en el ala inferior	1	70.1	70.08
Armadura en el ala superior	1	182.9	182.85
Armadura longitudinal de piel	1	271.7	271.70
Armadura de refuerzo en extremos	1	59.3	59.28
Armadura de refuerzo a rotura	1	0.0	0.00
Armadura debida al postesado	1	0.0	0.00

Total:	1392.7	kg

Unidad: Peso de acero activo de pretesado

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Acero de pretesado de la viga	1	740.1	740.07

Total:	740.1	kg

Viga 7

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Hormigón de la viga	1	12.438	12.44

Total:	12.438	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Armadura en el alma	1	516.2	516.23
Armadura de refuerzo de rasante viga-losa	1	291.6	291.61
Armadura en el ala inferior	1	70.1	70.08
Armadura en el ala superior	1	182.9	182.85
Armadura longitudinal de piel	1	271.7	271.70
Armadura de refuerzo en extremos	1	59.3	59.28
Armadura de refuerzo a rotura	1	0.0	0.00
Armadura debida al postesado	1	0.0	0.00

Total:	1391.8	kg

Unidad: Peso de acero activo de pretesado

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Acero de pretesado de la viga	1	740.1	740.07

Total:	740.1	kg

Viga 8

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Hormigón de la viga	1	12.439	12.44

Total:	12.439	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Armadura en el alma	1	506.5	506.55
Armadura de refuerzo de rasante viga-losa	1	292.5	292.48
Armadura en el ala inferior	1	70.1	70.08
Armadura en el ala superior	1	182.9	182.85
Armadura longitudinal de piel	1	271.7	271.70
Armadura de refuerzo en extremos	1	59.3	59.28
Armadura de refuerzo a rotura	1	0.0	0.00
Armadura debida al postesado	1	0.0	0.00

Total:	1382.9	kg

Unidad: Peso de acero activo de pretesado

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Acero de pretesado de la viga	1	740.1	740.07

Total:	740.1	kg

Viga 9

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Hormigón de la viga	1	12.453	12.45

Total:	12.453	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Armadura en el alma	1	370.3	370.29
Armadura de refuerzo de rasante viga-losa	1	349.1	349.15
Armadura en el ala inferior	1	71.7	71.73
Armadura en el ala superior	1	185.4	185.38

Armadura longitudinal de piel	1	271.7	271.70
Armadura de refuerzo en extremos	1	19.2	19.22
Armadura de refuerzo a rotura	1	0.0	0.00
Armadura debida al postesado	1	0.0	0.00

Total:	1267.5	kg

Unidad: Peso de acero activo de pretesado

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Acero de pretesado de la viga	1	740.1	740.07

Total:	740.1	kg

Viga 10

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Hormigón de la viga	1	12.458	12.46

Total:	12.458	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Armadura en el alma	1	341.0	340.99
Armadura de refuerzo de rasante viga-losa	1	363.5	363.54
Armadura en el ala inferior	1	71.7	71.73
Armadura en el ala superior	1	185.4	185.38
Armadura longitudinal de piel	1	271.7	271.70
Armadura de refuerzo en extremos	1	1.5	1.45
Armadura de refuerzo a rotura	1	0.0	0.00
Armadura debida al postesado	1	0.0	0.00

Total:	1234.8	kg

Unidad: Peso de acero activo de pretesado

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Acero de pretesado de la viga	1	740.1	740.07

Total:	740.1	kg

Losa

Losa

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Hormigón de la losa	1	147.088	147.09

Total:	147.088	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Armadura inferior longitudinal	1	8072.7	8072.67
Armadura superior longitudinal	1	3687.6	3687.56
Armadura inferior transversal	1	3236.6	3236.60
Armadura superior transversal	1	2143.1	2143.14
Armadura de zuncho	1	931.4	931.35
Armadura de cortante	1	0.0	0.00
Armadura de borde	1	0.0	0.00

Total:	18071.3	kg

PREDISSENY APARELL DE RECOLZAMENT DEL TAULER
V-7.1. PONT SOBRE EL TORRENT DE MAGRANS EIX 7

1. PROPOSTA DE NEOPRÈ

El neopreno en sí se plantea como un rectángulo de dimensiones:

$a := 300\ mm$ $b := 400\ mm$

Con una altura total

$h_{elastómero\_total} := 96\ mm$ $n_{capas} := 8$ $h_{1.elastómero} := \frac{h_{elastómero\_total}}{n_{capas}} = 12\ mm$

$h_{apoyo\_total} := 69\ mm$ $n_{chapas} := n_{capas} - 1 = 7$

$G_{neo} := 0.9\ MPa$ $G_{neo\_rapido} := 2 \cdot G_{neo} = 1.8\ MPa$

Número de recolzaments per alineació: $n_{rec} := 10$

Número de alineacions: $n_{ali} := 6$

2. REACCIONS I GIRS

De l'informe de càlcul del tauler s'extreu:

26 Reacciones por apoyo. Valores de combinación

Reacciones en vigas en el eje 1 y en el eje 2

Instante	Descripción
I1	Tras la transferencia del pretesado
I2	Tras la ejecución de las riostras
I3	Tras el hormigonado de la losa
I4	Tras la disposición de la superestructura
I5	Tras la apertura al tráfico
I6	A tiempo infinito

Situación persistente. Combinación fundamental:

Reacción vertical (kN)						
Valores máximos						
Eje	Viga	I1	I2	I3	I4	I5
1	1	214.5	459.7	762.1	960.7	960.7
1	2	214.5	453.6	621.7	1027.3	1027.3
1	3	214.5	453.6	610.2	1299.9	1299.9
1	4	214.5	453.6	590.5	1303.8	1303.8
1	5	214.5	453.6	582.9	1283.4	1283.4
1	6	214.5	453.6	581.6	1293.5	1293.5
1	7	214.5	453.6	588.1	1307.0	1307.0
1	8	214.5	453.6	619.1	1189.1	1189.1
1	9	214.5	453.6	654.7	885.0	885.0
1	10	214.5	459.7	712.3	903.2	903.2
2	1	214.5	459.7	712.3	903.2	903.2
2	2	214.5	453.6	654.7	885.1	885.1
2	3	214.5	453.6	619.1	1189.0	1189.0
2	4	214.5	453.6	588.1	1307.1	1307.1
2	5	214.5	453.6	581.6	1293.8	1293.8
2	6	214.5	453.6	582.9	1283.3	1283.3
2	7	214.5	453.6	590.5	1303.8	1303.8

2	8	214.5	453.6	610.2	1299.8	1299.8
2	9	214.5	453.6	621.7	1027.3	1027.3
2	10	214.5	459.7	762.1	960.7	960.7

$R_{max} := 1307$ kN

$R_{min} := 581.6$ kN

Viga	Apoyo	Tras la transferencia del pretesado		Tras el hormigonado de la losa		Tras la disposición de la superestructura		Tras la apertura al tráfico	
		$\theta_{máx}$ (rad)	$\theta_{mín}$ (rad)	$\theta_{máx}$ (rad)	$\theta_{mín}$ (rad)	$\theta_{máx}$ (rad)	$\theta_{mín}$ (rad)	$\theta_{máx}$ (rad)	$\theta_{mín}$ (rad)
1	1	0.005703	0.006566	0.002401	0.003263	0.001094	0.001943	0.002061	0.000632
1	2	-0.006566	-0.005703	-0.003263	-0.002401	-0.001962	-0.001117	-0.000657	-0.002066
2	1	0.005703	0.006566	0.002474	0.003337	0.001542	0.002322	0.002440	0.000324
2	2	-0.006566	-0.005703	-0.003337	-0.002474	-0.002264	-0.001469	-0.000473	-0.002358
3	1	0.005703	0.006566	0.002474	0.003337	0.001760	0.002477	0.002644	-0.000097
3	2	-0.006566	-0.005703	-0.003337	-0.002474	-0.002454	-0.001724	-0.000037	-0.002608

4	1	0.005703	0.006566	0.002474	0.003337	0.001913	0.002582	0.002799	-0.000108
4	2	-0.006566	-0.005703	-0.003337	-0.002474	-0.002575	-0.001899	0.000139	-0.002783
5	1	0.005703	0.006566	0.002474	0.003337	0.001984	0.002630	0.002870	-0.000085
5	2	-0.006566	-0.005703	-0.003337	-0.002474	-0.002628	-0.001981	0.000089	-0.002866
6	1	0.005703	0.006566	0.002474	0.003337	0.001981	0.002628	0.002866	-0.000091
6	2	-0.006566	-0.005703	-0.003337	-0.002474	-0.002629	-0.001984	0.000083	-0.002870
7	1	0.005703	0.006566	0.002474	0.003337	0.001899	0.002575	0.002783	-0.000141
7	2	-0.006566	-0.005703	-0.003337	-0.002474	-0.002582	-0.001913	0.000106	-0.002799
8	1	0.005703	0.006566	0.002474	0.003337	0.001724	0.002454	0.002608	0.000037
8	2	-0.006566	-0.005703	-0.003337	-0.002474	-0.002477	-0.001760	0.000096	-0.002644
9	1	0.005703	0.006566	0.002474	0.003337	0.001469	0.002264	0.002358	0.000473
9	2	-0.006566	-0.005703	-0.003337	-0.002474	-0.002322	-0.001541	-0.000323	-0.002440
10	1	0.005703	0.006566	0.002401	0.003263	0.001117	0.001962	0.002066	0.000656
10	2	-0.006566	-0.005703	-0.003263	-0.002401	-0.001943	-0.001094	-0.000632	-0.002061

Viga	Apoyo	A tiempo infinito	
		$\theta_{máx}$ (rad)	$\theta_{mín}$ (rad)
1	1	0.003347	0.002885
1	2	-0.002928	-0.003374
2	1	0.004158	0.002942
2	2	-0.004091	-0.004995
3	1	0.004567	0.002664
3	2	-0.002777	-0.004497
4	1	0.004867	0.002750
4	2	-0.002712	-0.004837
5	1	0.005005	0.002817
5	2	-0.003509	-0.005483
6	1	0.004999	0.002810
6	2	-0.002819	-0.005005
7	1	0.004838	0.002711
7	2	-0.002752	-0.004867
8	1	0.004497	0.002777
8	2	-0.002665	-0.004567

$\theta_{max} := 0.006566$ rad

3. ANÀLISI DE RIGIDESA HORITZONTAL DEL PONT

$$K_{1.apoyo} := \frac{a \cdot b \cdot G_{neo}}{h_{elastómero\_total}} = 1125 \ \frac{1}{m} \cdot kN$$

Altura de pila $h_{pil} := 10\ m$

Diametro columna pila $D_{pil} := 1\ m$

Número de columnas $n_{col} := 4$

$$I_{1\_pila} := \frac{n_{col} \cdot \pi \cdot D_{pil}^{4}}{64} = 0.196\ m^4$$

$$E_{pila} := 8500\ MPa \cdot \sqrt[3]{30 + 8} = 28.577\ GPa$$

$$K_{1.pila} := \frac{3 \cdot E_{pila} \cdot I_{1\_pila}}{h_{pil}^{3}} = \left(1.683 \cdot 10^4\right) \frac{1}{m} \cdot kN$$

$$K_{estribos} := 10^{90} \cdot \frac{1}{m} \cdot kN$$

$$K_{conjunto\_estribo} := \frac{1}{\frac{1}{K_{estribos}} + \frac{1}{K_{1.apoyo} \cdot n_{rec}}} = \left(1.125 \cdot 10^4\right) \frac{1}{m} \cdot kN$$

$$K_{conjunto\_pila} := \frac{1}{\frac{1}{K_{1.pila}} + \frac{1}{2 \cdot K_{1.apoyo} \cdot n_{rec}}} = \left(9.629 \cdot 10^3\right) \frac{1}{m} \cdot kN$$

$$K_{longitudinal\_puente} := 2 \cdot K_{conjunto\_estribo} + 2 \cdot K_{conjunto\_pila} = \left(4.176 \cdot 10^4\right) \frac{1}{m} \cdot kN$$

4. ANÀLISI D'ESFORÇOS HORIZONTALS

Ample del tauler: $B := 22\ m$

Longitud total del tauler: $L := 80\ m$

Cantell del tauler: $H := 1.45\ m$

Número de carrils virtuals: $n_{cv} := 4$

Esviatge del tauler: $\varphi := 39 \cdot grad = 35.1\ °$

$$grad := \frac{90\ °}{100} = 0.016$$

Força de frenada i arrancada:

$$Q_{lk\_1} := \max\left(180\ kN, \min\left(1.2 \cdot 300\ kN + 0.1 \cdot 3\ m \cdot \frac{9\ kN}{m^2} \cdot L, 900\ kN\right)\right) = 576\ kN$$

$$Q_{lk\_2} := \max\left(180\ kN, \min\left(1.2 \cdot 200\ kN + 0.1 \cdot 3\ m \cdot \frac{2.5\ kN}{m^2} \cdot L, 900\ kN\right)\right) = 300\ kN$$

$$Q_{lk\_3} := \max\left(180\ kN, \min\left(1.2 \cdot 100\ kN + 0.1 \cdot 3\ m \cdot \frac{2.5\ kN}{m^2} \cdot L, 900\ kN\right)\right) = 180\ kN$$

$$Q_{lk\_4} := \max\left(180\ kN, \min\left(1.2 \cdot 0\ kN + 0.1 \cdot 3\ m \cdot \frac{2.5\ kN}{m^2} \cdot L, 900\ kN\right)\right) = 180\ kN$$

$$F_{fren} := Q_{lk\_1} + Q_{lk\_2} + Q_{lk\_3} + Q_{lk\_4} = \left(1.236 \cdot 10^3\right)\ \mathbf{kN}$$

Força horitzontal induïda pel vent:

$c_{dir} := 1.0$

$c_{season} := 1.0$

Període de retorno $T := 100\ \mathbf{yr}$

$$c_{prob} := \sqrt{\left(\frac{1 - 0.2 \cdot \ln\left(-\ln\left(1 - \frac{1\ \mathbf{yr}}{T}\right)\right)}{1 - 0.2 \cdot \ln\left(-\ln(0.98)\right)}\right)} = 1.038$$

$v_{b.0} := 29\ \frac{\mathbf{m}}{\mathbf{s}}$

$v_b := v_{b.0} \cdot c_{dir} \cdot c_{season} \cdot c_{prob} = 30.116\ \frac{\mathbf{m}}{\mathbf{s}}$

$\rho := 1.25 \cdot \frac{\mathbf{kg}}{\mathbf{m}^3}$

$c_e := 1.719$

$t_{pavi} := 10\ \mathbf{cm}$

El canto del tablero efectivo a viento es $h_{vt} := H + t_{pavi} + 2\ \mathbf{m} = 3.55\ \mathbf{m}$

$A_{ref\_Y} := h_{vt} = 3.55\ \mathbf{m}$

El coeficiente de fuerza

$B_{tablero\_viento} := B = 22\ \mathbf{m}$

$$c_{f.Y} := \max\left(\min\left(2.5 - 0.3 \cdot \frac{B_{tablero\_viento}}{A_{ref\_Y}}, 2.4\right), 1.3\right) = 1.3$$

Fuerza total de viento sobre tablero

$$F_{w.Y\_total} := \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^{\,2} \cdot c_e \cdot c_{f.Y} \cdot A_{ref\_Y} \cdot 24.9\ \mathbf{m} = 111.974\ \mathbf{kN}$$

Fuerza de viento transversal en cada apoyo:

$$F_{w\_Y\_apoyo} := \frac{F_{w.Y\_total}}{n_{rec} \cdot 2} = 5.599\ \mathbf{kN}$$

Fuerza de viento longitudinal en cada apoyo:

$$F_{w\_X\_apoyo} := F_{w\_Y\_apoyo} \cdot 0.25 = 1.4\ \mathbf{kN}$$

Fuerza de frenado longitudinal en cada apoyo:

$$F_{fr\_X\_apoyo} := \frac{K_{1.apoyo}}{K_{longitudinal\_puente}} \cdot F_{fren} = 33.299\ kN$$

5. ANÀLISI D'EFECTES TERMOHIGROMÈTRICS

$$\varepsilon_{termohigrometric\_total} := 1\ \frac{mm}{m}$$

$$\Delta_{total} := \frac{L}{2} \cdot \varepsilon_{termohigrometric\_total} = 40\ mm$$

$$F_{termohigrometrica\_total} := K_{longitudinal\_puente} \cdot \Delta_{total} = \left(1.67 \cdot 10^3\right)\ kN$$

$$F_{termohigrometrica\_X\_apoyo} := \frac{K_{1.apoyo}}{K_{longitudinal\_puente}} \cdot F_{termohigrometrica\_total} = 45\ kN$$

6. VERIFICACIÓ DEL NEOPRÈ

Verificación de aparato de apoyo según norma EN 1337-3:2005

Coeficiente de mayoración de acciones $\gamma_A := 1.35$

Parámetros de cálculo

$h_{elastómero\_total} = 96\ mm$ $a = 0.3\ m$ $b = 0.4\ m$

$a' := a - 2\ cm = 0.28\ m$ $b' := b - 2\ cm = 0.38\ m$

$A_1 := a' \cdot b' = \left(1.064 \cdot 10^3\right)\ cm^2$ $G_{neo} = 0.9\ MPa$ $G_{neo\_rapido} = 1.8\ MPa$

$$S := \frac{a' \cdot b'}{2 \cdot (a' + b') \cdot h_{1.elastómero}} = 6.717$$

$$A_{reducida} := a' \cdot b' \cdot \left(1 - \frac{\Delta_{total} \cdot \gamma_A}{a'}\right) = 858.8\ cm^2$$

Deformación máxima de compresión

$$N_{ed} := R_{max} = \left(1.307 \cdot 10^3\right)\ kN$$

$$\varepsilon_{c.d} := \frac{N_{ed}}{G_{neo} \cdot A_{reducida} \cdot S} = 2.517$$

Deformación máxima en cizalla

$$H_{ed} := \gamma_A \cdot \sqrt{F_{w\_Y\_apoyo}^{2} + \left(F_{fr\_X\_apoyo} + F_{w\_X\_apoyo}\right)^{2}} = 47.449 \text{ kN}$$

$$v_{xy.d} := \frac{H_{ed} \cdot h_{elastómero\_total}}{a \cdot b \cdot G_{neo\_rapido}} + \Delta_{total} \cdot \gamma_A = 75.088 \text{ mm}$$

$$\varepsilon_{q.d} := \frac{v_{xy.d}}{h_{elastómero\_total}} = 0.782 \quad < 1 \quad \text{if}\left(\varepsilon_{q.d} \le 1, \text{“válido”}, \text{“NO válido”}\right) = \text{“válido”}$$

Deformación máxima en cizalla debida a rotación angular

$$\theta_{max\_cargas} := \theta_{max} \cdot \gamma_A$$

$$\varepsilon_{\alpha.d} := \frac{a'^{2} \cdot \theta_{max\_cargas} \cdot h_{1.elastómero}}{2 \cdot h_{1.elastómero}^{3} \cdot n_{capas}} = 0.302$$

Deformación máxima de diseño

$$\varepsilon_{t.d} := \varepsilon_{c.d} + \varepsilon_{q.d} + \varepsilon_{\alpha.d} = 3.601 \quad < 7 \quad \text{if}\left(\varepsilon_{t.d} \le 7, \text{“válido”}, \text{“NO válido”}\right) = \text{“válido”}$$

Flecha vertical

$$v_{c.d} := \frac{N_{ed} \cdot h_{elastómero\_total}}{A_{reducida}} \cdot \left(\frac{1}{5 \cdot G_{neo} \cdot S^{2}} + \frac{1}{2000 \text{ MPa}}\right) = 7.926 \text{ mm}$$

Límite de rotación

$$v_{c.d} - \frac{\left(a' \cdot \theta_{max\_cargas}\right)}{3} = 0.007 \text{ m} \quad \text{if}\left(v_{c.d} - \frac{\left(a' \cdot \theta_{max\_cargas}\right)}{3} \ge 0, \text{“válido”}, \text{“NO válido”}\right) = \text{“válido”}$$

Estabilidad a torsión

$$\frac{N_{ed}}{A_{reducida}} = 15.219 \text{ MPa} \qquad \frac{2 \cdot a' \cdot G_{neo} \cdot S}{3 \cdot h_{1.elastómero}} = 94.04 \text{ MPa}$$

$$\text{if}\left(\frac{N_{ed}}{A_{reducida}} \le \frac{2 \cdot a' \cdot G_{neo} \cdot S}{3 \cdot h_{1.elastómero}}, \text{“válido”}, \text{“NO válido”}\right) = \text{“válido”}$$

Condición de no deslizamiento

$$\frac{R_{min}}{A_{reducida}} = 6.772\ \mathbf{MPa}$$

$$\mathbf{if}\left(\frac{R_{min}}{A_{reducida}} \geq 3\ \mathbf{MPa}, \text{“válido”}, \text{“NO válido”}\right) = \text{“válido”}$$

$K_f := 0.2$ [0.2 para morteros lecho de resina , 0.6 para hormigón]

$$\mu_e := 0.1 + \frac{1.5\ \mathbf{MPa} \cdot K_f}{\frac{R_{min}}{A_{reducida}}} = 0.144$$

$H_{ed} = 47.449\ \mathbf{kN}$ $\mu_e \cdot R_{min} = 83.924\ \mathbf{kN}$

$$\mathbf{if}\left(H_{ed} \leq \mu_e \cdot R_{min}, \text{“no es necesario anclar”}, \text{“ES NECESARIO ANCLAR”}\right) = \text{“no es necesario anclar”}$$

7. CATÀL·LEG DE NEOPRENS

Sense pèrdua de generalitat s'escull el catàleg del fabricant Mecanogumba

				mínima $\sigma \geq 5$ N/mm^2			mínima $\sigma < 5$ N/mm^2									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Formato Dimensiones en planta a · b D	Carga Admisible	Módulo E	Nº de capas	Desplaza-miento admisible Tipo 1	Altura total del apoyo Tipo 1	Altura total de elastómero Tipo 1 T	Desplaza-miento admisible Tipos 2 a 5	Altura total del apoyo Tipo 2	Altura total del apoyo Tipo 4	Altura total del apoyo Tipo 5	Altura total de elastómero Tipos 2 a 5 T	Pernos para Tipos 2 y 4 ver 1.2.2	Angulos de giro			
													□ n · α	▯ n · α	◇ n · α	Ø n · α
mm	kN	N/mm²		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm		arc.	arc.	arc.	arc.
100 x 150	225	235	1	7,0	14	10	--	--	--	--	--	1	0,004	0,003	0,005	
			2	10,5	21	15	7,0	42	72	26	10		0,008	0,006	0,010	
			3	14,0	28	20	10,5	49	79	33	15		0,012	0,009	0,015	
			4	16,3	35	25	14,0	56	86	40	20		0,016	0,012	0,020	
			5	18,0	42	30	16,3	63	93	47	25		0,020	0,015	0,025	
			6	--	--	--	18,0	70	100	54	30		0,024	0,018	0,030	
150 x 200	450	480	1	7,0	14	10	--	--	--	--	--	1	0,003	0,003	0,004	
			2	10,5	21	15	7,0	42	72	26	10		0,006	0,006	0,008	
			3	14,0	28	20	10,5	49	79	33	15		0,009	0,009	0,013	
			4	17,5	35	25	14,0	56	86	40	20		0,012	0,012	0,017	
			5	21,0	42	30	17,5	63	93	47	25		0,015	0,015	0,021	
			6	23,3	49	35	21,0	70	100	54	30		0,018	0,018	0,025	
			7	25,3	56	40	23,3	77	107	61	35		0,021	0,021	0,029	
			8	27,0	63	45	25,3	84	114	68	40		0,024	0,024	0,033	
			9	--	--	--	27,0	91	121	75	45		0,027	0,027	0,037	
Ø 200	471	236	1	9,1	19	13	--	--	--	--	--	1	0,003	0,003	0,004	0,004
200 x 250	750	315	2	14,7	30	21	11,2	49	79	33	16	1	0,006	0,005	0,008	0,008
200 x 300	900	355	3	20,3	41	29	16,8	60	90	44	24	1	0,009	0,008	0,012	0,012
			4	25,9	52	37	22,4	71	101	55	32		0,012	0,010	0,016	0,016
			5	30,4	63	45	28,0	82	112	66	40		0,015	0,013	0,020	0,020
			6	33,7	74	53	31,7	93	123	77	48		0,018	0,015	0,024	0,024
			7	36,3	85	61	34,7	104	134	88	56		0,021	0,018	0,028	0,028
200 x 400	1200	430	1	9,1	19	13	--	--	--	--	--	2	0,003	0,001	0,003	
			2	14,7	30	21	11,2	49	79	33	16		0,006	0,002	0,006	
			3	20,3	41	29	16,8	60	90	44	24		0,009	0,003	0,009	

			4	25,9	52	37	22,4	71	101	55	32		0,012	0,005	0,012	
			5	30,4	63	45	28,0	82	112	66	40		0,015	0,006	0,015	
			6	33,7	74	53	31,7	93	123	77	48		0,018	0,008	0,018	
			7	36,3	85	61	34,7	104	134	88	56		0,021	0,009	0,021	
Ø 250	735	366	1	9,1	19	13	--	--	--	--	--	1	0,003	0,001	0,003	0,004
250 x 400	1500	610	2	14,7	30	21	11,2	49	79	33	16	2	0,005	0,002	0,005	0,008
			3	20,3	41	29	16,8	60	90	44	24		0,008	0,004	0,008	0,012
			4	25,9	52	37	22,4	71	101	55	32		0,010	0,005	0,010	0,016
			5	31,5	63	45	28,0	82	112	66	40		0,013	0,006	0,013	0,020
			6	36,5	74	53	33,6	93	123	77	48		0,015	0,007	0,016	0,024
			7	40,0	85	61	37,9	104	134	88	56		0,018	0,009	0,018	0,028
			8	43,1	96	69	41,2	115	141	99	64		0,020	0,010	0,021	0,032
			9	--	--	--	44,1	126	156	110	72		0,023	0,011	0,023	0,036
Ø 300	1060	527	1	9,1	19	13	--	--	--	--	--	1	0,002	0,001	0,002	0,003
300 x 400	1800	630	2	14,7	30	21	11,2	49	79	33	16	2	0,004	0,002	0,004	0,006
			3	20,3	41	29	16,8	60	90	44	24		0,006	0,004	0,007	0,009
			4	25,9	52	37	22,4	71	101	55	32		0,008	0,005	0,009	0,012
			5	31,5	63	45	28,0	82	112	66	40		0,010	0,006	0,011	0,015
			6	37,1	74	53	33,6	93	123	77	48		0,012	0,007	0,013	0,018
			7	42,5	85	61	39,2	104	134	88	56		0,014	0,009	0,015	0,021
			8	46,2	96	69	43,9	115	141	99	64		0,016	0,010	0,018	0,024
			9	49,5	107	77	47,5	126	156	110	72		0,018	0,011	0,020	0,027
			10	52,4	118	85	50,7	137	167	121	80		0,020	0,012	0,022	0,030
			11	--	--	--	53,4	148	178	132	88		0,022	0,013	0,024	0,033

Datos según fabricante para el siguiente apoyo: $a = 300\ \text{mm}$ $b = 400\ \text{mm}$ $n_{capas} = 8$

$h_{elastómero\_total} = 96\ \text{mm}$ $h_{apoyo\_total} = 69\ \text{mm}$

$carga_{admisible} := 1800\ \text{kN}$ $\dfrac{N_{ed}}{\gamma_A} = 968.148\ \text{kN}$

$desplazamiento_{max} := 46.2\ \text{mm}$ $\dfrac{v_{xy.d}}{\gamma_A} = 55.621\ \text{mm}$

$giro_{admisible} := 0.016\ \text{rad}$ $\dfrac{\theta_{max\_cargas}}{\gamma_A} = 0.007\ \text{rad}$

$$\text{if}\left(carga_{admisible} \geq \frac{N_{ed}}{\gamma_A}, \text{“válido”}, \text{“NO válido”}\right) = \text{“válido”}$$

$$\text{if}\left(desplazamiento_{max} \geq \frac{v_{xy.d}}{\gamma_A}, \text{“válido”}, \text{“NO válido”}\right) = \text{“NO válido”}$$

$$\text{if}\left(giro_{admisible} \geq \frac{\theta_{max\_cargas}}{\gamma_A}, \text{“válido”}, \text{“NO válido”}\right) = \text{“válido”}$$

PREDISSENY APARELL DE RECOLZAMENT DEL TAULER
V-7.1. PONT SOBRE EL TORRENT DE MAGRANS EIX 7
RECOLZAMENT SOBRE PILA

1. PROPOSTA DE NEOPRÈ

El neopreno en sí se plantea como un rectángulo de dimensiones:

$a := 300\ mm$ $b := 400\ mm$

Con una altura total

$h_{elastómero\_total} := 96\ mm$ $n_{capas} := 8$ $h_{1.elastómero} := \frac{h_{elastómero\_total}}{n_{capas}} = 12\ mm$

$h_{apoyo\_total} := 69\ mm$ $n_{chapas} := n_{capas} - 1 = 7$

$G_{neo} := 0.9\ MPa$ $G_{neo\_rapido} := 2 \cdot G_{neo} = 1.8\ MPa$

Número de recolzaments per alineació: $n_{rec} := 10$

Número de alineacions: $n_{ali} := 6$

2. REACCIONS I GIRS

De l'informe de càlcul del tauler s'extreu:

26 Reacciones por apoyo. Valores de combinación

Reacciones en vigas en el eje 1 y en el eje 2

Instante	Descripción
I1	Tras la transferencia del pretesado
I2	Tras la ejecución de las riostras
I3	Tras el hormigonado de la losa
I4	Tras la disposición de la superestructura
I5	Tras la apertura al tráfico
I6	A tiempo infinito

Situación persistente. Combinación fundamental:

Reacción vertical (kN)
Valores máximos

Eje	Viga	I1	I2	I3	I4	I5
1	1	244.9	527.1	879.6	1135.8	1135.8
1	2	244.9	520.1	708.3	1172.8	1172.8
1	3	244.9	520.1	700.5	1429.0	1429.0
1	4	244.9	520.1	678.6	1420.4	1420.4
1	5	244.9	520.1	669.8	1398.8	1398.8
1	6	244.9	520.1	668.7	1414.5	1414.5
1	7	244.9	520.1	679.1	1416.3	1416.3
1	8	244.9	520.1	716.9	1316.4	1316.4
1	9	244.9	520.1	756.2	1021.2	1021.2
1	10	244.9	527.1	810.4	1046.2	1046.2

$R_{max} := 1429\ \mathbf{kN}$

$R_{min} := 668.7\ \mathbf{kN}$

Viga	Apoyo	Tras la transferencia del pretesado		Tras el hormigonado de la losa		Tras la disposición de la superestructura		Tras la apertura al tráfico	
		$\theta_{máx}$ (rad)	$\theta_{mín}$ (rad)	$\theta_{máx}$ (rad)	$\theta_{mín}$ (rad)	$\theta_{máx}$ (rad)	$\theta_{mín}$ (rad)	$\theta_{máx}$ (rad)	$\theta_{mín}$ (rad)
1	1	0.006949	0.008085	0.001889	0.003026	-0.000064	0.001036	0.001070	-0.001004
1	2	-0.008085	-0.006949	-0.003026	-0.001889	-0.001076	0.000016	0.000954	-0.001090
2	1	0.006949	0.008085	0.002002	0.003139	0.000572	0.001570	0.001601	-0.001247
2	2	-0.008085	-0.006949	-0.003139	-0.002002	-0.001480	-0.000456	0.001058	-0.001493
3	1	0.006949	0.008085	0.002002	0.003139	0.000881	0.001794	0.001908	-0.001612
3	2	-0.008085	-0.006949	-0.003139	-0.002002	-0.001745	-0.000810	0.001456	-0.001835
4	1	0.006949	0.008085	0.002002	0.003139	0.001101	0.001947	0.002125	-0.001569
4	2	-0.008085	-0.006949	-0.003139	-0.002002	-0.001928	-0.001068	0.001595	-0.002089
5	1	0.006949	0.008085	0.002002	0.003139	0.001205	0.002020	0.002226	-0.001510
5	2	-0.008085	-0.006949	-0.003139	-0.002002	-0.002015	-0.001196	0.001526	-0.002217
6	1	0.006949	0.008085	0.002003	0.003139	0.001197	0.002015	0.002218	-0.001526
6	2	-0.008086	-0.006949	-0.003139	-0.002003	-0.002020	-0.001205	0.001508	-0.002227
7	1	0.006949	0.008085	0.002003	0.003139	0.001069	0.001929	0.002089	-0.001597
7	2	-0.008086	-0.006949	-0.003139	-0.002003	-0.001948	-0.001101	0.001568	-0.002125
8	1	0.006949	0.008085	0.002003	0.003139	0.000811	0.001746	0.001835	-0.001456
8	2	-0.008086	-0.006949	-0.003139	-0.002003	-0.001794	-0.000882	0.001610	-0.001908
9	1	0.006949	0.008085	0.002003	0.003139	0.000456	0.001480	0.001494	-0.001057
9	2	-0.008086	-0.006949	-0.003139	-0.002003	-0.001570	-0.000572	0.001244	-0.001601
10	1	0.006949	0.008085	0.001889	0.003026	-0.000016	0.001076	0.001090	-0.000953
10	2	-0.008086	-0.006949	-0.003026	-0.001889	-0.001036	0.000063	0.001002	-0.001070

Viga	Apoyo	A tiempo infinito	
		$\theta_{máx}$ (rad)	$\theta_{mín}$ (rad)
1	1	0.001107	0.000289
1	2	-0.002293	-0.003045
2	1	0.002250	0.000559
2	2	-0.002295	-0.003554
3	1	0.002847	0.000399
3	2	-0.000510	-0.002707
4	1	0.003270	0.000583
4	2	-0.001729	-0.004121
5	1	0.003469	0.000709
5	2	-0.001794	-0.004244

$\theta_{max} := 0.008085\ \mathbf{rad}$

3. ANÀLISI DE RIGIDESA HORITZONTAL DEL PONT

$$K_{1.apoyo} := \frac{a \cdot b \cdot G_{neo}}{h_{elastómero\_total}} = 1125 \ \frac{1}{m} \cdot kN$$

Altura de pila $h_{pil} := 10\ m$ Diametro columna pila $D_{pil} := 1\ m$

Número de columnas $n_{col} := 4$

$$I_{1\_pila} := \frac{n_{col} \cdot \pi \cdot D_{pil}^{4}}{64} = 0.196\ m^4 \qquad E_{pila} := 8500\ MPa \cdot \sqrt[3]{30+8} = 28.577\ GPa$$

$$K_{1.pila} := \frac{3 \cdot E_{pila} \cdot I_{1\_pila}}{h_{pil}^{3}} = \left(1.683 \cdot 10^4\right) \frac{1}{m} \cdot kN \qquad K_{estribos} := 10^{90} \cdot \frac{1}{m} \cdot kN$$

$$K_{conjunto\_estribo} := \frac{1}{\frac{1}{K_{estribos}} + \frac{1}{K_{1.apoyo} \cdot n_{rec}}} = \left(1.125 \cdot 10^4\right) \frac{1}{m} \cdot kN$$

$$K_{conjunto\_pila} := \frac{1}{\frac{1}{K_{1.pila}} + \frac{1}{2 \cdot K_{1.apoyo} \cdot n_{rec}}} = \left(9.629 \cdot 10^3\right) \frac{1}{m} \cdot kN$$

$$K_{longitudinal\_puente} := 2 \cdot K_{conjunto\_estribo} + 2 \cdot K_{conjunto\_pila} = \left(4.176 \cdot 10^4\right) \frac{1}{m} \cdot kN$$

4. ANÀLISI D'ESFORÇOS HORIZONTALS

Ample del tauler: $B := 22\ m$

Longitud total del tauler: $L := 80\ m$ Longitud del vano $L_v := 30\ m$

Cantell del tauler: $H := 1.45\ m$ $grad := \frac{90\ °}{100} = 0.016$

Número de carrils virtuals: $n_{cv} := 4$

Esviatge del tauler: $\varphi := 39 \cdot grad = 35.1\ °$

Força de frenada i arrancada:

$$Q_{lk\_1} := \max\left(180\ kN, \min\left(1.2 \cdot 300\ kN + 0.1 \cdot 3\ m \cdot \frac{9\ kN}{m^2} \cdot L, 900\ kN\right)\right) = 576\ kN$$

$$Q_{lk\_2} := \max\left(180\ kN, \min\left(1.2 \cdot 200\ kN + 0.1 \cdot 3\ m \cdot \frac{2.5\ kN}{m^2} \cdot L, 900\ kN\right)\right) = 300\ kN$$

$$Q_{lk\_3} := \max\left(180\ kN, \min\left(1.2 \cdot 100\ kN + 0.1 \cdot 3\ m \cdot \frac{2.5\ kN}{m^2} \cdot L, 900\ kN\right)\right) = 180\ kN$$

$$Q_{lk\_4} := \max\left(180\ kN, \min\left(1.2 \cdot 0\ kN + 0.1 \cdot 3\ m \cdot \frac{2.5\ kN}{m^2} \cdot L, 900\ kN\right)\right) = 180\ kN$$

$$F_{fren} := Q_{lk\_1} + Q_{lk\_2} + Q_{lk\_3} + Q_{lk\_4} = (1.236 \cdot 10^3)\ kN$$

Força horitzontal induïda pel vent:

$c_{dir} := 1.0$

$c_{season} := 1.0$

Període de retorno $T := 100\ yr$ $\qquad c_{prob} := \sqrt{\left(\frac{1 - 0.2 \cdot \ln\left(-\ln\left(1 - \frac{1\ yr}{T}\right)\right)}{1 - 0.2 \cdot \ln(-\ln(0.98))}\right)} = 1.038$

$v_{b.0} := 29\ \frac{m}{s}$

$v_b := v_{b.0} \cdot c_{dir} \cdot c_{season} \cdot c_{prob} = 30.116\ \frac{m}{s}$

$\rho := 1.25 \cdot \frac{kg}{m^3}$

$c_e := 1.719$

$t_{pavi} := 10\ cm$

El canto del tablero efectivo a viento es $\qquad h_{vt} := H + t_{pavi} + 2\ m = 3.55\ m$

$A_{ref\_Y} := h_{vt} = 3.55\ m$

El coeficiente de fuerza

$B_{tablero\_viento} := B = 22\ m$

$$c_{f.Y} := \max\left(\min\left(2.5 - 0.3 \cdot \frac{B_{tablero\_viento}}{A_{ref\_Y}}, 2.4\right), 1.3\right) = 1.3$$

Fuerza total de viento sobre tablero

$$F_{w.Y\_total} := \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^{\ 2} \cdot c_e \cdot c_{f.Y} \cdot A_{ref\_Y} \cdot L_v = 134.908\ kN$$

Fuerza de viento transversal en cada apoyo:

$$F_{w\_Y\_apoyo} := \frac{F_{w.Y\_total}}{n_{rec} \cdot 2} = 6.745\ kN$$

Fuerza de viento longitudinal en cada apoyo:

$$F_{w\_X\_apoyo} := F_{w\_Y\_apoyo} \cdot 0.25 = 1.686\ kN$$

Nombre de recolzaments per pila $\qquad n_{rec\_pila} := 20$

Fuerza de frenado longitudinal en cada apoyo:

$$F_{fr\_X\_pila} := \frac{K_{conjunto\_pila}}{K_{longitudinal\_puente}} \cdot F_{fren} = 285.013\ kN$$

$$F_{fr\_X\_apoyo\_pila} := \frac{F_{fr\_X\_pila}}{n_{rec\_pila}} = 14.251\ kN$$

5. ANÀLISI D'EFECTES TERMOHIGROMÈTRICS

$$\varepsilon_{termohigrometric\_total} := 1\ \frac{mm}{m}$$

$$\Delta_{total} := \frac{L_v}{2} \cdot \varepsilon_{termohigrometric\_total} = 15\ mm$$

$$F_{termohigrometrica\_total} := K_{longitudinal\_puente} \cdot \Delta_{total} = 626.375\ kN$$

$$F_{termohigrometrica\_X\_pila} := \frac{K_{conjunto\_pila}}{K_{longitudinal\_puente}} \cdot F_{termohigrometrica\_total} = 144.438\ kN$$

$$F_{termohigrometrica\_X\_apoyo} := \frac{F_{termohigrometrica\_X\_pila}}{n_{rec\_pila}} = 7.222\ kN$$

6. VERIFICACIÓ DEL NEOPRÈ

Verificación de aparato de apoyo según norma EN 1337-3:2005

Coeficiente de mayoración de acciones $\gamma_A := 1.35$

Parámetros de cálculo

$h_{elastómero\_total} = 96\ mm$ $a = 0.3\ m$ $b = 0.4\ m$

$a' := a - 2\ cm = 0.28\ m$ $b' := b - 2\ cm = 0.38\ m$

$A_1 := a' \cdot b' = \left(1.064 \cdot 10^3\right)\ cm^2$ $G_{neo} = 0.9\ MPa$ $G_{neo\_rapido} = 1.8\ MPa$

$$S := \frac{a' \cdot b'}{2 \cdot (a' + b') \cdot h_{1.elastómero}} = 6.717$$

$$A_{reducida} := a' \cdot b' \cdot \left(1 - \frac{\Delta_{total} \cdot \gamma_A}{a'}\right) = 987.05\ cm^2$$

Deformación máxima de compresión

$N_{ed} := R_{max} = (1.429 \cdot 10^3)$ kN

$$\varepsilon_{c.d} := \frac{N_{ed}}{G_{neo} \cdot A_{reducida} \cdot S} = 2.395$$

Deformación máxima en cizalla

$$H_{ed} := \gamma_A \cdot \sqrt{F_{w\_Y\_apoyo}^{2} + \left(F_{fr\_X\_apoyo\_pila} + F_{w\_X\_apoyo}\right)^{2}} = 23.363 \text{ kN}$$

$$v_{xy.d} := \frac{H_{ed} \cdot h_{elastómero\_total}}{a \cdot b \cdot G_{neo\_rapido}} + \Delta_{total} \cdot \gamma_A = 30.633 \text{ mm}$$

$$\varepsilon_{q.d} := \frac{v_{xy.d}}{h_{elastómero\_total}} = 0.319 \quad < 1 \quad \text{if}\left(\varepsilon_{q.d} \leq 1, \text{“válido”}, \text{“NO válido”}\right) = \text{“válido”}$$

Deformación máxima en cizalla debida a rotación angular

$$\theta_{max\_cargas} := \theta_{max} \cdot \gamma_A$$

$$\varepsilon_{\alpha.d} := \frac{a'^{2} \cdot \theta_{max\_cargas} \cdot h_{1.elastómero}}{2 \cdot h_{1.elastómero}^{3} \cdot n_{capas}} = 0.371$$

Deformación máxima de diseño

$$\varepsilon_{t.d} := \varepsilon_{c.d} + \varepsilon_{q.d} + \varepsilon_{\alpha.d} = 3.085 \quad < 7 \quad \text{if}\left(\varepsilon_{t.d} \leq 7, \text{“válido”}, \text{“NO válido”}\right) = \text{“válido”}$$

Flecha vertical

$$v_{c.d} := \frac{N_{ed} \cdot h_{elastómero\_total}}{A_{reducida}} \cdot \left(\frac{1}{5 \cdot G_{neo} \cdot S^{2}} + \frac{1}{2000 \text{ MPa}}\right) = 7.54 \text{ mm}$$

Límite de rotación

$$v_{c.d} - \frac{\left(a' \cdot \theta_{max\_cargas}\right)}{3} = 0.007 \text{ m} \quad \text{if}\left(v_{c.d} - \frac{\left(a' \cdot \theta_{max\_cargas}\right)}{3} \geq 0, \text{“válido”}, \text{“NO válido”}\right) = \text{“válido”}$$

Estabilidad a torsión

$$\frac{N_{ed}}{A_{reducida}} = 14.477\ \text{MPa} \qquad \frac{2 \cdot a' \cdot G_{neo} \cdot S}{3 \cdot h_{1.elastómero}} = 94.04\ \text{MPa}$$

$$\text{if}\left(\frac{N_{ed}}{A_{reducida}} \le \frac{2 \cdot a' \cdot G_{neo} \cdot S}{3 \cdot h_{1.elastómero}}, \text{“válido”}, \text{“NO válido”}\right) = \text{“válido”}$$

Condición de no deslizamiento

$$\frac{R_{min}}{A_{reducida}} = 6.775\ \text{MPa}$$

$$\text{if}\left(\frac{R_{min}}{A_{reducida}} \ge 3\ \text{MPa}, \text{“válido”}, \text{“NO válido”}\right) = \text{“válido”}$$

$K_f := 0.2$ [0.2 para morteros lecho de resina , 0.6 para hormigón]

$$\mu_e := 0.1 + \frac{1.5\ \text{MPa} \cdot K_f}{\frac{R_{min}}{A_{reducida}}} = 0.144$$

$H_{ed} = 23.363\ \text{kN}$ $\mu_e \cdot R_{min} = 96.482\ \text{kN}$

$$\text{if}\left(H_{ed} \le \mu_e \cdot R_{min}, \text{“no es necesario anclar”}, \text{“ES NECESARIO ANCLAR”}\right) = \text{“no es necesario anclar”}$$

7. CATÀL·LEG DE NEOPRENS

Sense pèrdua de generalitat s'escull el catàleg del fabricant Mecanogumba

				mínima $\sigma \ge 5$ N/mm²			mínima $\sigma < 5$ N/mm²									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Formato Dimensiones en planta a · b D	Carga Admisible	Módulo E	Nº de capas	Desplaza-miento admisible Tipo 1	Altura total del apoyo Tipo 1	Altura total de elastómero Tipo 1 T	Desplaza-miento admisible Tipos 2 a 5	Altura total del apoyo Tipo 2	Altura total del apoyo Tipo 4	Altura total del apoyo Tipo 5	Altura total de elastómero Tipos 2 a 5 T	Pernos para Tipos 2 y 4 ver 1.2.2	Angulos de giro			
													□ n · α	▯ n · α	◇ n · α	Ø n · α
mm	kN	N/mm²		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm		arc.	arc.	arc.	arc.
100 x 150	225	235	1	7,0	14	10	--	--	--	--	--	1	0,004	0,003	0,005	
			2	10,5	21	15	7,0	42	72	26	10		0,008	0,006	0,010	
			3	14,0	28	20	10,5	49	79	33	15		0,012	0,009	0,015	
			4	16,3	35	25	14,0	56	86	40	20		0,016	0,012	0,020	
			5	18,0	42	30	16,3	63	93	47	25		0,020	0,015	0,025	
			6	--	--	--	18,0	70	100	54	30		0,024	0,018	0,030	
150 x 200	450	480	1	7,0	14	10	--	--	--	--	--	1	0,003	0,003	0,004	
			2	10,5	21	15	7,0	42	72	26	10		0,006	0,006	0,008	

			4	17,5	35	25	14,0	56	86	40	20		0,012	0,012	0,017	
			5	21,0	42	30	17,5	63	93	47	25		0,015	0,015	0,021	
			6	23,3	49	35	21,0	70	100	54	30		0,018	0,018	0,025	
			7	25,3	56	40	23,3	77	107	61	35		0,021	0,021	0,029	
			8	27,0	63	45	25,3	84	114	68	40		0,024	0,024	0,033	
			9	--	--	--	27,0	91	121	75	45		0,027	0,027	0,037	
Ø 200	471	236	1	9,1	19	13	--	--	--	--	--	1	0,003	0,003	0,004	0,004
200 x 250	750	315	2	14,7	30	21	11,2	49	79	33	16	1	0,006	0,005	0,008	0,008
200 x 300	900	355	3	20,3	41	29	16,8	60	90	44	24	1	0,009	0,008	0,012	0,012
			4	25,9	52	37	22,4	71	101	55	32		0,012	0,010	0,016	0,016
			5	30,4	63	45	28,0	82	112	66	40		0,015	0,013	0,020	0,020
			6	33,7	74	53	31,7	93	123	77	48		0,018	0,015	0,024	0,024
			7	36,3	85	61	34,7	104	134	88	56		0,021	0,018	0,028	0,028
200 x 400	1200	430	1	9,1	19	13	--	--	--	--	--	2	0,003	0,001	0,003	
			2	14,7	30	21	11,2	49	79	33	16		0,006	0,002	0,006	
			3	20,3	41	29	16,8	60	90	44	24		0,009	0,003	0,009	
			4	25,9	52	37	22,4	71	101	55	32		0,012	0,005	0,012	
			5	30,4	63	45	28,0	82	112	66	40		0,015	0,006	0,015	
			6	33,7	74	53	31,7	93	123	77	48		0,018	0,008	0,018	
			7	36,3	85	61	34,7	104	134	88	56		0,021	0,009	0,021	
Ø 250	735	366	1	9,1	19	13	--	--	--	--	--	1	0,003	0,001	0,003	0,004
250 x 400	1500	610	2	14,7	30	21	11,2	49	79	33	16	2	0,005	0,002	0,005	0,008
			3	20,3	41	29	16,8	60	90	44	24		0,008	0,004	0,008	0,012
			4	25,9	52	37	22,4	71	101	55	32		0,010	0,005	0,010	0,016
			5	31,5	63	45	28,0	82	112	66	40		0,013	0,006	0,013	0,020
			6	36,5	74	53	33,6	93	123	77	48		0,015	0,007	0,016	0,024
			7	40,0	85	61	37,9	104	134	88	56		0,018	0,009	0,018	0,028
			8	43,1	96	69	41,2	115	141	99	64		0,020	0,010	0,021	0,032
			9	--	--	--	44,1	126	156	110	72		0,023	0,011	0,023	0,036
Ø 300	1060	527	1	9,1	19	13	--	--	--	--	--	1	0,002	0,001	0,002	0,003
300 x 400	1800	630	2	14,7	30	21	11,2	49	79	33	16	2	0,004	0,002	0,004	0,006
			3	20,3	41	29	16,8	60	90	44	24		0,006	0,004	0,007	0,009
			4	25,9	52	37	22,4	71	101	55	32		0,008	0,005	0,009	0,012
			5	31,5	63	45	28,0	82	112	66	40		0,010	0,006	0,011	0,015
			6	37,1	74	53	33,6	93	123	77	48		0,012	0,007	0,013	0,018
			7	42,5	85	61	39,2	104	134	88	56		0,014	0,009	0,015	0,021
			8	46,2	96	69	43,9	115	141	99	64		0,016	0,010	0,018	0,024
			9	49,5	107	77	47,5	126	156	110	72		0,018	0,011	0,020	0,027
			10	52,4	118	85	50,7	137	167	121	80		0,020	0,012	0,022	0,030
			11	--	--	--	53,4	148	178	132	88		0,022	0,013	0,024	0,033

Datos según fabricante para el siguiente apoyo:

$a = 300\ \text{mm}$ $b = 400\ \text{mm}$ $n_{capas} = 8$

$h_{elastómero\_total} = 96\ \text{mm}$ $h_{apoyo\_total} = 69\ \text{mm}$

$carga_{admisible} := 1800\ \text{kN}$ $\dfrac{N_{ed}}{\gamma_A} = 1058.519\ \text{kN}$

$desplazamiento_{max} := 46.2\ \text{mm}$ $\dfrac{v_{xy.d}}{\gamma_A} = 22.691\ \text{mm}$

$giro_{admisible} := 0.016\ \text{rad}$ $\dfrac{\theta_{max\_cargas}}{\gamma_A} = 0.008\ \text{rad}$

$$\text{if}\left(carga_{admisible} \geq \frac{N_{ed}}{\gamma_A}, \text{“válido”}, \text{“NO válido”}\right) = \text{“válido”}$$

$$\text{if}\left(desplazamiento_{max} \geq \frac{v_{xy.d}}{\gamma_A}, \text{“válido”}, \text{“NO válido”}\right) = \text{“válido”}$$

$$\text{if}\left(giro_{admisible} \geq \frac{\theta_{max\_cargas}}{\gamma_A}, \text{“válido”}, \text{“NO válido”}\right) = \text{“válido”}$$

Programa: CivilEstudio

Versión: 34 - 6
Barcelona, 2018

CivilEstudio, software propiedad de CivilCAD Consultores, S.L.
Autores: L.M.Callís, J.M.Roig, I.Callís, P.Reinés
Licencia de uso concedida a: Most Enginyers, S.L.
Número de usuario: 12202

Proyecto:

Nombre del proyecto: *PRECÀLCUL DE LES ESTRUCTURES DEL PROJECTE D'OBRES BÀSIQUES D'URBANITZACIÓ DEL PLA DIRECTOR URBANÍSTIC DEL CENTRE DIRECCIONAL DE CERDANYOLA DEL VALLÈS*
Nombre de la estructura: *3 V.7.1 Pont sobre el torrent de Magrans a l'eix 7*
Nombre del elemento estructural: *Estrep flotant*
Tipo de estructura: *Cargadero cimentado mediante pilotes*
Funcionalidad de la estructura: *Estructura de Carretera*
Clase de estructura: *Cargadero sin encepado*
Vida útil: *100 años*

Normativas:

Ámbito: *Normas españolas*

Unidades:

Sistema *S.I.*

Despiece:

Sistema Métrico Europeo

Módulo del programa:

Módulo Estribo flotante
Nombre del archivo de proyecto: *v71_v1.efl*
Ruta de acceso: *p:\parc de l'alba\estructures\3. v-7.1\civilcad estrep*

Informe:

Tipo de informe: *Memoria de cálculo*
Informe generado el día 19-12-2020 a las 23:21:13.

Incidencias :

Incidencia nº 1 :
Tarea :
Generación del modelo de cálculo
Causa :

Incidencia nº 2 :
Tarea :
Cálculo: fisuración
Causa :
La armadura necesaria es superior a la armadura máxima del despiece (diámetro máximo y separación mínima).

Incidencia nº 3 :
Tarea :
Generación del despiece
Causa :
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara inferior. Posición del despiece incorrecta.
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara superior. Posición del despiece incorrecta.
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara interior. Posición del despiece incorrecta.
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara exterior. Posición del despiece incorrecta.
Murete lateral 2. Armadura horizontal. Cara exterior. La armadura no cabe en la sección o no cumple con el recubrimiento.

Índice

1 RESUMEN DE VERIFICACIONES

2 DEFINICIóN DEL PROYECTO

2.1 Normativas
2.2 Geometría
2.2.1 Planta
2.2.2 Sección
2.2.3 Cargadero
2.2.4 Espaldón
2.2.5 Apoyos
2.2.6 Aleta 1
2.2.7 Aleta 2
2.2.8 Pilotes
2.3 Terreno
2.4 Materiales
2.4.1 Hormigón Alzado. Espaldón
2.4.2 Hormigón Alzado. Cargadero
2.4.3 Hormigón Alzado. Aletas
2.4.4 Hormigón Pilotes
2.4.5 Hormigón Capa de nivelación
2.4.6 Armadura pasiva Alzado. Espaldón
2.4.7 Armadura pasiva Alzado. Cargadero
2.4.8 Armadura pasiva Alzado. Aletas
2.4.9 Armadura pasiva Pilotes
2.5 Fisuración
2.6 Acciones
2.6.1 Acciones permanentes en el estribo
2.6.2 Acciones variables en el estribo
2.6.3 Acciones permanentes en el tablero
2.6.4 Acciones variables en el tablero
2.7 Seguridad
2.8 Armadura
2.8.1 Recubrimientos geométricos
2.9 Configuración del cálculo

3 MODELO

4 ESFUERZOS CARACTERíSTICOS

4.1 Peso propio. Estribo
4.1.1 Pilotes
4.1.2 Cargadero
4.1.3 Espaldón
4.1.4 Aleta 1
4.1.5 Aleta 2
4.2 Terreno. Tierras. Empuje en trasdós
4.2.1 Pilotes
4.2.2 Cargadero
4.2.3 Espaldón
4.2.4 Aleta 1

4.2.5 Aleta 2
4.3 Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje
4.3.1 Pilotes
4.3.2 Cargadero
4.3.3 Espaldón
4.3.4 Aleta 1
4.3.5 Aleta 2
4.4 Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical
4.4.1 Pilotes
4.4.2 Cargadero
4.4.3 Espaldón
4.4.4 Aleta 1
4.4.5 Aleta 2
4.5 Peso propio. Tablero
4.5.1 Pilotes
4.5.2 Cargadero
4.5.3 Espaldón
4.5.4 Aleta 1
4.5.5 Aleta 2
4.6 Superestructura del tablero
4.6.1 Pilotes
4.6.2 Cargadero
4.6.3 Espaldón
4.6.4 Aleta 1
4.6.5 Aleta 2
4.7 Reología. Retracción
4.7.1 Pilotes
4.7.2 Cargadero
4.7.3 Espaldón
4.7.4 Aleta 1
4.7.5 Aleta 2
4.8 Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1
4.8.1 Pilotes
4.8.2 Cargadero
4.8.3 Espaldón
4.8.4 Aleta 1
4.8.5 Aleta 2
4.9 Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2
4.9.1 Pilotes
4.9.2 Cargadero
4.9.3 Espaldón
4.9.4 Aleta 1
4.9.5 Aleta 2
4.10 Viento. Con sobrecarga de uso
4.10.1 Pilotes
4.10.2 Cargadero
4.10.3 Espaldón
4.10.4 Aleta 1
4.10.5 Aleta 2

5 ESTADO LíMITE DE HUNDIMIENTO

5.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio
5.2 Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio
5.3 Resumen de verificaciones

6 ESTADO LíMITE DE ASIENTOS

6.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio
6.2 Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio
6.3 Resumen de verificaciones

7 ESTADO LíMITE DE ARRANQUE DE LOS PILOTES

7.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio
7.2 Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio
7.3 Resumen de verificaciones

8 ESTADO LíMITE DE FLEXIóN

8.1 Pilotes
8.1.1 Esfuerzos de cálculo
8.1.2 Armaduras
8.2 Espaldón
8.2.1 Esfuerzos de cálculo
8.2.2 Armaduras
8.3 Cargadero
8.3.1 Esfuerzos de cálculo
8.3.2 Armaduras
8.4 Aleta 1
8.4.1 Esfuerzos de cálculo
8.4.2 Armaduras
8.5 Aleta2
8.5.1 Esfuerzos de cálculo
8.5.2 Armaduras
8.6 Resumen de verificaciones

9 ESTADO LíMITE DE TORSIóN

9.1 Cargadero
9.1.1 Esfuerzos de cálculo
9.1.2 Dimensionamiento de armaduras
9.2 Resumen de verificaciones

10 ESTADO LíMITE DE FISURACIóN

10.1 Pilotes
10.1.1 Esfuerzos de cálculo
10.1.2 Cálculo de E.L. de fisuración
10.2 Espaldón
10.2.1 Esfuerzos de cálculo
10.2.2 Cálculo de E.L. de fisuración
10.3 Cargadero
10.3.1 Esfuerzos de cálculo
10.3.2 Cálculo de E.L. de fisuración
10.3.2.1 Resultados del cálculo por secciones
10.3.2.2 Resultados del cálculo en la sección más desfavorable
10.4 Aleta 1
10.4.1 Esfuerzos de cálculo
10.4.2 Cálculo de E.L. de fisuración
10.5 Aleta2
10.5.1 Esfuerzos de cálculo
10.5.2 Cálculo de E.L. de fisuración

10.6 Resumen de verificaciones

11 ESTADO LíMITE DE CORTANTE

11.1 Pilotes
11.1.1 Esfuerzos de cálculo
11.1.2 Armaduras de cortante
11.2 Espaldón
11.2.1 Esfuerzos de cálculo
11.2.2 Armaduras de cortante
11.3 Cargadero
11.3.1 Esfuerzos de cálculo
11.3.2 Armaduras de cortante
11.4 Aleta 1
11.4.1 Esfuerzos de cálculo
11.4.2 Armaduras de cortante
11.5 Aleta2
11.5.1 Esfuerzos de cálculo
11.5.2 Armaduras de cortante
11.6 Resumen de verificaciones

12 ESTADO LíMITE DE DEFORMACIONES

12.1 Pilotes
12.2 Muro espaldón
12.2.1 Deformaciones
12.2.2 Cálculo de E.L. de deformaciones
12.2.2.1 Desplazamientos. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio
12.2.2.2 Desplazamientos. Situación persistente. Combinación frecuente. Estructura en servicio
12.2.2.3 Desplazamientos. Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio
12.3 Aleta 1
12.4 Aleta2
12.5 Resumen de verificaciones

13 ESTADO LíMITE DE DESPIECE

13.1 Resumen de verificaciones

1 RESUMEN DE VERIFICACIONES

Nombre del proyecto: *PRECÀLCUL DE LES ESTRUCTURES DEL PROJECTE D'OBRES BÀSIQUES D'URBANITZACIÓ DEL PLA DIRECTOR URBANÍSTIC DEL CENTRE DIRECCIONAL DE CERDANYOLA DEL VALLÈS*
Nombre de la estructura: *3 V.7.1 Pont sobre el torrent de Magrans a l'eix 7*
Nombre del elemento estructural: *Estrep flotant*
Tipo de estructura: *Cargadero cimentado mediante pilotes*
Funcionalidad de la estructura: *Estructura de Carretera*
Clase de estructura: *Cargadero sin encepado*
Vida útil: *100 años*

Estribo flotante		
Estado límite geotécnico último de hundimiento de los pilotes		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite geotécnico último de arranque de los pilotes		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite geotécnico de servicio de asientos		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por flexión		
Situación persistente	Envolvente global	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por torsión		
Situación persistente	Envolvente global	Cumple
Estado límite estructural de servicio de fisuración		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	No cumple
Estado límite estructural último de rotura por cortante		
Situación persistente	Envolvente global	Cumple
Estado límite estructural de servicio de deformaciones		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Obtención del despiece de la armadura		
Generación del armado	.	No cumple

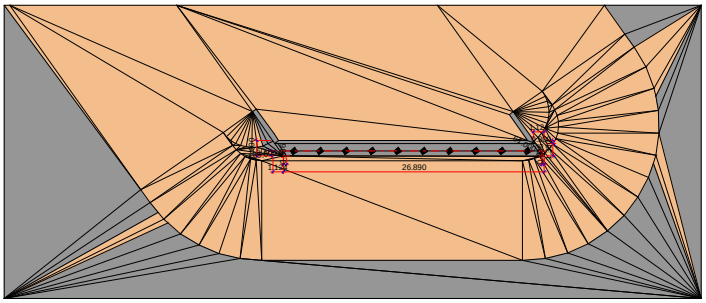
2 DEFINICIóN DEL PROYECTO

2.1 Normativas

IAP. Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera. V. 2011
Guía. Guía de cimentaciones. V. 2009
EHE. Instrucción Española del Hormigón Estructural. V. 2008

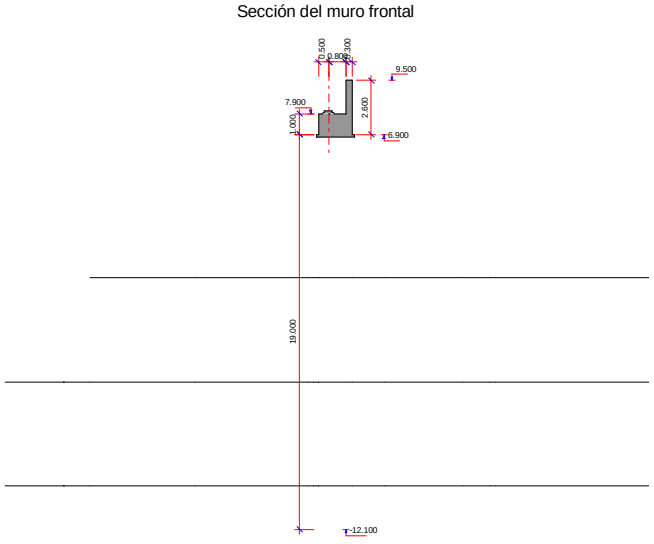
2.2 Geometría

2.2.1 Planta



2.2.2 Sección

Sección del muro frontal

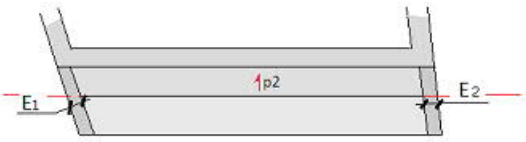


Canto del encepado	:	0.000 m
Cota de la cara superior del encepado	:	6.900 m

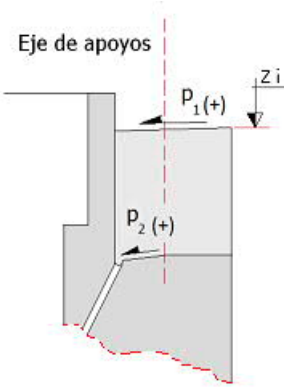
Espesor de la capa de nivelación : 0.100 m

2.2.3 Cargadero

Alzado

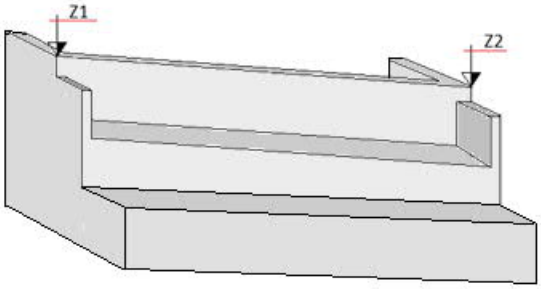


Planta



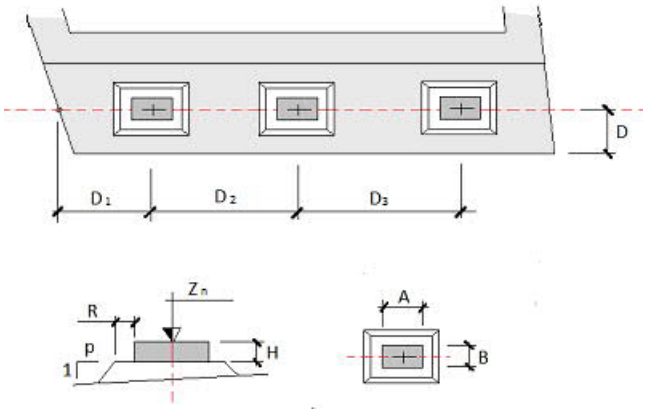
Z_1	:	9.200	m
Z_2	:	7.900	m
Z_3	:	7.900	m
Z_4	:	9.200	m
E_1	:	0.250	m
E_2	:	0.250	m
p_1	:	0.0	%
p_2	:	1.0	%

2.2.4 Espaldón



Z_1 : 9.500 m
Z_2 : 9.500 m

2.2.5 Apoyos

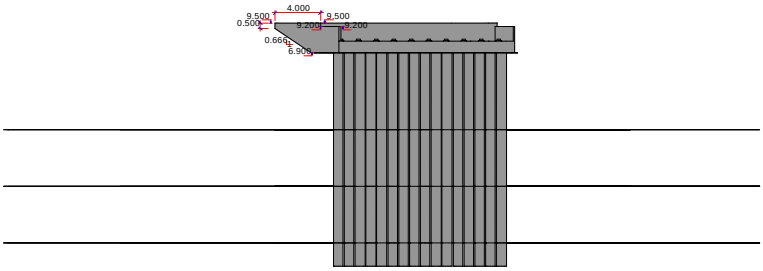


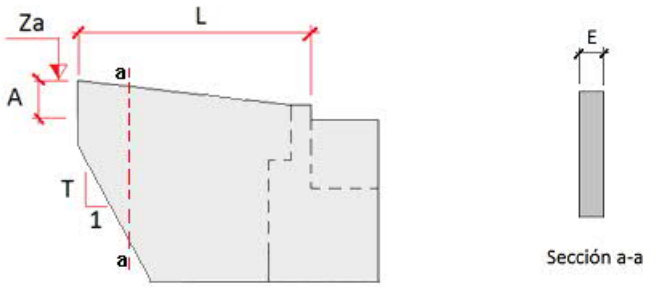
D : 0.500 m
R : 0.050 m
P : 1.0

Apoyo	D_i (m)	H (m)	Z_n (m)	A (m)	B (m)
1	1.407	0.096	8.050	0.400	0.300
2	2.675	0.096	8.050	0.400	0.300
3	2.675	0.096	8.050	0.400	0.300
4	2.675	0.096	8.050	0.400	0.300
5	2.675	0.096	8.050	0.400	0.300
6	2.675	0.096	8.050	0.400	0.300
7	2.675	0.096	8.050	0.400	0.300
8	2.675	0.096	8.050	0.400	0.300
9	2.675	0.096	8.050	0.400	0.300
10	2.675	0.096	8.050	0.400	0.300

2.2.6 Aleta 1

Alzado aleta 1

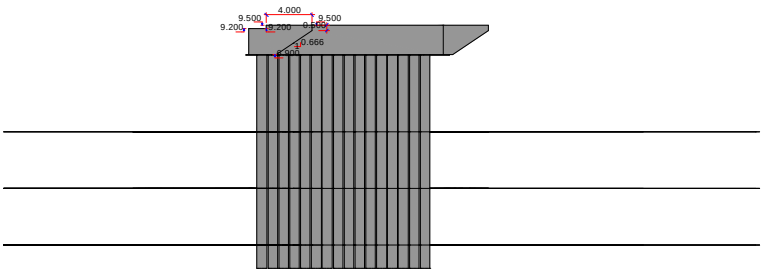


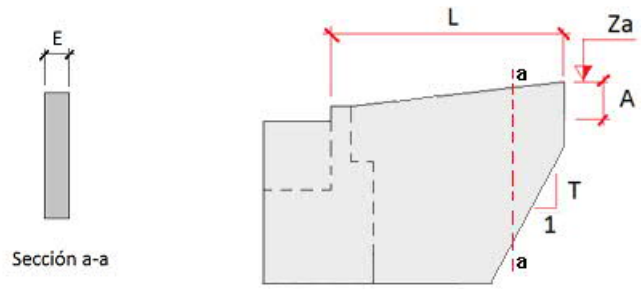


E : 0.500 m

2.2.7 Aleta 2

Alzado aleta 2





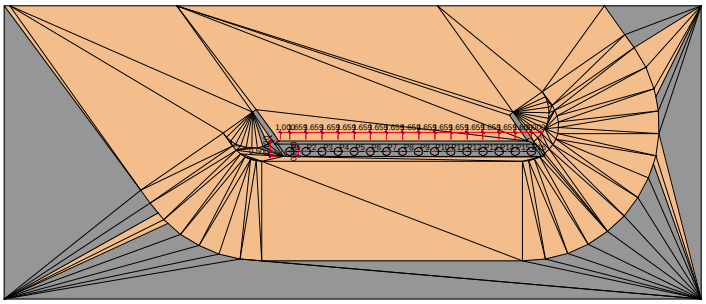
E : 0.500 m

2.2.8 Pilotes

Geometría del pilote :

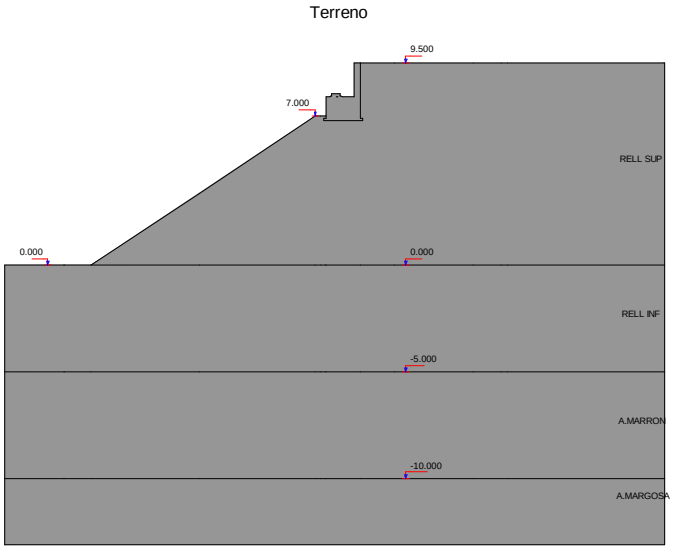
Longitud	:	19.000 m
Diámetro	:	0.850 m

Planta de los pilotes



2.3 Terreno

Definición de las cotas del terreno



Cota por debajo de la que se consideran los muelles para la modelización del terreno: 0.000 m

Definición de parámetros geotécnicos de las capas del terreno

Capa	Nombre	Tipo	Cota inferior (m)	Densidad natural (kN/m^3)
1	RELL SUP	Granular	0.000	18.0
2	RELL INF	Granular	-5.000	18.0
3	A.MARRON	Cohesivo	-10.000	20.0
4	A.MARGOSA	Cohesivo	-10000.000	21.0

Capa	Nombre	Tipo	Ángulo de rozamiento (º)	Cohesión (kN/m^2)	Resist. Hund. Fuste (kN/m^2)	Resist. Hund. Punta (kN/m^2)	Resistencia Arranque (kN/m^2)
1	RELL SUP	Granular	30.0	5.0	0.0	0.0	0.0
2	RELL INF	Granular	24.0	5.0	0.0	0.0	0.0
3	A.MARRON	Cohesivo	25.0	20.0	88.0	0.0	61.0
4	A.MARGOSA	Cohesivo	20.0	60.0	90.0	1650.0	63.0

Definición de los parámetros contacto hormigón-terreno

Capa	Nombre	Áng. roz. zapata-terreno (º)	Adherencia (kN/m^2)	Áng. roz. alzado-terreno (º)
1	RELL SUP	0.0	0.0	0.0
2	RELL INF	0.0	0.0	0.0
3	A.MARRON	0.0	0.0	0.0
4	A.MARGOSA	0.0	0.0	0.0

Coeficiente de balasto vertical : 100000 kN/m^3

2.4 Materiales

2.4.1 Hormigón Alzado. Espaldón

Denominación: HA-30

Resistencia característica a compresión, f_{ck}	:	30.0 MPa
Resistencia media a compresión, f_{cm}	:	38.0 MPa
Resistencia característica a tracción, $f_{ct,k}$	:	-2.0 MPa
Resistencia media a tracción, $f_{ct,m}$	:	-2.9 MPa

Módulo elástico secante, E_{cm}	:	28576.8	MPa
Módulo elástico inicial (tangente), E_c	:	33577.7	MPa
Coeficiente de Poisson, ν	:	0.20	
Peso específico, γ	:	25.0	kN/m^3
Coeficiente del tipo de cemento, s	:	0.25	
Coeficiente de la naturaleza del árido, α	:	1.0	
Coeficiente de dilatación térmica, α	:	0.00001000	$^oC^{-1}$

Diagrama rectangular:

Coeficiente profundidad del bloque de compresión, λ	:	0.80
Coeficiente intensidad del bloque de compresión, η	:	1.00

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_c	:	1.00
ELU, situación persistente, γ_c	:	1.50
ELU, situación accidental, γ_c	:	1.30

Factores de cansancio del hormigón:

Factor de cansancio a compresión, α_{cc}	:	1.00
Factor de cansancio a tracción, α_{ct}	:	1.00

Endurecimiento : Normal
Tipo de cemento para Alzado. Espaldón : CEM II/A-S (según RC-08).

2.4.2 Hormigón Alzado. Cargadero

Denominación: HA-30

Resistencia característica a compresión, f_{ck}	:	30.0	MPa
Resistencia media a compresión, f_{cm}	:	38.0	MPa
Resistencia característica a tracción, $f_{ct,k}$	:	-2.0	MPa
Resistencia media a tracción, $f_{ct,m}$	:	-2.9	MPa
Módulo elástico secante, E_{cm}	:	28576.8	MPa
Módulo elástico inicial (tangente), E_c	:	33577.7	MPa
Coeficiente de Poisson, ν	:	0.20	
Peso específico, γ	:	25.0	kN/m^3
Coeficiente del tipo de cemento, s	:	0.25	
Coeficiente de la naturaleza del árido, α	:	1.0	
Coeficiente de dilatación térmica, α	:	0.00001000	$^oC^{-1}$

Diagrama rectangular:

Coeficiente profundidad del bloque de compresión, λ	:	0.80
Coeficiente intensidad del bloque de compresión, η	:	1.00

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_c	:	1.00
ELU, situación persistente, γ_c	:	1.50
ELU, situación accidental, γ_c	:	1.30

Factores de cansancio del hormigón:

Factor de cansancio a compresión, α_{cc}	:	1.00
Factor de cansancio a tracción, α_{ct}	:	1.00

Endurecimiento : Normal
Tipo de cemento para Alzado. Cargadero : CEM II/A-S (según RC-08).

2.4.3 Hormigón Alzado. Aletas

Denominación: HA-30

Resistencia característica a compresión, f_{ck}	:	30.0	MPa
Resistencia media a compresión, f_{cm}	:	38.0	MPa
Resistencia característica a tracción, $f_{ct,k}$	:	-2.0	MPa
Resistencia media a tracción, $f_{ct,m}$	:	-2.9	MPa
Módulo elástico secante, E_{cm}	:	28576.8	MPa
Módulo elástico inicial (tangente), E_c	:	33577.7	MPa
Coeficiente de Poisson, ν	:	0.20	

Peso específico, γ	25.0	kN/m^3
Coeficiente del tipo de cemento, s	0.25	
Coeficiente de la naturaleza del árido, α	1.0	
Coeficiente de dilatación térmica, α	0.00001000	$^oC^{-1}$

Diagrama rectangular:

Coeficiente profundidad del bloque de compresión, λ	0.80	
Coeficiente intensidad del bloque de compresión, η	1.00	

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_c	1.00	
ELU, situación persistente, γ_c	1.50	
ELU, situación accidental, γ_c	1.30	

Factores de cansancio del hormigón:

Factor de cansancio a compresión, α_{cc}	1.00	
Factor de cansancio a tracción, α_{ct}	1.00	

Endurecimiento : Normal
Tipo de cemento para Alzado. Aletas : CEM II/A-S (según RC-08).

2.4.4 Hormigón Pilotes

Denominación: HA-30

Resistencia característica a compresión, f_{ck}	30.0	MPa
Resistencia media a compresión, f_{cm}	38.0	MPa
Resistencia característica a tracción, $f_{ct,k}$	-2.0	MPa
Resistencia media a tracción, $f_{ct,m}$	-2.9	MPa
Módulo elástico secante, E_{cm}	28576.8	MPa
Módulo elástico inicial (tangente), E_c	33577.7	MPa
Coeficiente de Poisson, ν	0.20	
Peso específico, γ	25.0	kN/m^3
Coeficiente del tipo de cemento, s	0.25	
Coeficiente de la naturaleza del árido, α	1.0	
Coeficiente de dilatación térmica, α	0.00001000	$^oC^{-1}$

Diagrama rectangular:

Coeficiente profundidad del bloque de compresión, λ	0.80	
Coeficiente intensidad del bloque de compresión, η	1.00	

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_c	1.00	
ELU, situación persistente, γ_c	1.50	
ELU, situación accidental, γ_c	1.30	

Factores de cansancio del hormigón:

Factor de cansancio a compresión, α_{cc}	1.00	
Factor de cansancio a tracción, α_{ct}	1.00	

Endurecimiento : Normal
Tipo de cemento para Pilotes : CEM II/A-S (según RC-08).

2.4.5 Hormigón Capa de nivelación

Denominación: HM-15

Resistencia característica a compresión, f_{ck}	15.0	MPa

Tipo de cemento para Capa de nivelación : CEM I (según RC-08).

2.4.6 Armadura pasiva Alzado. Espaldón

Denominación: AP500 S

Límite elástico característico, f_{yk}	500	MPa
Tensión unitaria de rotura , f_s	550	MPa

Módulo de deformación longitudinal del acero, E_S	:	200000	MPa
Deformación última en compresión, $\varepsilon_{max,1}$	:	0.01000	
Deformación última en tracción, $\varepsilon_{max,2}$	:	-0.01000	
Densidad del acero, γ	:	77.0	kN/m^3

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_S	:	1.00
ELU, situación persistente, γ_S	:	1.15
ELU, situación accidental, γ_S	:	1.00

2.4.7 Armadura pasiva Alzado. Cargadero

Denominación: AP500 S

Límite elástico característico, f_{yk}	:	500	MPa
Tensión unitaria de rotura , f_S	:	550	MPa
Módulo de deformación longitudinal del acero, E_S	:	200000	MPa
Deformación última en compresión, $\varepsilon_{max,1}$	:	0.01000	
Deformación última en tracción, $\varepsilon_{max,2}$	:	-0.01000	
Densidad del acero, γ	:	77.0	kN/m^3

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_S	:	1.00
ELU, situación persistente, γ_S	:	1.15
ELU, situación accidental, γ_S	:	1.00

2.4.8 Armadura pasiva Alzado. Aletas

Denominación: AP500 S

Límite elástico característico, f_{yk}	:	500	MPa
Tensión unitaria de rotura , f_S	:	550	MPa
Módulo de deformación longitudinal del acero, E_S	:	200000	MPa
Deformación última en compresión, $\varepsilon_{max,1}$	:	0.01000	
Deformación última en tracción, $\varepsilon_{max,2}$	:	-0.01000	
Densidad del acero, γ	:	77.0	kN/m^3

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_S	:	1.00
ELU, situación persistente, γ_S	:	1.15
ELU, situación accidental, γ_S	:	1.00

2.4.9 Armadura pasiva Pilotes

Denominación: AP500 S

Límite elástico característico, f_{yk}	:	500	MPa
Tensión unitaria de rotura , f_S	:	550	MPa
Módulo de deformación longitudinal del acero, E_S	:	200000	MPa
Deformación última en compresión, $\varepsilon_{max,1}$	:	0.01000	
Deformación última en tracción, $\varepsilon_{max,2}$	:	-0.01000	
Densidad del acero, γ	:	77.0	kN/m^3

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_S	:	1.00
ELU, situación persistente, γ_S	:	1.15
ELU, situación accidental, γ_S	:	1.00

2.5 Fisuración

Alzado. Espaldón

Clase de exposición: IIb

Anchura de fisura admisible : 0.30 mm

Alzado. Cargadero
Clase de exposición: IIb
Anchura de fisura admisible : 0.30 mm

Alzado. Aletas
Clase de exposición: IIb
Anchura de fisura admisible : 0.30 mm

Pilotes
Clase de exposición: IIa
Anchura de fisura admisible : 0.30 mm

2.6 Acciones

2.6.1 Acciones permanentes en el estribo

Terreno :

Se considera el empuje activo en el terreno del trasdós.

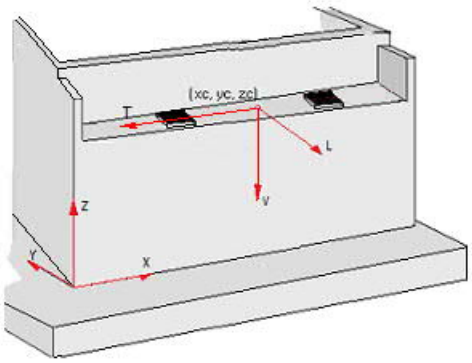
2.6.2 Acciones variables en el estribo

Sobrecarga en terraplén :

Sobrecarga en coronación de las tierras del trasdós : 10.00 kN/m^2

2.6.3 Acciones permanentes en el tablero

Definición de los ejes de las cargas del tablero :



	x (m)	y (m)	z (m)
Eje L	0.000	-1.000	0.000
Eje T	-1.000	0.000	0.000
Eje V	0.000	0.000	-1.000

Cargas :

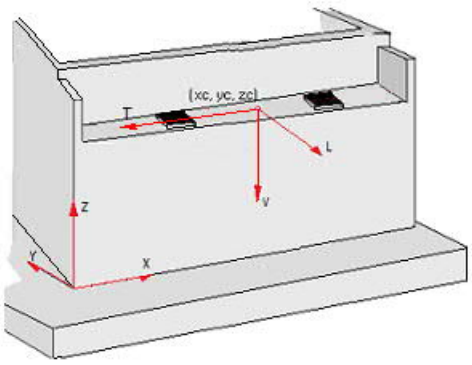
PP_Tab	:	Peso propio. Tablero
SE	:	Superestructura del tablero
RT	:	Reología. Retracción

Acción	Hip.	Apoyo	F_L (kN)	F_T (kN)	F_V (kN)	Tipo	+/-
PP_Tab	1	1	0.00	0.00	158.90	Excluyentes	No
	1	2	0.00	0.00	158.90		
	1	3	0.00	0.00	158.90		
	1	4	0.00	0.00	158.90		
	1	5	0.00	0.00	158.90		
	1	6	0.00	0.00	158.90		
	1	7	0.00	0.00	158.90		
	1	8	0.00	0.00	158.90		
	1	9	0.00	0.00	158.90		
	1	10	0.00	0.00	158.90		
	2	1	0.00	0.00	181.70		
	2	2	0.00	0.00	177.00		
	2	3	0.00	0.00	177.00		
	2	4	0.00	0.00	177.00		
	2	5	0.00	0.00	177.00		
	2	6	0.00	0.00	177.00		
	2	7	0.00	0.00	177.00		
	2	8	0.00	0.00	177.00		
	2	9	0.00	0.00	177.00		
	2	10	0.00	0.00	181.70		
SE	1	1	0.00	0.00	224.00	Excluyentes	No
	1	2	0.00	0.00	124.50		
	1	3	0.00	0.00	116.00		
	1	4	0.00	0.00	101.40		
	1	5	0.00	0.00	95.80		
	1	6	0.00	0.00	94.80		
	1	7	0.00	0.00	99.60		
	1	8	0.00	0.00	122.60		
	1	9	0.00	0.00	148.90		
	1	10	0.00	0.00	187.10		
RT	1	1	45.00	0.00	0.00	Excluyentes	No
	1	2	45.00	0.00	0.00		
	1	3	45.00	0.00	0.00		
	1	4	45.00	0.00	0.00		
	1	5	45.00	0.00	0.00		
	1	6	45.00	0.00	0.00		
	1	7	45.00	0.00	0.00		
	1	8	45.00	0.00	0.00		
	1	9	45.00	0.00	0.00		
	1	10	45.00	0.00	0.00		

+/- : indica si se consideran o no las acciones de signo contrario a las introducidas.

2.6.4 Acciones variables en el tablero

Definición de los ejes de las cargas del tablero :



	x (m)	y (m)	z (m)
Eje L	0.000	-1.000	0.000
Eje T	-1.000	0.000	0.000
Eje V	0.000	0.000	-1.000

Cargas :

VI_CS_L	:	Viento. Con sobrecarga de uso. Componente longitudinal
VI_CS_T	:	Viento. Con sobrecarga de uso. Componente transversal
VI_CS_V	:	Viento. Con sobrecarga de uso. Componente vertical
GR1	:	Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1
GR2	:	Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Acción	Hip.	Apoyo	F_L (kN)	F_T (kN)	F_V (kN)	Tipo	+/-
VI_CS_L	1	1	2.00	0.00	0.00	Excluyentes	Sí
	1	2	2.00	0.00	0.00		
	1	3	2.00	0.00	0.00		
	1	4	2.00	0.00	0.00		
	1	5	2.00	0.00	0.00		
	1	6	2.00	0.00	0.00		
	1	7	2.00	0.00	0.00		
	1	8	2.00	0.00	0.00		
	1	9	2.00	0.00	0.00		
	1	10	2.00	0.00	0.00		
VI_CS_T	1	1	0.00	6.00	0.00	Excluyentes	Sí
	1	2	0.00	6.00	0.00		
	1	3	0.00	6.00	0.00		
	1	4	0.00	6.00	0.00		
	1	5	0.00	6.00	0.00		
	1	6	0.00	6.00	0.00		
	1	7	0.00	6.00	0.00		
	1	8	0.00	6.00	0.00		
	1	9	0.00	6.00	0.00		
	1	10	0.00	6.00	0.00		
VI_CS_V	1	1	0.00	0.00	52.30	Excluyentes	Sí
	1	2	0.00	0.00	45.90		
	1	3	0.00	0.00	44.60		
	1	4	0.00	0.00	41.90		
	1	5	0.00	0.00	36.50		
	1	6	0.00	0.00	28.80		
	1	7	0.00	0.00	42.50		
	1	8	0.00	0.00	48.00		
	1	9	0.00	0.00	45.80		
	1	10	0.00	0.00	59.70		
GR1	1	1	0.00	0.00	106.60	Excluyentes	No
	1	2	0.00	0.00	140.10		
	1	3	0.00	0.00	392.40		
	1	4	0.00	0.00	504.70		
	1	5	0.00	0.00	503.30		
	1	6	0.00	0.00	499.60		

	1	7	0.00	0.00	500.00		
	1	8	0.00	0.00	478.80		
	1	9	0.00	0.00	269.90		
	1	10	0.00	0.00	107.30		
GR2	1	1	34.00	0.00	26.92	Excluyentes	No
	1	2	34.00	0.00	63.60		
	1	3	34.00	0.00	271.73		
	1	4	34.00	0.00	373.27		
	1	5	34.00	0.00	377.17		
	1	6	34.00	0.00	373.20		
	1	7	34.00	0.00	370.13		
	1	8	34.00	0.00	344.40		
	1	9	34.00	0.00	174.45		
	1	10	34.00	0.00	11.93		

+/- : indica si se consideran o no las acciones de signo contrario a las introducidas.

Combinaciones de viento :

$VI\_SS_1 = 1.0 \cdot VI\_SS\_L + 0.0 \cdot VI\_SS\_T + 0.0 \cdot VI\_SS\_V$
$VI\_SS_2 = 0.0 \cdot VI\_SS\_L + 1.0 \cdot VI\_SS\_T + 1.0 \cdot VI\_SS\_V$

$VI\_CS_1 = 1.0 \cdot VI\_CS\_L + 0.0 \cdot VI\_CS\_T + 0.0 \cdot VI\_CS\_V$
$VI\_CS_2 = 0.0 \cdot VI\_CS\_L + 1.0 \cdot VI\_CS\_T + 1.0 \cdot VI\_CS\_V$

2.7 Seguridad

ESTADOS LÍMITE ESTRUCTURALES						
	Estado límite de Servicio		Estado límite Último			
			Situación Persistente		Situación Accidental	
	Coeficiente favorable	Coeficiente desfavorable	Coeficiente favorable	Coeficiente desfavorable	Coeficiente favorable	Coeficiente desfavorable
Peso propio. Estribo	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Peso propio. Tablero	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Superestructura del tablero	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Descensos de apoyo.	0.00	1.00	0.00	1.20	0.00	1.00
Reología. Retracción	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Reología. Fluencia	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Pretensado	0.90	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00
Terreno. Tierras. Empuje en trasdós	1.00	1.00	1.00	1.50	1.00	1.00
Terreno. Tierras. Peso propio	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Terreno. Fricción negativa	0.00	1.00	0.00	1.20	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje	0.00	1.00	0.00	1.50	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. TS	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. UDL	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. Frenado/arranque	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. Fuerza centrífuga	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. Tráfico vertical en aceras	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Viento. Sin sobrecarga de uso.	0.00	1.00	0.00	1.50	0.00	1.00
Temperatura. Efecto global	0.00	1.00	0.00	1.50	0.00	1.00

Temperatura. Aumento uniforme de temperatura	0.00	1.00	0.00	1.50	0.00	1.00
Temperatura. Gradiente térmico	0.00	1.00	0.00	1.50	0.00	1.00
Sismo	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
Impacto. Vehículos de carretera. Contra las aletas	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00

ESTADOS LÍMITE GEOTÉCNICOS				
	Estado límite Último			
	Situación Persistente		Situación Accidental	
	Coeficiente favorable	Coeficiente desfavorable	Coeficiente favorable	Coeficiente desfavorable
Peso propio. Estribo	1.00	1.00	1.00	1.00
Peso propio. Tablero	1.00	1.00	1.00	1.00
Superestructura del tablero	1.00	1.00	1.00	1.00
Descensos de apoyo.	0.00	1.00	0.00	1.00
Reología. Retracción	1.00	1.00	1.00	1.00
Reología. Fluencia	1.00	1.00	1.00	1.00
Pretensado	1.00	1.00	1.00	1.00
Terreno. Tierras. Empuje en trasdós	1.00	1.00	1.00	1.00
Terreno. Tierras. Peso propio	1.00	1.00	1.00	1.00
Terreno. Fricción negativa	0.00	1.00	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje	0.00	1.00	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical	0.00	1.00	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1	0.00	1.00	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2	0.00	1.00	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. TS	0.00	1.00	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. UDL	0.00	1.00	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. Frenado/arranque	0.00	1.00	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. Fuerza centrífuga	0.00	1.00	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. Tráfico vertical en aceras	0.00	1.00	0.00	1.00
Viento. Sin sobrecarga de uso.	0.00	1.00	0.00	1.00
Temperatura. Efecto global	0.00	1.00	0.00	1.00
Temperatura. Aumento uniforme de temperatura	0.00	1.00	0.00	1.00
Temperatura. Gradiente térmico	0.00	1.00	0.00	1.00
Sismo	0.00	0.00	1.00	1.00
Impacto. Vehículos de carretera. Contra las aletas	0.00	0.00	1.00	1.00

Factores de seguridad. EL geotécnico de Hundimiento

Situación persistente. Combinación característica	:	2.600
Situación persistente. Combinación cuasi permanente	:	3.000
Situación accidental. Combinación sísmica	:	2.200
Situación accidental. Combinación de impacto	:	2.200

Factores de seguridad. EL geotécnico de Deslizamiento

Situación persistente. Combinación característica	:	1.300
Situación persistente. Combinación cuasi permanente	:	1.500
Situación accidental. Combinación sísmica	:	1.100
Situación accidental. Combinación de impacto	:	1.100

Factores de seguridad. EL geotécnico de Vuelco rígido

Situación persistente. Combinación característica	:	1.800

Situación persistente. Combinación cuasi permanente	:	2.000
Situación accidental. Combinación sísmica	:	1.500
Situación accidental. Combinación de impacto	:	1.500

Factores de seguridad. EL geotécnico de Estabilidad global

Situación persistente. Combinación característica	:	1.300
Situación persistente. Combinación cuasi permanente	:	1.500
Situación accidental. Combinación sísmica	:	1.100
Situación accidental. Combinación de impacto	:	1.100

Factores de seguridad. EL geotécnico de Pandeo en los pilotes

Situación persistente. Combinación característica	:	2.600
Situación persistente. Combinación cuasi permanente	:	3.000
Situación accidental. Combinación sísmica	:	2.200
Situación accidental. Combinación de impacto	:	2.200

Factores de seguridad. EL geotécnico de Resistencia horizontal

Situación persistente. Combinación característica	:	2.600
Situación persistente. Combinación cuasi permanente	:	3.000
Situación accidental. Combinación sísmica	:	2.200
Situación accidental. Combinación de impacto	:	2.200

Factores de seguridad. EL geotécnico de Arranque pilotes

Situación persistente. Combinación característica	:	2.600
Situación persistente. Combinación cuasi permanente	:	3.000
Situación accidental. Combinación sísmica	:	2.200
Situación accidental. Combinación de impacto	:	2.200

Coeficientes de combinación

	ψ0	ψ1	ψ2
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1	0.75	0.75	0.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. TS	0.75	0.75	0.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. UDL	0.40	0.40	0.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. Tráfico vertical en aceras	0.40	0.40	0.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2	0.00	0.00	0.00
Viento. Sin sobrecarga de uso. Componente longitudinal	0.60	0.20	0.00
Temperatura. Efecto global	0.60	0.60	0.50
Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje	1.00	1.00	1.00

Movimientos admisibles

Desplazamiento máximo horizontal en coronación	:	70	mm
Desplazamiento máximo vertical en coronación	:	70	mm
Desplazamiento máximo vertical en la zapata/encepado	:	25	mm

Combinaciones de acciones

Listado de acciones sobre el estribo

PP_Est: Peso propio. Estribo
PP_Tab: Peso propio. Tablero
SE: Superestructura del tablero
RT: Reología. Retracción

Emp_T: Terreno. Tierras. Empuje en trasdós
GR1: Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1
GR2: Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2
VI_CS: Viento. Con sobrecarga de uso
SR_Emp: Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje
SR_V: Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Estado límite: Estado límite geotécnico último de hundimiento de los pilotes
Situación: Situación persistente
Combinación: Combinación cuasi permanente
Instante: Estructura en servicio

EST-ELU-GEO-CP-SV-1 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 VI_CS + ψ_2 GR1
EST-ELU-GEO-CP-SV-2 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR1
EST-ELU-GEO-CP-SV-3 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR2
EST-ELU-GEO-CP-SV-4 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V

Situación: Situación persistente
Combinación: Combinación característica
Instante: Estructura en servicio

EST-ELU-GEO-CR-SV-1 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 VI_CS + ψ_0 GR1
EST-ELU-GEO-CR-SV-2 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 GR1
EST-ELU-GEO-CR-SV-3 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 GR2
EST-ELU-GEO-CR-SV-4 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + GR1
EST-ELU-GEO-CR-SV-5 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 VI_CS + GR1
EST-ELU-GEO-CR-SV-6 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + GR2
EST-ELU-GEO-CR-SV-7 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 GR1
EST-ELU-GEO-CR-SV-8 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 GR2
EST-ELU-GEO-CR-SV-9 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V

Estado límite: Estado límite geotécnico último de arranque de los pilotes
Situación: Situación persistente
Combinación: Combinación cuasi permanente
Instante: Estructura en servicio

EST-ELU-GEO-CP-SV-1 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 VI_CS + ψ_2 GR1
EST-ELU-GEO-CP-SV-2 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR1
EST-ELU-GEO-CP-SV-3 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR2
EST-ELU-GEO-CP-SV-4 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V

Situación: Situación persistente
Combinación: Combinación característica
Instante: Estructura en servicio

EST-ELU-GEO-CR-SV-1 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 VI_CS + ψ_0 GR1
EST-ELU-GEO-CR-SV-2 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 GR1
EST-ELU-GEO-CR-SV-3 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 GR2
EST-ELU-GEO-CR-SV-4 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + GR1
EST-ELU-GEO-CR-SV-5 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 VI_CS + GR1
EST-ELU-GEO-CR-SV-6 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + GR2
EST-ELU-GEO-CR-SV-7 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 GR1
EST-ELU-GEO-CR-SV-8 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 GR2
EST-ELU-GEO-CR-SV-9 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V

Estado límite: Estado límite geotécnico de servicio de asientos
Situación: Situación persistente
Combinación: Combinación cuasi permanente
Instante: Estructura en servicio

EST-ELS-GEO-CP-SV-1 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 VI_CS + ψ_2 GR1
EST-ELS-GEO-CP-SV-2 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR1
EST-ELS-GEO-CP-SV-3 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR2
EST-ELS-GEO-CP-SV-4 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V

Situación: Situación persistente
Combinación: Combinación característica

Instante: Estructura en servicio

EST-ELS-GEO-CR-SV-1 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 VI_CS + ψ_0 GR1
EST-ELS-GEO-CR-SV-2 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 GR1
EST-ELS-GEO-CR-SV-3 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 GR2
EST-ELS-GEO-CR-SV-4 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + GR1
EST-ELS-GEO-CR-SV-5 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 VI_CS + GR1
EST-ELS-GEO-CR-SV-6 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + GR2
EST-ELS-GEO-CR-SV-7 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 GR1
EST-ELS-GEO-CR-SV-8 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 GR2
EST-ELS-GEO-CR-SV-9 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V

Estado límite: Estado límite estructural último de rotura por flexión
Situación: Situación persistente
Combinación: Envolvente global
Instante: Envolvente global

EST-ELU-STR-P-EG-1 =

Estado límite: Estado límite estructural último de rotura por torsión
Situación: Situación persistente
Combinación: Envolvente global
Instante: Envolvente global

EST-ELU-STR-P-EG-1 =

Estado límite: Estado límite estructural de servicio de fisuración
Situación: Situación persistente
Combinación: Combinación cuasi permanente
Instante: Estructura en servicio

EST-ELS-STR-CP-SV-1 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 VI_CS + ψ_2 GR1
EST-ELS-STR-CP-SV-2 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR1
EST-ELS-STR-CP-SV-3 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR2
EST-ELS-STR-CP-SV-4 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V

Estado límite: Estado límite estructural último de rotura por cortante
Situación: Situación persistente
Combinación: Envolvente global
Instante: Envolvente global

EST-ELU-STR-P-EG-1 =

Estado límite: Estado límite estructural de servicio de deformaciones
Situación: Situación persistente
Combinación: Combinación cuasi permanente
Instante: Estructura en servicio

EST-ELS-STR-CP-SV-1 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 VI_CS + ψ_2 GR1
EST-ELS-STR-CP-SV-2 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR1
EST-ELS-STR-CP-SV-3 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR2
EST-ELS-STR-CP-SV-4 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V

Situación: Situación persistente
Combinación: Combinación frecuente
Instante: Estructura en servicio

EST-ELS-STR-FR-SV-1 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_1 SR_Emp + ψ_1 SR_V + ψ_2 VI_CS + ψ_2 GR1
EST-ELS-STR-FR-SV-2 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_1 SR_Emp + ψ_1 SR_V + ψ_2 GR1
EST-ELS-STR-FR-SV-3 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_1 SR_Emp + ψ_1 SR_V + ψ_2 GR2
EST-ELS-STR-FR-SV-4 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_1 GR1
EST-ELS-STR-FR-SV-5 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 VI_CS + ψ_1 GR1
EST-ELS-STR-FR-SV-6 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_1 GR2
EST-ELS-STR-FR-SV-7 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR1
EST-ELS-STR-FR-SV-8 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR2
EST-ELS-STR-FR-SV-9 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V

Situación: Situación persistente

Combinación: Combinación característica
Instante: Estructura en servicio

EST-ELS-STR-CR-SV-1 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 VI_CS + ψ_0 GR1
EST-ELS-STR-CR-SV-2 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 GR1
EST-ELS-STR-CR-SV-3 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 GR2
EST-ELS-STR-CR-SV-4 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + GR1
EST-ELS-STR-CR-SV-5 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 VI_CS + GR1
EST-ELS-STR-CR-SV-6 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + GR2
EST-ELS-STR-CR-SV-7 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 GR1
EST-ELS-STR-CR-SV-8 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 GR2
EST-ELS-STR-CR-SV-9 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V

2.8 Armadura

2.8.1 Recubrimientos geométricos

Alzado. Espaldón	:	45	mm
Alzado. Cargadero	:	45	mm
Alzado. Aletas	:	45	mm
Pilotes	:	70	mm

2.9 Configuración del cálculo

Método de distribución de tensiones uniforme (Método de la zapata equivalente)

El cálculo se realiza con una discretización de malla fina (adecuada para el cálculo definitivo de la estructura).

Los esfuerzos de cálculo se obtienen a partir de los esfuerzos del modelo de elementos finitos, integrándolos en una anchura de 1.000 m

La verificación del cálculo a flexión de los pilotes se realiza en un pilote con los esfuerzos pésimos.

La verificación del cálculo a cortante de los pilotes se realiza en un pilote con los esfuerzos pésimos.

3 MODELO

Para el cálculo del estribo se genera un modelo de elementos finitos.

Cada parte de la estructura se modeliza con placas discretizadas con elementos tipo TCCL1 (Elementos triangulares de lámina de Reissner-Mindlin, cuadrático en desplazamientos y giros, y lineal en desplazamientos de cortante).
Los pilotes se modelizan mediante elementos tipo barra.

Número de nodos de la estructura	:	3900
Número de elementos del tipo barra	:	518
Número de elementos del tipo lámina triangular TCCL1	:	1639

α: Ángulo interior mínimo de los elementos de la discretización
$L_{máx.}$: Longitud máxima de un lado del elemento TCCL1

Placa	α (º)	$L_{máx.}$ (m)
1	30.0	0.500
2	30.0	0.500
3	30.0	0.500
4	30.0	0.500
5	30.0	0.500
6	30.0	0.500

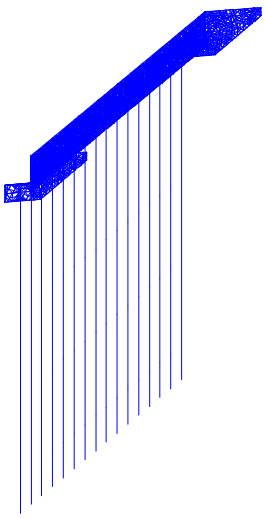
$L_{máx.}$: Longitud máxima de los elementos barra

Prisma	$L_{máx.}$ (m)
1	1.000
2	1.000
3	1.000
4	1.000
5	3.000
6	1.000
7	1.000
8	1.000
9	1.000
10	3.000
11	1.000
12	1.000
13	1.000
14	1.000
15	3.000
16	1.000
17	1.000
18	1.000
19	1.000
20	3.000
21	1.000
22	1.000
23	1.000
24	1.000
25	3.000
26	1.000
27	1.000
28	1.000
29	1.000
30	3.000
31	1.000
32	1.000
33	1.000
34	1.000
35	3.000
36	1.000
37	1.000
38	1.000
39	1.000
40	3.000
41	1.000
42	1.000
43	1.000
44	1.000
45	3.000
46	1.000
47	1.000
48	1.000
49	1.000
50	3.000
51	1.000
52	1.000
53	1.000
54	1.000
55	3.000
56	1.000
57	1.000
58	1.000
59	1.000
60	3.000
61	1.000
62	1.000
63	1.000
64	1.000
65	3.000
66	1.000

67	1.000
68	1.000
69	1.000
70	3.000
71	1.000
72	1.000
73	1.000
74	1.000
75	3.000
76	1.000
77	1.000
78	1.000
79	1.000
80	3.000
81	1.000
82	1.000
83	1.000
84	1.000
85	1.000
86	1.000
87	1.000
88	1.000
89	1.000
90	1.000
91	1.000
92	1.000
93	1.000
94	1.000
95	1.000
96	1.000
97	1.000
98	1.000
99	1.000
100	1.000
101	1.000
102	1.000
103	1.000
104	1.000
105	1.000
106	1.000
107	1.000
108	1.000
109	1.000
110	1.000
111	1.000
112	1.000
113	1.000
114	1.000
115	1.000
116	1.000
117	1.000
118	1.000
119	1.000
120	1.000
121	1.000
122	1.000
123	1.000
124	1.000
125	1.000
126	1.000
127	1.000
128	1.000
129	1.000
130	1.000
131	1.000
132	1.000
133	1.000
134	1.000
135	1.000
136	1.000

137	1.000
138	1.000
139	1.000
140	1.000
141	1.000
142	1.000
143	1.000
144	1.000
145	1.000
146	5.000
147	5.000
148	5.000
149	5.000
150	5.000
151	5.000
152	5.000
153	5.000
154	5.000
155	5.000
156	5.000
157	5.000
158	5.000
159	5.000
160	5.000
161	5.000
162	5.000
163	5.000
164	5.000
165	5.000
166	5.000
167	5.000
168	5.000
169	5.000
170	5.000
171	5.000
172	5.000
173	5.000
174	5.000
175	5.000
176	5.000
177	5.000
178	5.000
179	5.000
180	5.000
181	5.000
182	5.000
183	5.000
184	5.000
185	5.000
186	5.000
187	5.000
188	5.000
189	5.000
190	5.000
191	5.000
192	5.000
193	5.000
194	5.000
195	5.000
196	5.000
197	5.000
198	5.000
199	5.000
200	5.000
201	5.000
202	5.000
203	5.000
204	5.000
205	5.000
206	5.000

207	5.000
208	5.000
209	5.000
210	5.000
211	5.000
212	5.000
213	5.000
214	5.000
215	10.000
216	10.000
217	10.000
218	10.000
219	10.000
220	10.000
221	10.000
222	10.000
223	10.000
224	10.000
225	10.000
226	10.000
227	10.000
228	10.000
229	10.000
230	10.000

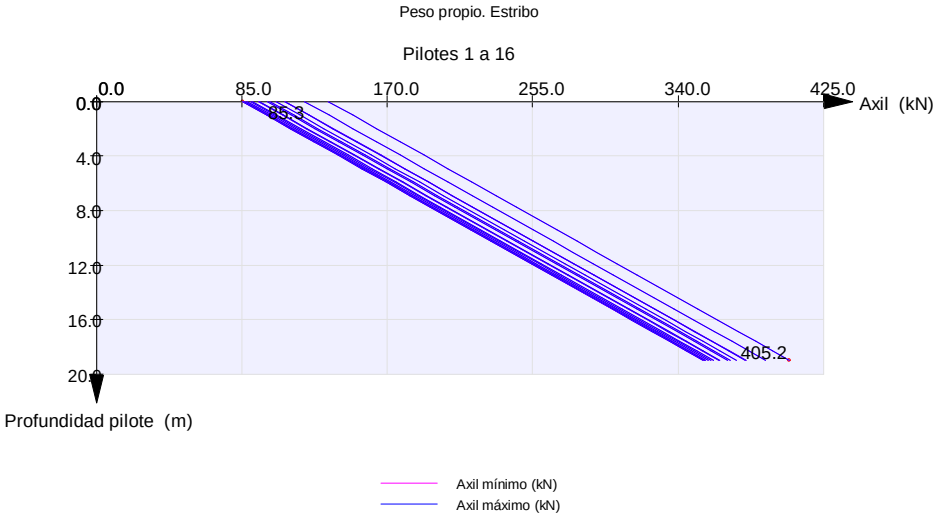


4 ESFUERZOS CARACTERíSTICOS

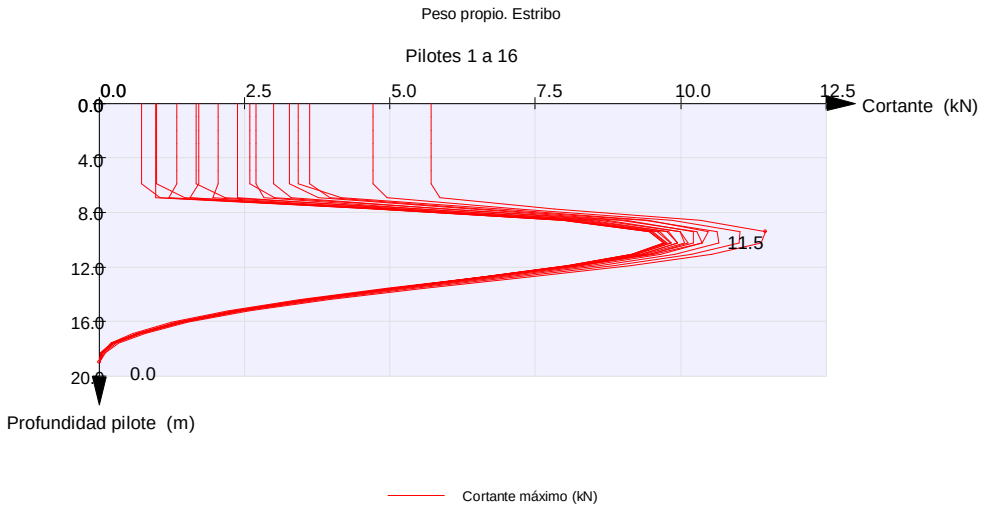
4.1 Peso propio. Estribo

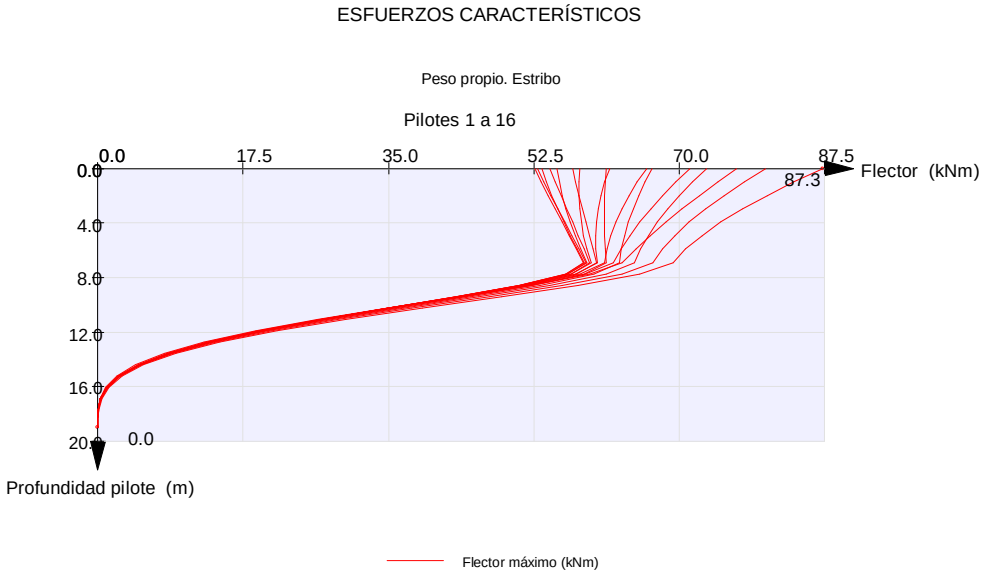
4.1.1 Pilotes

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

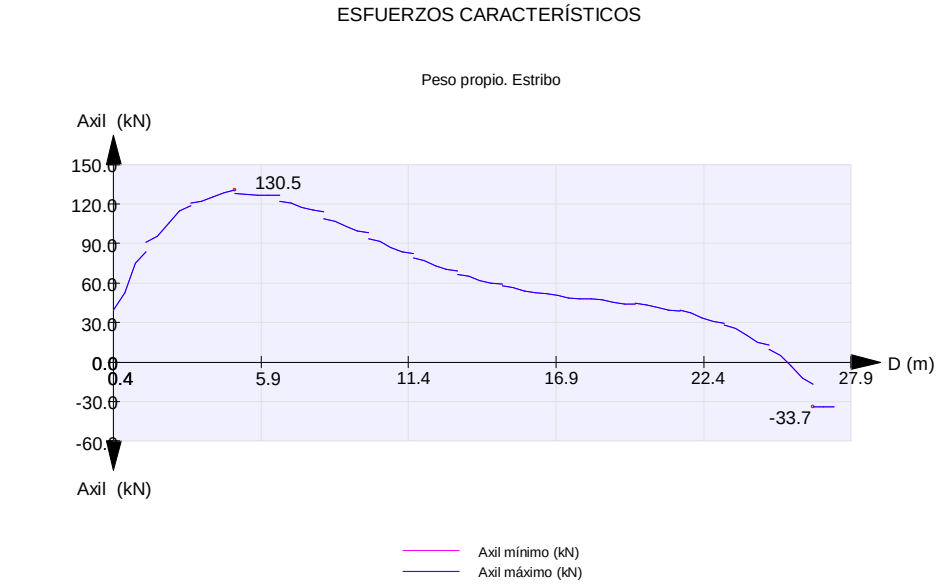


ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS



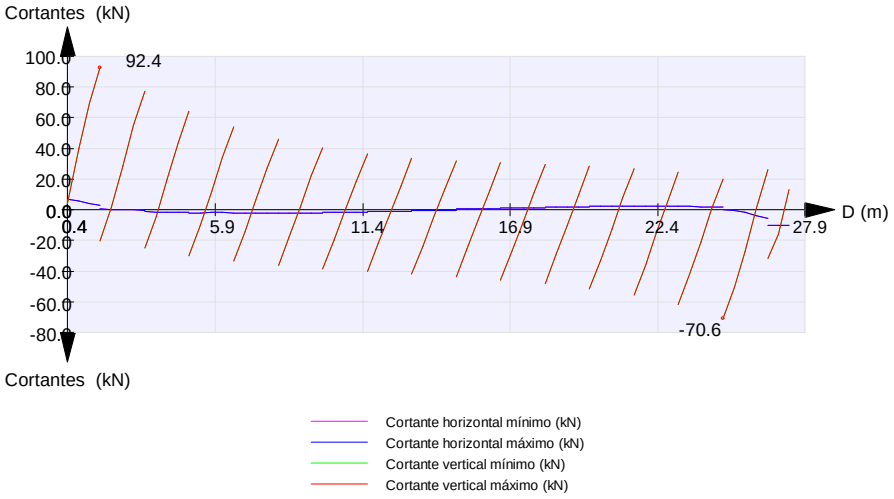


4.1.2 Cargadero



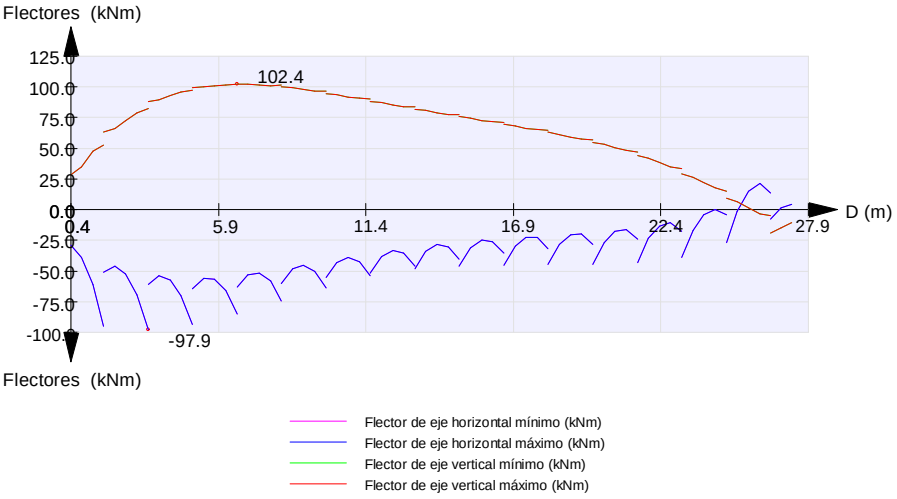
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

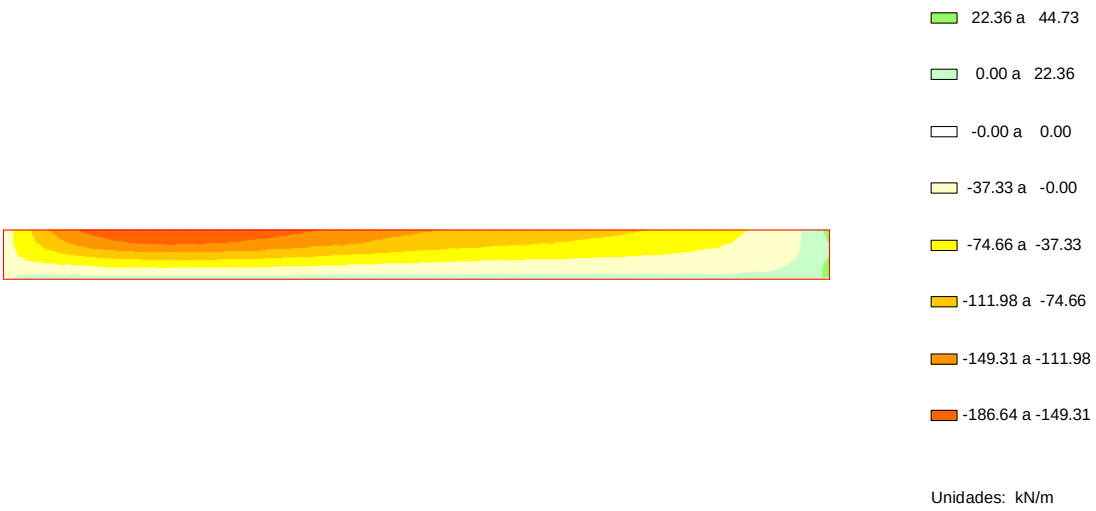


4.1.3 Espaldón

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

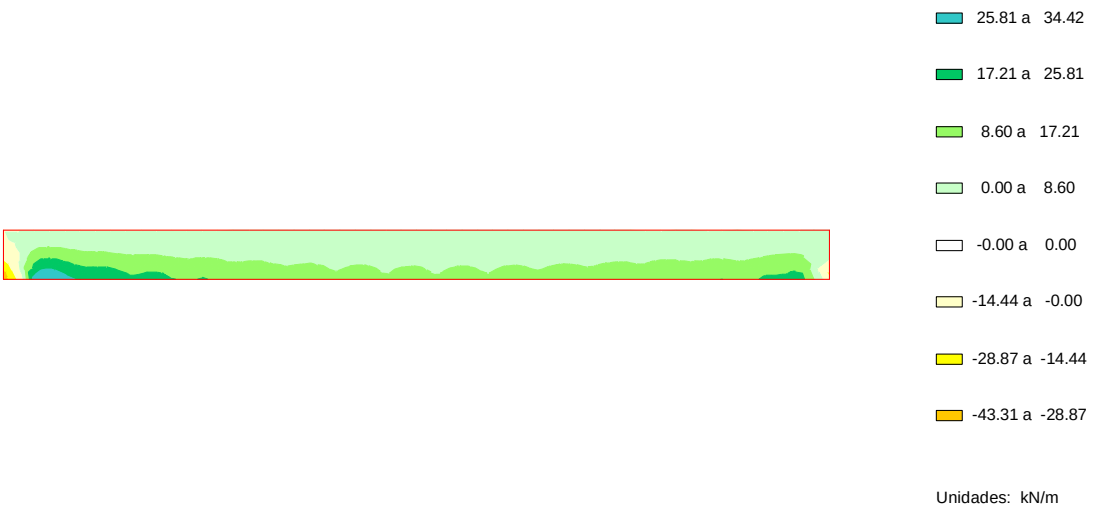
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

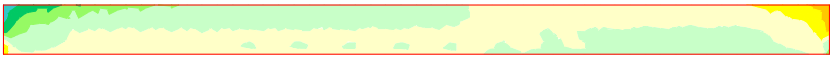
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

Cortante eje horizontal



10.61 a 14.15
7.08 a 10.61
3.54 a 7.08
0.00 a 3.54
-0.00 a 0.00
-3.94 a -0.00
-7.87 a -3.94
-11.81 a -7.87

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

Cortante eje vertical

0.00 a 0.54
-0.00 a 0.00
-2.45 a -0.00
-4.89 a -2.45
-7.34 a -4.89
-9.79 a -7.34
-12.24 a -9.79
-14.68 a -12.24

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

Momento de eje vertical (armado horizontal)

5.83 a 7.28
4.37 a 5.83
2.91 a 4.37
1.46 a 2.91
0.00 a 1.46
-0.00 a 0.00
-0.65 a -0.00
-1.29 a -0.65

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

Momento de eje horizontal (armado vertical)

0.44 a 0.88
0.00 a 0.44
-0.00 a 0.00
-1.07 a -0.00
-2.14 a -1.07
-3.21 a -2.14
-4.28 a -3.21
-5.35 a -4.28

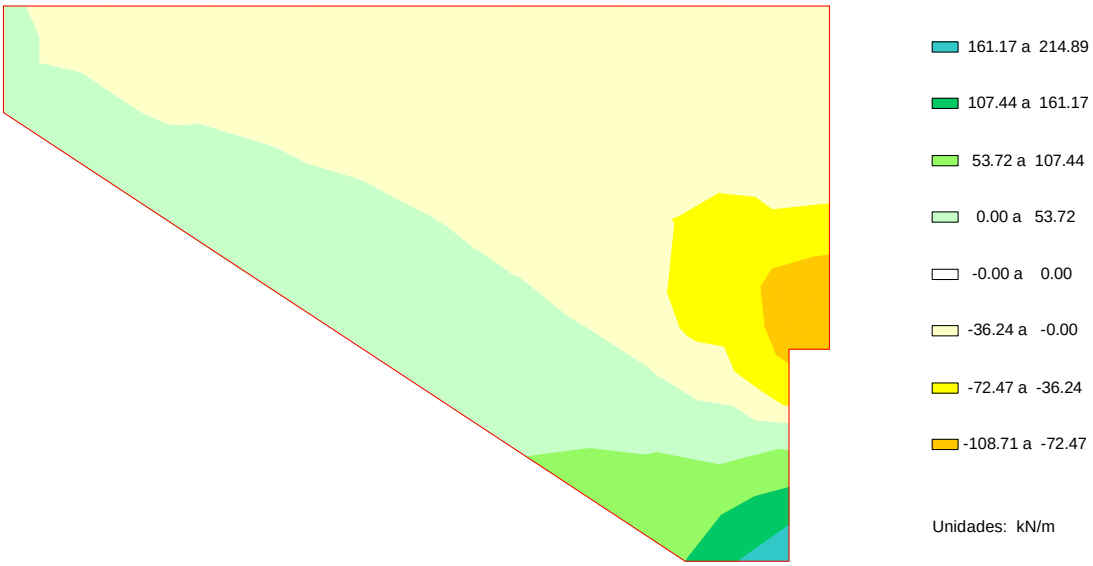
Unidades: kNm/m

4.1.4 Aleta 1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

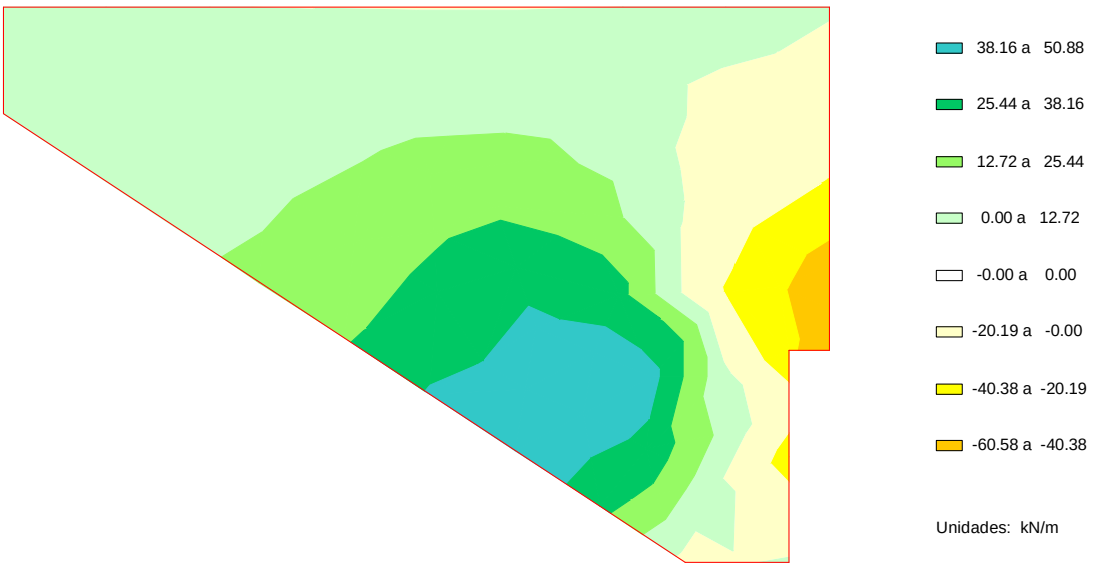
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

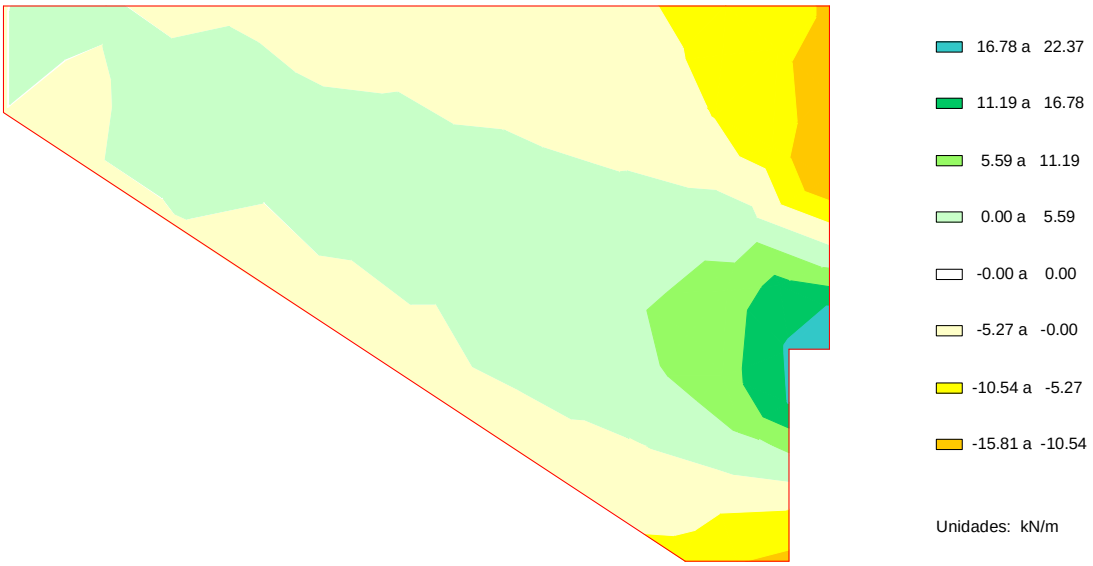
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

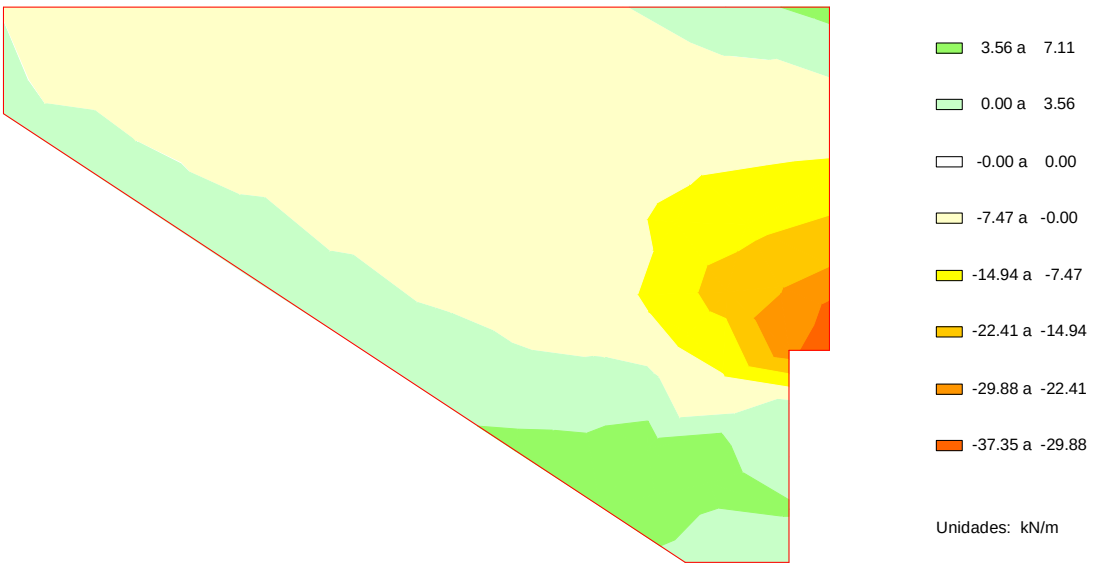
Cortante eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

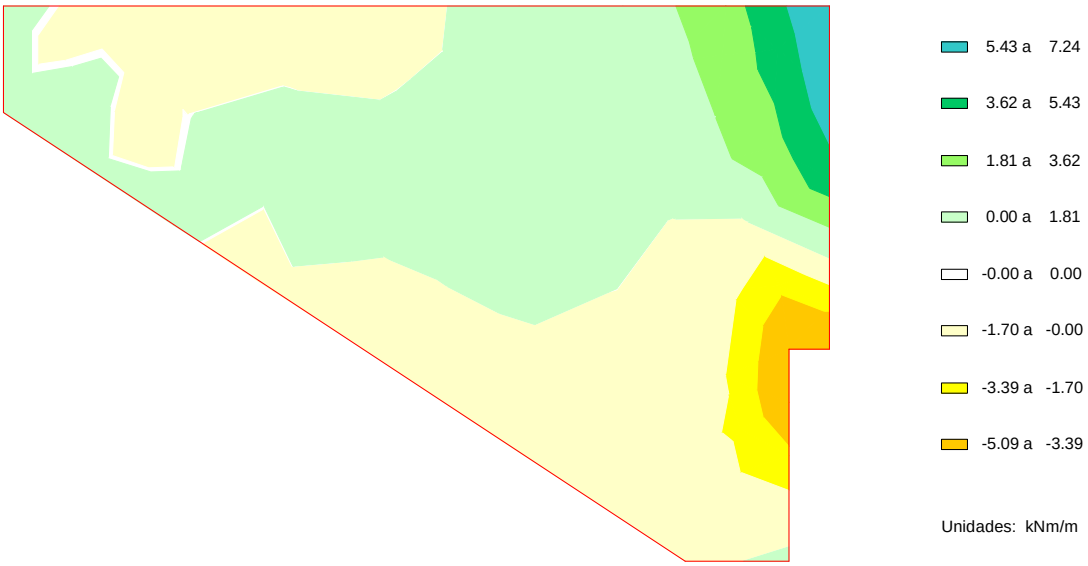
Cortante eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

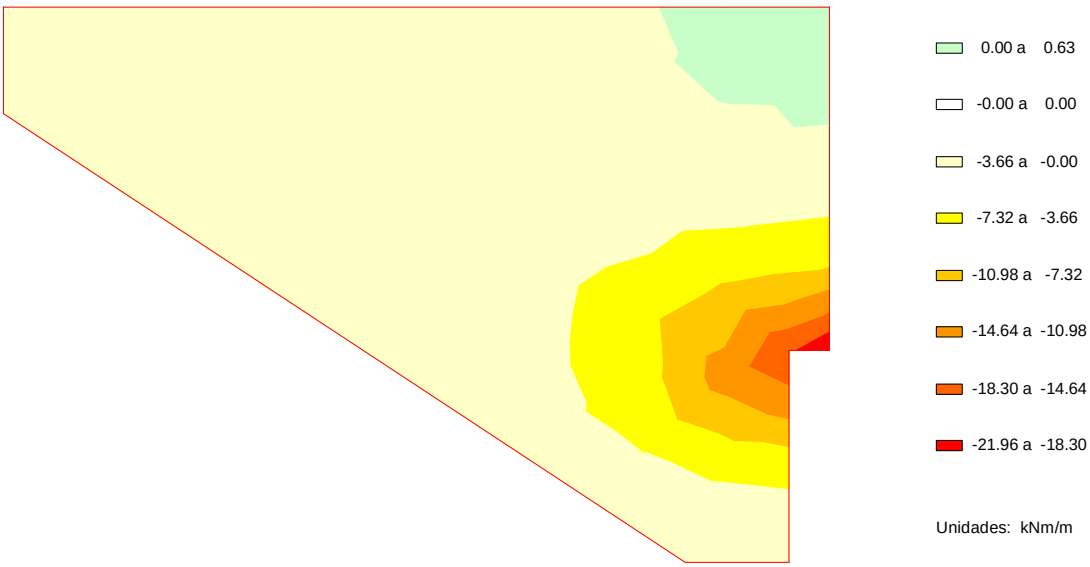
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

Momento de eje horizontal (armado vertical)

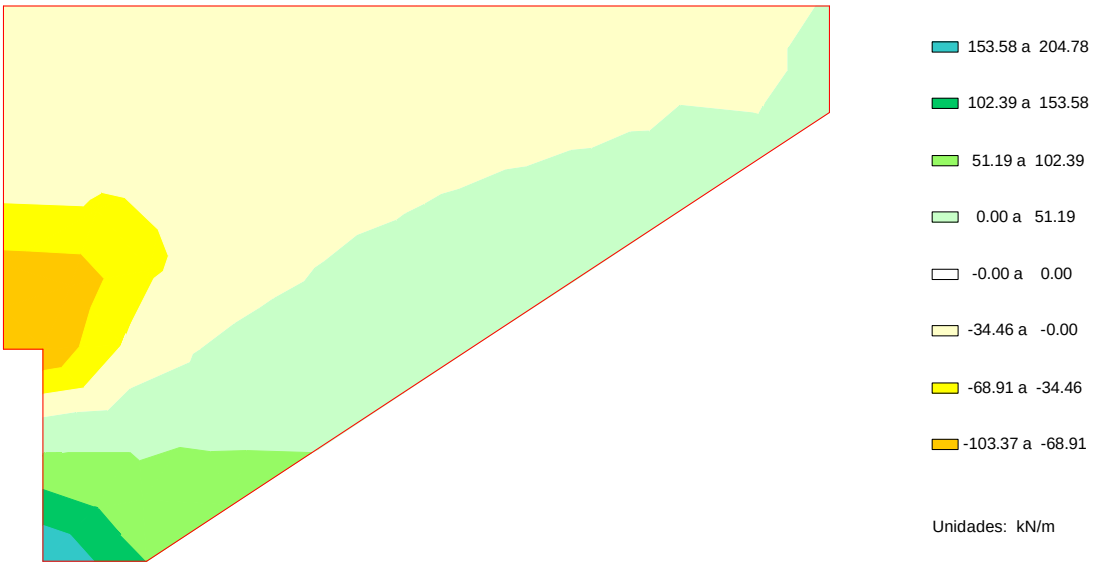


4.1.5 Aleta 2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

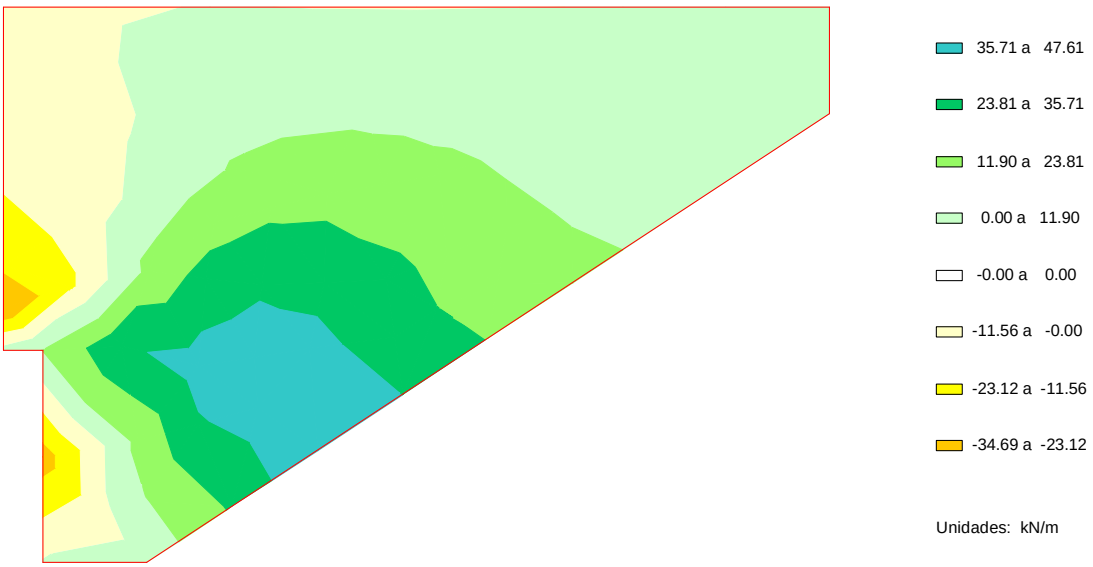
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

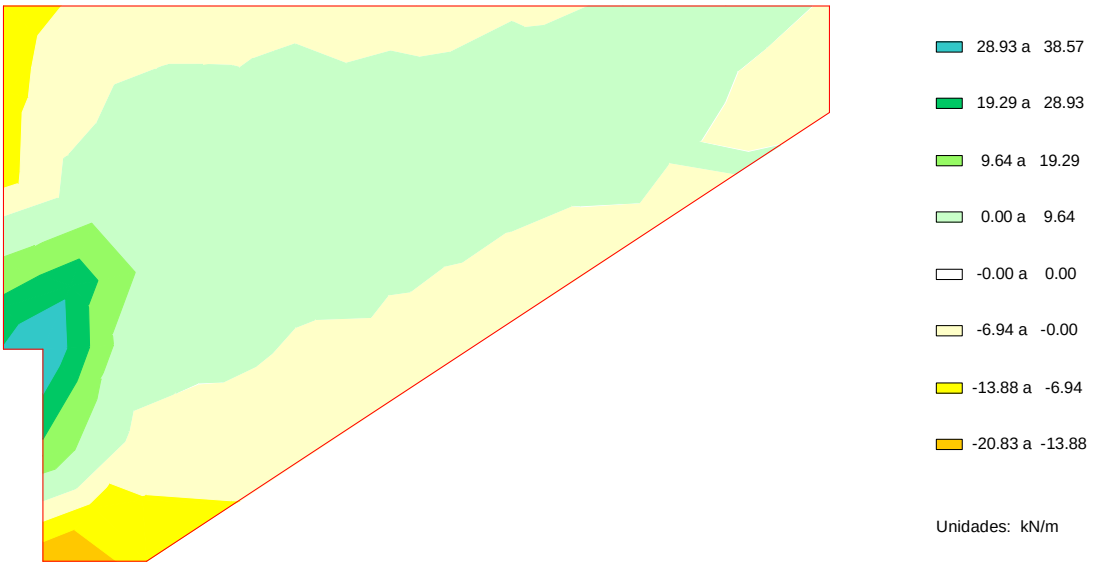
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

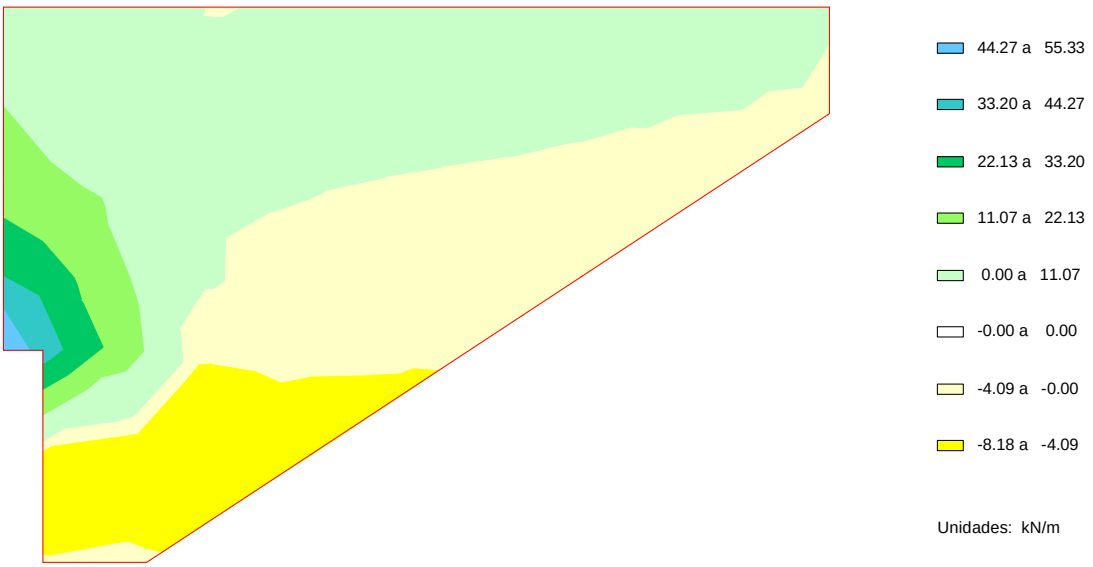
Cortante eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

Cortante eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

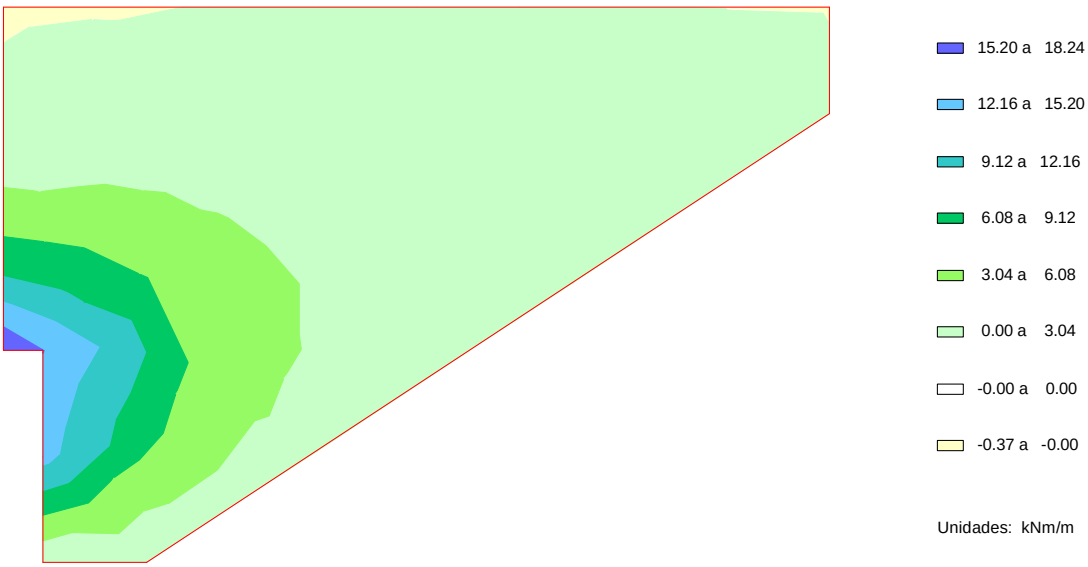
Peso propio. Estribo

Momento de eje vertical (armado horizontal)

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

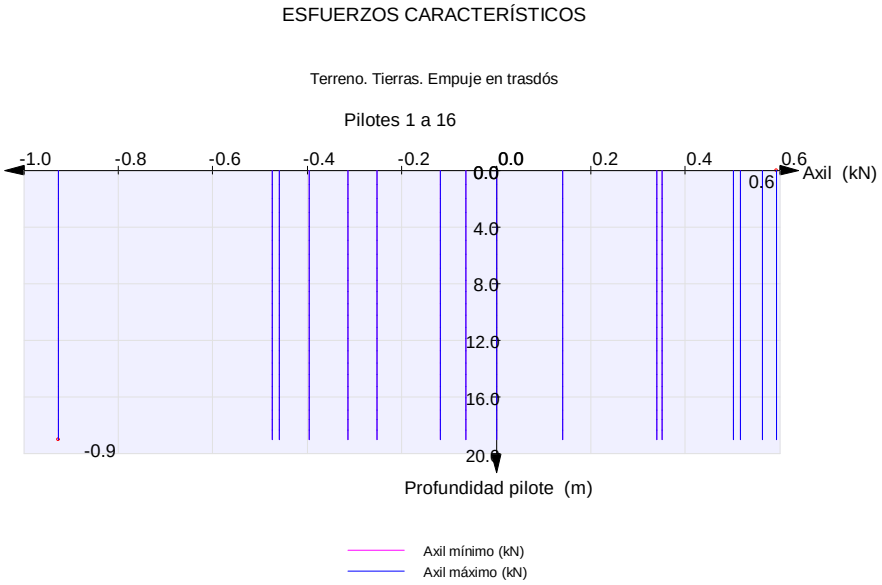
Peso propio. Estribo

Momento de eje horizontal (armado vertical)



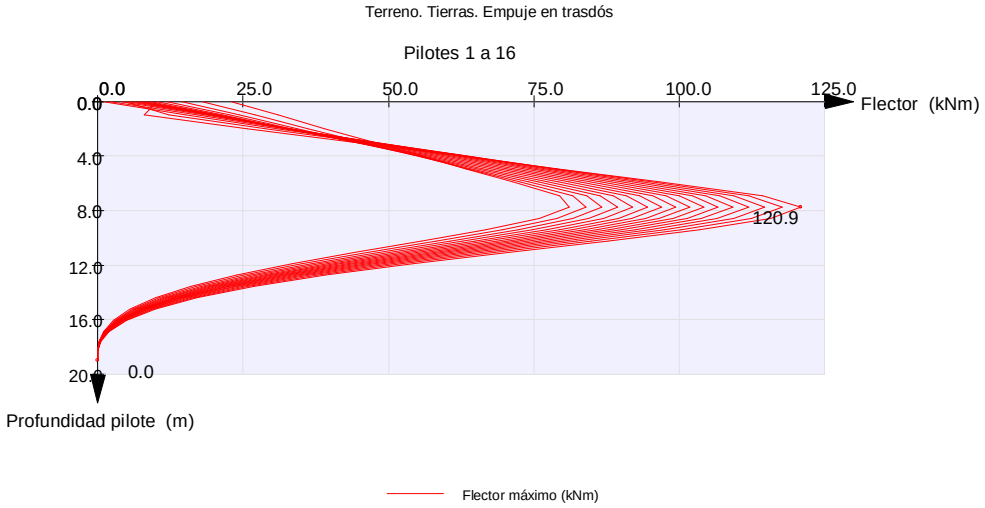
4.2 Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

4.2.1 Pilotes


ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS
Terreno. Tierras. Empuje en trasdós
Pilotes 1 a 16
-1.0
-0.8
-0.6
-0.4
-0.2
0.0
0.2
0.4
0.6
Axil (kN)
0.0
4.0
8.0
12.0
16.0
20.0
-0.9
0.6
Profundidad pilote (m)
Axil mínimo (kN)
Axil máximo (kN)

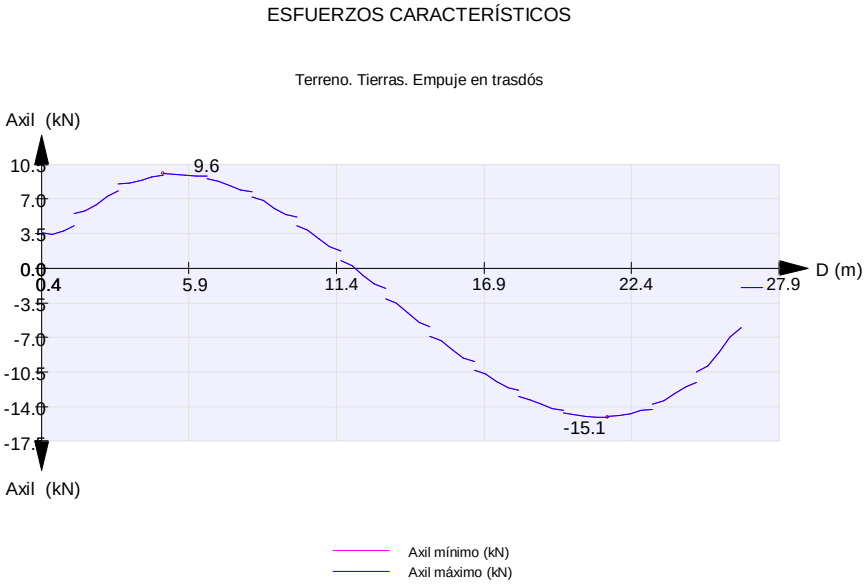
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS
Terreno. Tierras. Empuje en trasdós
Pilotes 1 a 16
0.0
4.5
9.0
13.5
18.0
22.5
Cortante (kN)
0.0
4.0
8.0
12.0
16.0
20.0
20.1
0.0
Profundidad pilote (m)
Cortante máximo (kN)

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS



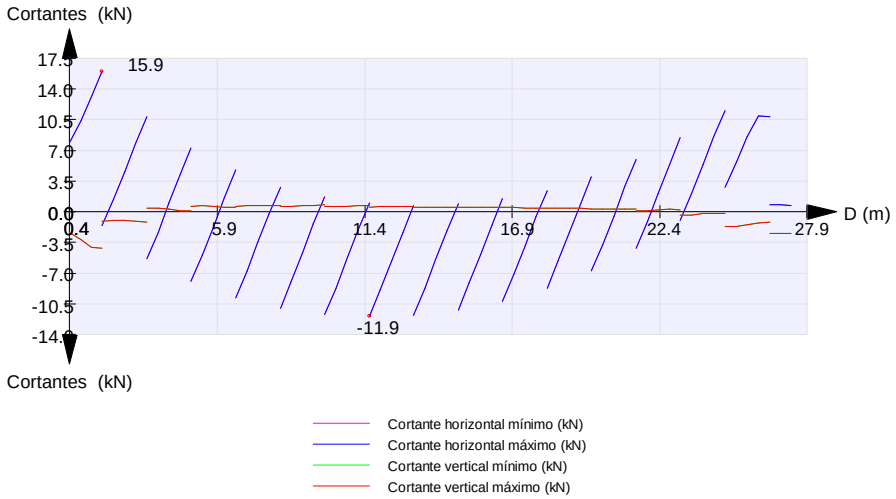
4.2.2 Cargadero

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS



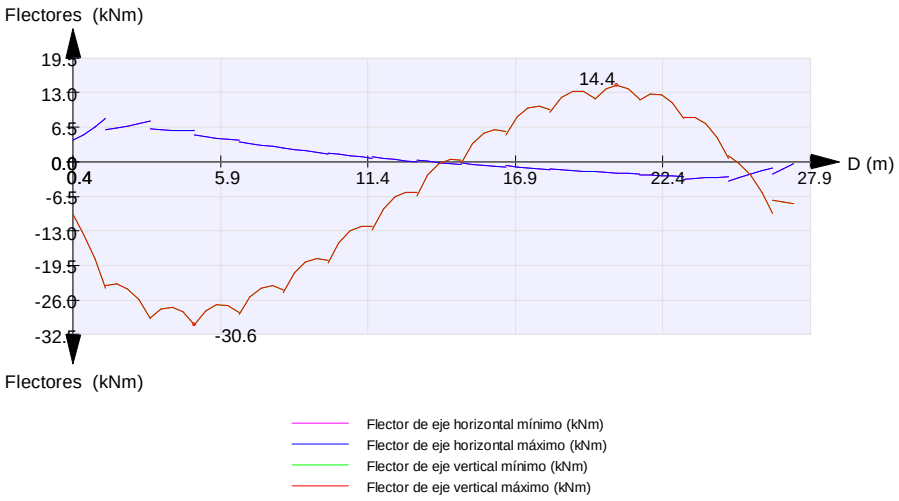
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós



4.2.3 Espaldón

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Axil eje horizontal

1.88 a 3.77

0.00 a 1.88

-0.00 a 0.00

-2.39 a -0.00

-4.77 a -2.39

-7.16 a -4.77

-9.55 a -7.16

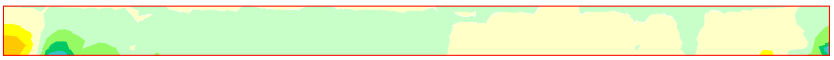
-11.94 a -9.55

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Axil eje vertical



1.08 a 1.45

0.72 a 1.08

0.36 a 0.72

0.00 a 0.36

-0.00 a 0.00

-0.57 a -0.00

-1.14 a -0.57

-1.71 a -1.14

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Cortante eje horizontal

1.16 a 1.74

0.58 a 1.16

0.00 a 0.58

-0.00 a 0.00

-0.91 a -0.00

-1.83 a -0.91

-2.74 a -1.83

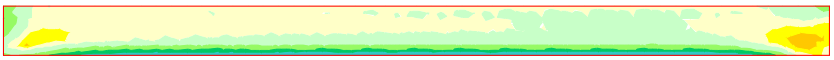
-3.66 a -2.74

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Cortante eje vertical



0.97 a 1.29

0.64 a 0.97

0.32 a 0.64

0.00 a 0.32

-0.00 a 0.00

-0.21 a -0.00

-0.43 a -0.21

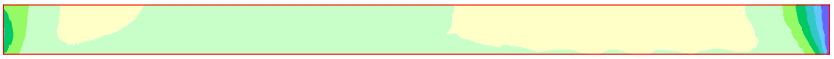
-0.64 a -0.43

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Momento de eje vertical (armado horizontal)



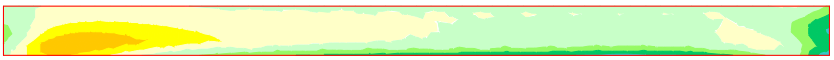
1.53 a 1.84
1.22 a 1.53
0.92 a 1.22
0.61 a 0.92
0.31 a 0.61
0.00 a 0.31
-0.00 a 0.00
-0.06 a -0.00

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Momento de eje horizontal (armado vertical)



0.32 a 0.43
0.21 a 0.32
0.11 a 0.21
0.00 a 0.11
-0.00 a 0.00
-0.08 a -0.00
-0.17 a -0.08
-0.25 a -0.17

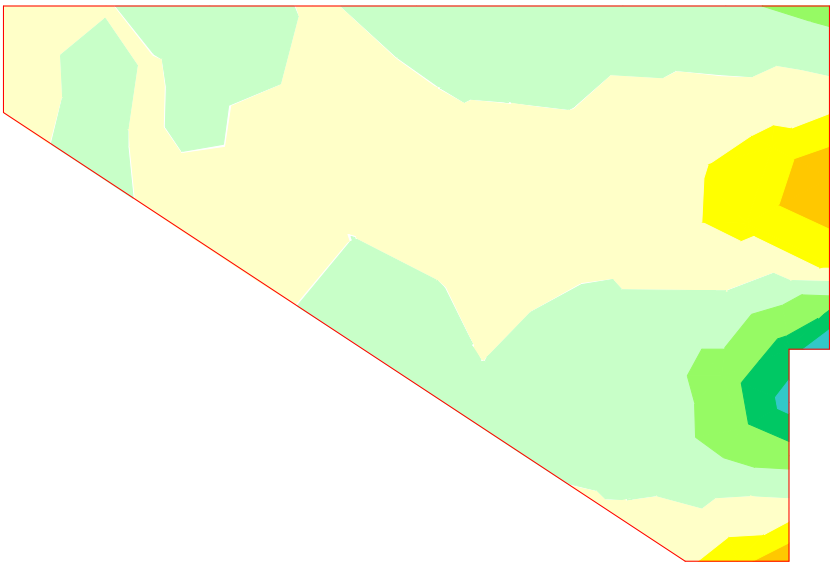
Unidades: kNm/m

4.2.4 Aleta 1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

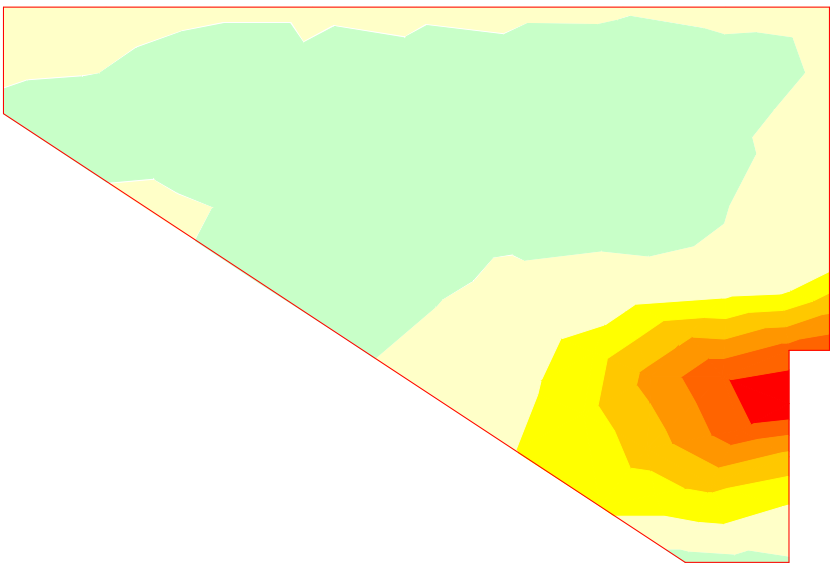
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

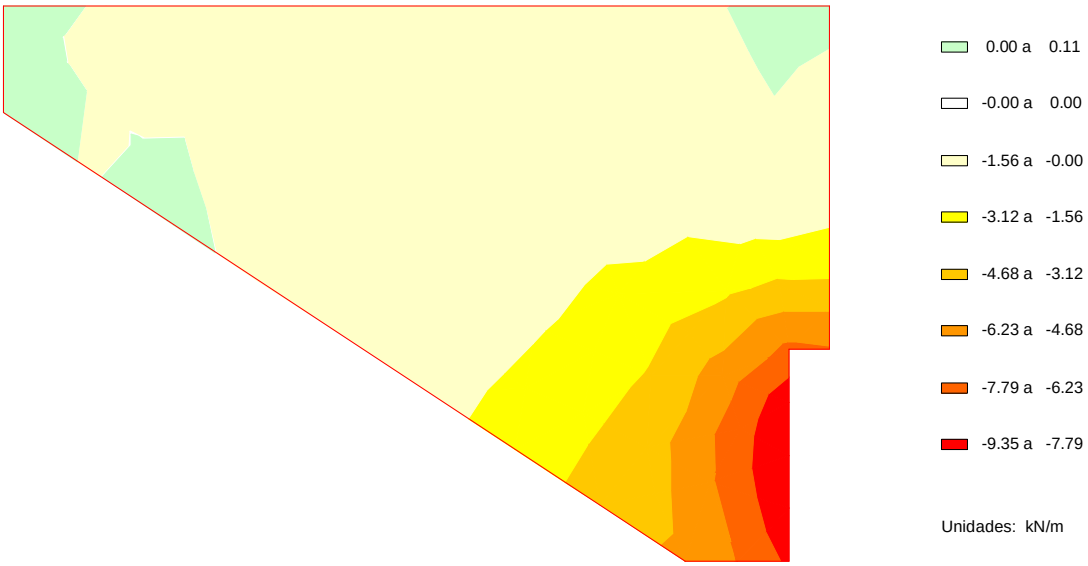
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

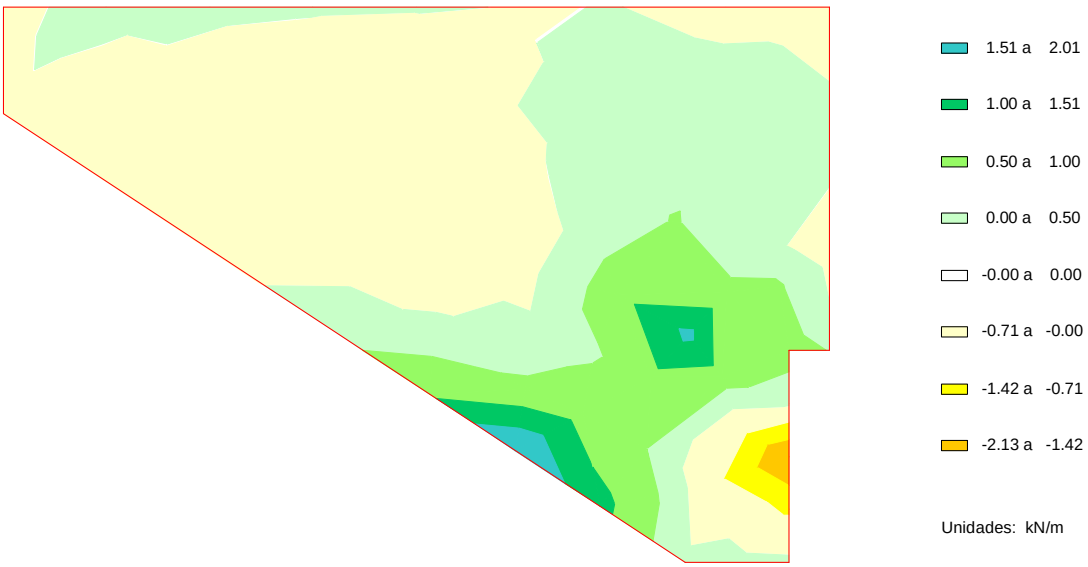
Cortante eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

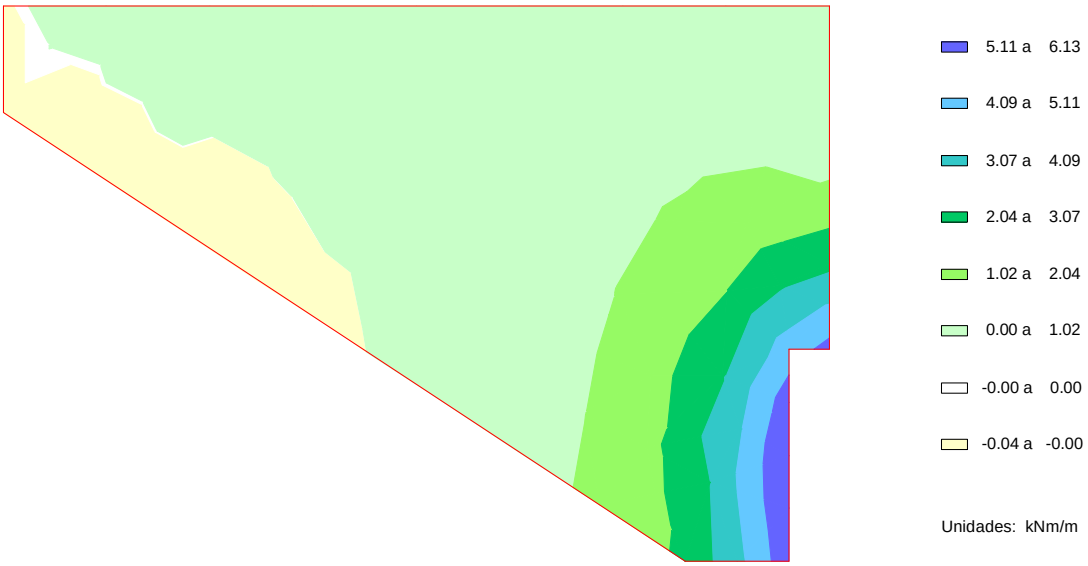
Cortante eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

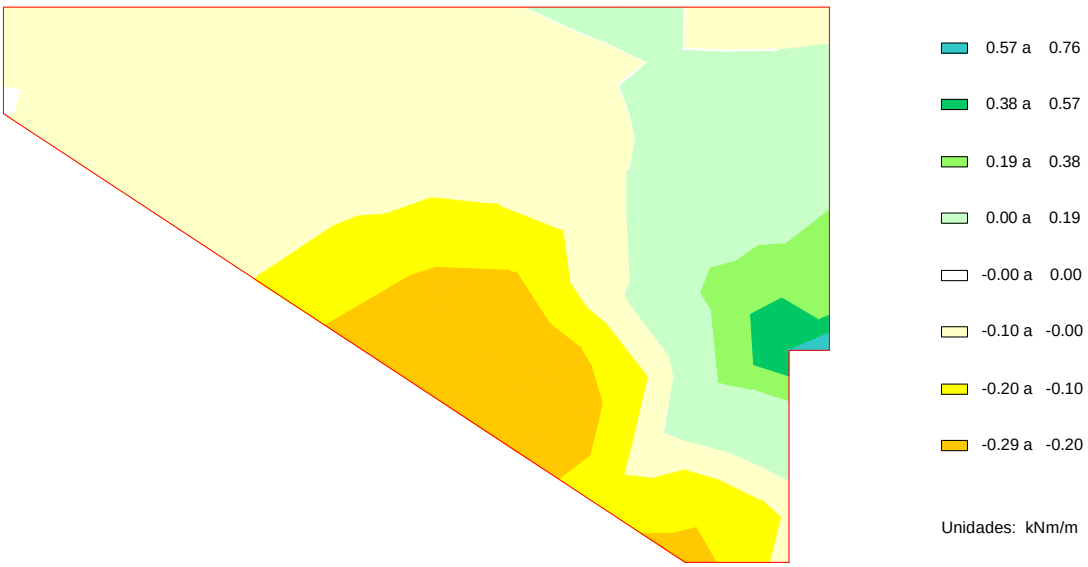
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Momento de eje horizontal (armado vertical)

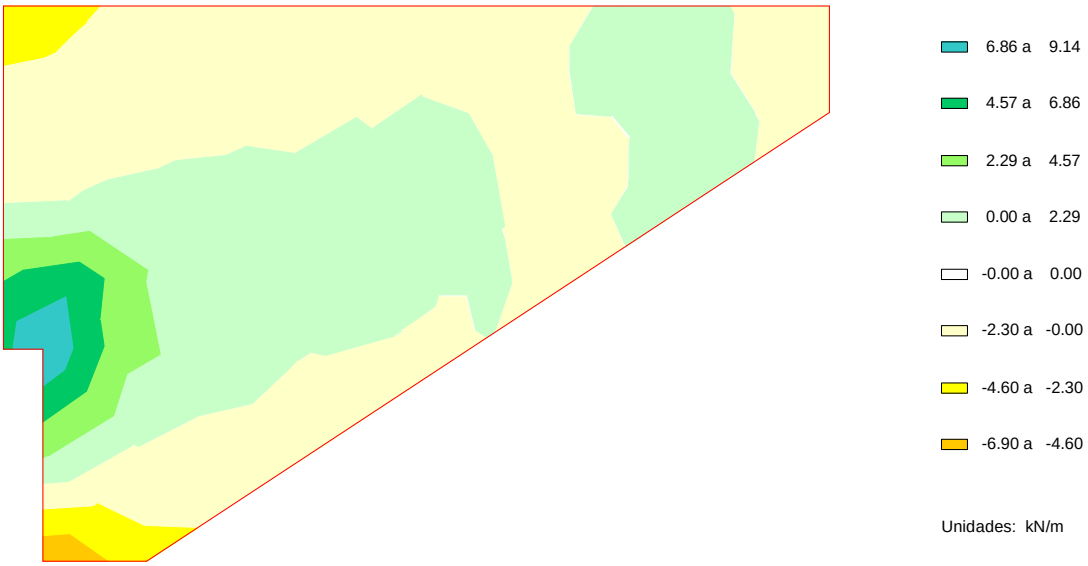


4.2.5 Aleta 2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

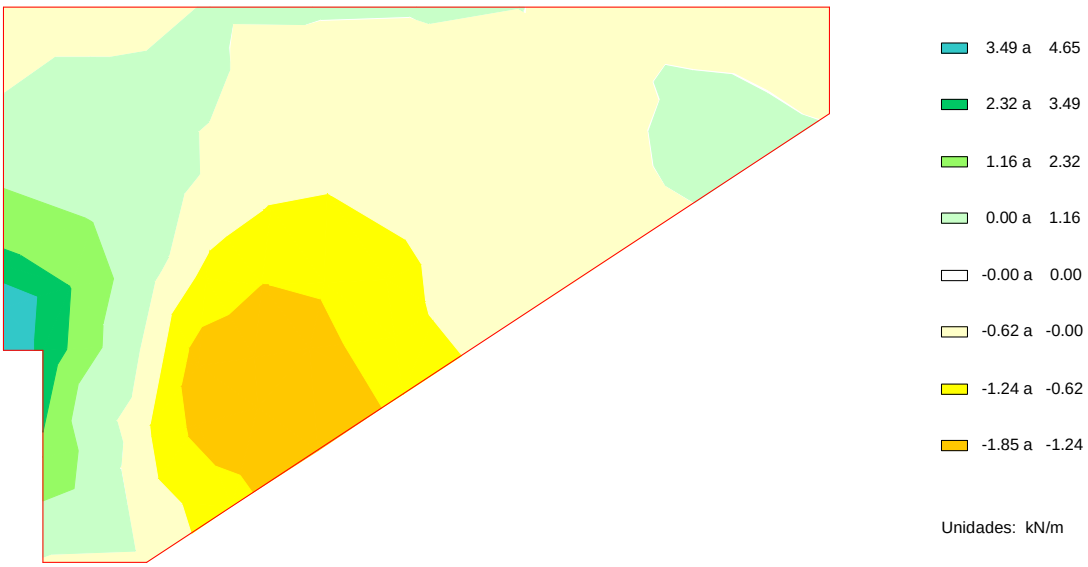
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

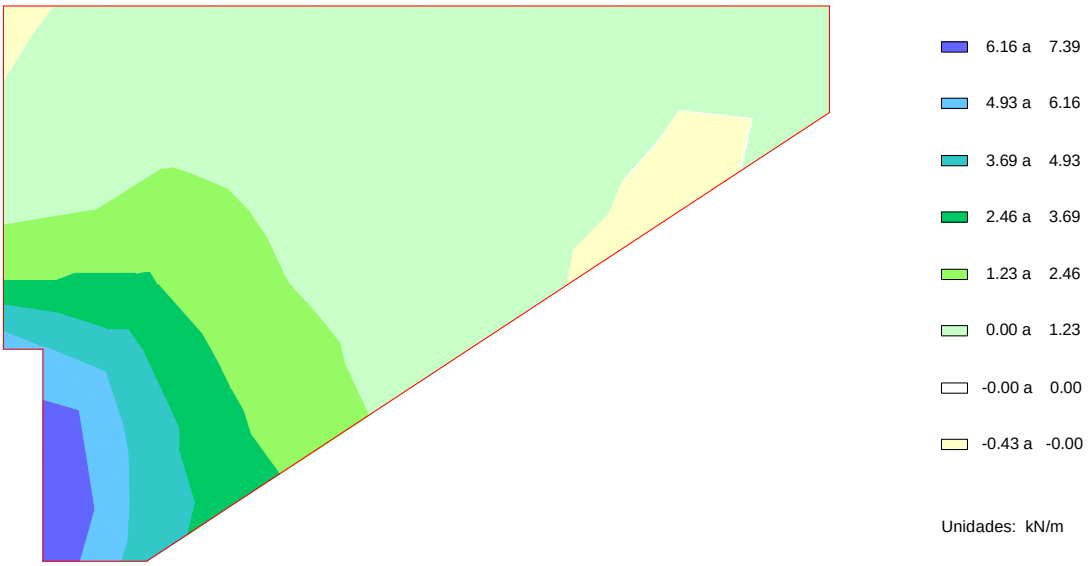
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

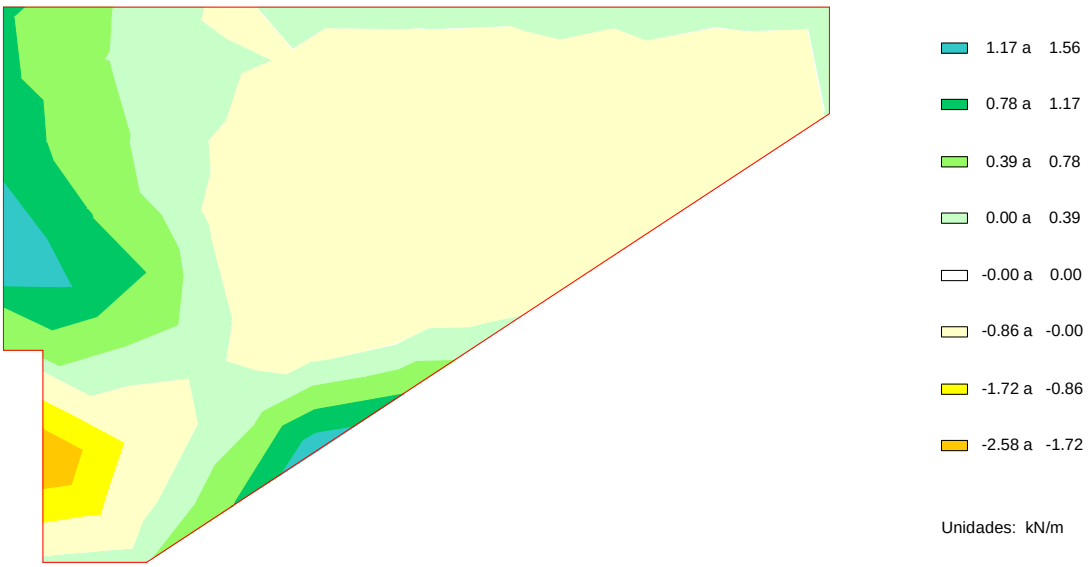
Cortante eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

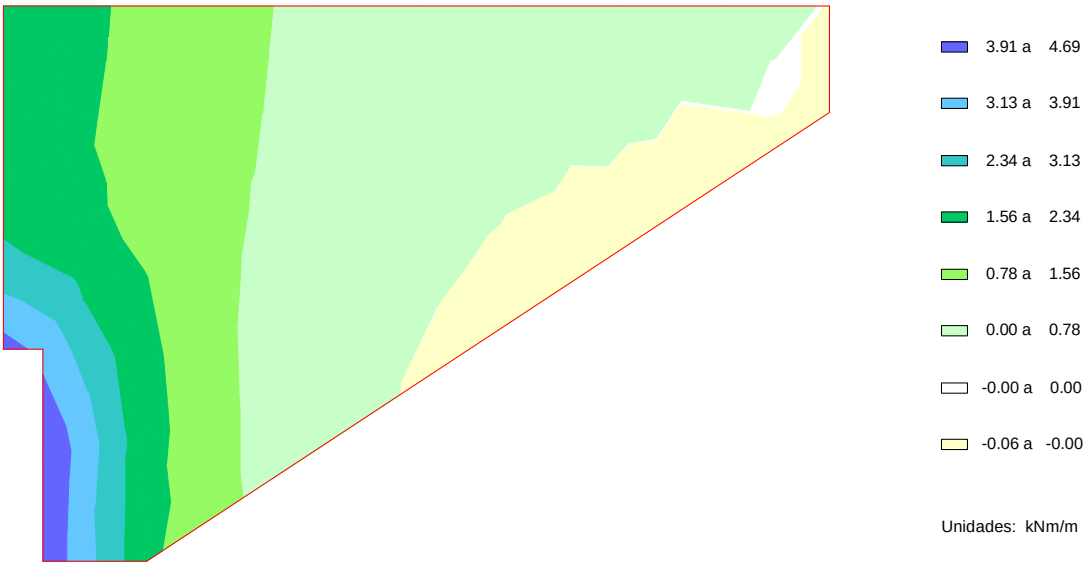
Cortante eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

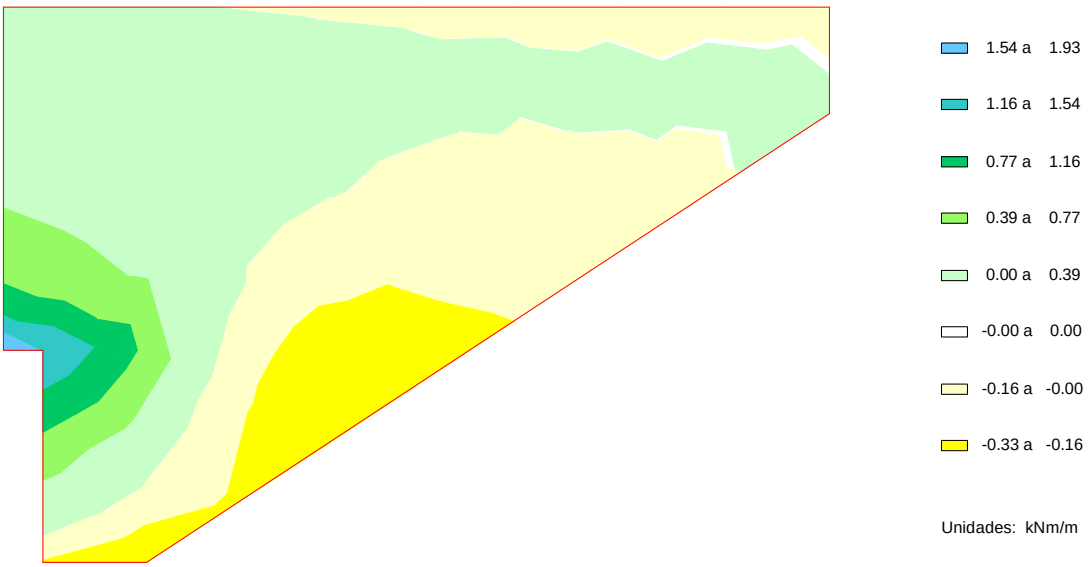
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

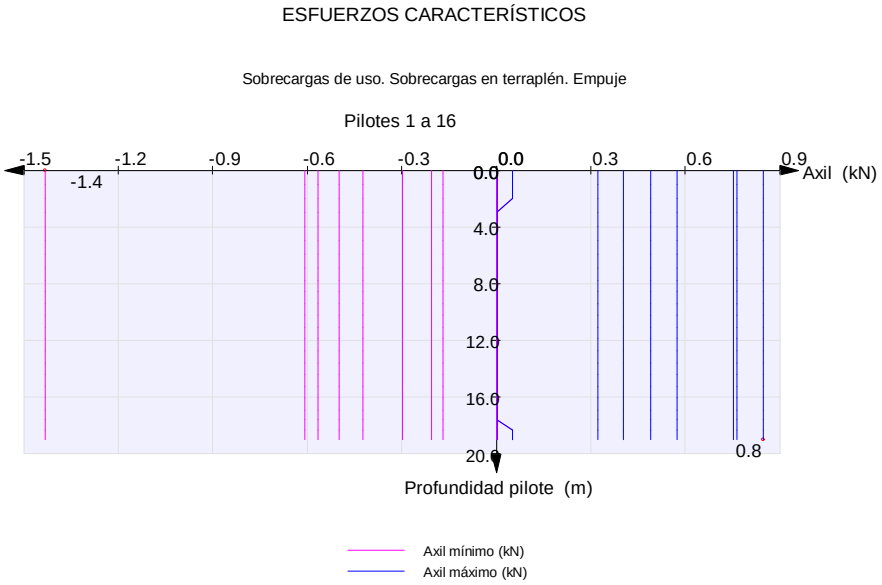
Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

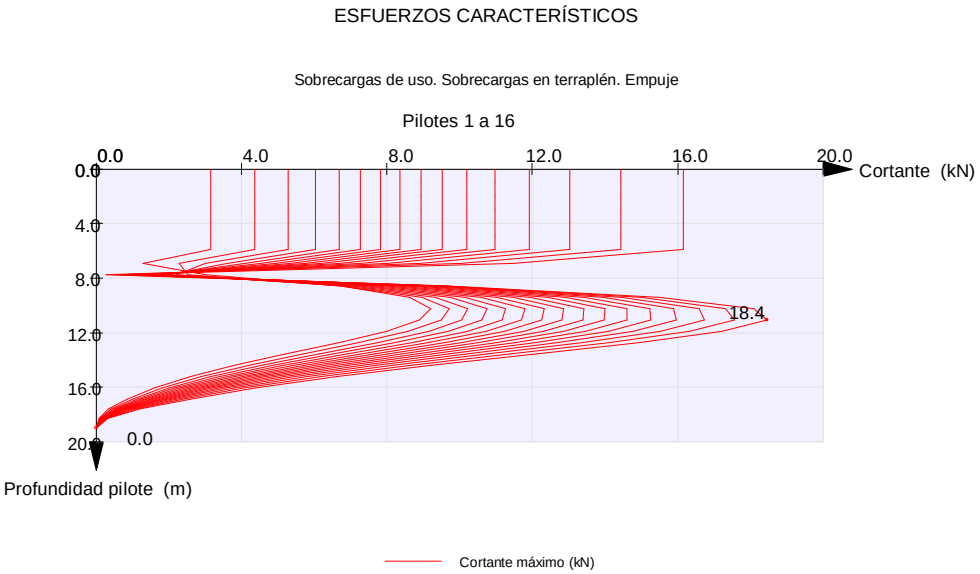
Momento de eje horizontal (armado vertical)



4.3 Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

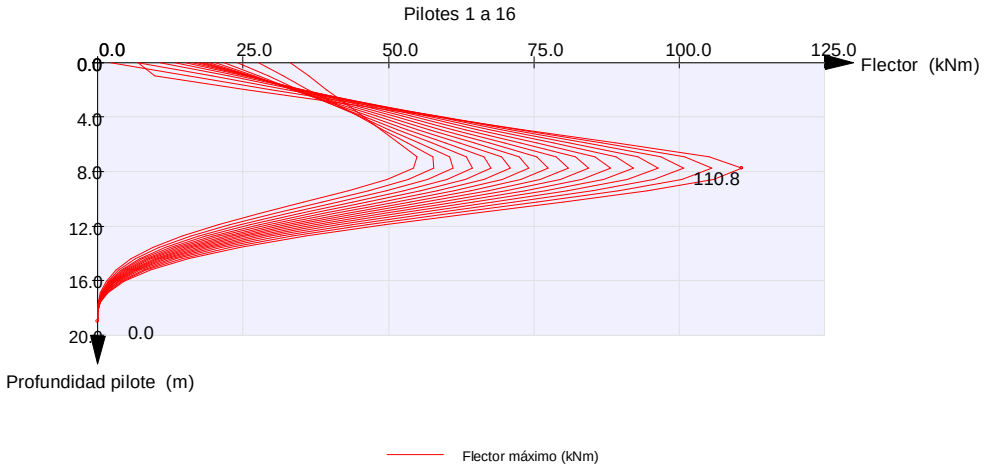
4.3.1 Pilotes


ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS
Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje
Pilotes 1 a 16
-1.5
-1.2
-0.9
-0.6
-0.3
0.0
0.3
0.6
0.9
Axil (kN)
-1.4
0.0
4.0
8.0
12.0
16.0
20.0
0.8
Profundidad pilote (m)
Axil mínimo (kN)
Axil máximo (kN)


ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS
Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje
Pilotes 1 a 16
0.0
4.0
8.0
12.0
16.0
20.0
Cortante (kN)
0.0
4.0
8.0
12.0
16.0
20.0
18.4
0.0
Profundidad pilote (m)
Cortante máximo (kN)

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

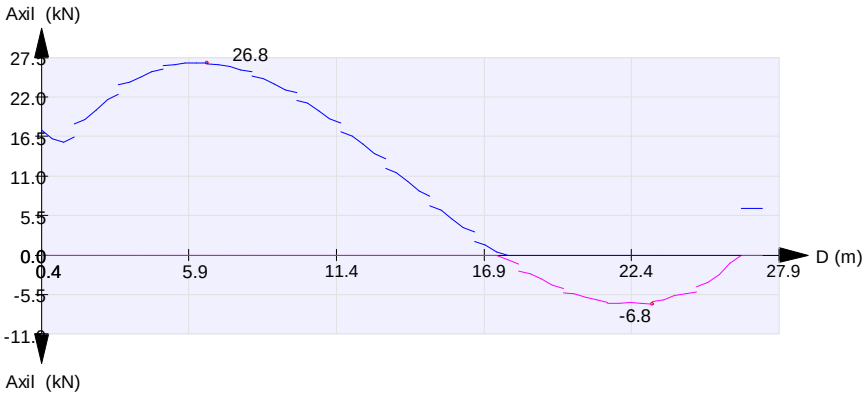


Flector máximo (kNm)

4.3.2 Cargadero

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

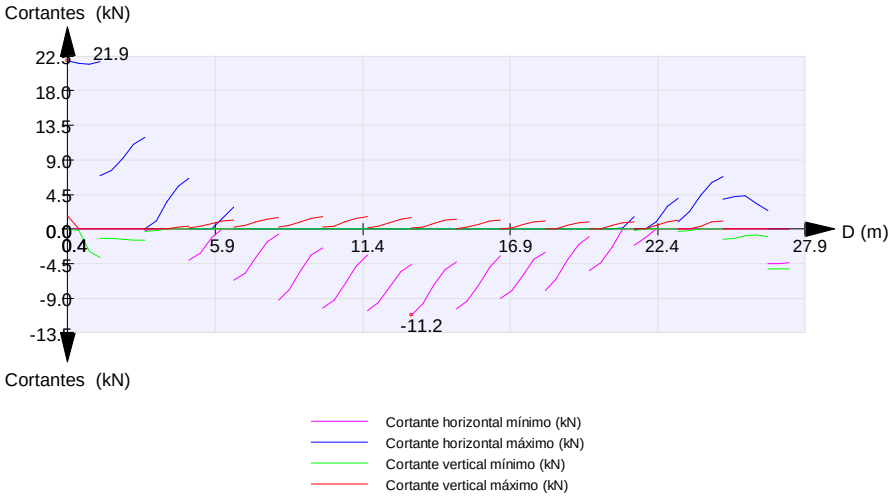
Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje



Axil mínimo (kN)
Axil máximo (kN)

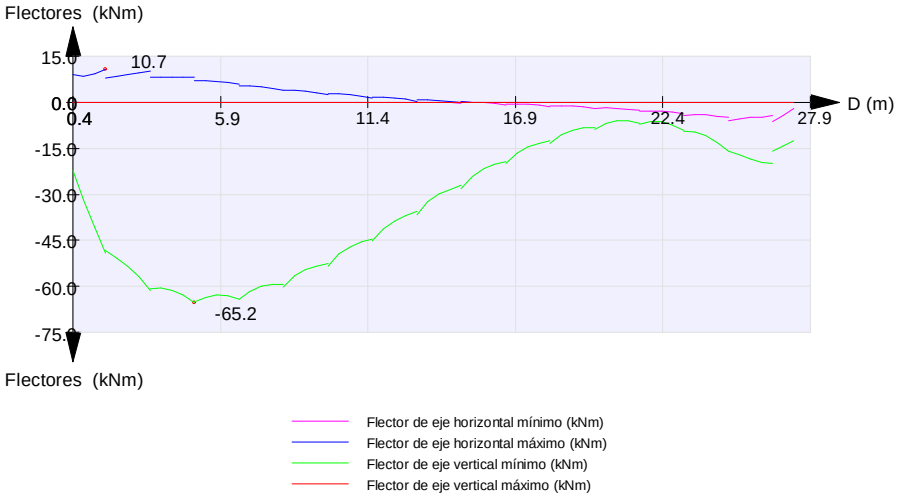
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje



4.3.3 Espaldón

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Axil eje horizontal

-5.77 a -2.89
-8.66 a -5.77
-11.55 a -8.66
-14.43 a -11.55
-17.32 a -14.43
-20.21 a -17.32
-23.09 a -20.21
-25.98 a -23.09

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Axil eje vertical

0.00 a 0.10
-0.00 a 0.00
-0.43 a -0.00
-0.86 a -0.43
-1.30 a -0.86
-1.73 a -1.30
-2.16 a -1.73
-2.59 a -2.16

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Cortante eje horizontal

0.00 a 0.10
-0.00 a 0.00
-2.14 a -0.00
-4.27 a -2.14
-6.41 a -4.27
-8.55 a -6.41
-10.68 a -8.55
-12.82 a -10.68

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Cortante eje vertical

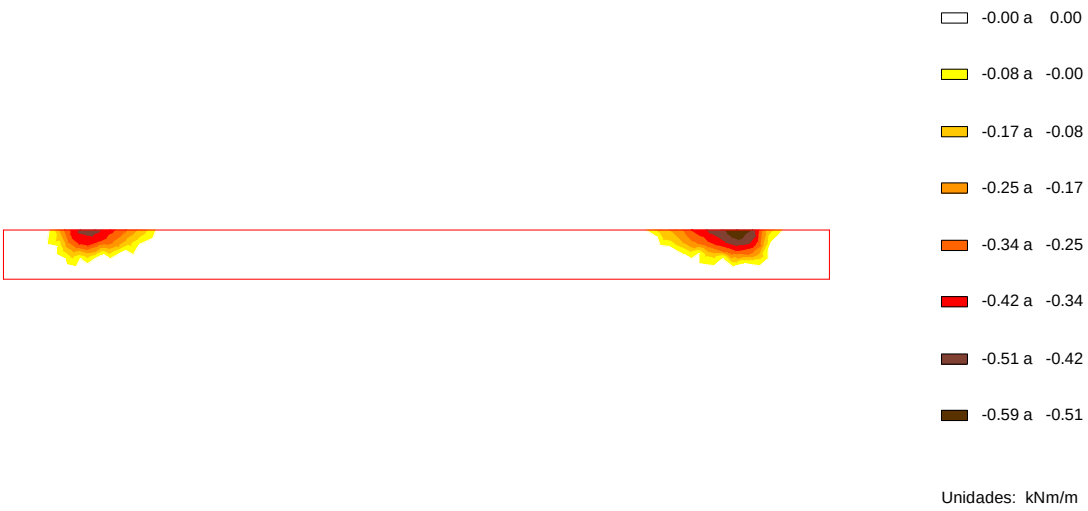
0.00 a 0.04
-0.00 a 0.00
-0.33 a -0.00
-0.66 a -0.33
-1.00 a -0.66
-1.33 a -1.00
-1.66 a -1.33
-1.99 a -1.66

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

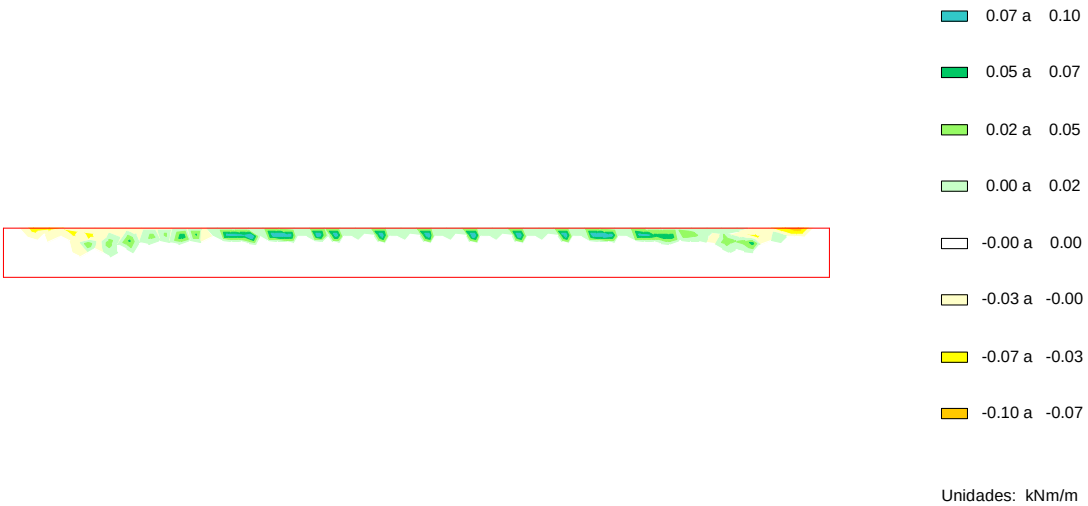
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Momento de eje horizontal (armado vertical)

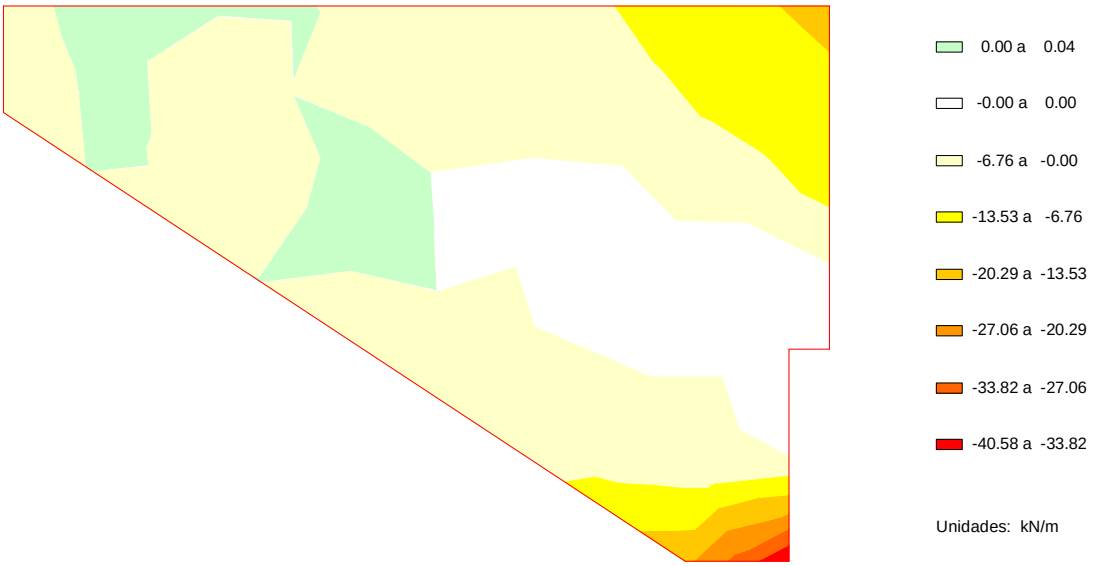


4.3.4 Aleta 1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

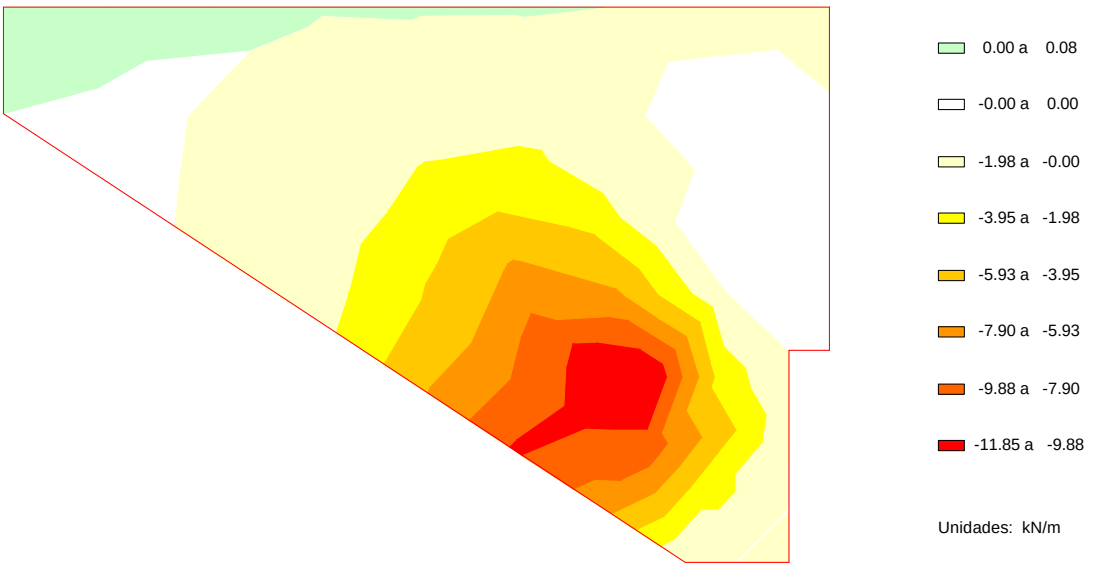
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

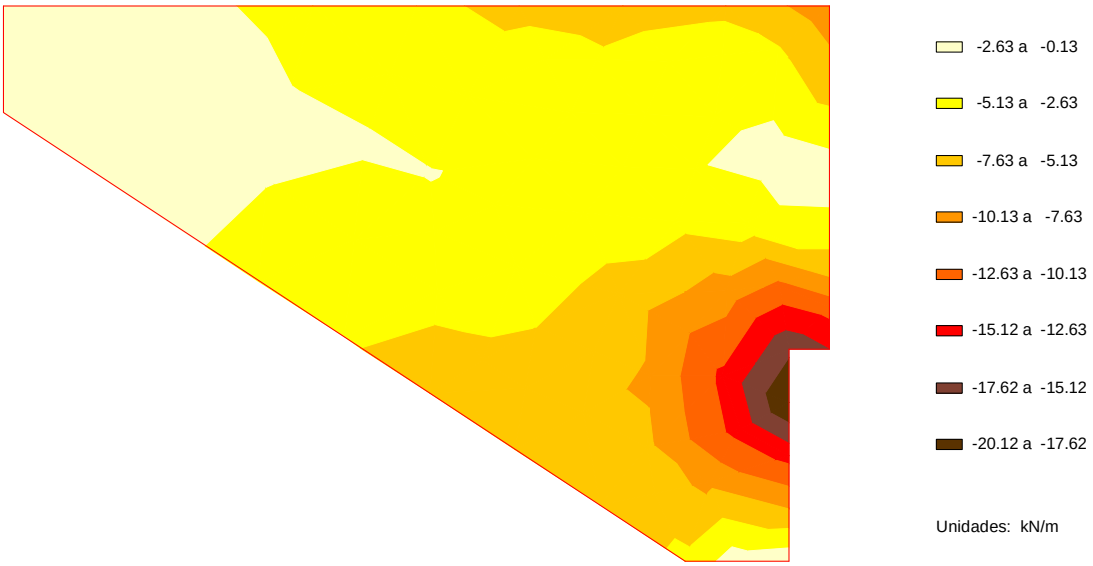
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

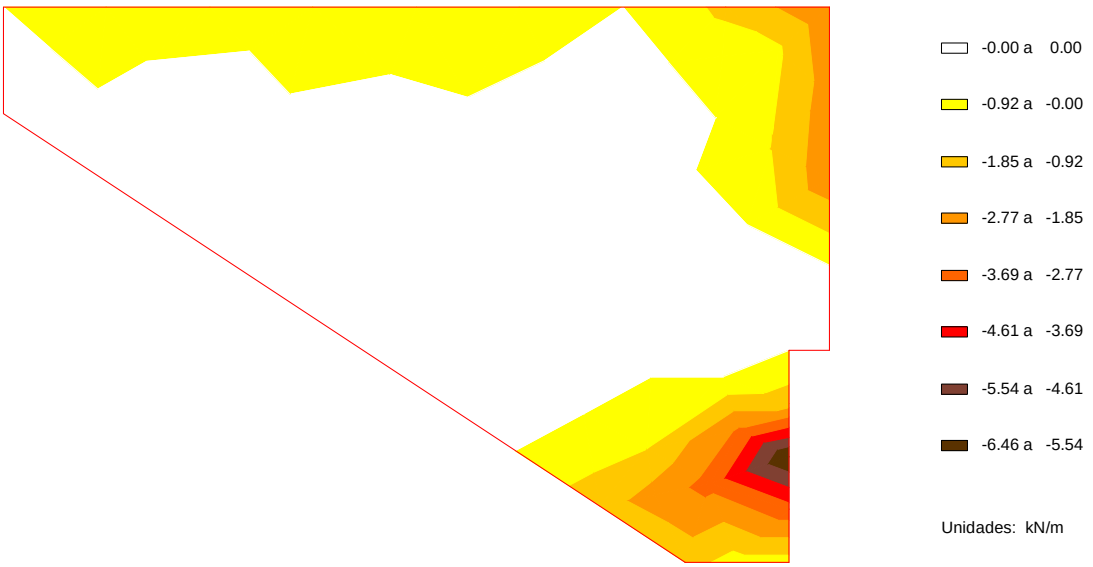
Cortante eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

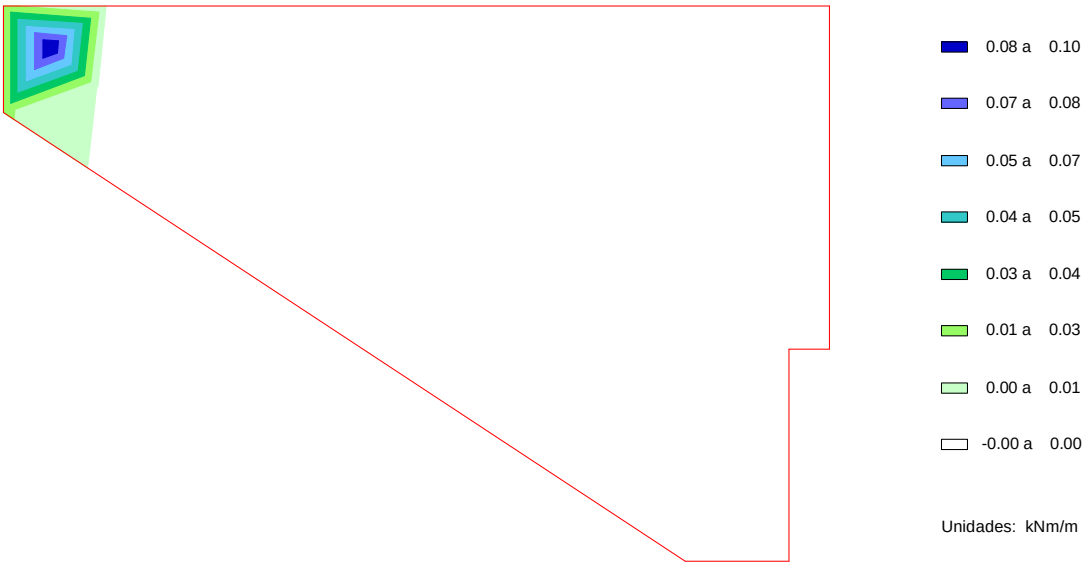
Cortante eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

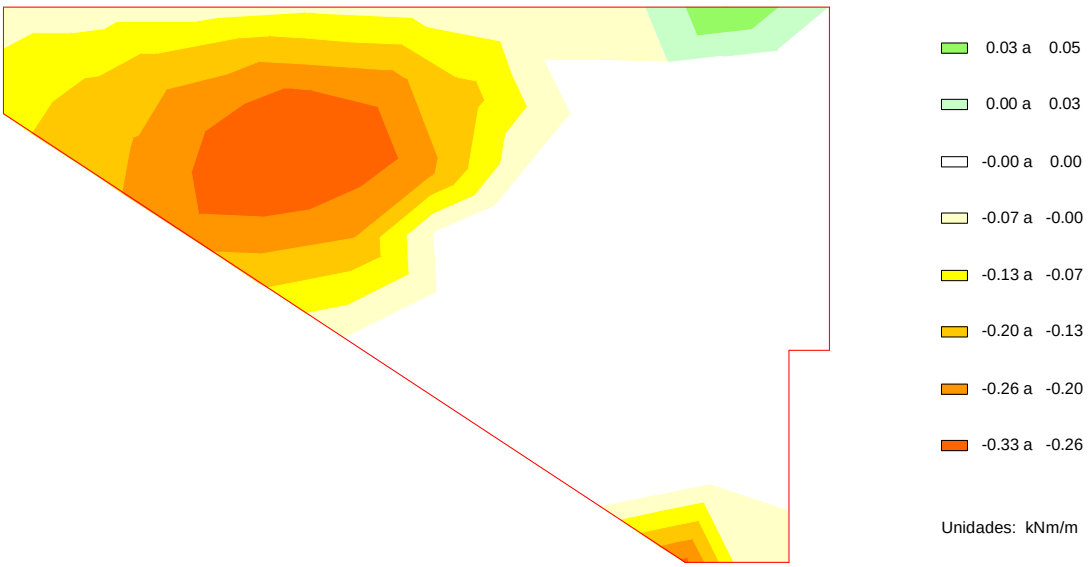
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Momento de eje horizontal (armado vertical)



4.3.5 Aleta 2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

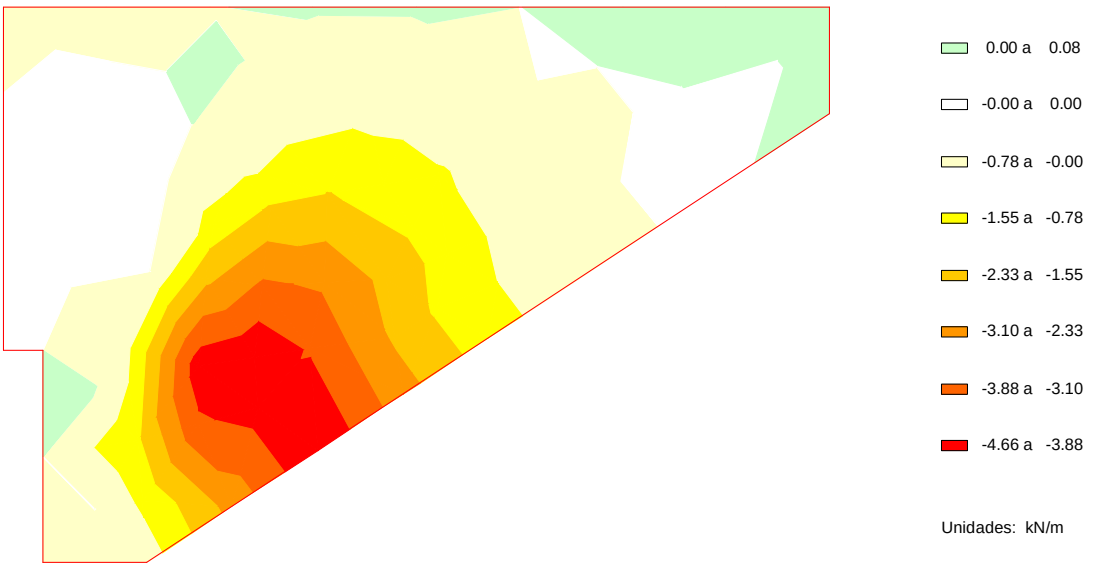
Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Axil eje horizontal

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

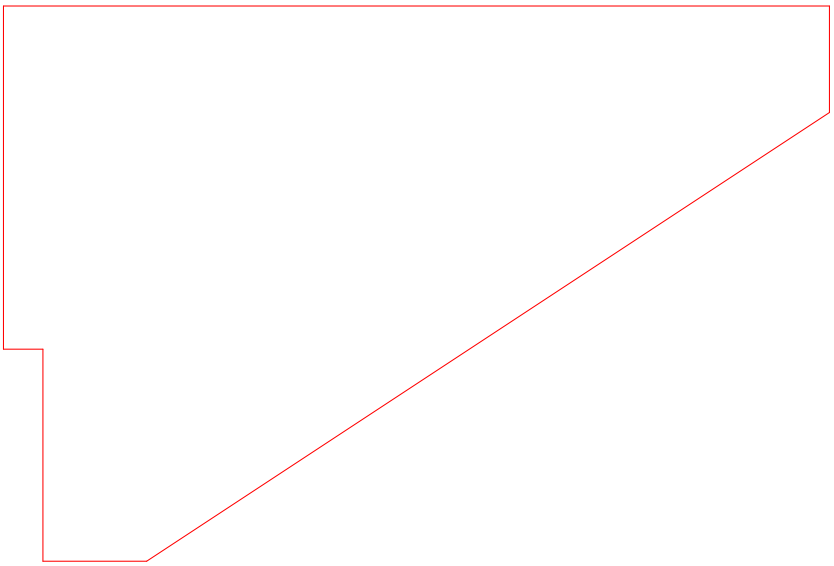
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Cortante eje horizontal



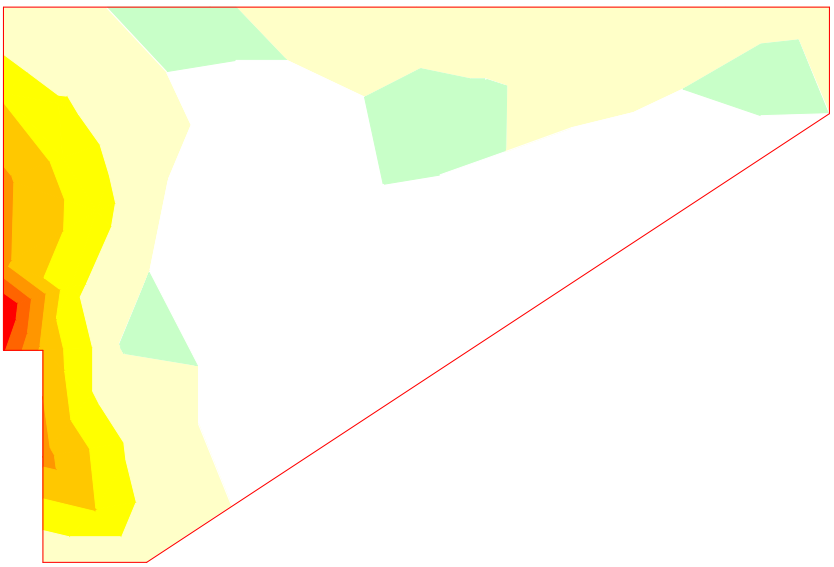
-0.00 a 0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Cortante eje vertical



0.00 a 0.09

-0.00 a 0.00

-1.30 a -0.00

-2.59 a -1.30

-3.89 a -2.59

-5.18 a -3.89

-6.48 a -5.18

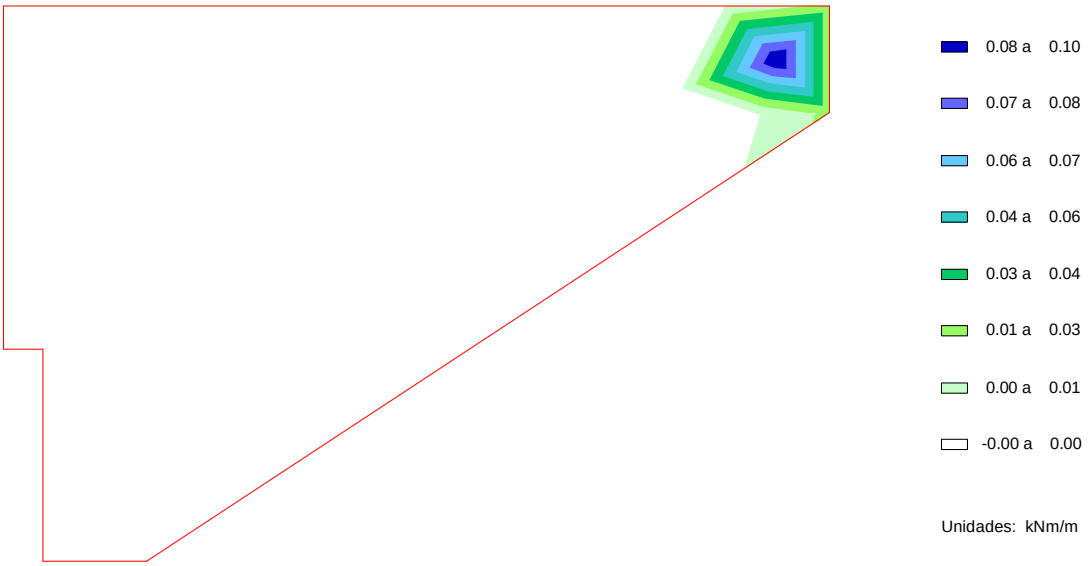
-7.78 a -6.48

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

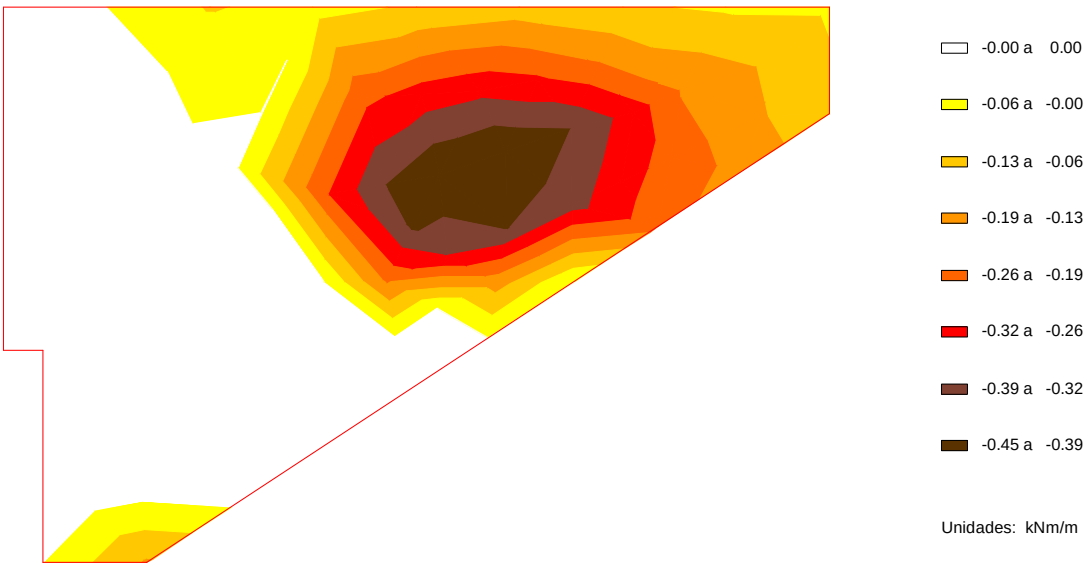
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

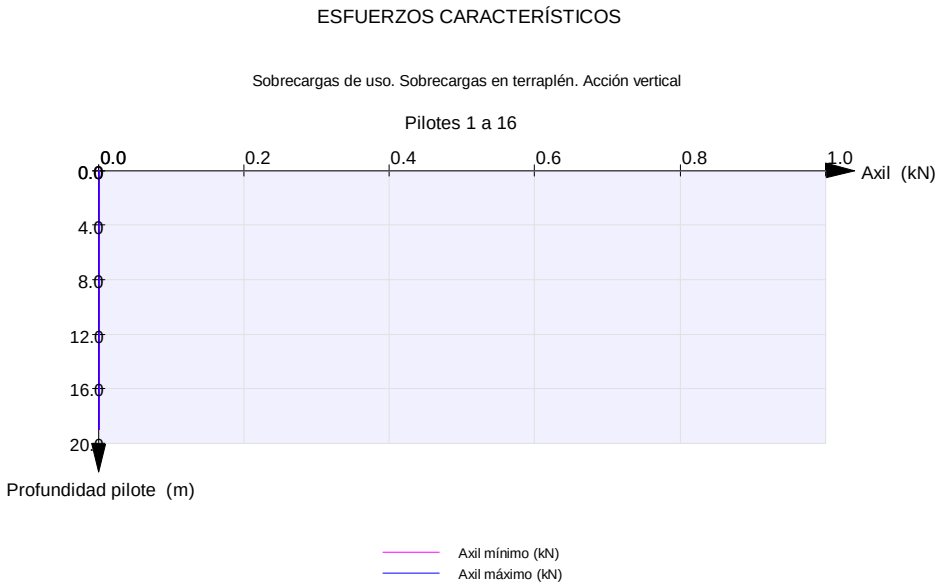
Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

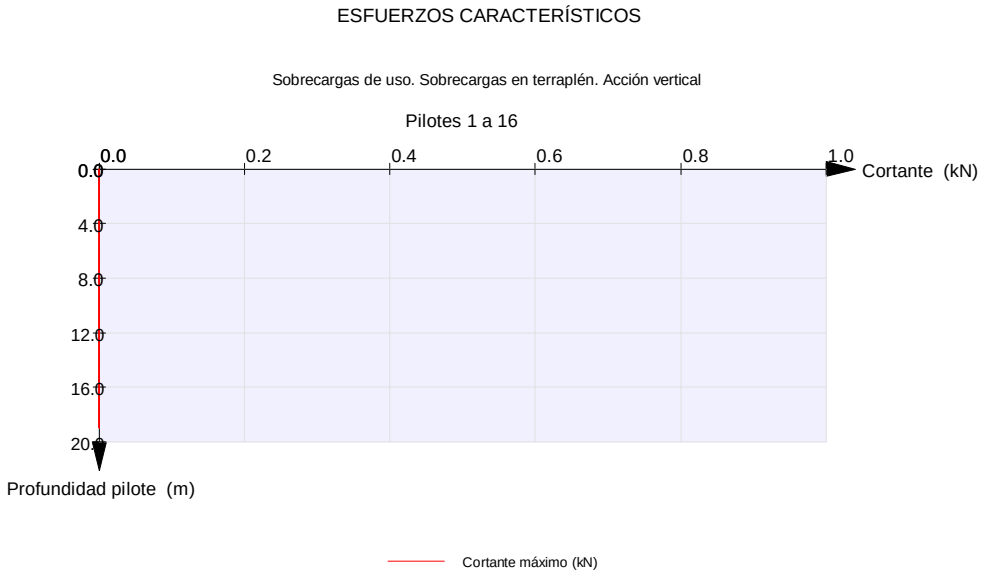
Momento de eje horizontal (armado vertical)



4.4 Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

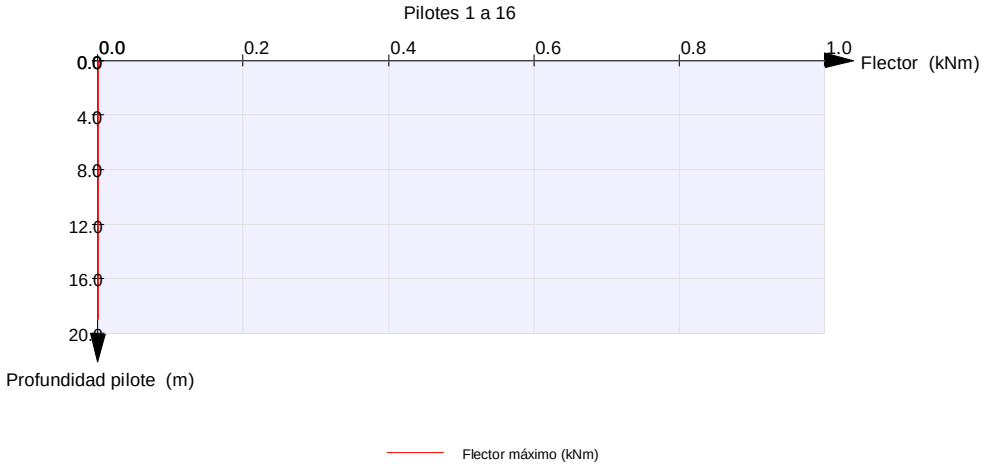
4.4.1 Pilotes


ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS
Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical
Pilotes 1 a 16
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
Axil (kN)
0.0
4.0
8.0
12.0
16.0
20.0
Profundidad pilote (m)
Axil mínimo (kN)
Axil máximo (kN)


ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS
Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical
Pilotes 1 a 16
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
Cortante (kN)
0.0
4.0
8.0
12.0
16.0
20.0
Profundidad pilote (m)
Cortante máximo (kN)

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

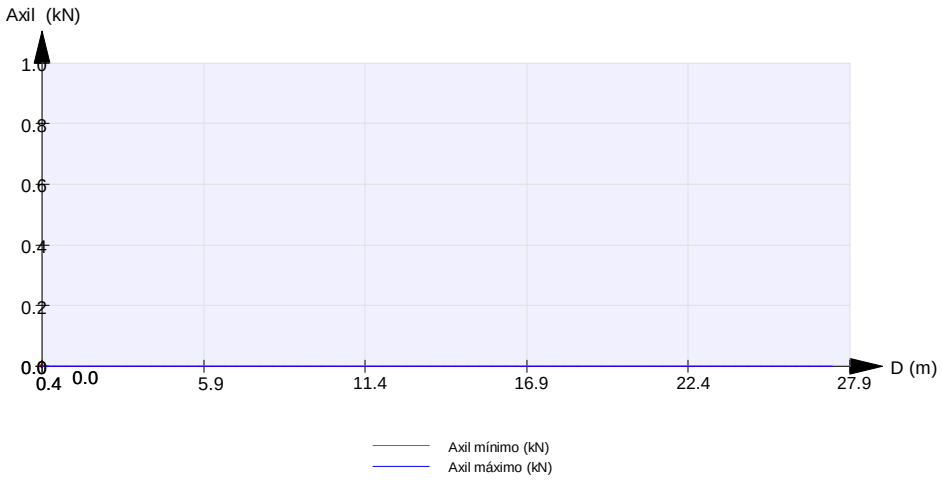
Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical



4.4.2 Cargadero

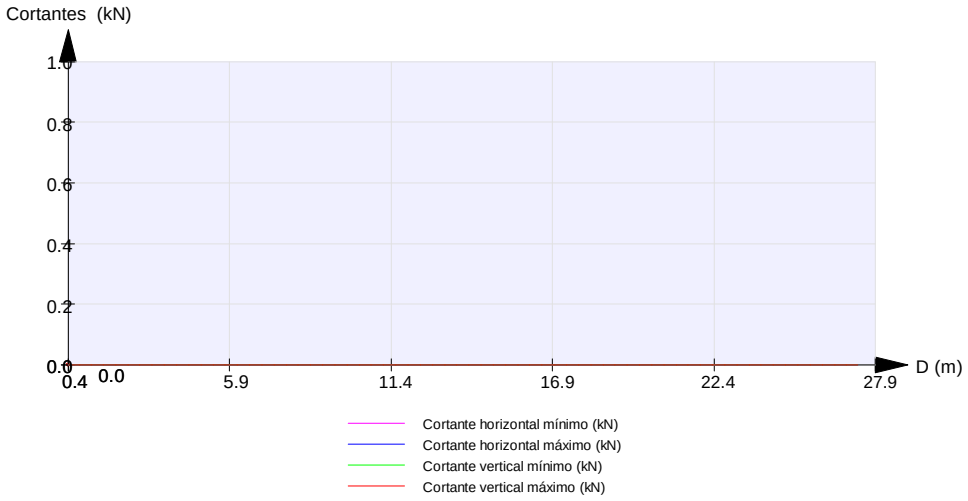
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical



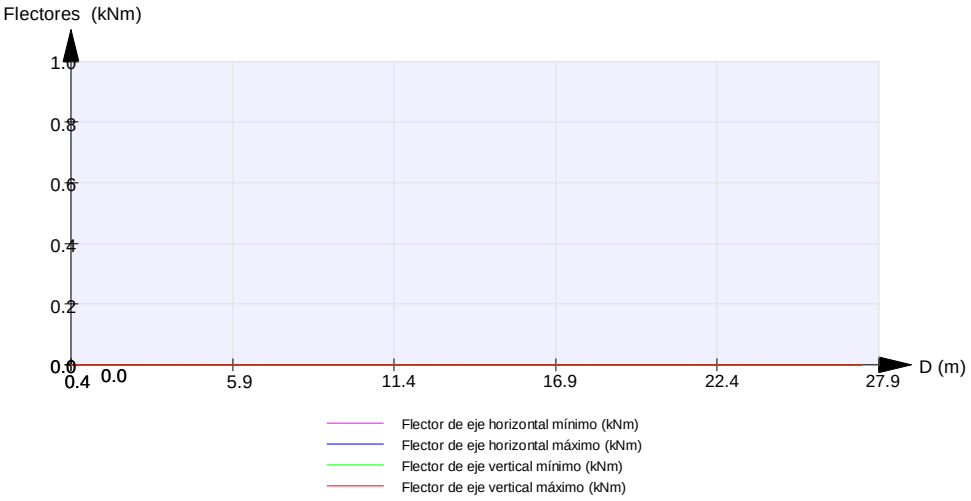
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical



4.4.3 Espaldón

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

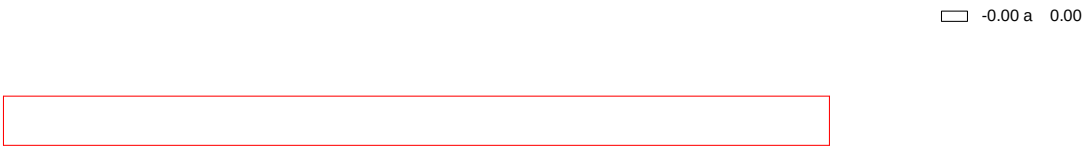
Axil eje horizontal

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Axil eje vertical



Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Cortante eje horizontal

-0.00 a 0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Cortante eje vertical

-0.00 a 0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

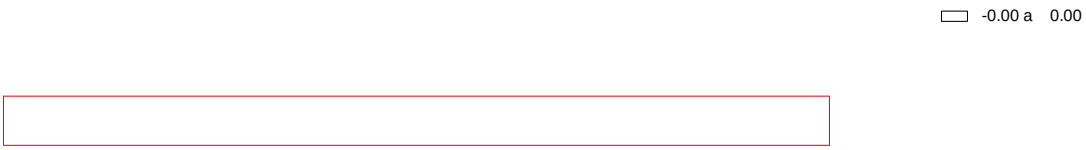
Momento de eje vertical (armado horizontal)

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Momento de eje horizontal (armado vertical)



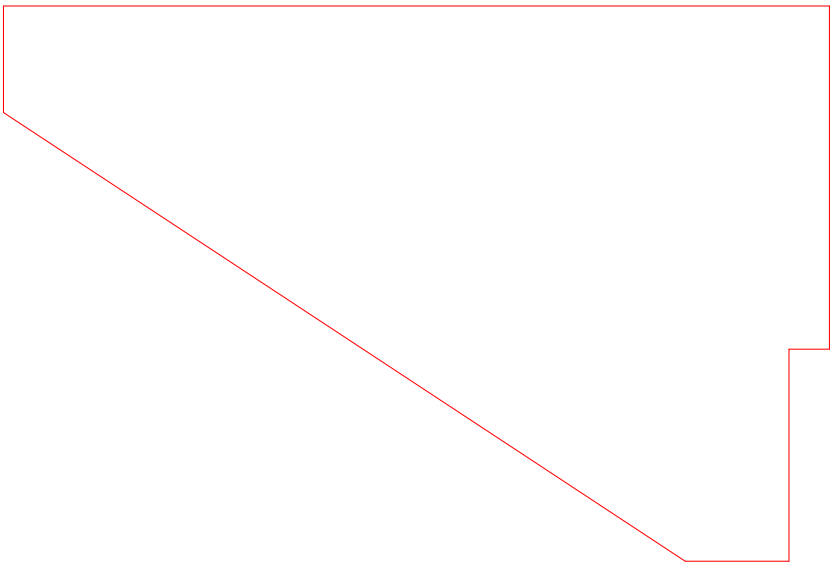
Unidades: kNm/m

4.4.4 Aleta 1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Axil eje horizontal



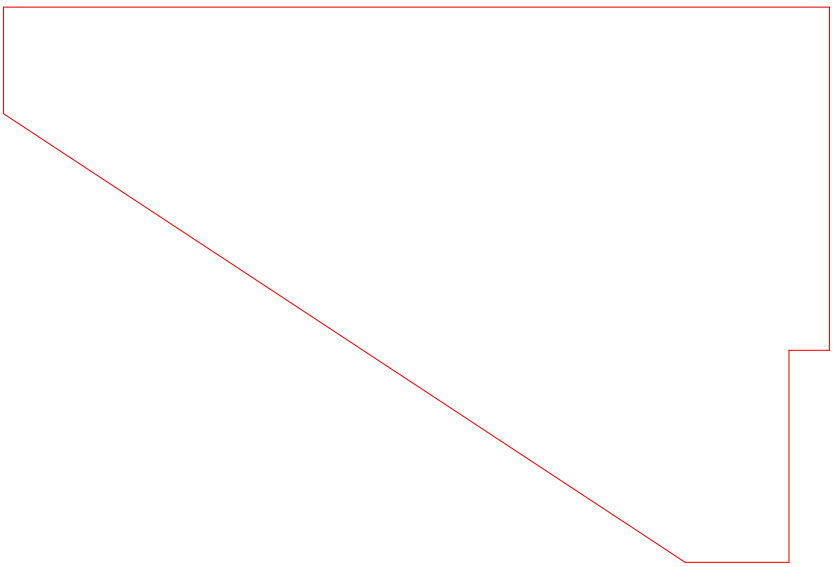
-0.00 a 0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Axil eje vertical



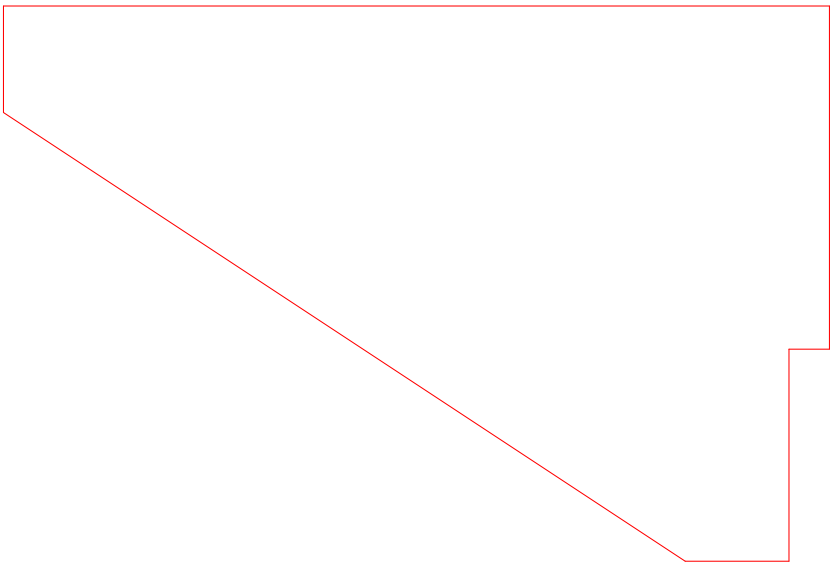
-0.00 a 0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Cortante eje horizontal



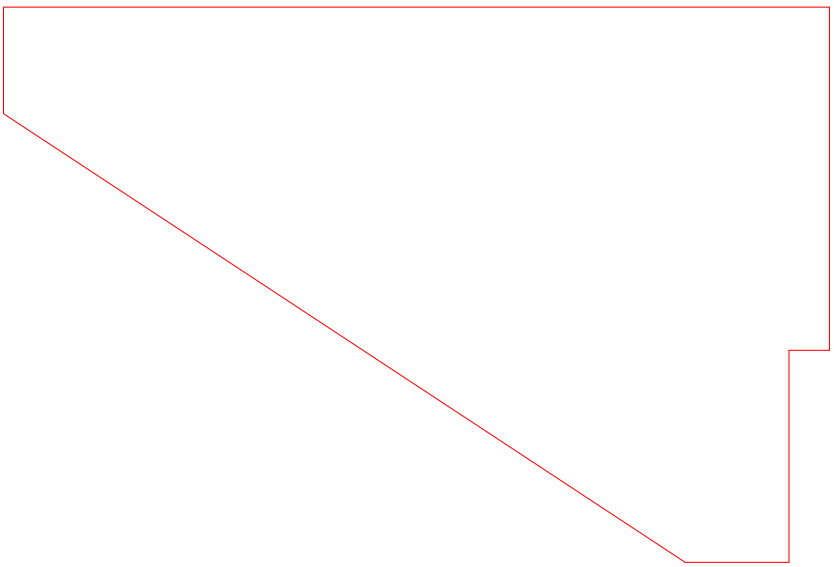
-0.00 a 0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Cortante eje vertical



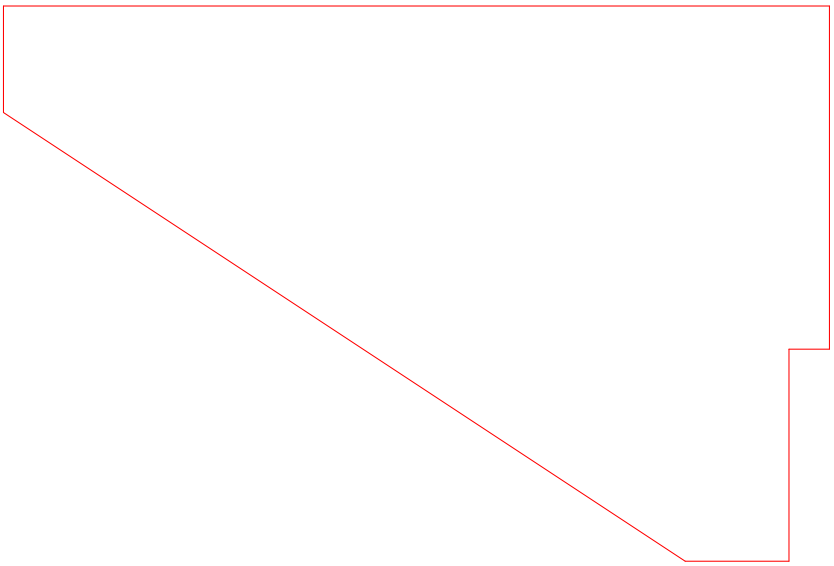
-0.00 a 0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Momento de eje vertical (armado horizontal)



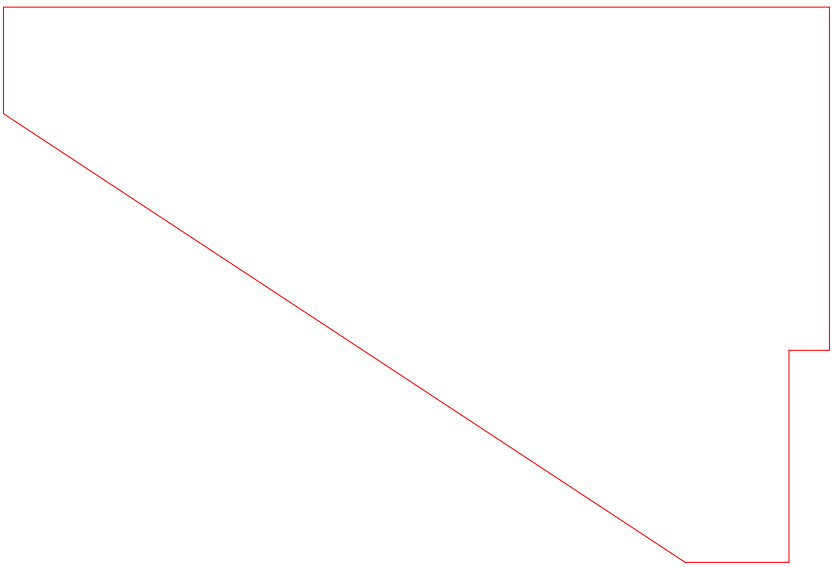
-0.00 a 0.00

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Momento de eje horizontal (armado vertical)



-0.00 a 0.00

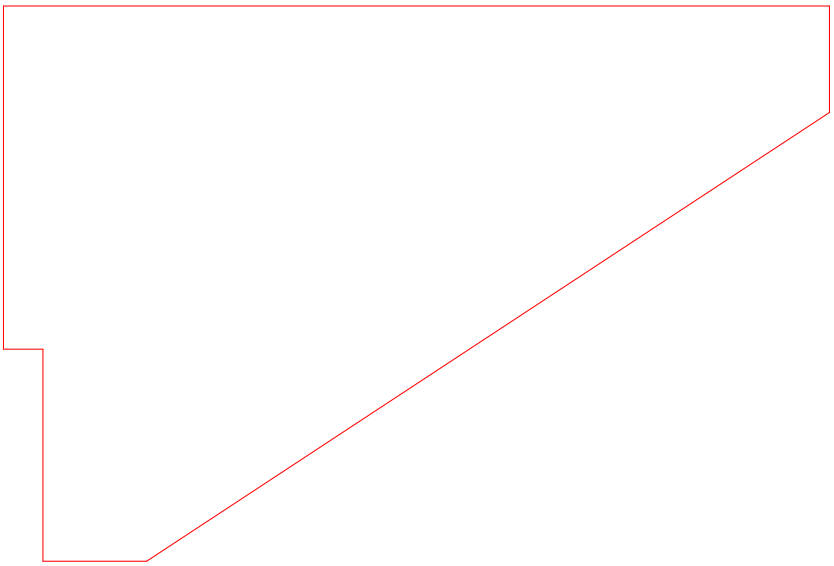
Unidades: kNm/m

4.4.5 Aleta 2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Axil eje horizontal



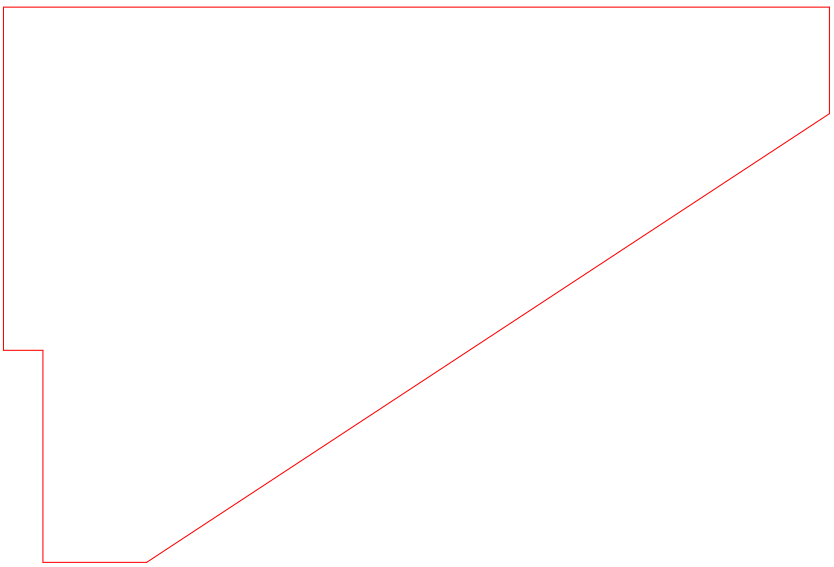
-0.00 a 0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Axil eje vertical



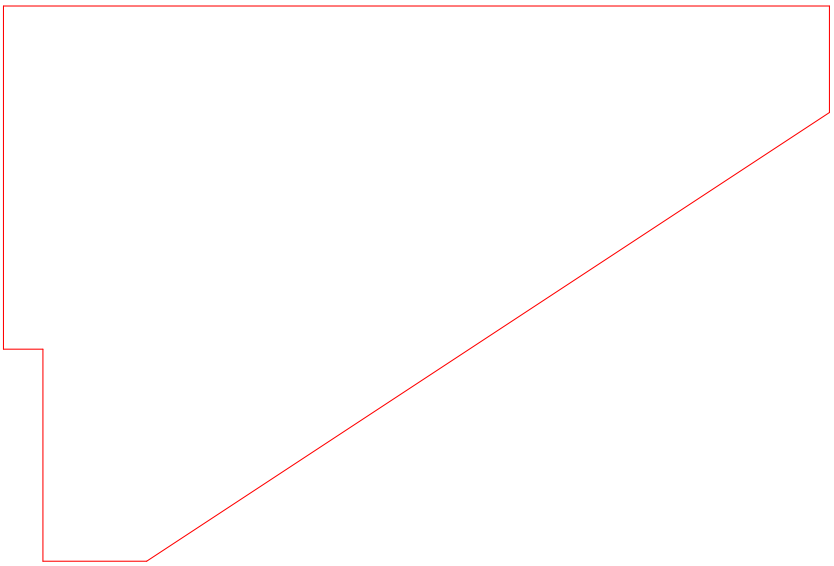
-0.00 a 0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Cortante eje horizontal



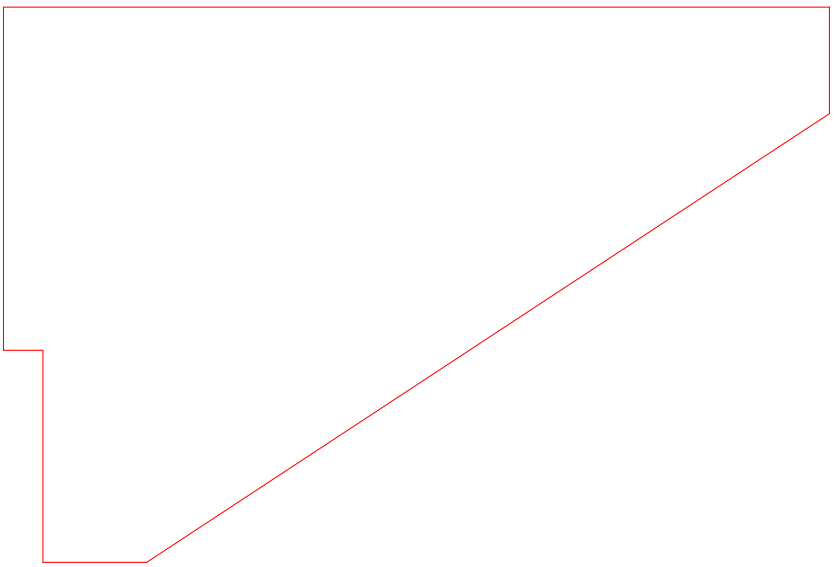
-0.00 a 0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Cortante eje vertical



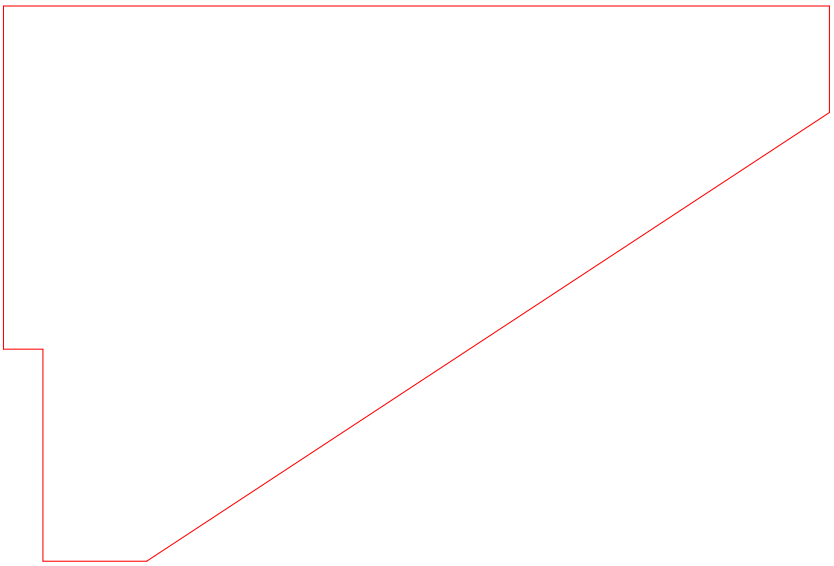
-0.00 a 0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Momento de eje vertical (armado horizontal)



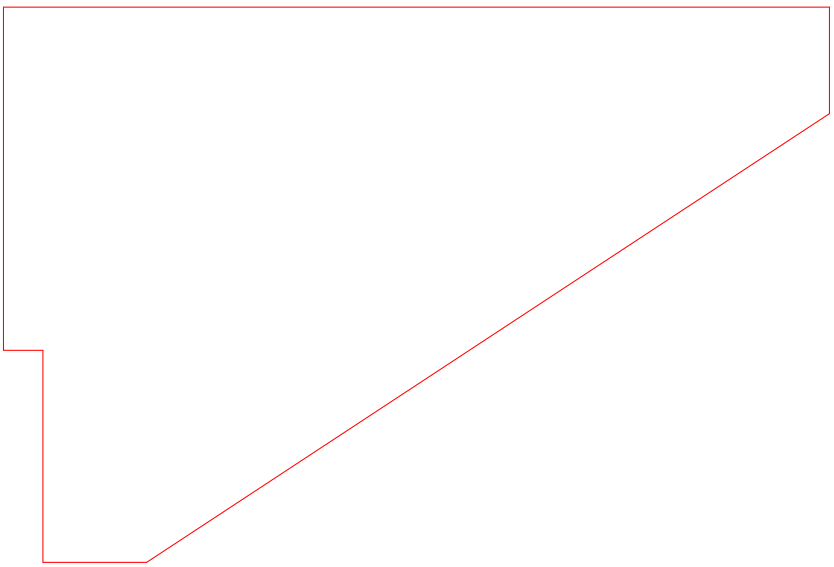
-0.00 a 0.00

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Momento de eje horizontal (armado vertical)

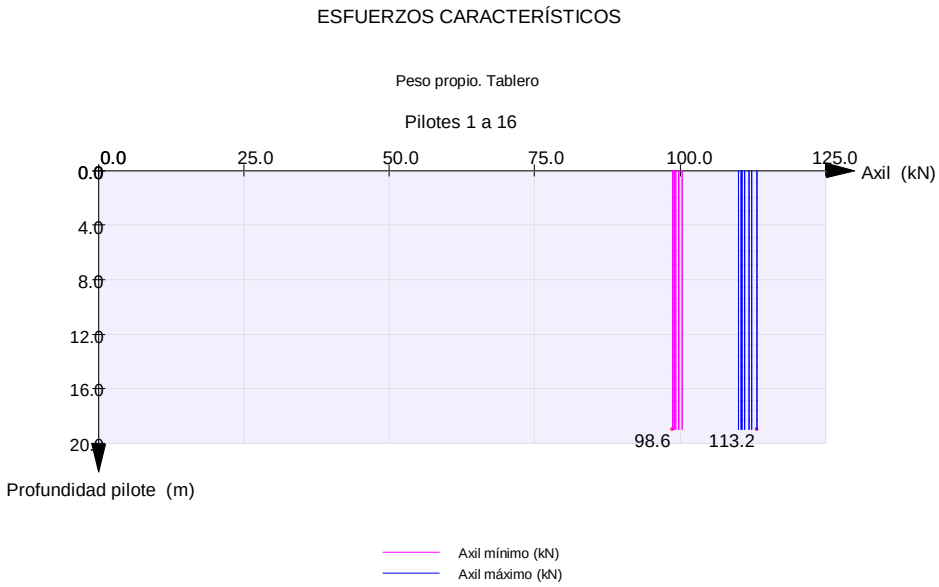


-0.00 a 0.00

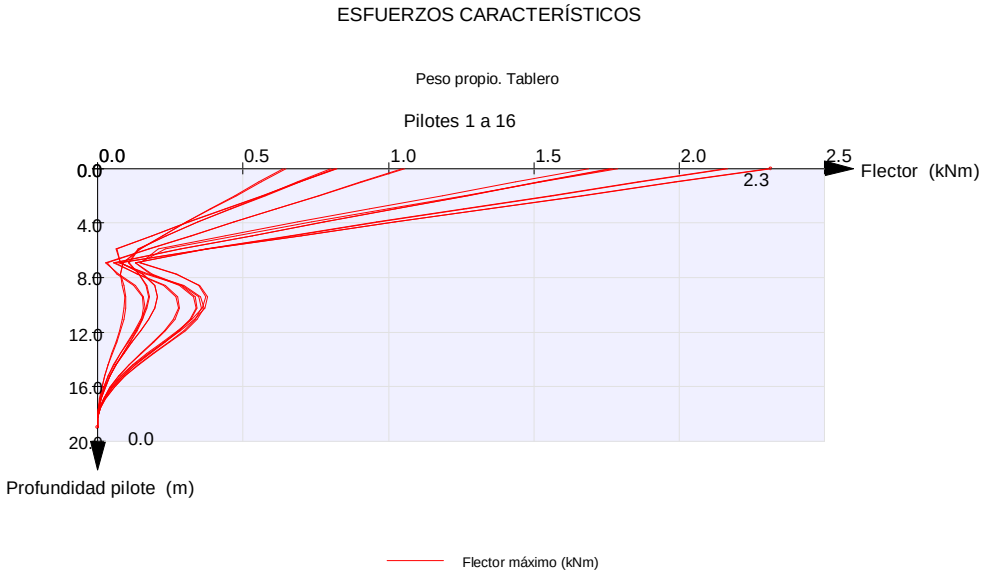
Unidades: kNm/m

4.5 Peso propio. Tablero

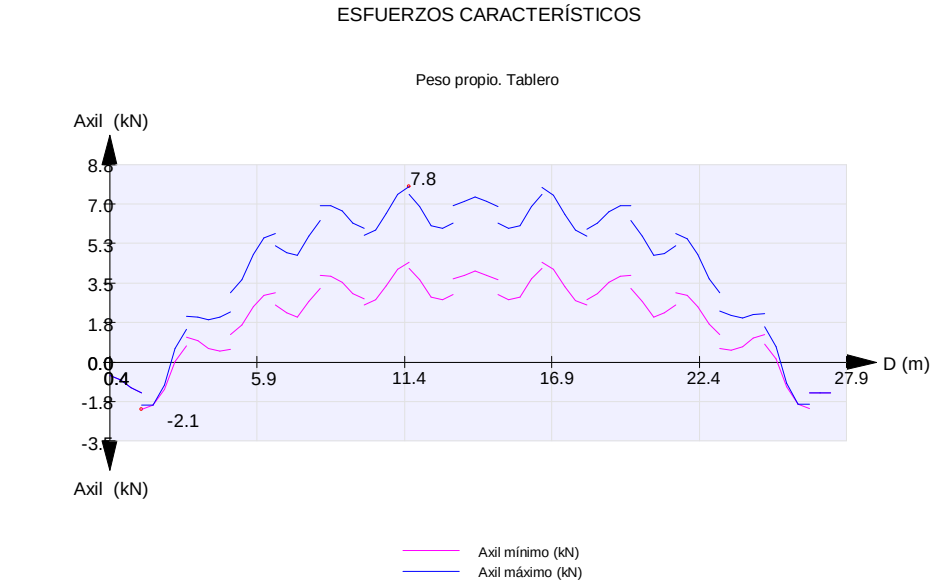
4.5.1 Pilotes


ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS
Peso propio. Tablero
Pilotes 1 a 16
0.0
25.0
50.0
75.0
100.0
125.0
Axil (kN)
0.0
4.0
8.0
12.0
16.0
20.0
98.6
113.2
Profundidad pilote (m)
Axil mínimo (kN)
Axil máximo (kN)

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS
Peso propio. Tablero
Pilotes 1 a 16
0.0
0.1
0.1
0.2
0.3
0.3
Cortante (kN)
0.0
4.0
8.0
12.0
16.0
20.0
0.3
0.0
Profundidad pilote (m)
Cortante máximo (kN)

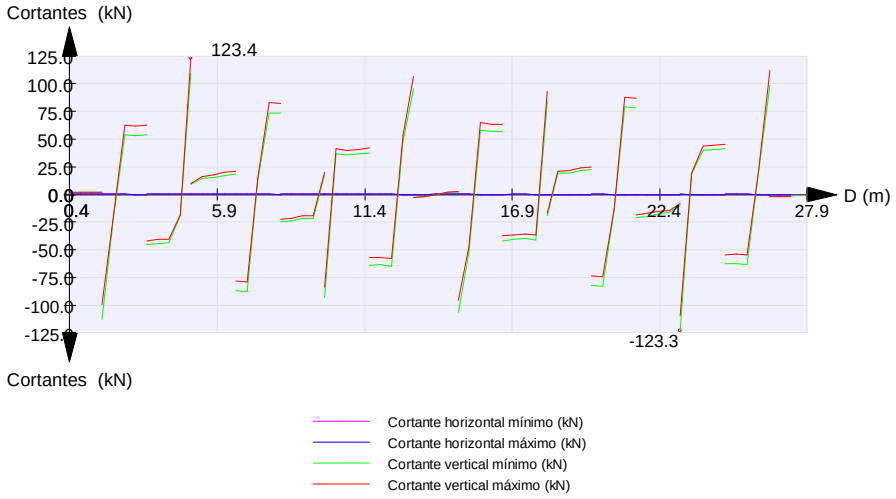


4.5.2 Cargadero



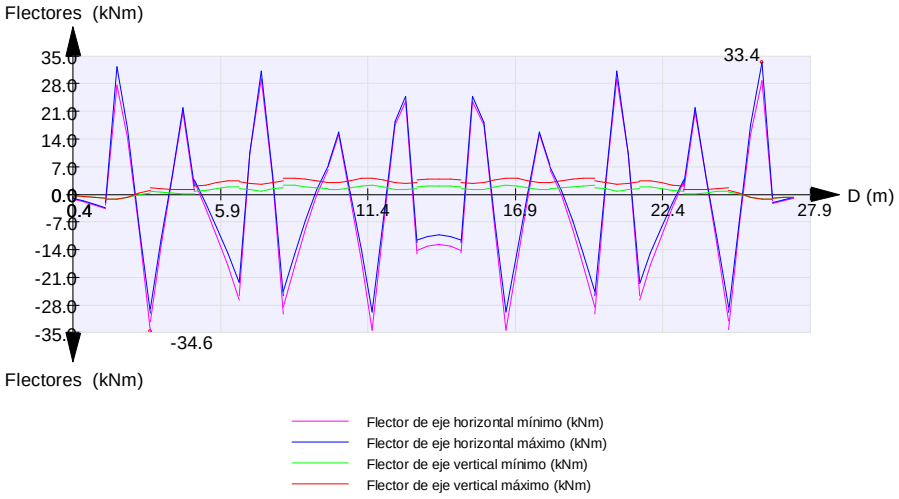
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

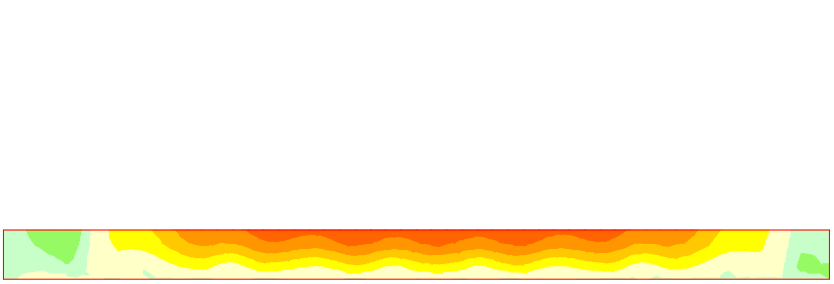


4.5.3 Espaldón

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

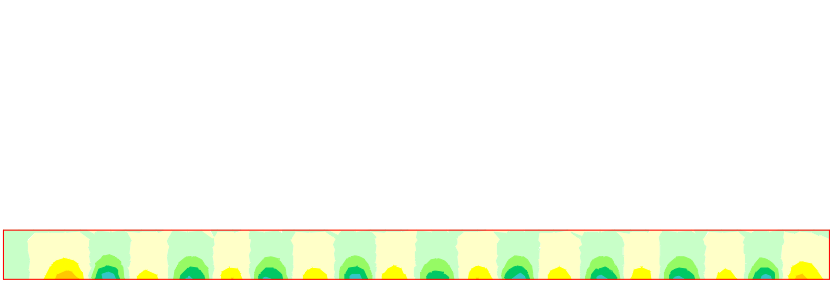
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

Cortante eje horizontal

0.17 a 0.23
0.12 a 0.17
0.06 a 0.12
0.00 a 0.06
-0.00 a 0.00
-0.09 a -0.00
-0.17 a -0.09
-0.26 a -0.17

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

Cortante eje vertical

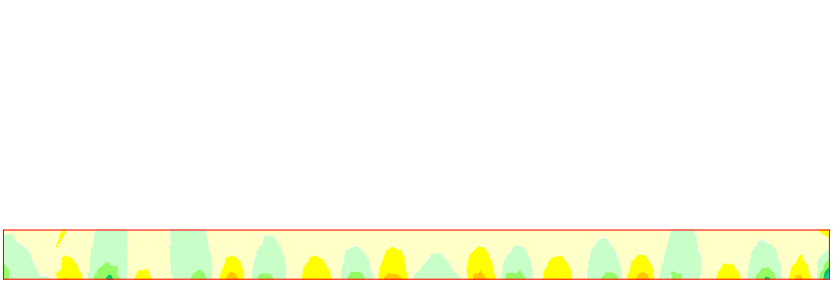
0.12 a 0.16
0.08 a 0.12
0.04 a 0.08
0.00 a 0.04
-0.00 a 0.00
-0.07 a -0.00
-0.13 a -0.07
-0.20 a -0.13

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

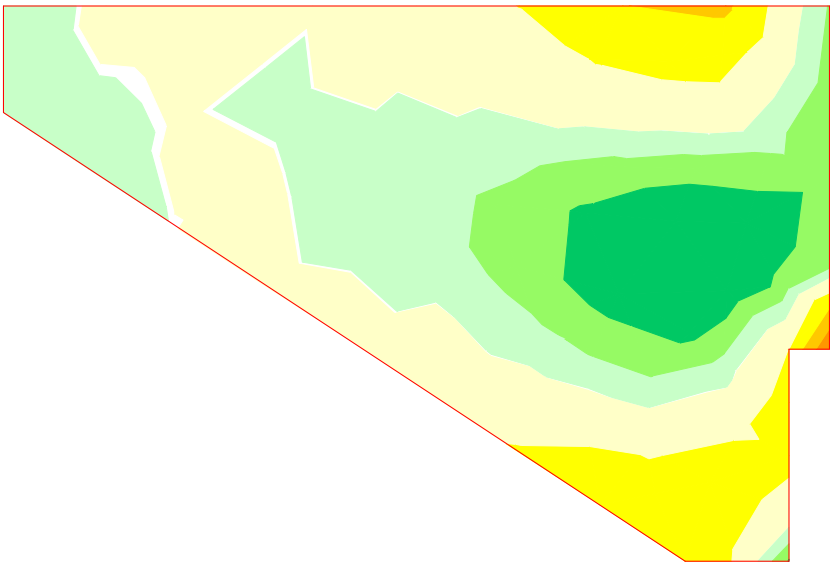
Momento de eje horizontal (armado vertical)

4.5.4 Aleta 1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

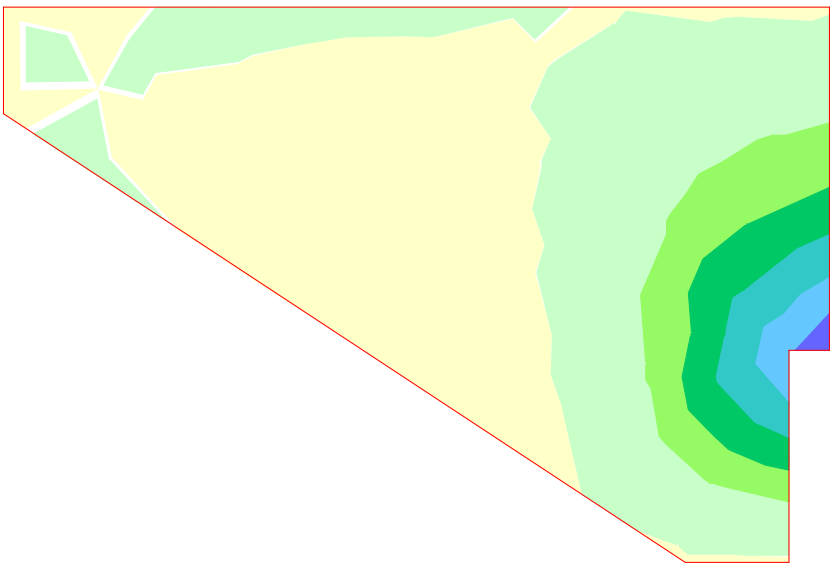
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

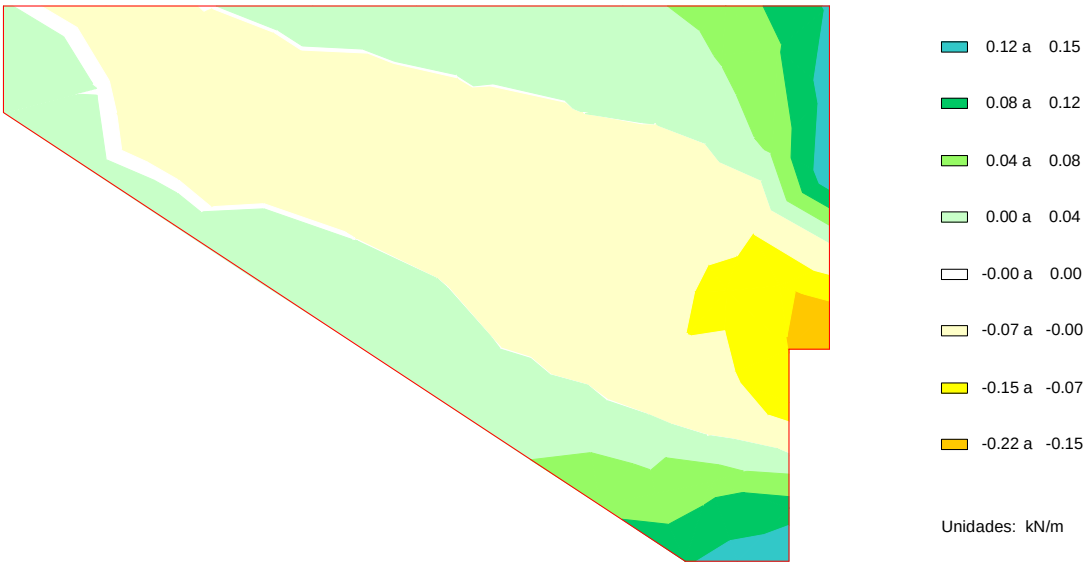
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

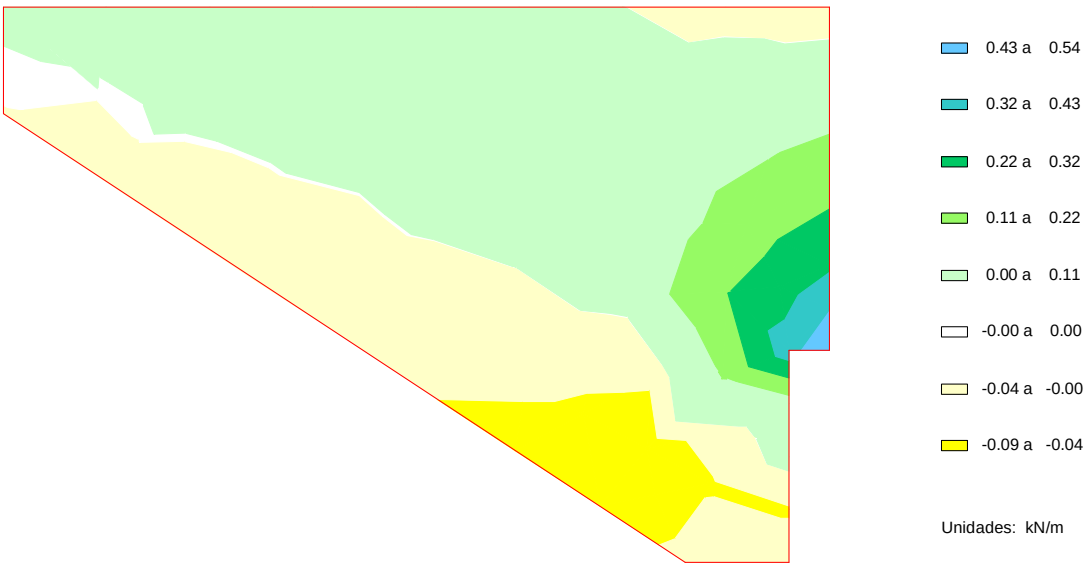
Cortante eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

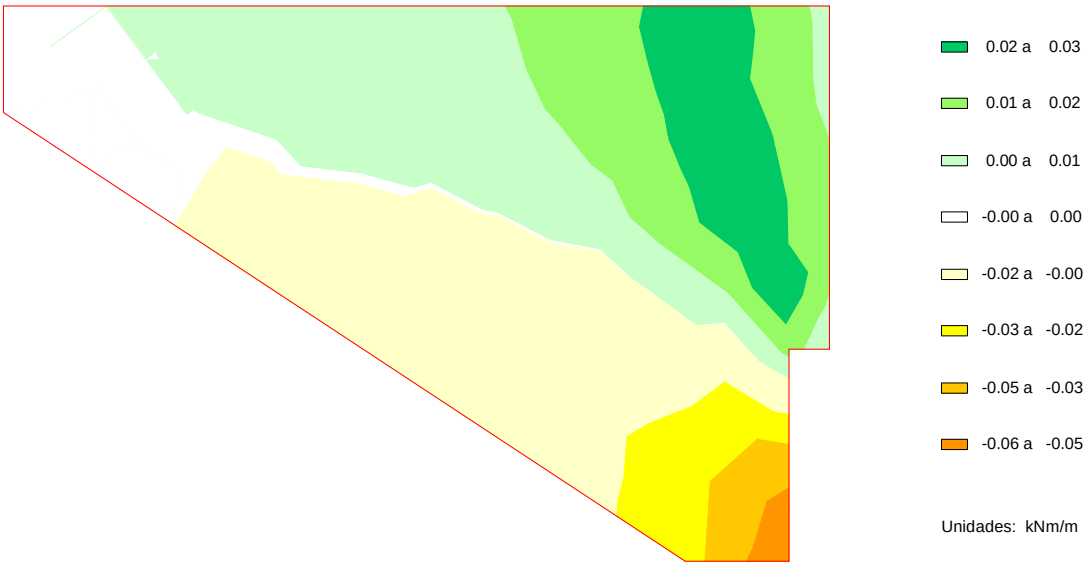
Cortante eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

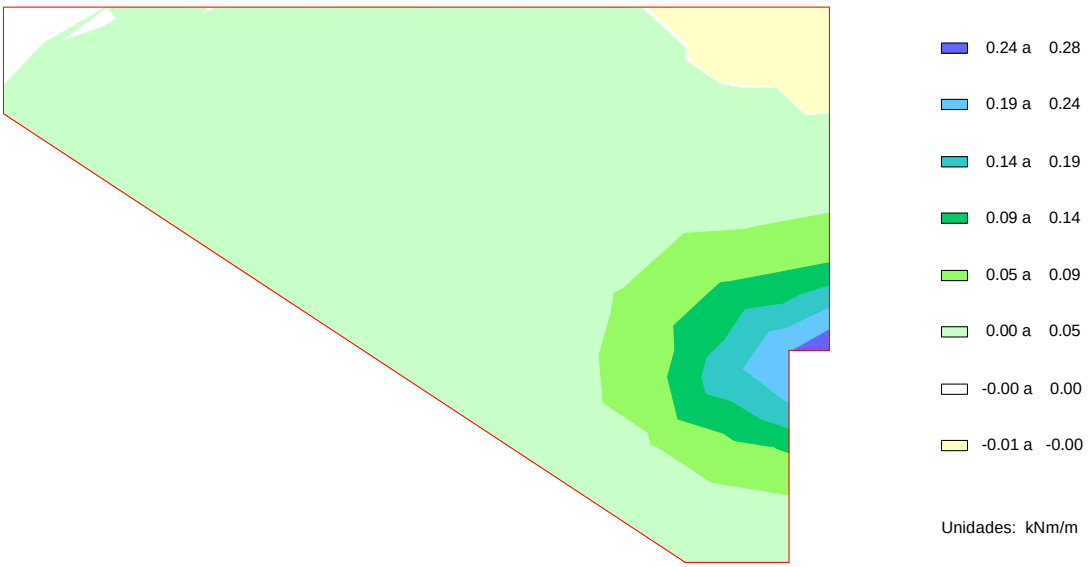
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

Momento de eje horizontal (armado vertical)

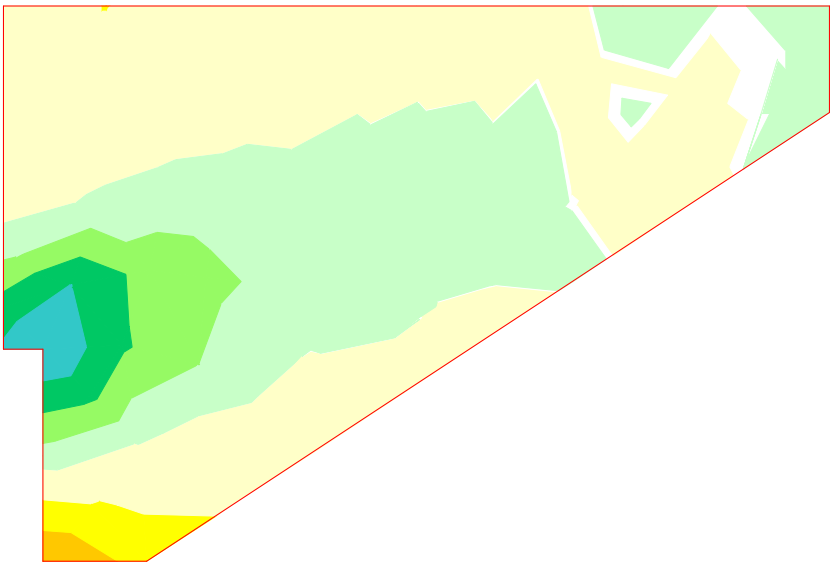


4.5.5 Aleta 2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

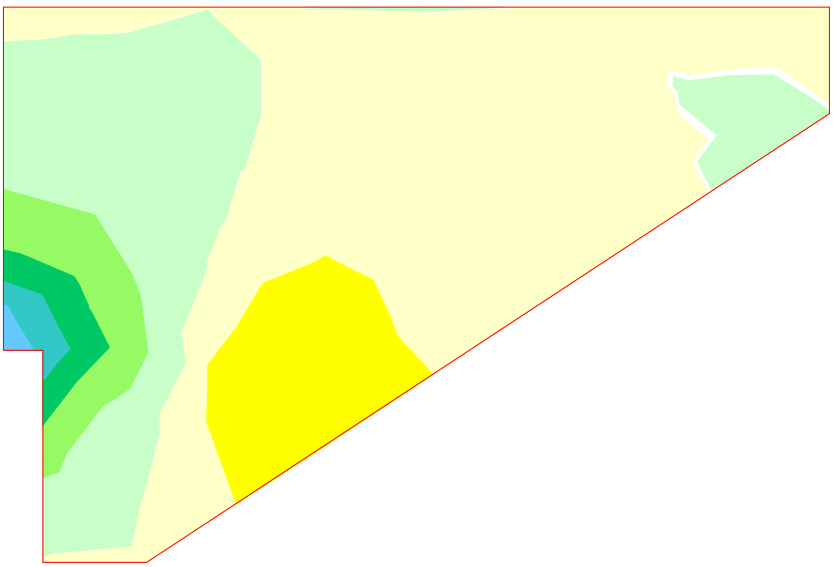
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

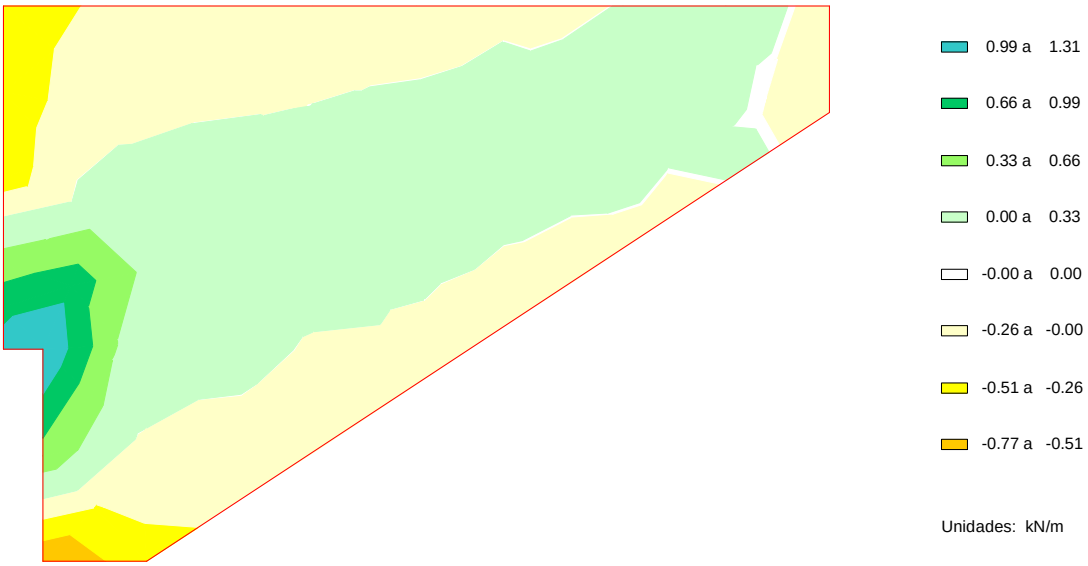
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

Cortante eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

Cortante eje vertical

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

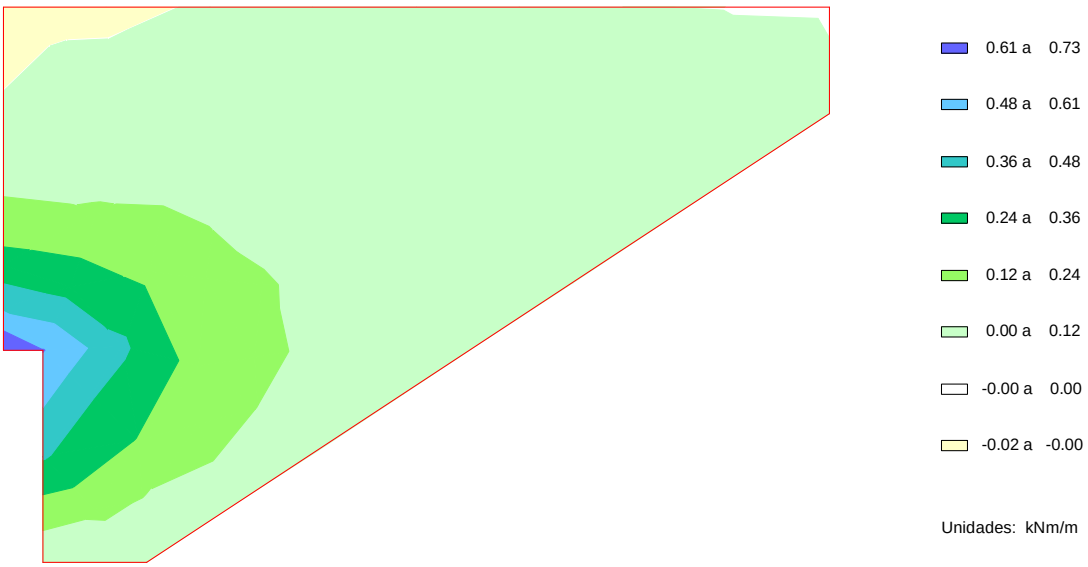
Peso propio. Tablero

Momento de eje vertical (armado horizontal)

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

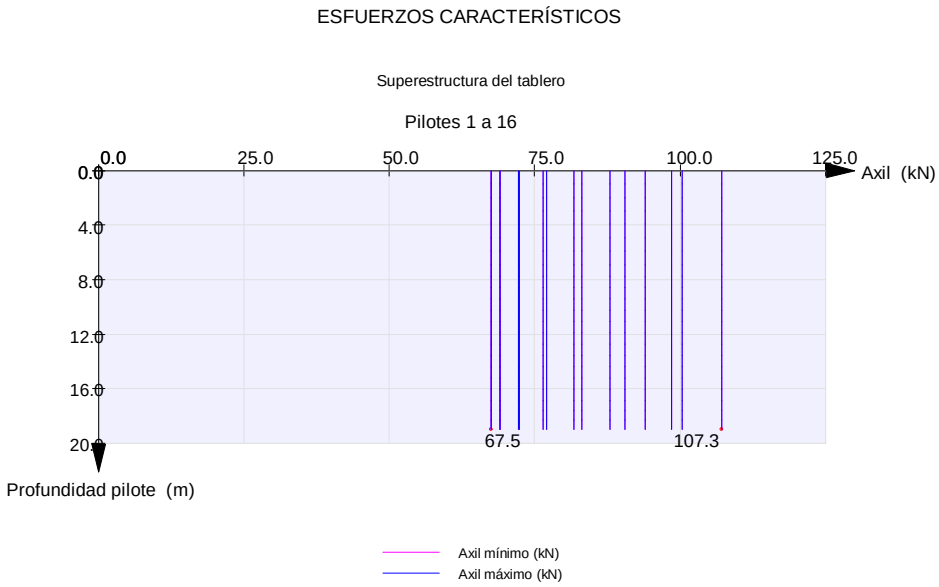
Peso propio. Tablero

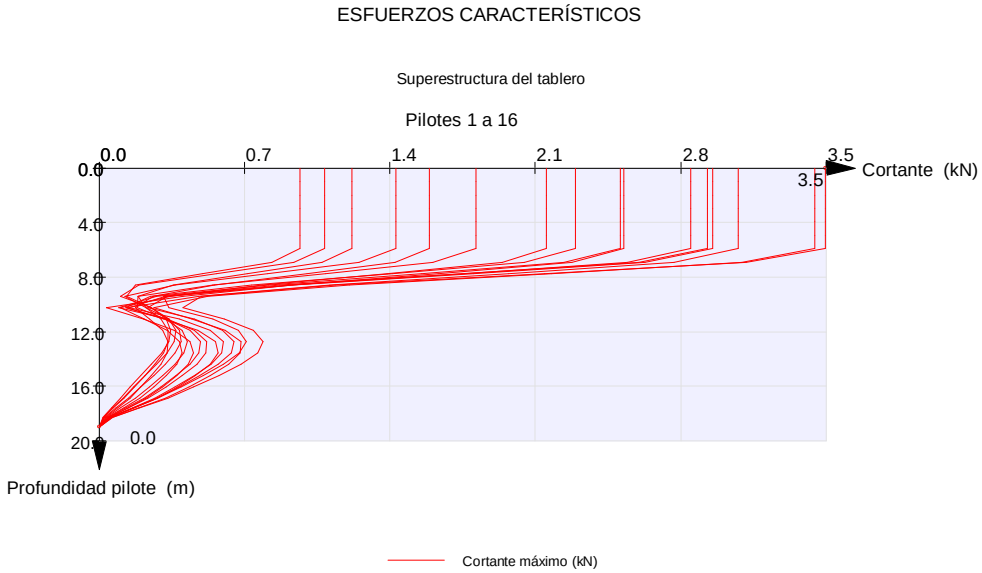
Momento de eje horizontal (armado vertical)

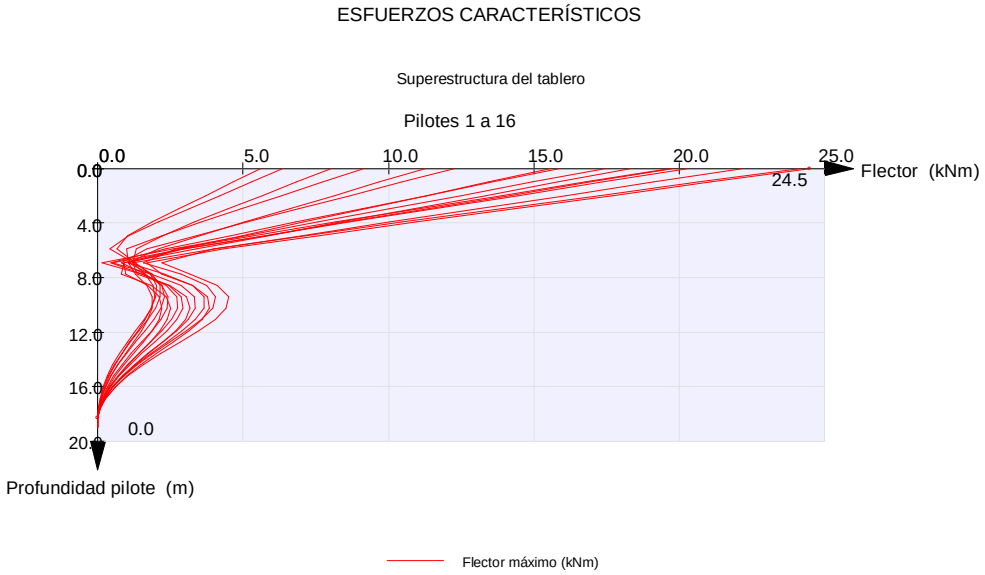


4.6 Superestructura del tablero

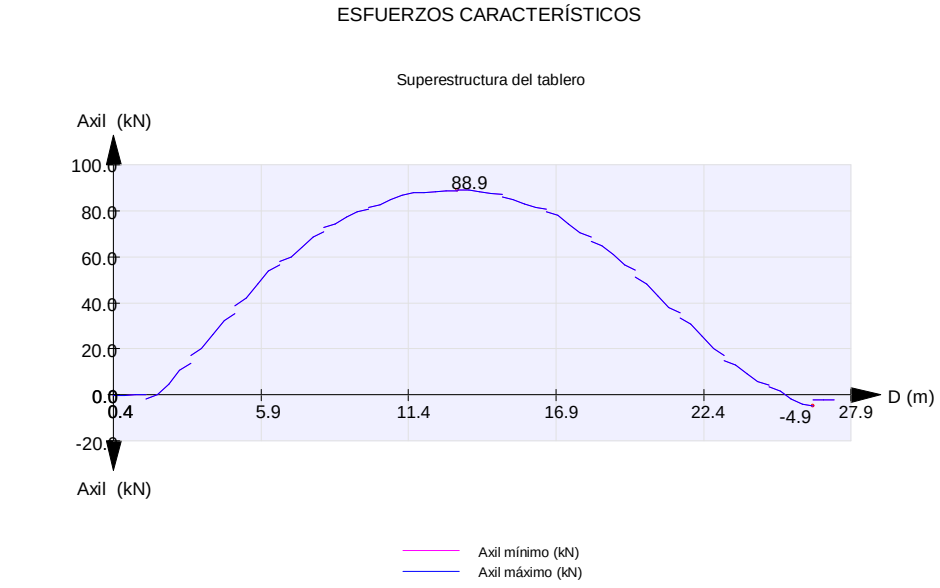
4.6.1 Pilotes


ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS
Superestructura del tablero
Pilotes 1 a 16
0.0
25.0
50.0
75.0
100.0
125.0
Axil (kN)
0.0
4.0
8.0
12.0
16.0
20.0
67.5
107.3
Profundidad pilote (m)
Axil mínimo (kN)
Axil máximo (kN)


ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS
Superestructura del tablero
Pilotes 1 a 16
0.0
0.7
1.4
2.1
2.8
3.5
Cortante (kN)
0.0
4.0
8.0
12.0
16.0
20.0
3.5
0.0
Profundidad pilote (m)
Cortante máximo (kN)

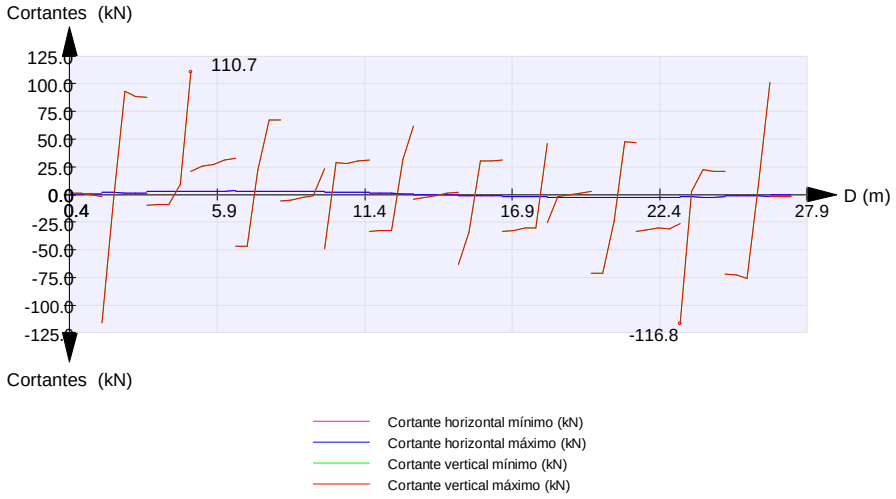


4.6.2 Cargadero



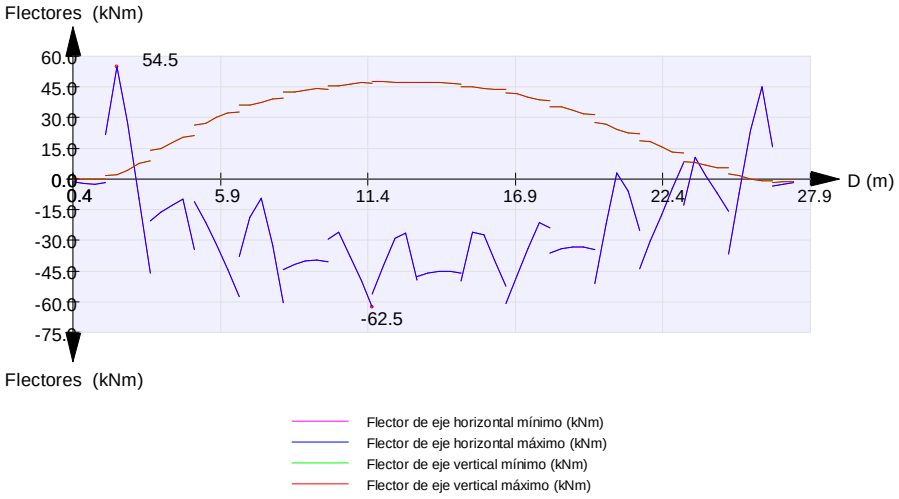
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero



4.6.3 Espaldón

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

Axil eje horizontal

0.00 a 3.08
-0.00 a 0.00
-20.45 a -0.00
-40.90 a -20.45
-61.35 a -40.90
-81.81 a -61.35
-102.26 a -81.81
-122.71 a -102.26

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

Axil eje vertical

3.28 a 4.92
1.64 a 3.28
0.00 a 1.64
-0.00 a 0.00
-3.58 a -0.00
-7.17 a -3.58
-10.75 a -7.17
-14.33 a -10.75

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

Cortante eje horizontal

0.15 a 0.22

0.07 a 0.15

0.00 a 0.07

-0.00 a 0.00

-0.11 a -0.00

-0.21 a -0.11

-0.32 a -0.21

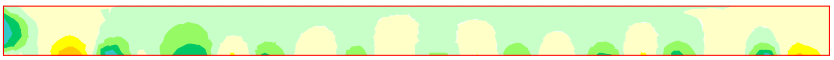
-0.42 a -0.32

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

Cortante eje vertical



0.13 a 0.17

0.09 a 0.13

0.04 a 0.09

0.00 a 0.04

-0.00 a 0.00

-0.09 a -0.00

-0.18 a -0.09

-0.27 a -0.18

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

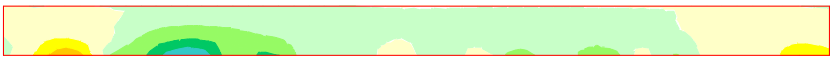
Superestructura del tablero

Momento de eje vertical (armado horizontal)

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

Momento de eje horizontal (armado vertical)

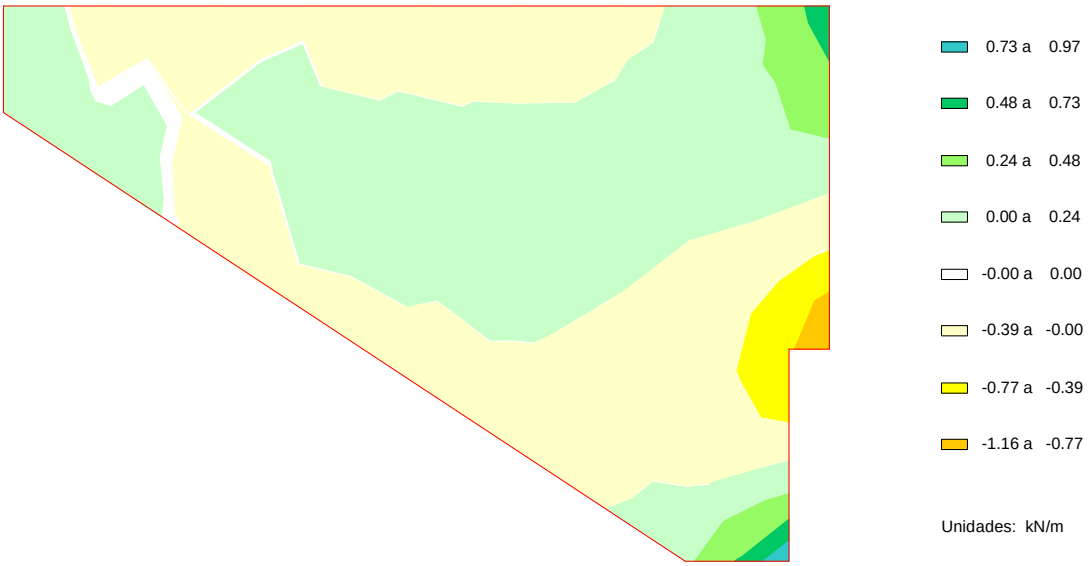


4.6.4 Aleta 1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

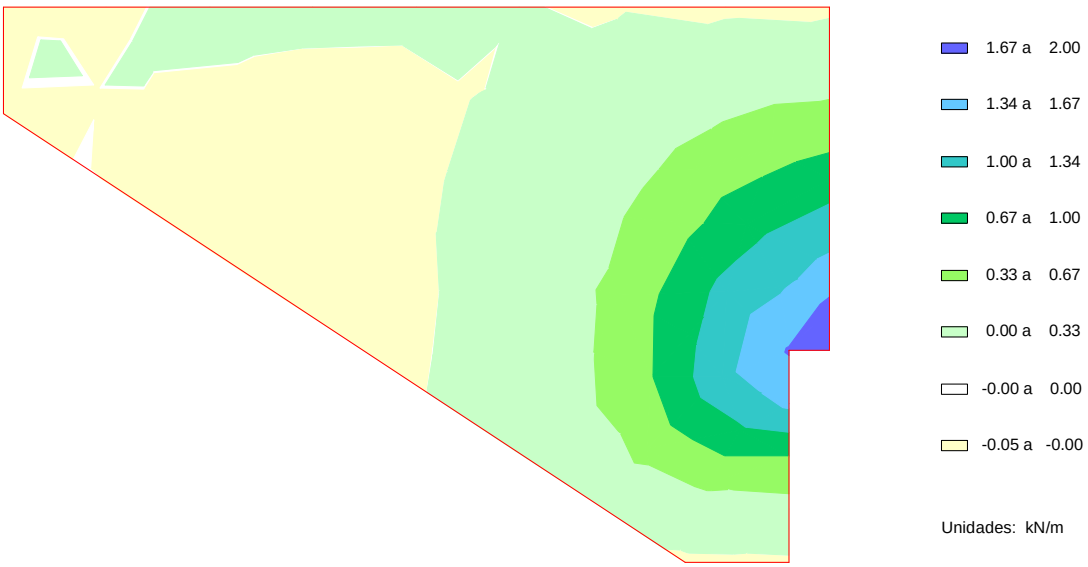
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

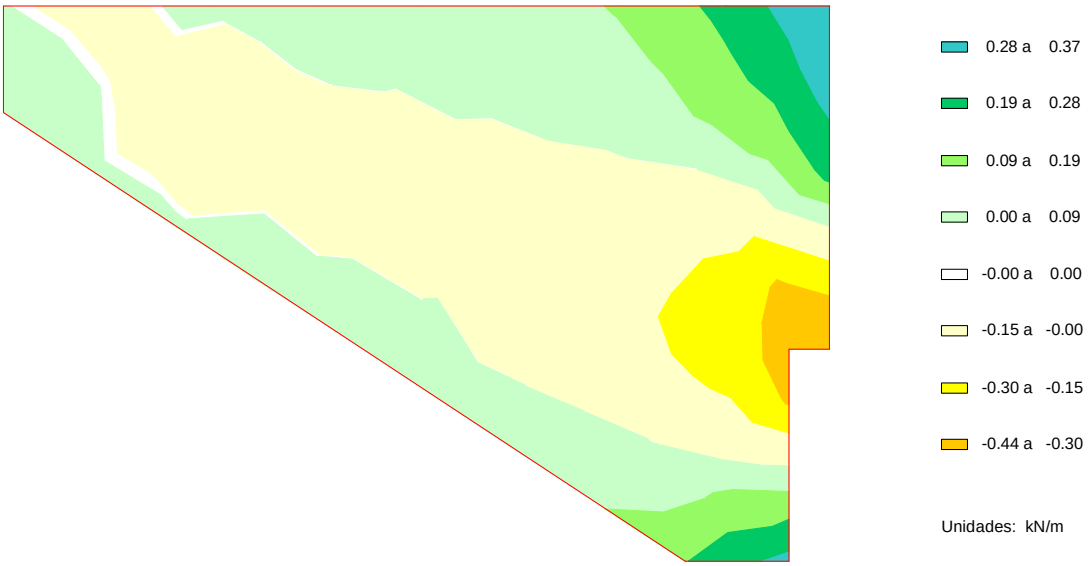
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

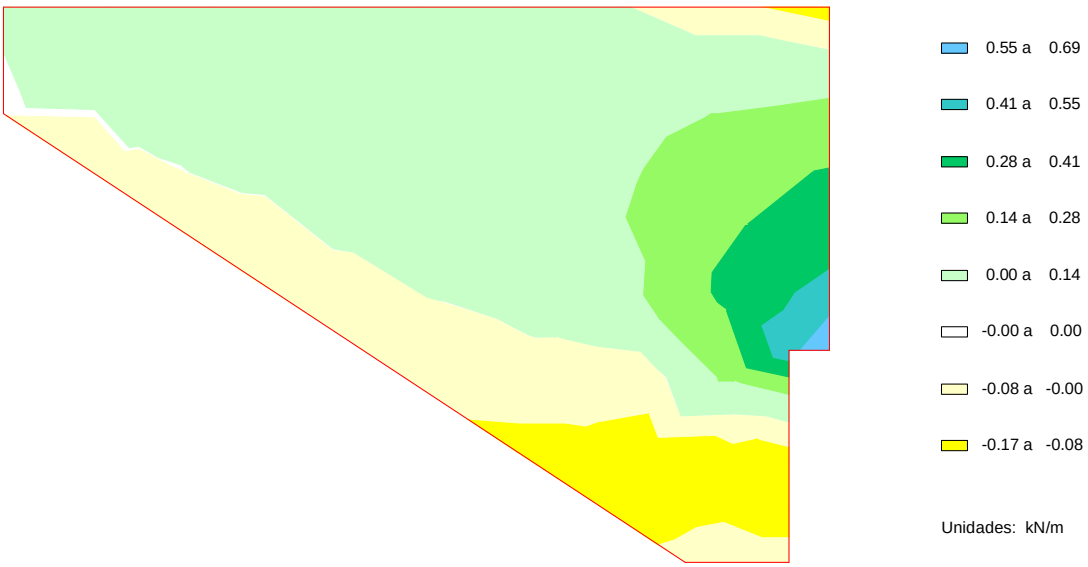
Cortante eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

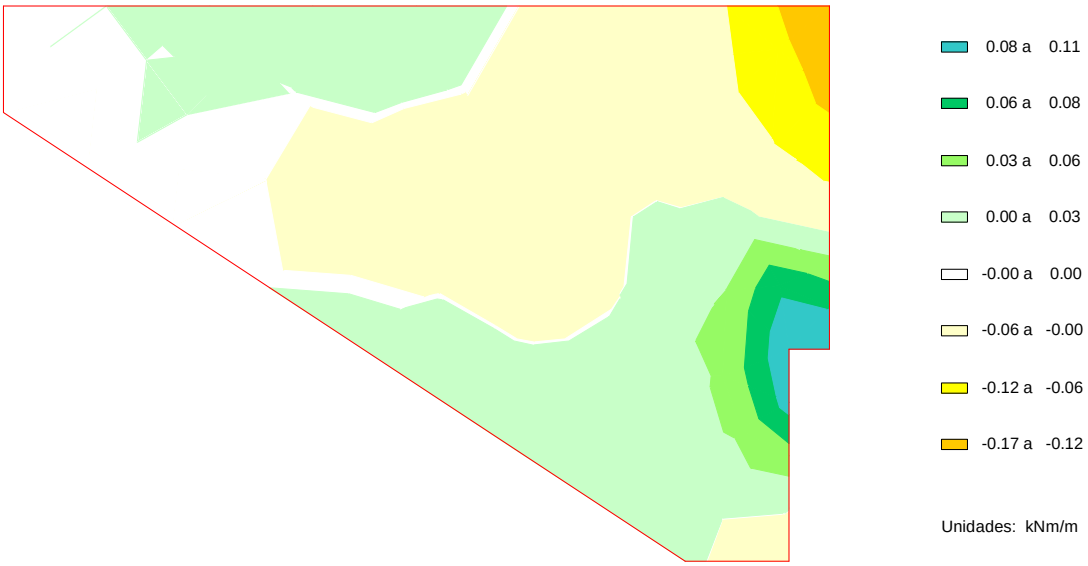
Cortante eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

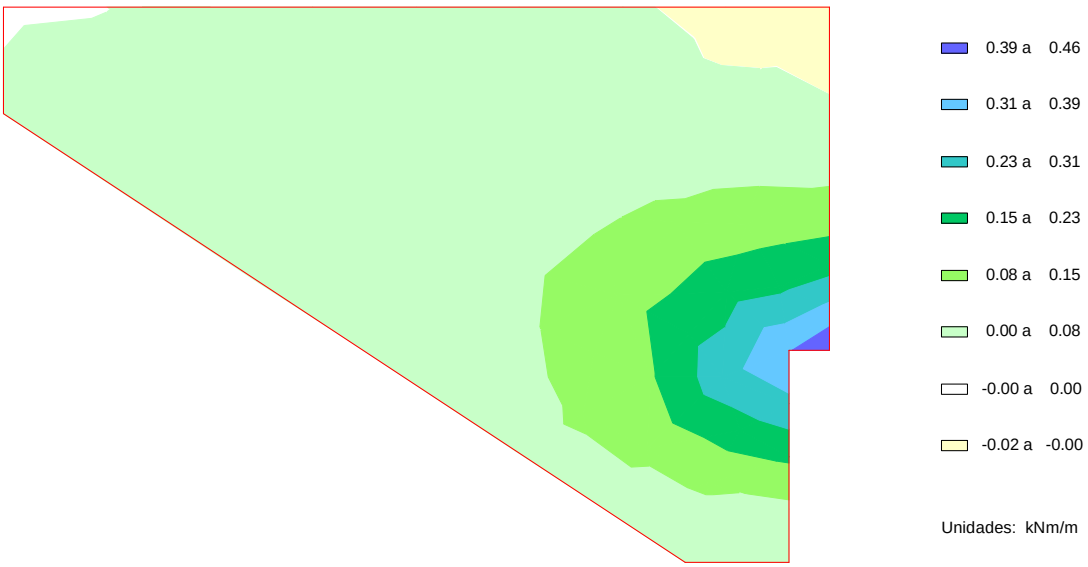
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

Momento de eje horizontal (armado vertical)

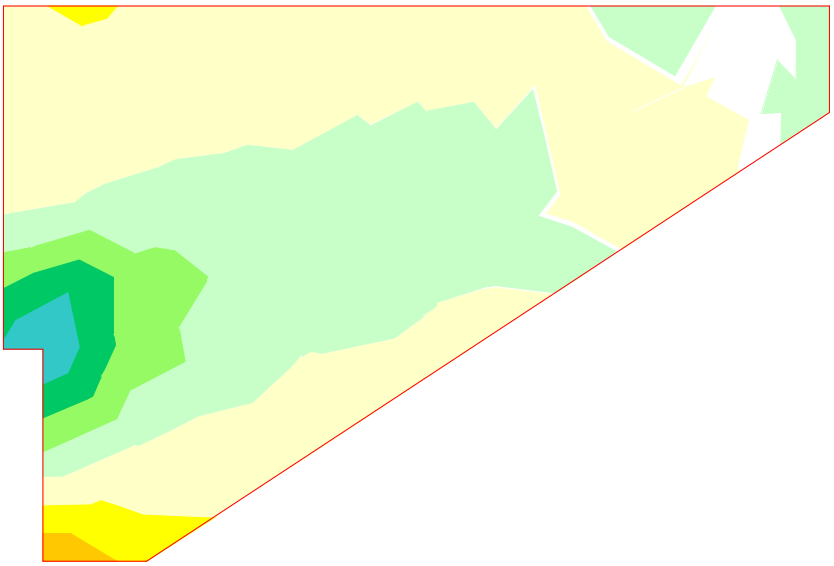


4.6.5 Aleta 2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

Axil eje horizontal



2.30 a 3.07

1.53 a 2.30

0.77 a 1.53

0.00 a 0.77

-0.00 a 0.00

-0.92 a -0.00

-1.84 a -0.92

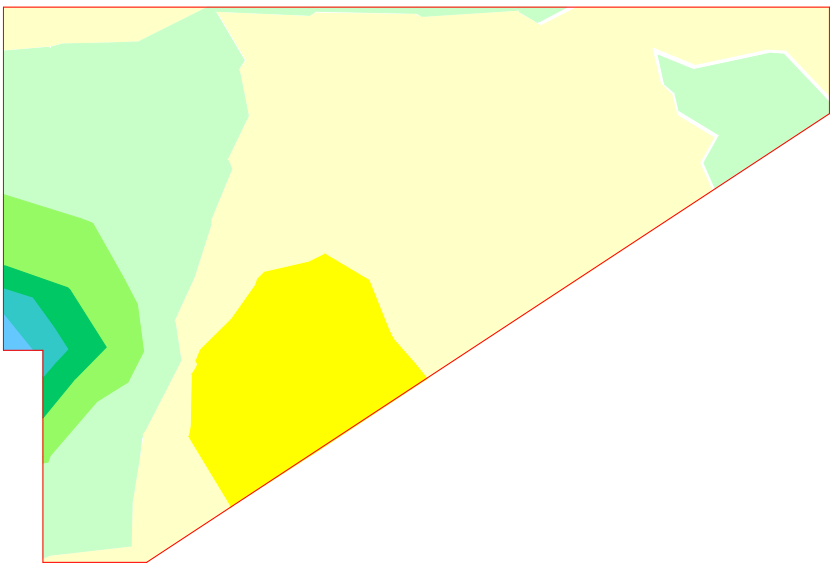
-2.76 a -1.84

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

Axil eje vertical



3.81 a 4.76

2.86 a 3.81

1.90 a 2.86

0.95 a 1.90

0.00 a 0.95

-0.00 a 0.00

-0.41 a -0.00

-0.83 a -0.41

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

Cortante eje horizontal

2.03 a 2.70

1.35 a 2.03

0.68 a 1.35

0.00 a 0.68

-0.00 a 0.00

-0.48 a -0.00

-0.96 a -0.48

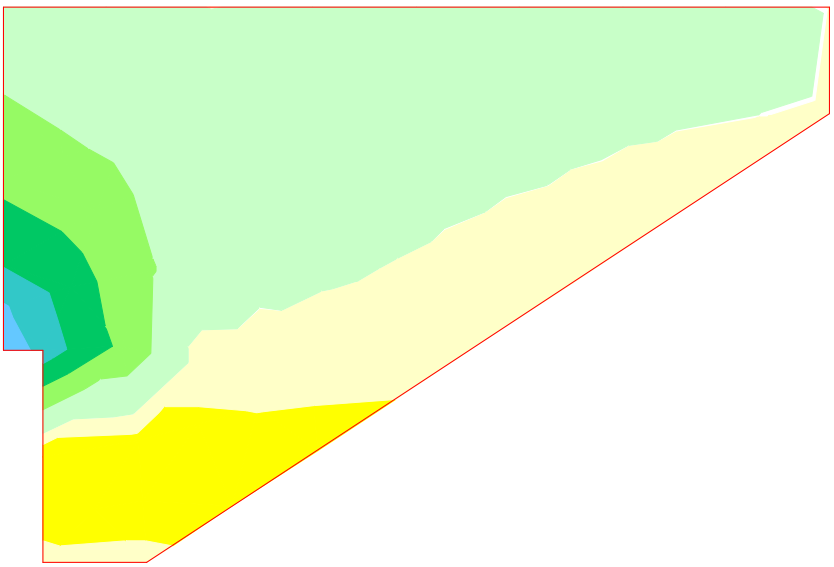
-1.44 a -0.96

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

Cortante eje vertical



2.57 a 3.22

1.93 a 2.57

1.29 a 1.93

0.64 a 1.29

0.00 a 0.64

-0.00 a 0.00

-0.33 a -0.00

-0.65 a -0.33

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

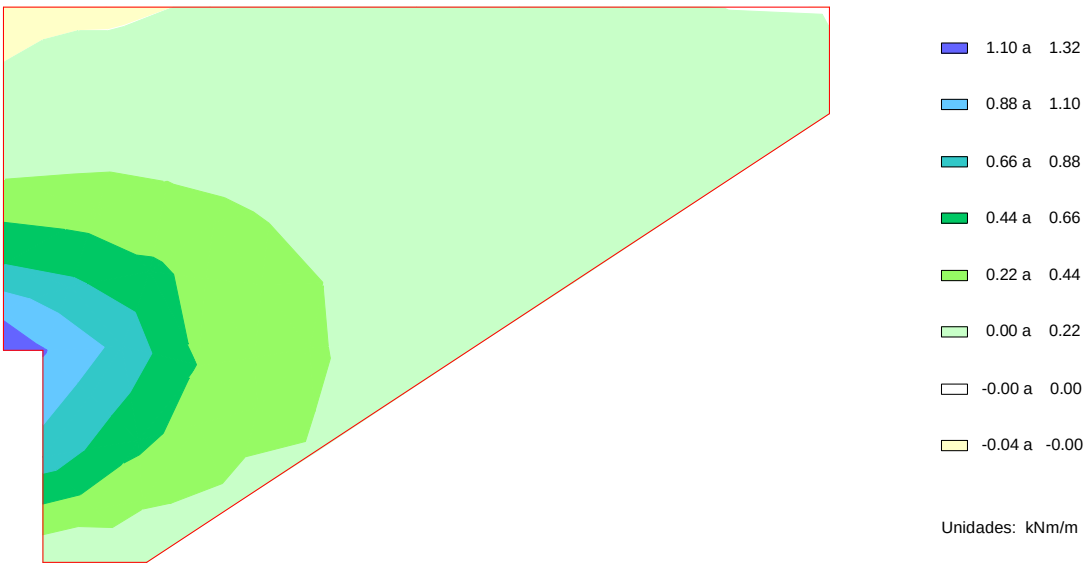
Superestructura del tablero

Momento de eje vertical (armado horizontal)

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

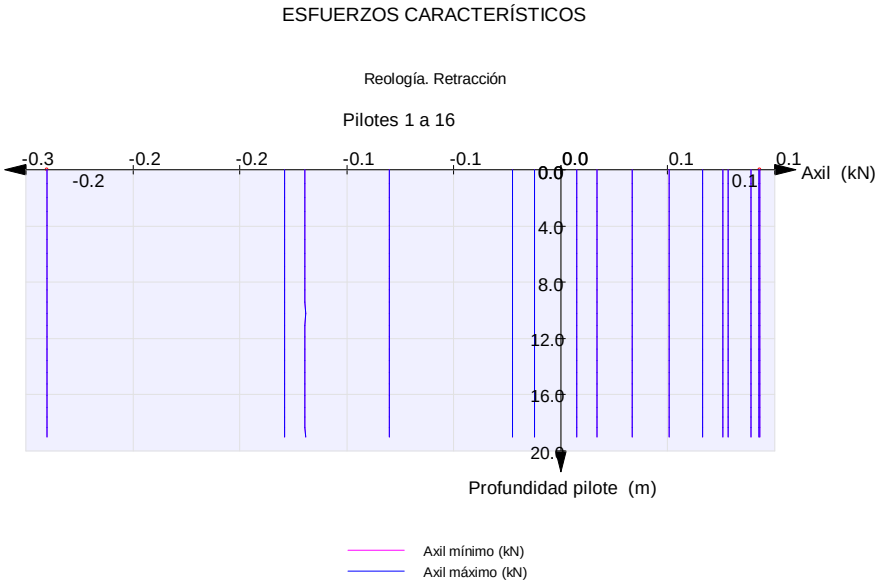
Superestructura del tablero

Momento de eje horizontal (armado vertical)

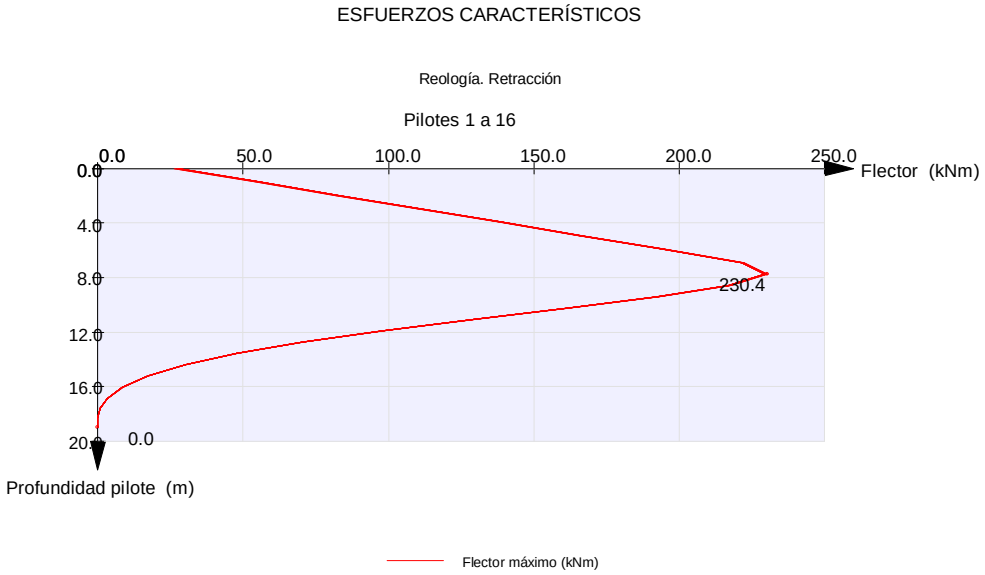


4.7 Reología. Retracción

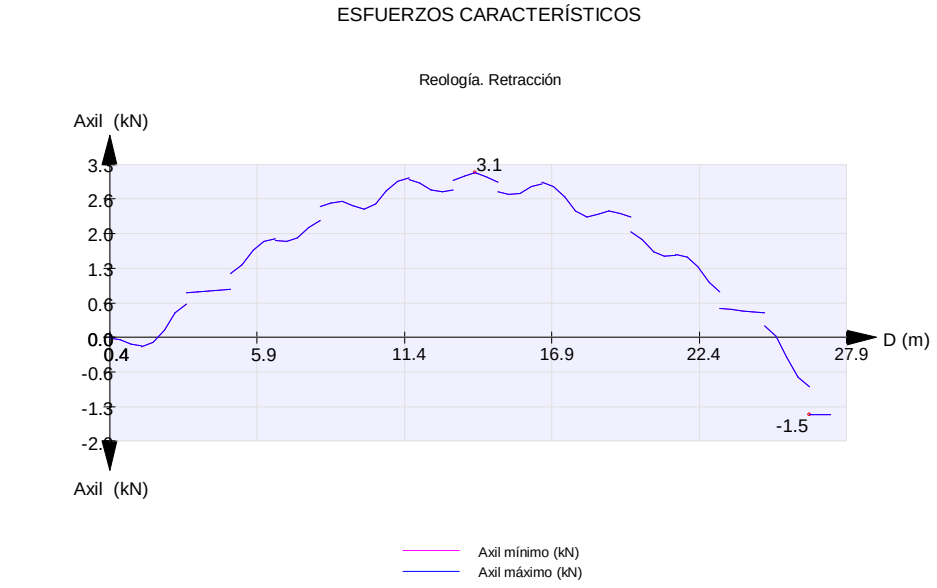
4.7.1 Pilotes


ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS
Reología. Retracción
Pilotes 1 a 16
-0.3
-0.2
-0.2
-0.2
-0.1
-0.1
0.0
0.1
0.1
Axil (kN)
-0.2
0.0
0.1
4.0
8.0
12.0
16.0
20.0
Profundidad pilote (m)
Axil mínimo (kN)
Axil máximo (kN)

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS
Reología. Retracción
Pilotes 1 a 16
0.0
8.0
16.0
24.0
32.0
40.0
Cortante (kN)
0.0
4.0
8.0
12.0
16.0
20.0
38.2
0.0
Profundidad pilote (m)
Cortante máximo (kN)

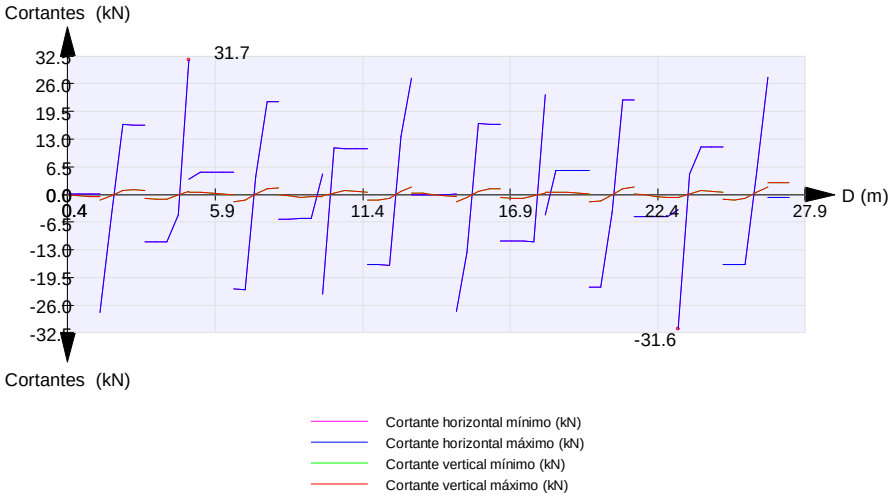


4.7.2 Cargadero



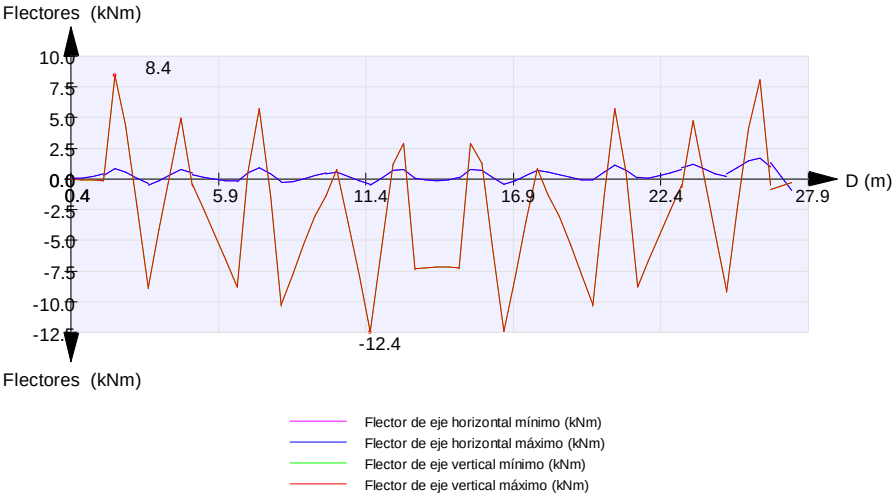
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción



4.7.3 Espaldón

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

Axil eje horizontal

1.67 a 2.23
1.12 a 1.67
0.56 a 1.12
0.00 a 0.56
-0.00 a 0.00
-0.76 a -0.00
-1.51 a -0.76
-2.27 a -1.51

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

Axil eje vertical

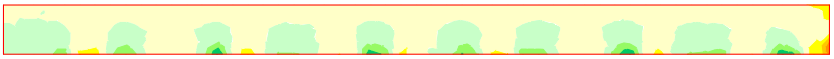
1.46 a 1.94
0.97 a 1.46
0.49 a 0.97
0.00 a 0.49
-0.00 a 0.00
-0.60 a -0.00
-1.21 a -0.60
-1.81 a -1.21

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

Cortante eje horizontal



0.31 a 0.46
0.15 a 0.31
0.00 a 0.15
-0.00 a 0.00
-0.24 a -0.00
-0.48 a -0.24
-0.72 a -0.48
-0.96 a -0.72

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

Cortante eje vertical

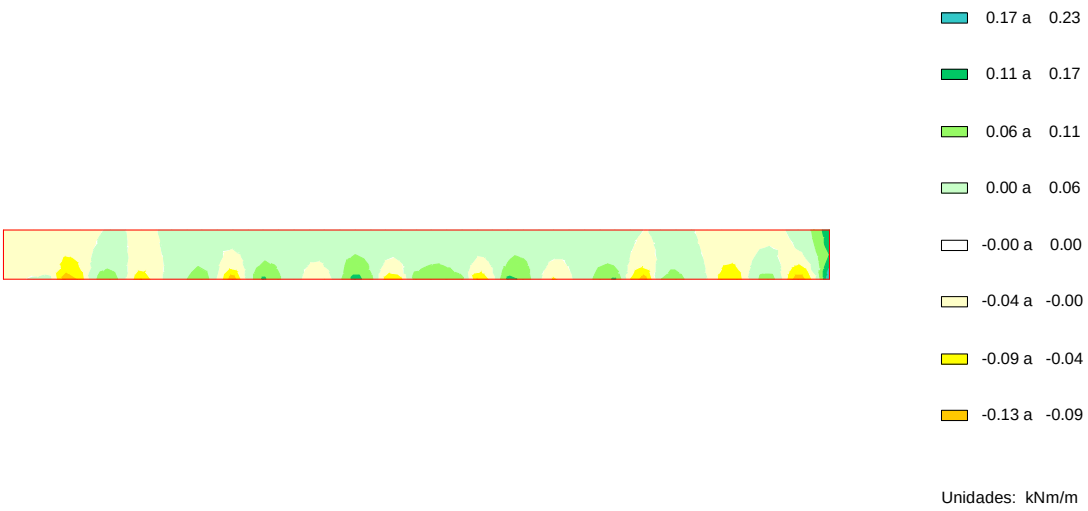
0.13 a 0.17
0.09 a 0.13
0.04 a 0.09
0.00 a 0.04
-0.00 a 0.00
-0.10 a -0.00
-0.19 a -0.10
-0.29 a -0.19

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

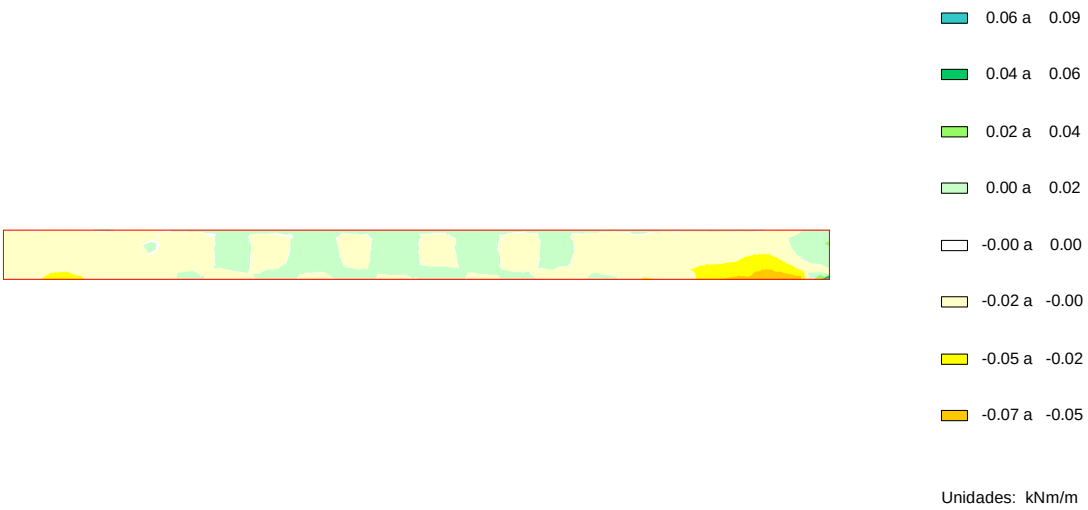
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

Momento de eje horizontal (armado vertical)

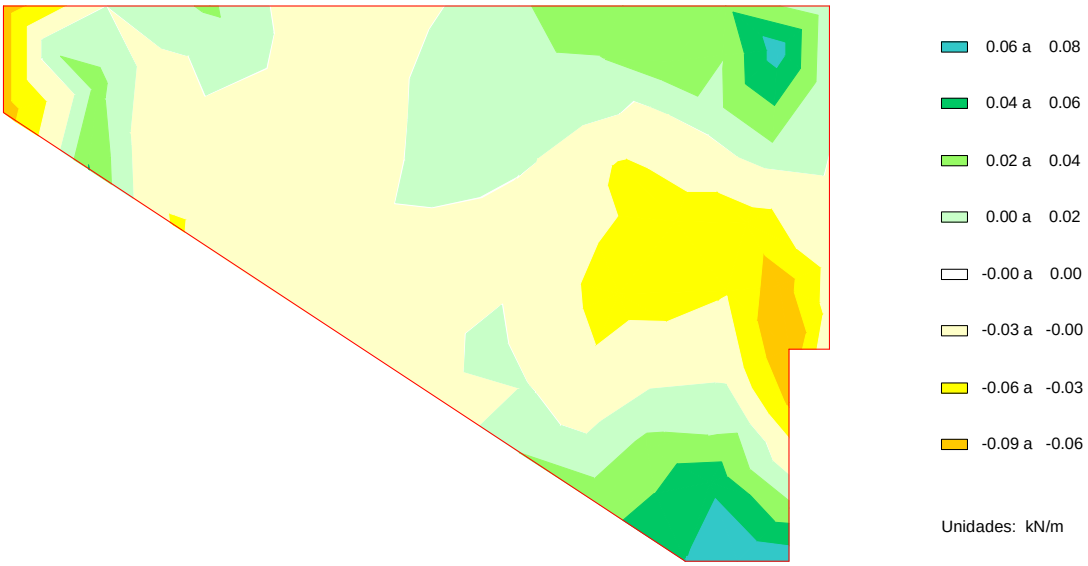


4.7.4 Aleta 1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

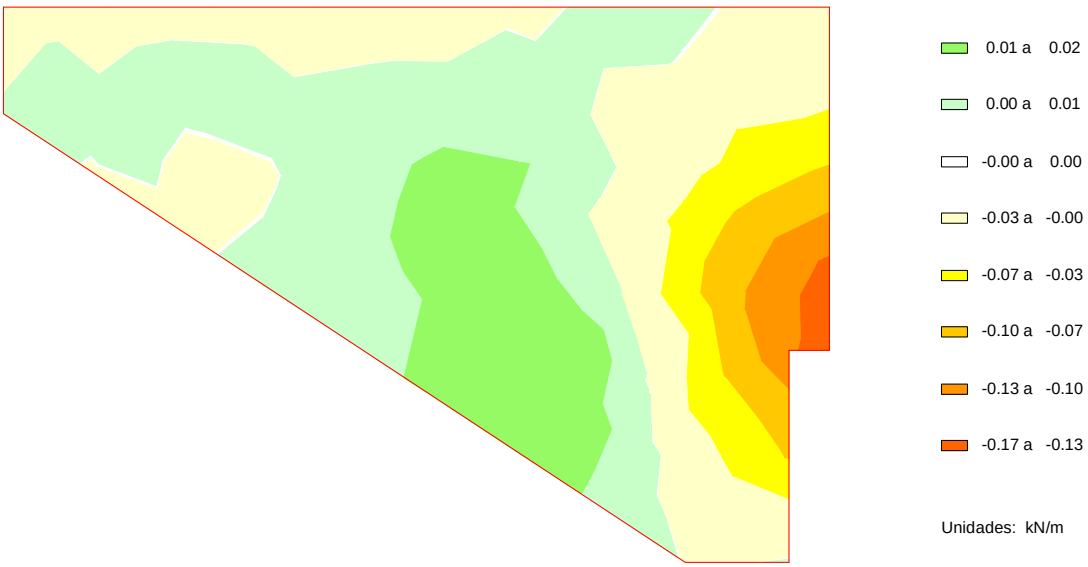
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

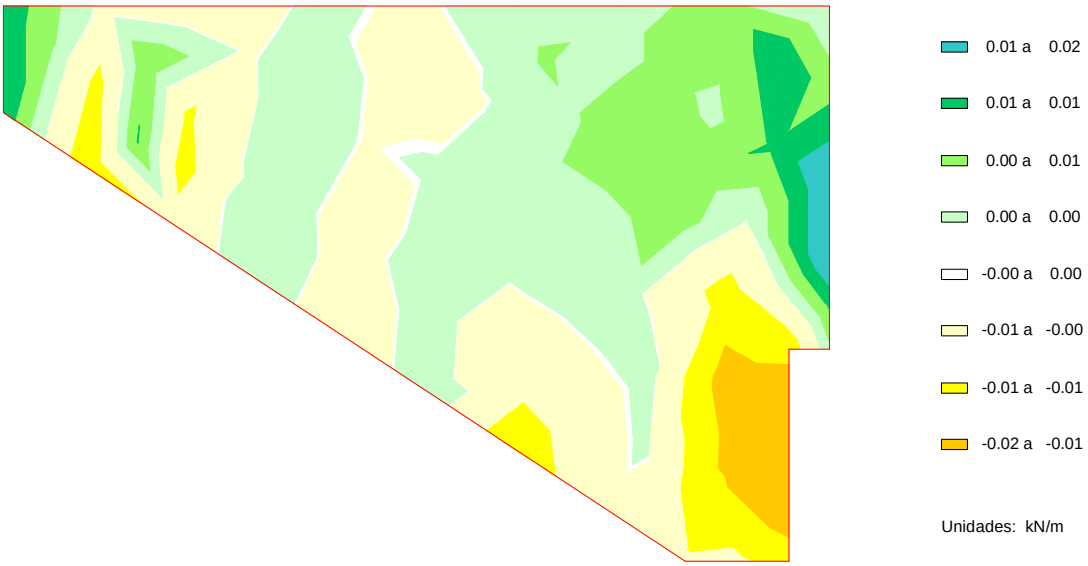
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

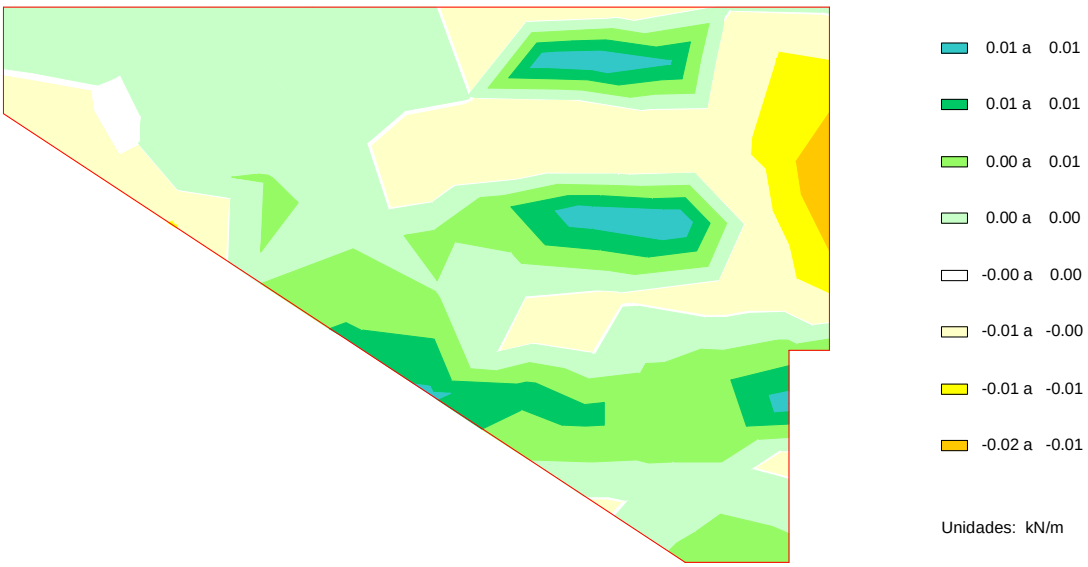
Cortante eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

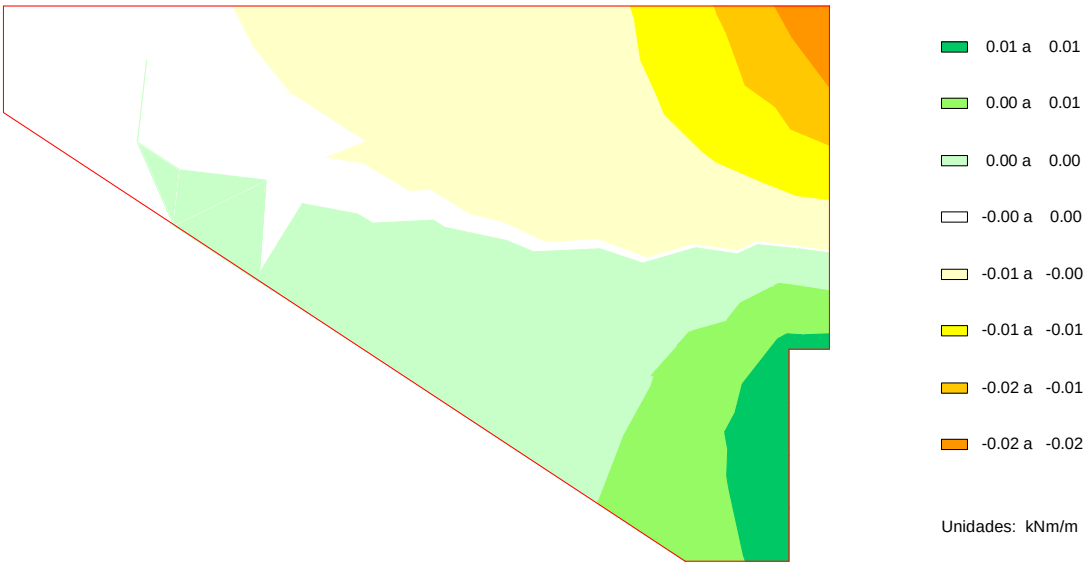
Cortante eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

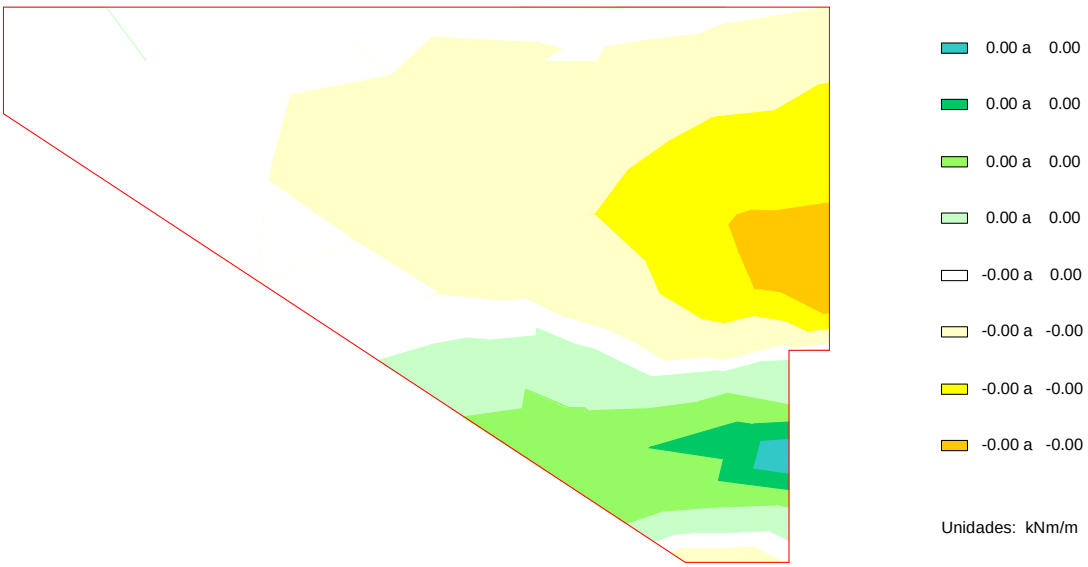
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

Momento de eje horizontal (armado vertical)



4.7.5 Aleta 2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

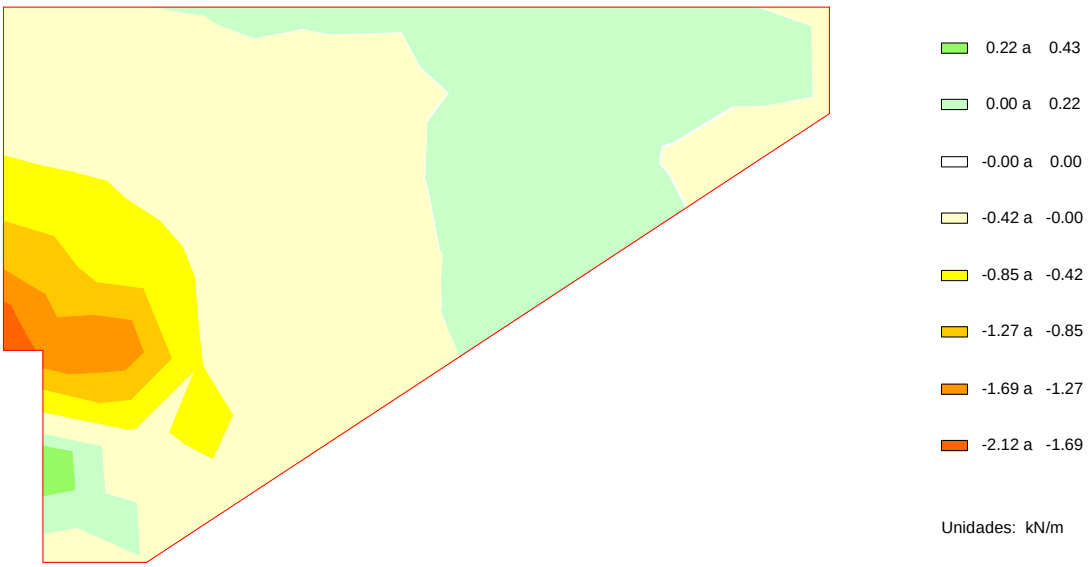
Reología. Retracción

Axil eje horizontal

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

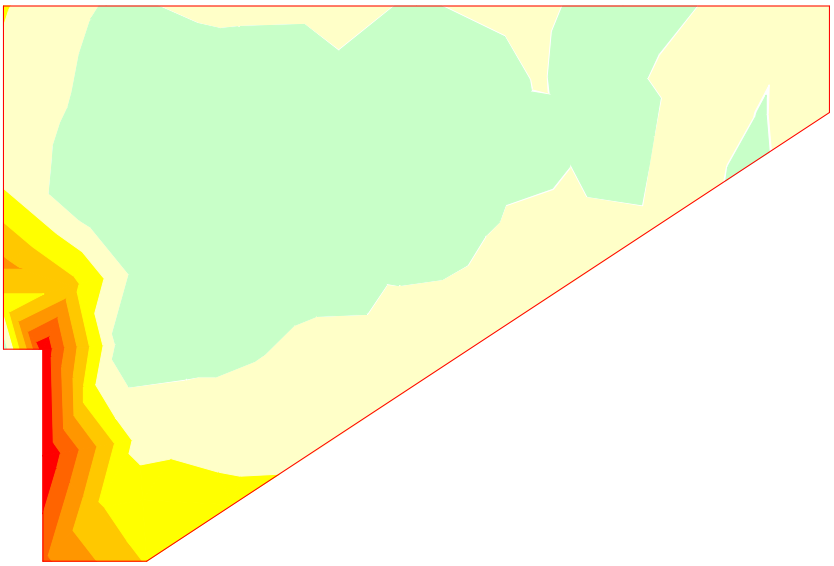
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

Cortante eje horizontal



0.00 a 0.11

-0.00 a 0.00

-0.13 a -0.00

-0.25 a -0.13

-0.38 a -0.25

-0.51 a -0.38

-0.63 a -0.51

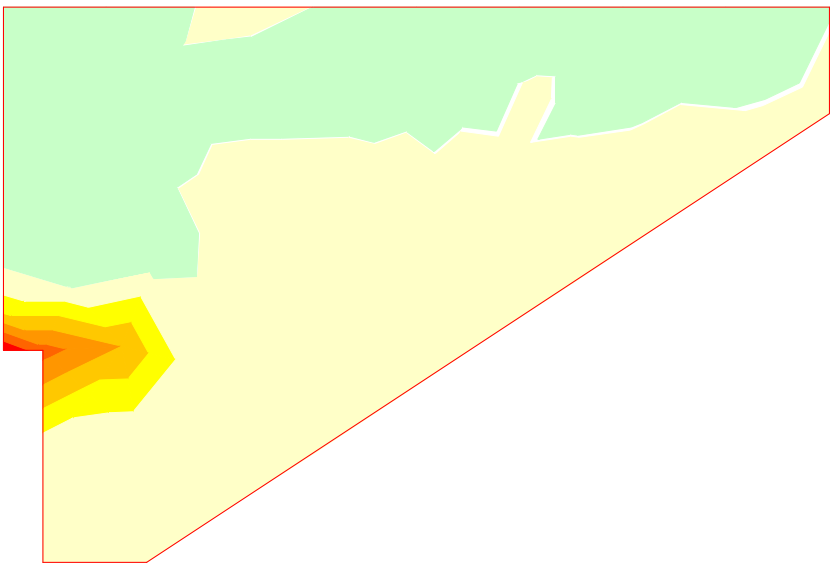
-0.76 a -0.63

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

Cortante eje vertical



0.00 a 0.36

-0.00 a 0.00

-4.39 a -0.00

-8.78 a -4.39

-13.17 a -8.78

-17.56 a -13.17

-21.95 a -17.56

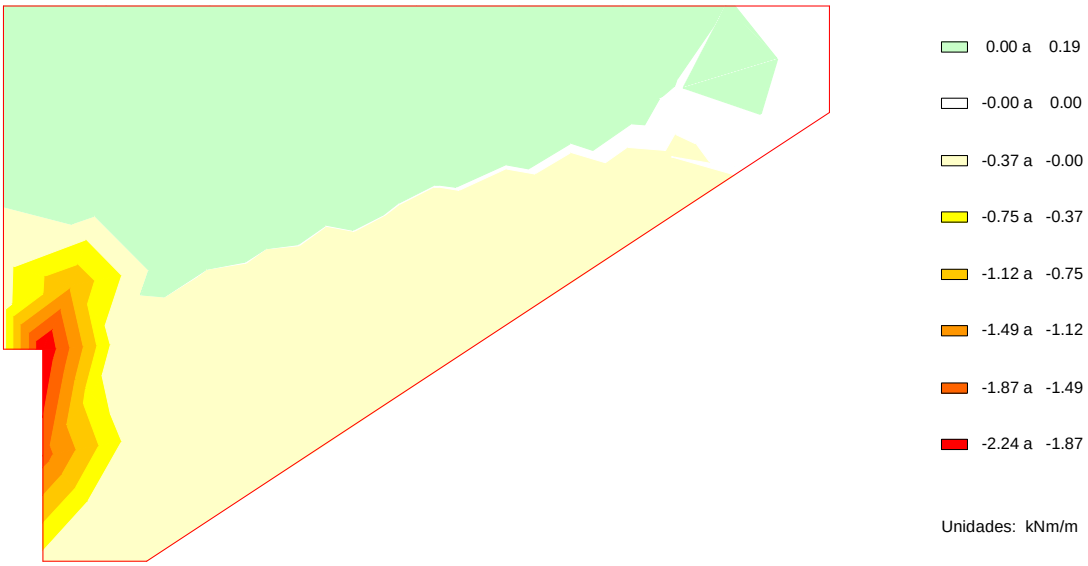
-26.34 a -21.95

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

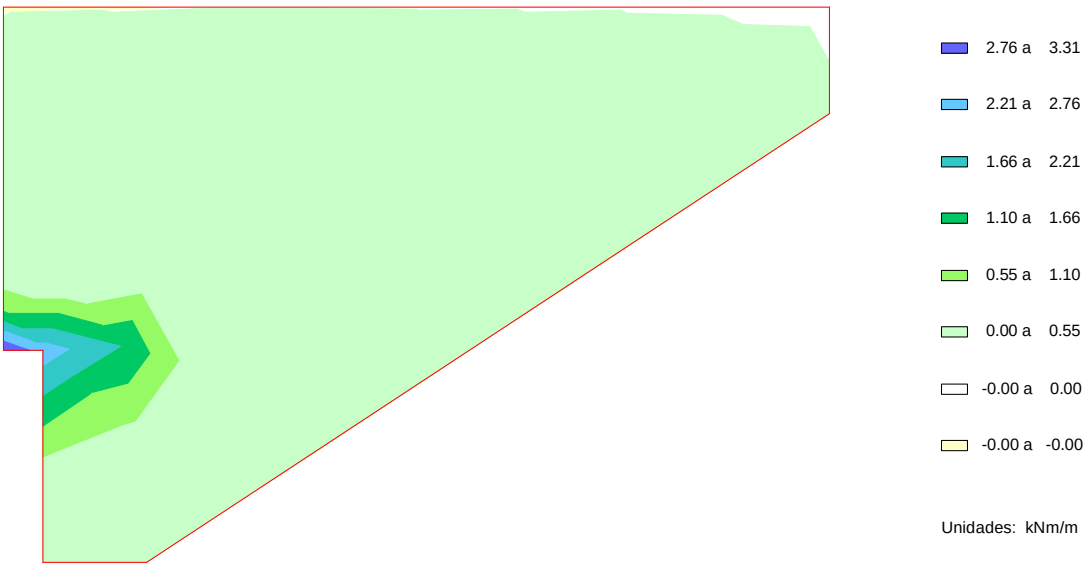
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

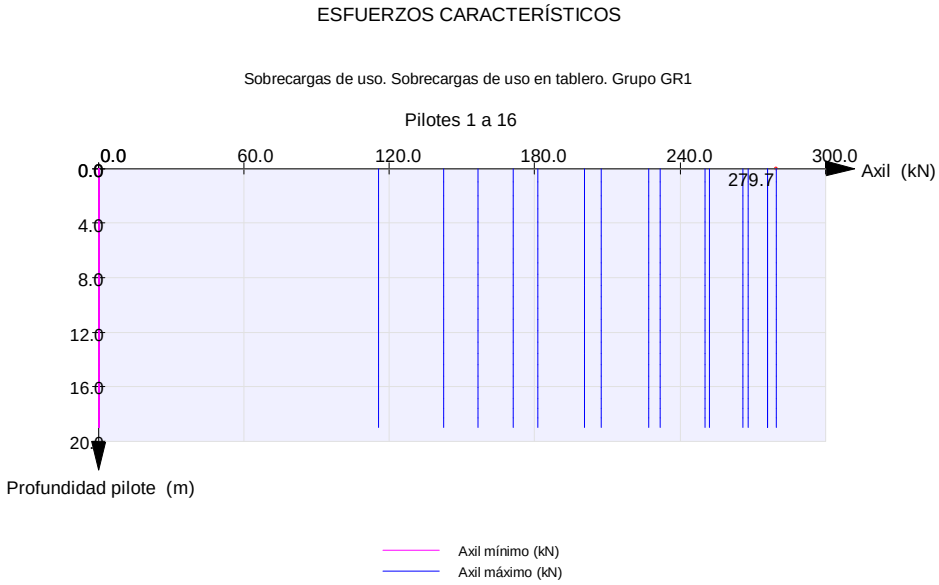
Reología. Retracción

Momento de eje horizontal (armado vertical)



4.8 Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

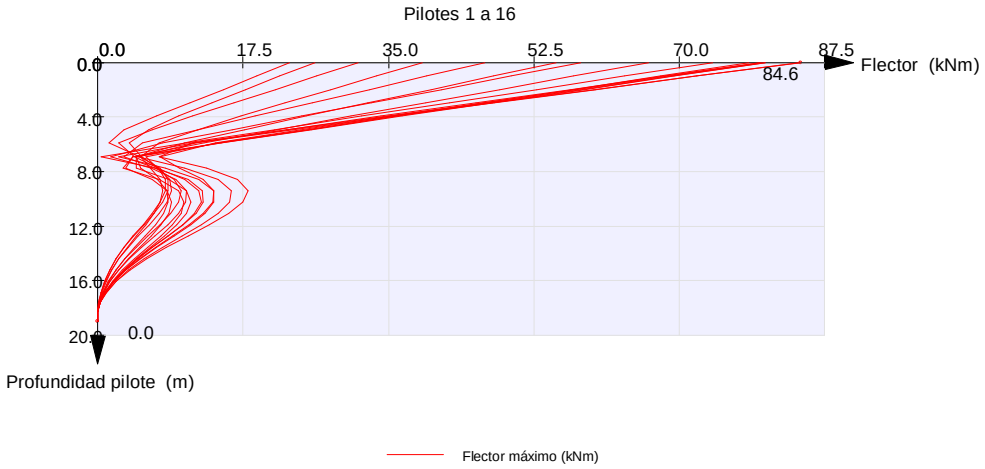
4.8.1 Pilotes


ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1
Pilotes 1 a 16
0.0
60.0
120.0
180.0
240.0
300.0
Axil (kN)
279.7
0.0
4.0
8.0
12.0
16.0
20.0
Profundidad pilote (m)
Axil mínimo (kN)
Axil máximo (kN)

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1
Pilotes 1 a 16
0.0
3.0
6.0
9.0
12.0
15.0
Cortante (kN)
12.7
0.0
4.0
8.0
12.0
16.0
20.0
0.0
Profundidad pilote (m)
Cortante máximo (kN)

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

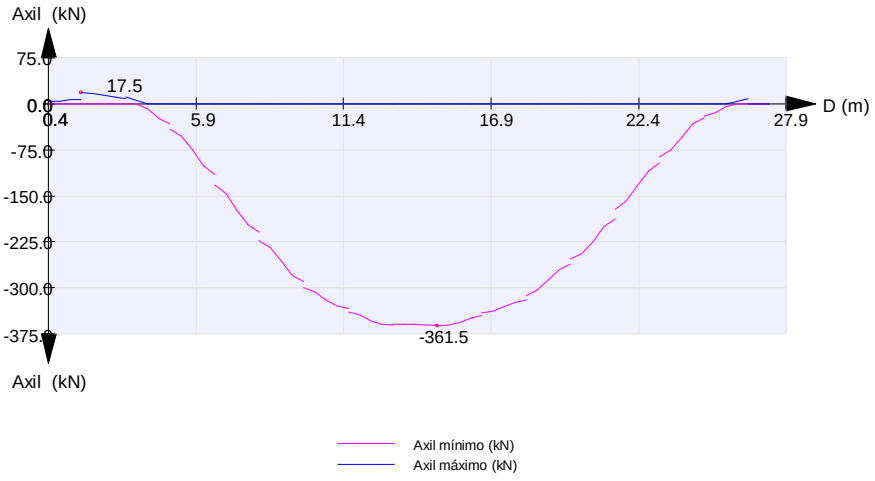
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1



4.8.2 Cargadero

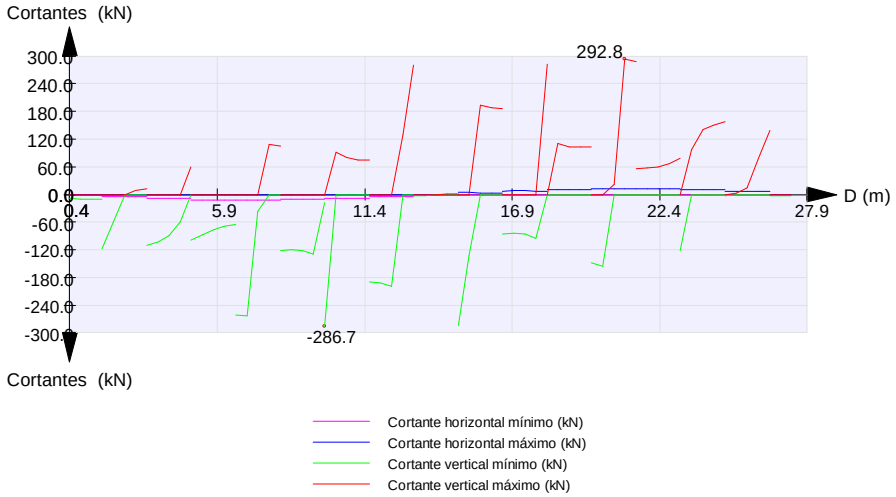
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1



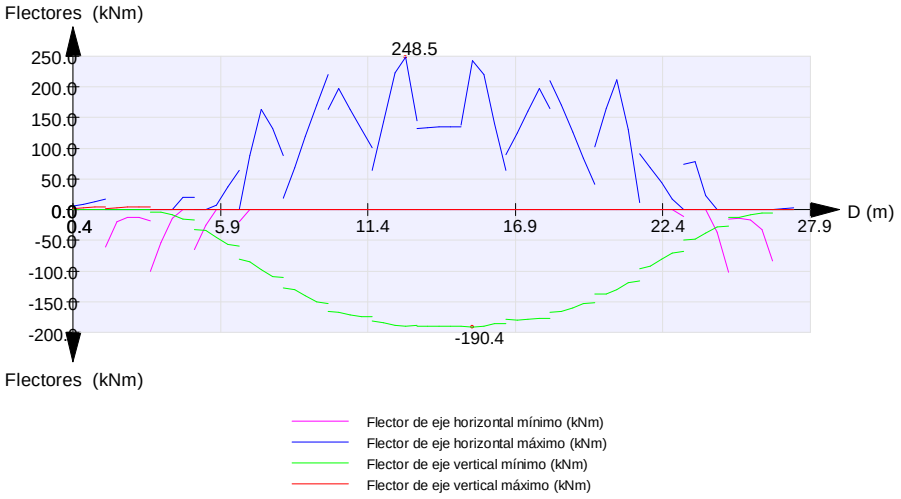
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1



4.8.3 Espaldón

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Axil eje horizontal

0.00 a 0.03

-0.00 a 0.00

-2.77 a -0.00

-5.54 a -2.77

-8.31 a -5.54

-11.09 a -8.31

-13.86 a -11.09

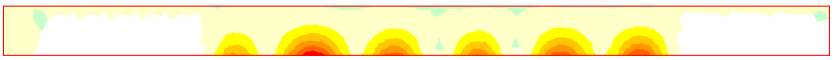
-16.63 a -13.86

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Axil eje vertical



0.00 a 0.09

-0.00 a 0.00

-4.32 a -0.00

-8.64 a -4.32

-12.96 a -8.64

-17.28 a -12.96

-21.60 a -17.28

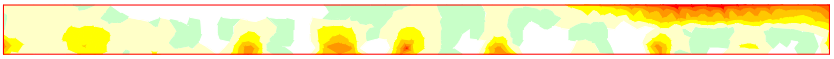
-25.92 a -21.60

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Cortante eje horizontal



0.00 a 0.10
-0.00 a 0.00
-0.15 a -0.00
-0.30 a -0.15
-0.46 a -0.30
-0.61 a -0.46
-0.76 a -0.61
-0.91 a -0.76

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Cortante eje vertical

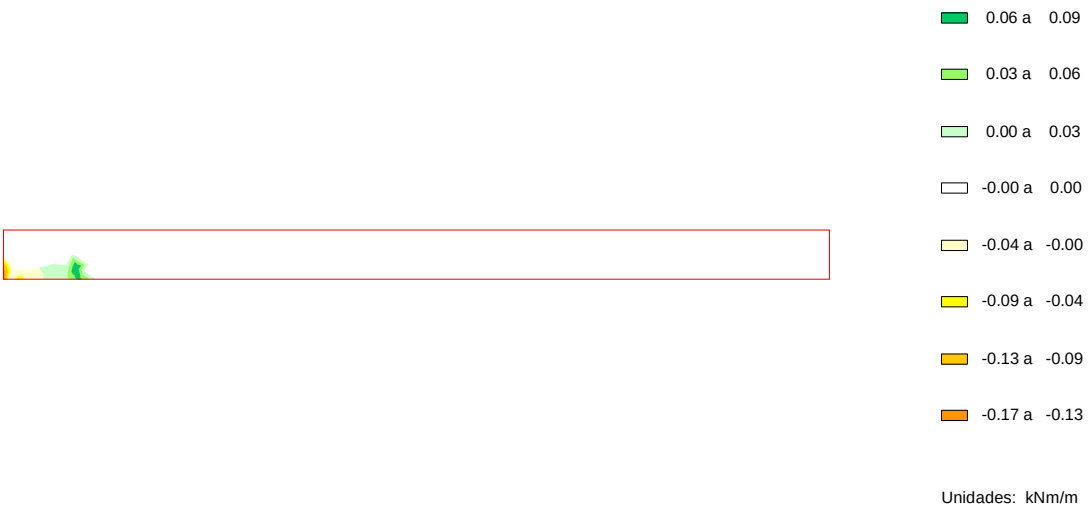
0.00 a 0.10
-0.00 a 0.00
-0.13 a -0.00
-0.26 a -0.13
-0.39 a -0.26
-0.52 a -0.39
-0.65 a -0.52
-0.78 a -0.65

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

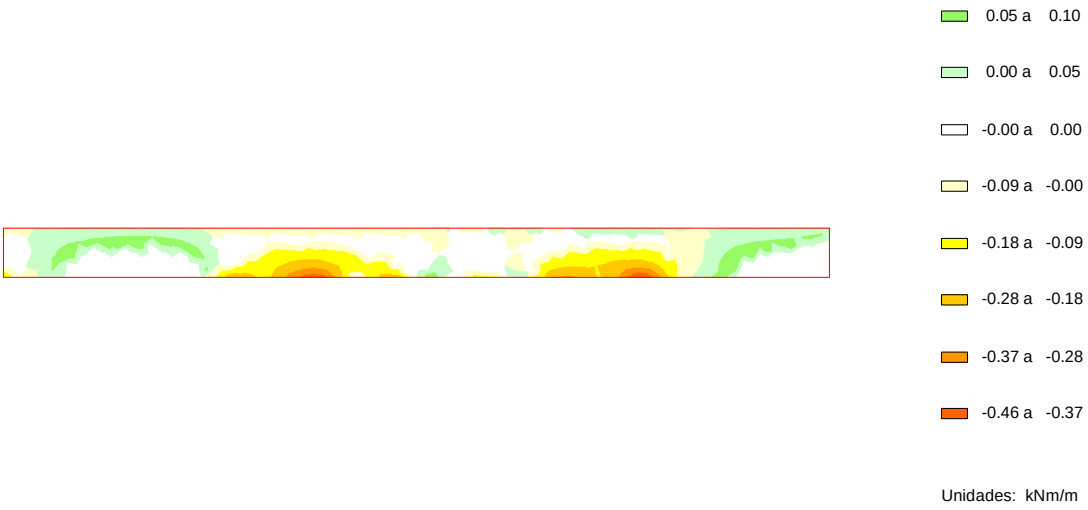
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Momento de eje horizontal (armado vertical)

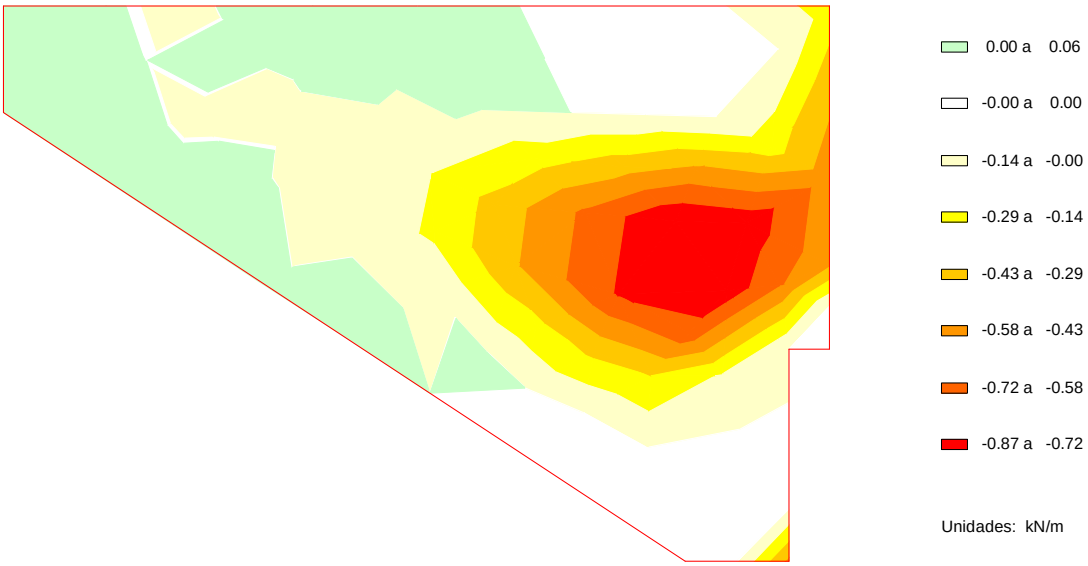


4.8.4 Aleta 1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

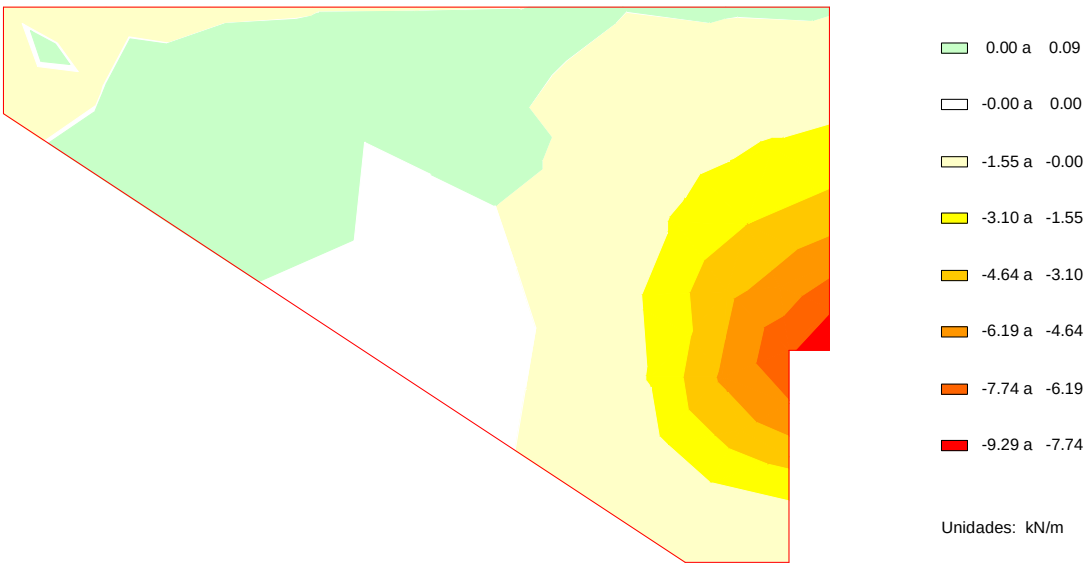
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

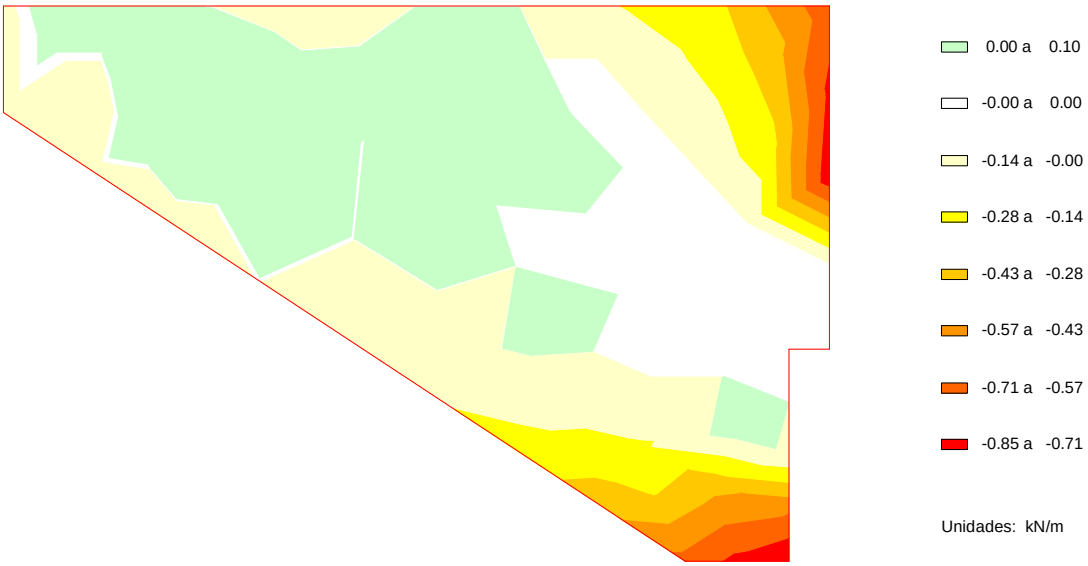
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

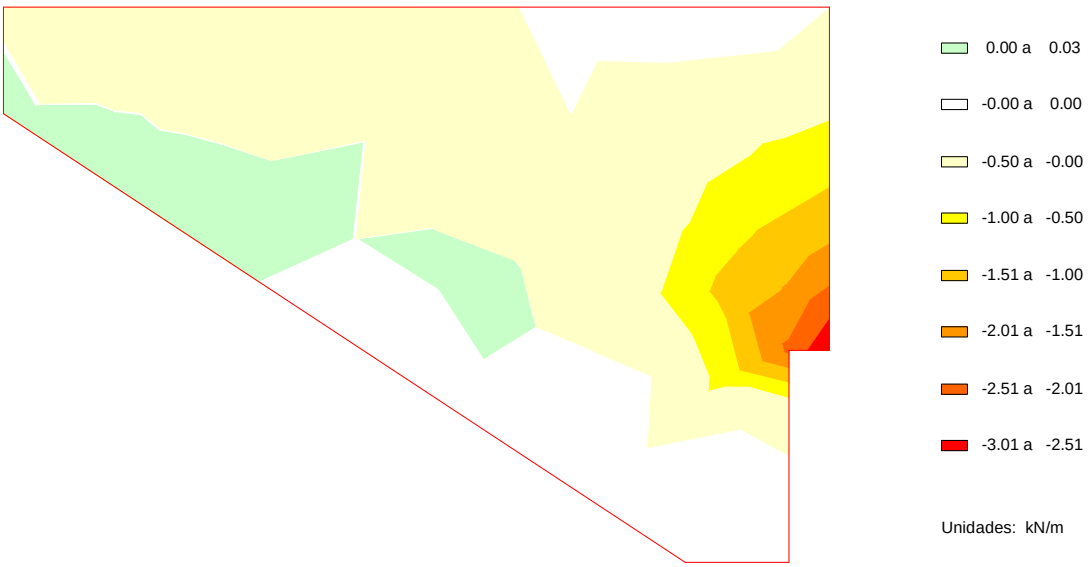
Cortante eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

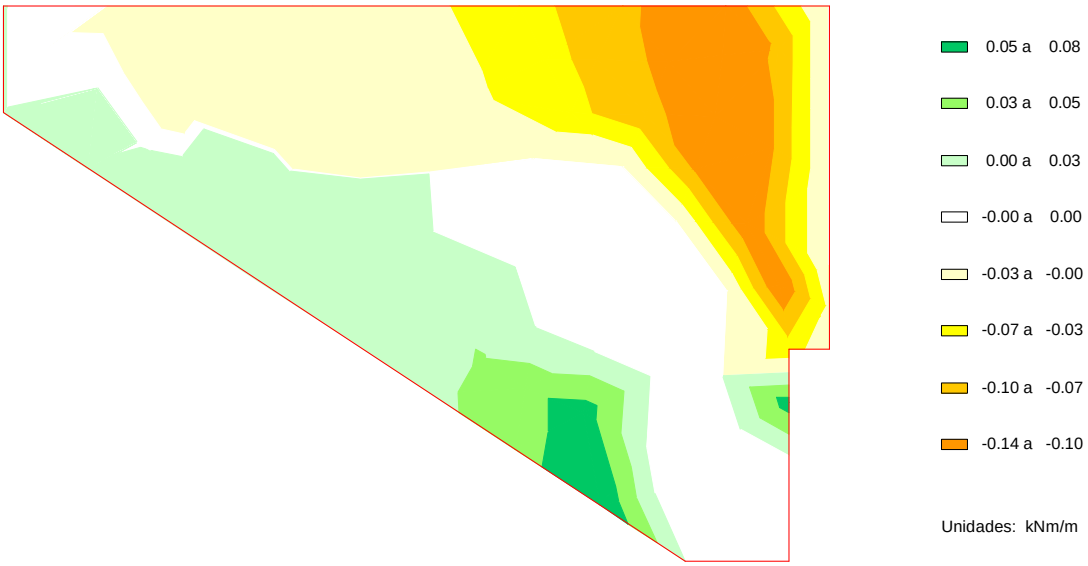
Cortante eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

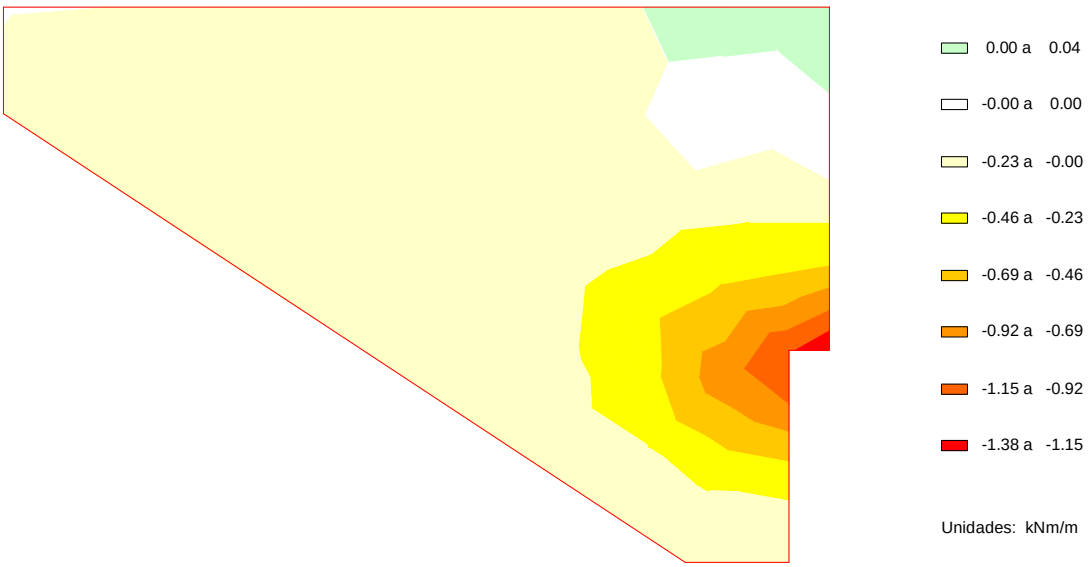
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Momento de eje horizontal (armado vertical)



4.8.5 Aleta 2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

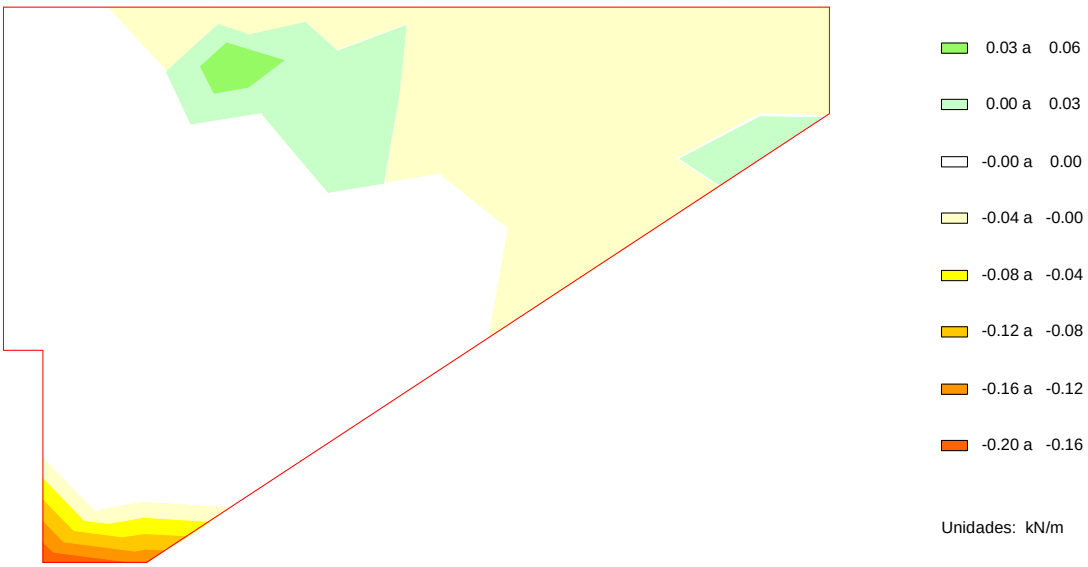
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Axil eje horizontal

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

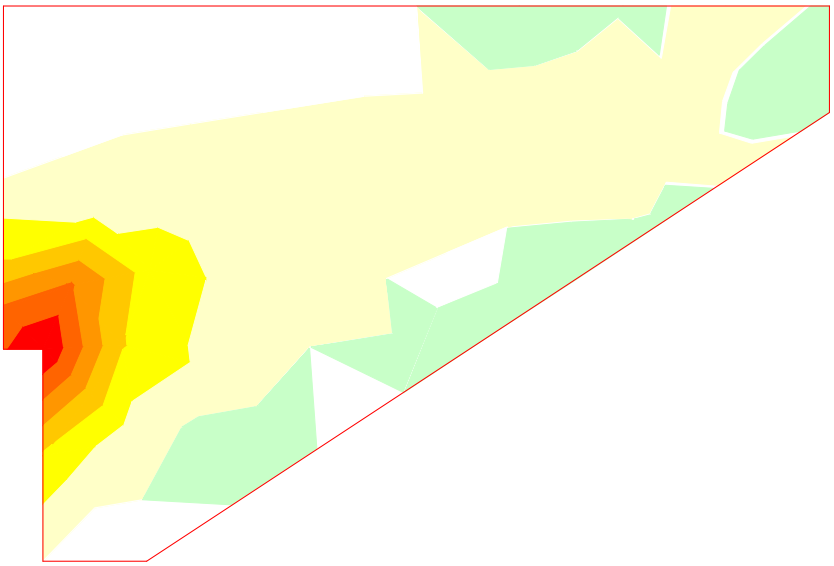
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Cortante eje horizontal



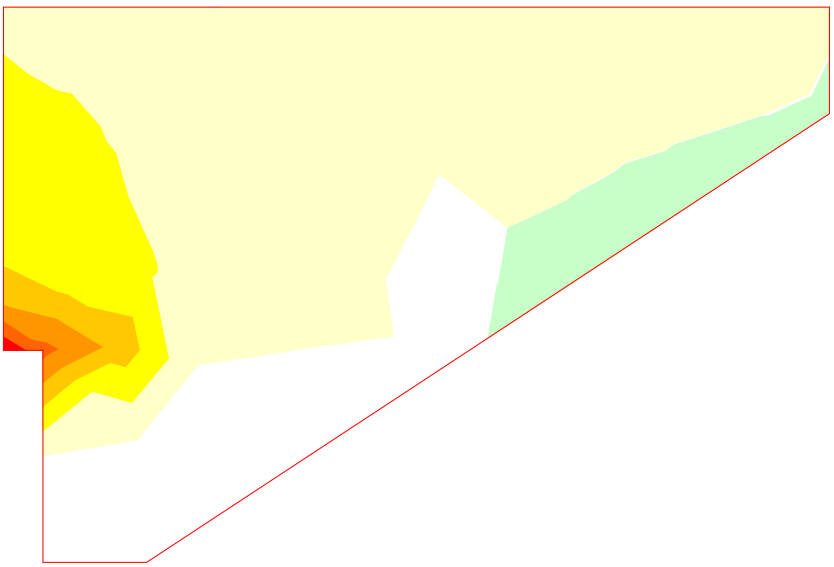
0.00 a 0.06
-0.00 a 0.00
-0.51 a -0.00
-1.01 a -0.51
-1.52 a -1.01
-2.02 a -1.52
-2.53 a -2.02
-3.03 a -2.53

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Cortante eje vertical



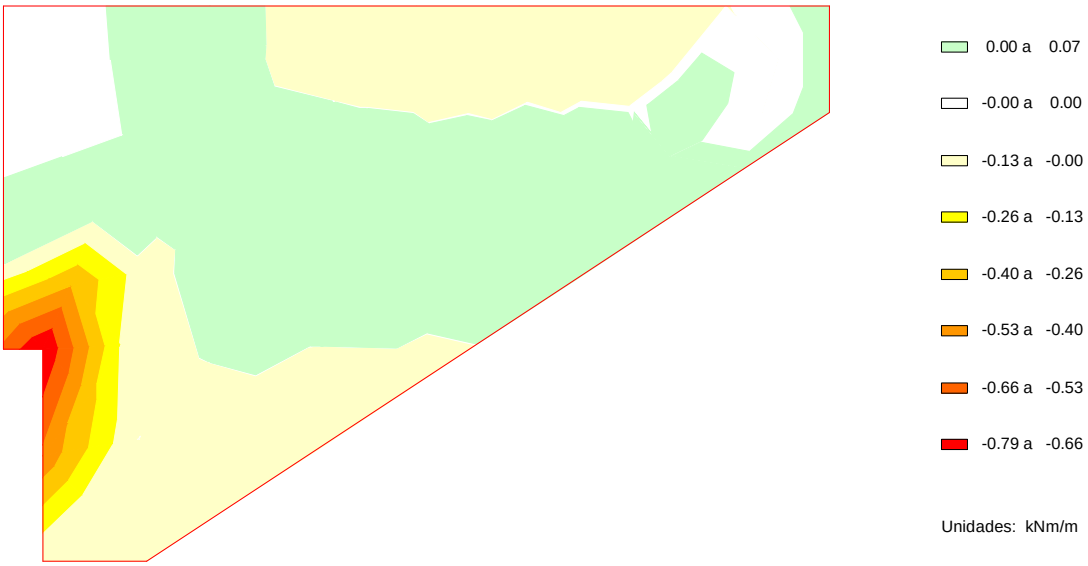
0.00 a 0.09
-0.00 a 0.00
-1.02 a -0.00
-2.04 a -1.02
-3.06 a -2.04
-4.08 a -3.06
-5.10 a -4.08
-6.12 a -5.10

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

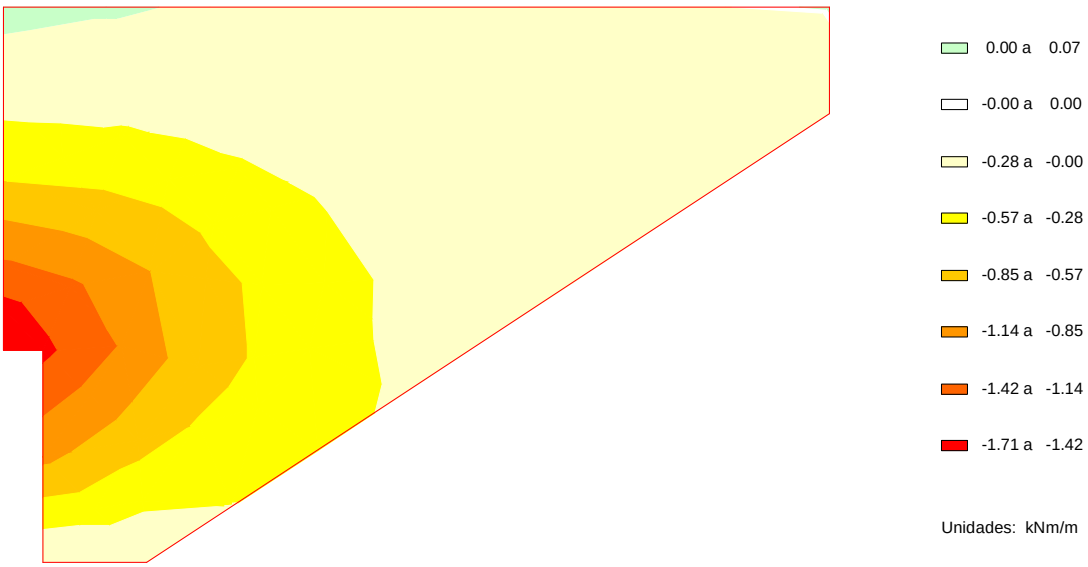
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

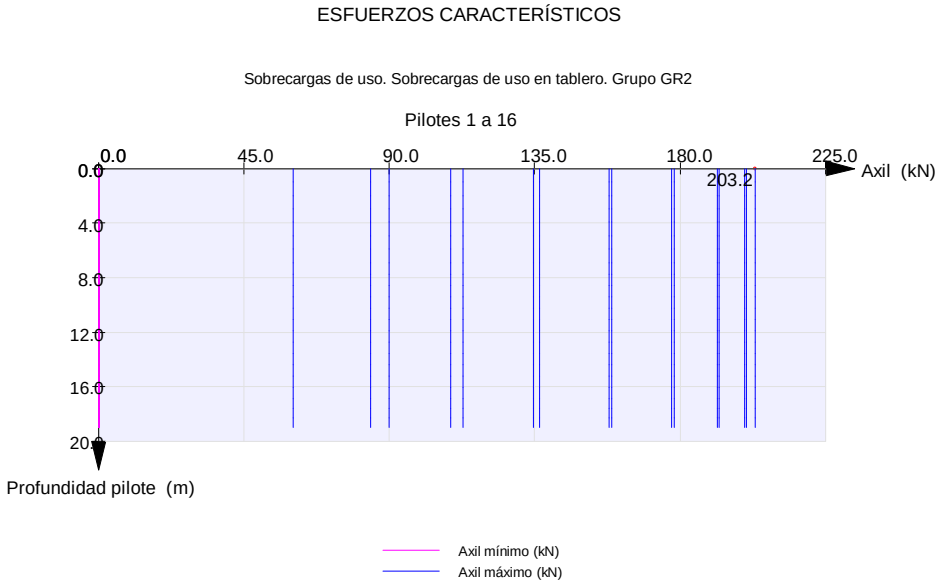
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Momento de eje horizontal (armado vertical)



4.9 Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

4.9.1 Pilotes


ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2
Pilotes 1 a 16
0.0
45.0
90.0
135.0
180.0
225.0
Axil (kN)
203.2
0.0
4.0
8.0
12.0
16.0
20.0
Profundidad pilote (m)
Axil mínimo (kN)
Axil máximo (kN)

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2
Pilotes 1 a 16
0.0
6.5
13.0
19.5
26.0
32.5
Cortante (kN)
30.6
0.0
0.0
4.0
8.0
12.0
16.0
20.0
Profundidad pilote (m)
Cortante máximo (kN)

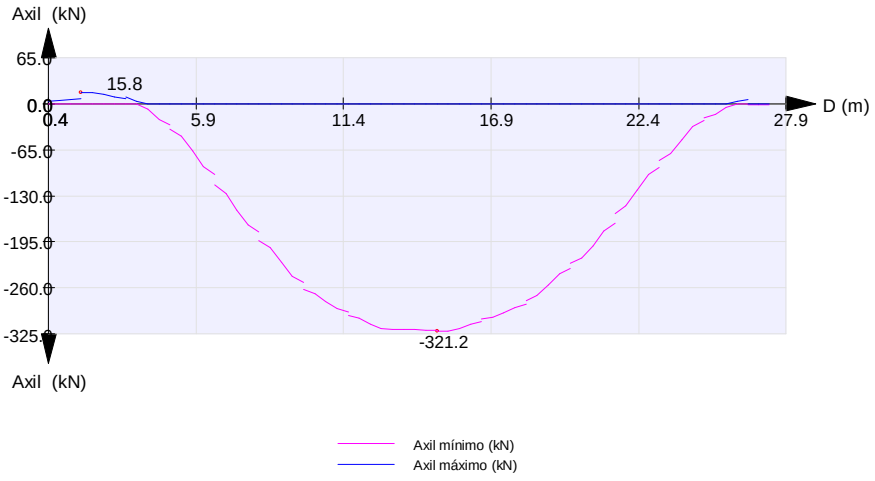
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

4.9.2 Cargadero

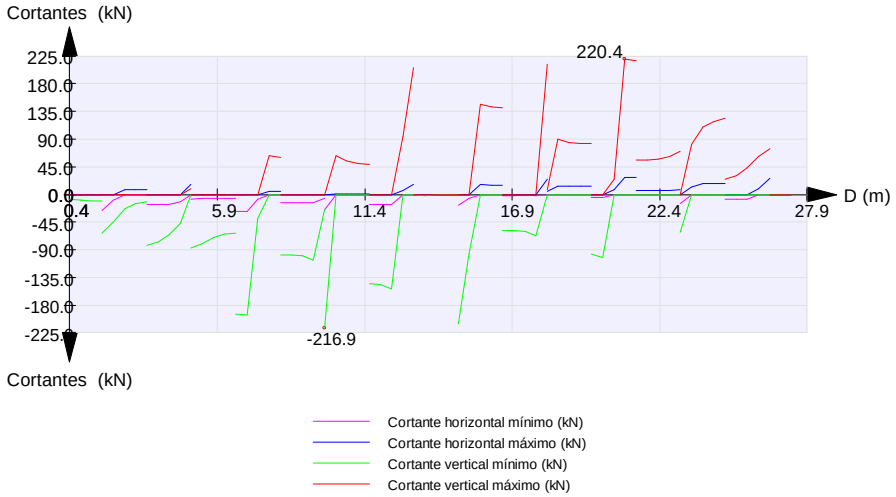
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2



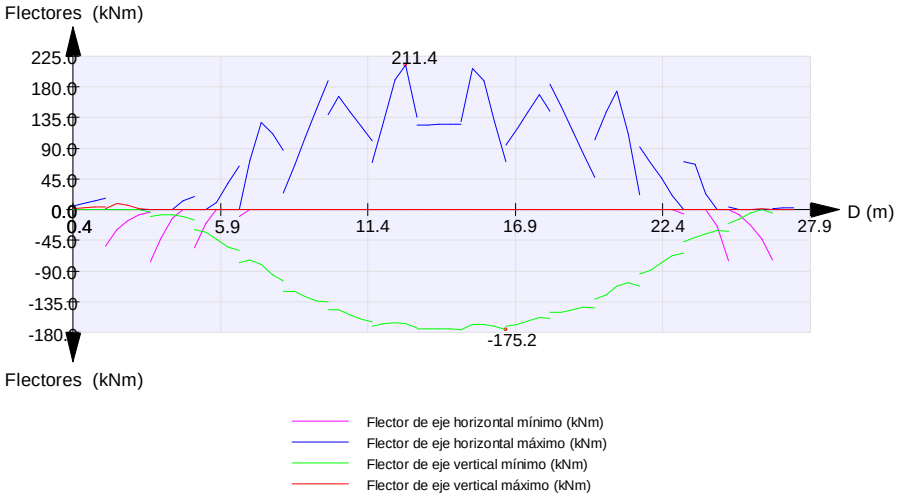
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2



4.9.3 Espaldón

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Axil eje horizontal

0.00 a 0.09

-0.00 a 0.00

-2.56 a -0.00

-5.12 a -2.56

-7.69 a -5.12

-10.25 a -7.69

-12.81 a -10.25

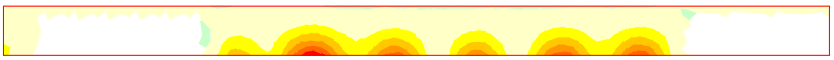
-15.37 a -12.81

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Axil eje vertical



0.00 a 0.09

-0.00 a 0.00

-3.38 a -0.00

-6.75 a -3.38

-10.13 a -6.75

-13.51 a -10.13

-16.88 a -13.51

-20.26 a -16.88

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Cortante eje horizontal

0.00 a 0.10
-0.00 a 0.00
-0.17 a -0.00
-0.34 a -0.17
-0.51 a -0.34
-0.68 a -0.51
-0.86 a -0.68
-1.03 a -0.86

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Cortante eje vertical

0.00 a 0.10
-0.00 a 0.00
-0.14 a -0.00
-0.28 a -0.14
-0.42 a -0.28
-0.56 a -0.42
-0.70 a -0.56
-0.84 a -0.70

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Momento de eje vertical (armado horizontal)

0.06 a 0.10
0.03 a 0.06
0.00 a 0.03
-0.00 a 0.00
-0.04 a -0.00
-0.08 a -0.04
-0.12 a -0.08
-0.16 a -0.12

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Momento de eje horizontal (armado vertical)

0.05 a 0.10
0.00 a 0.05
-0.00 a 0.00
-0.08 a -0.00
-0.16 a -0.08
-0.24 a -0.16
-0.32 a -0.24
-0.40 a -0.32

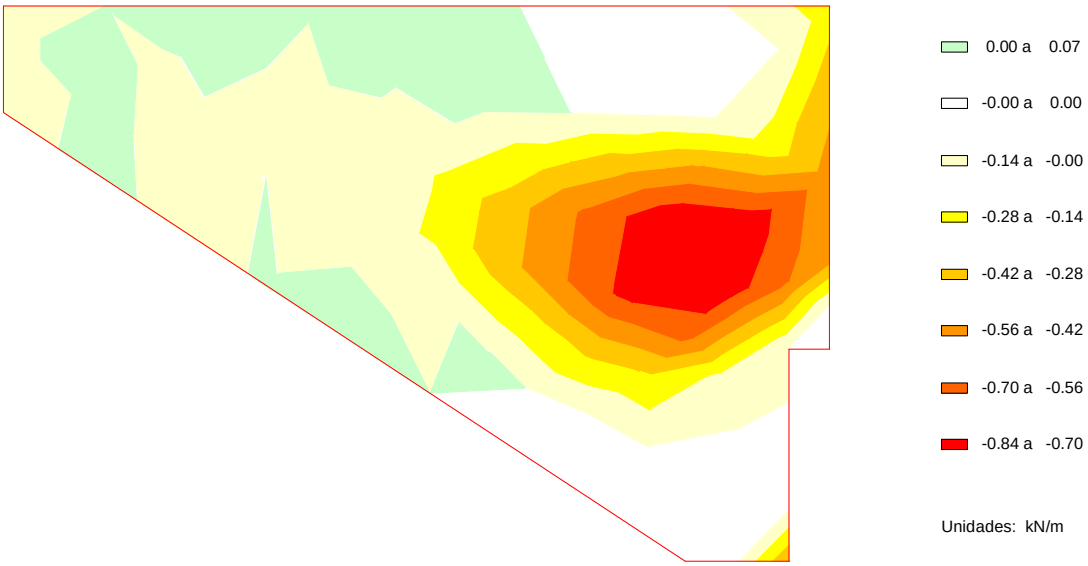
Unidades: kNm/m

4.9.4 Aleta 1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

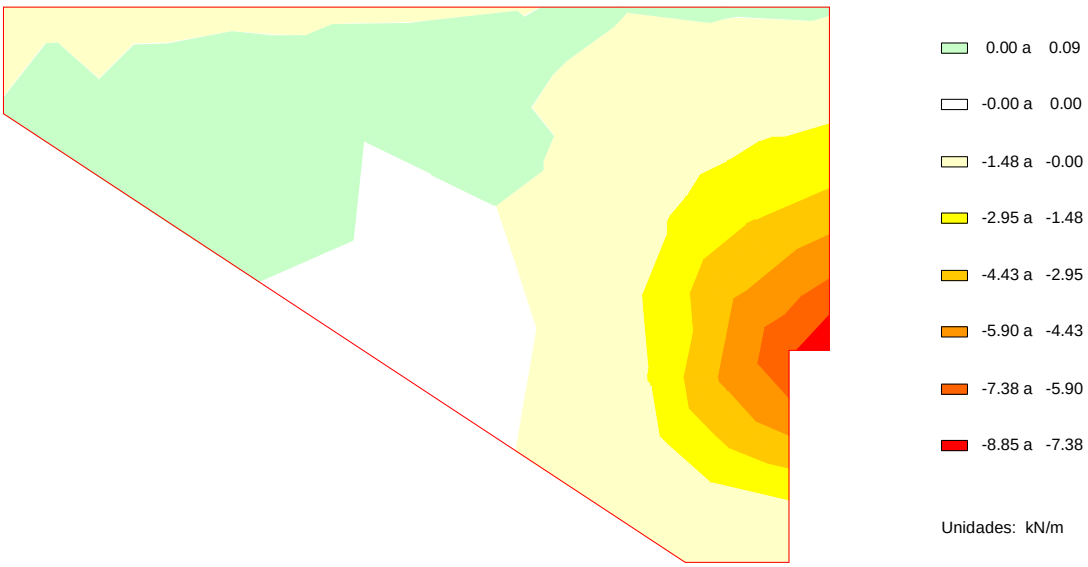
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

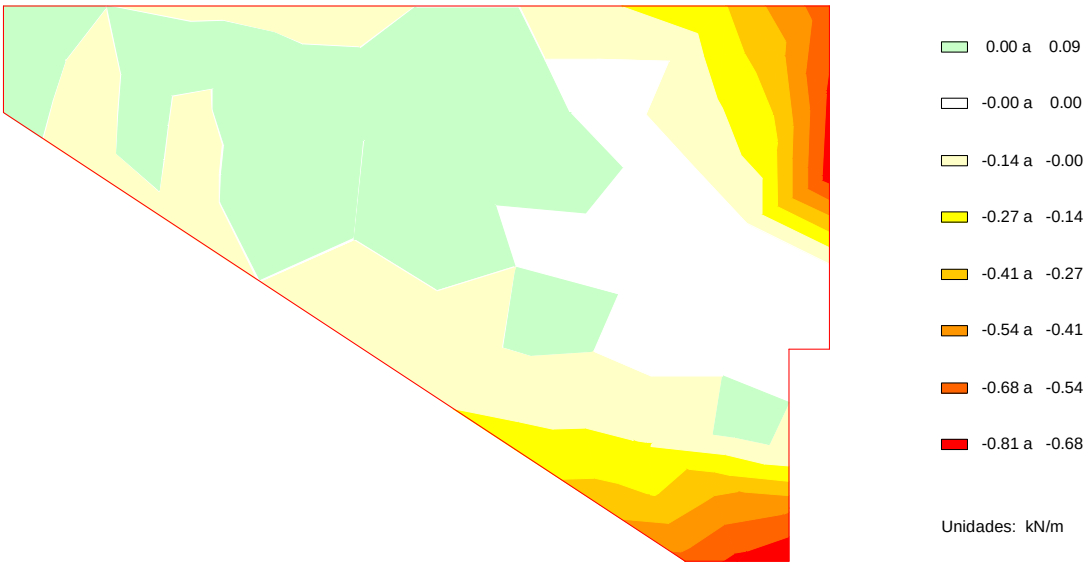
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

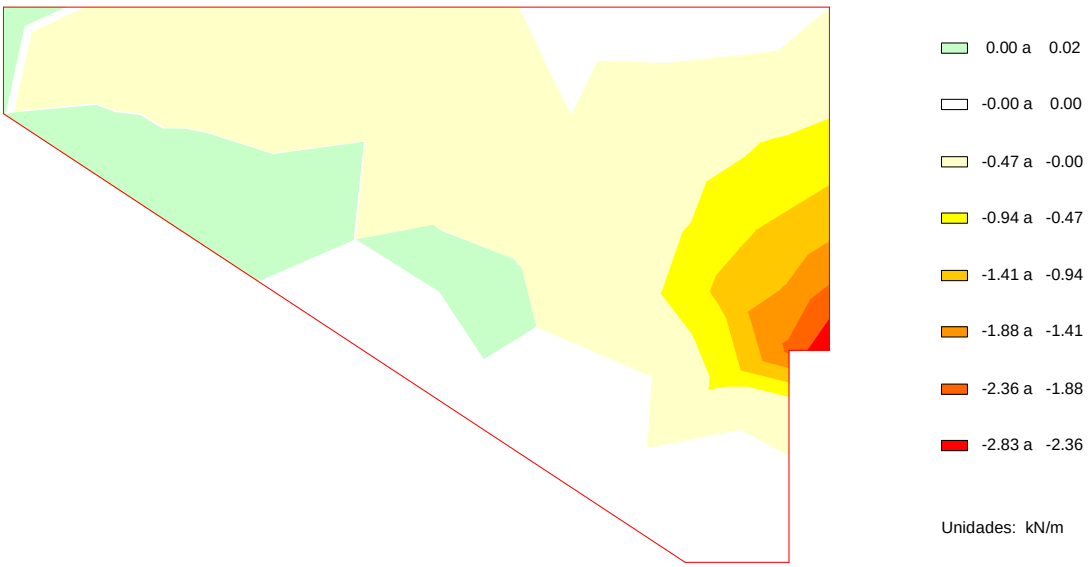
Cortante eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

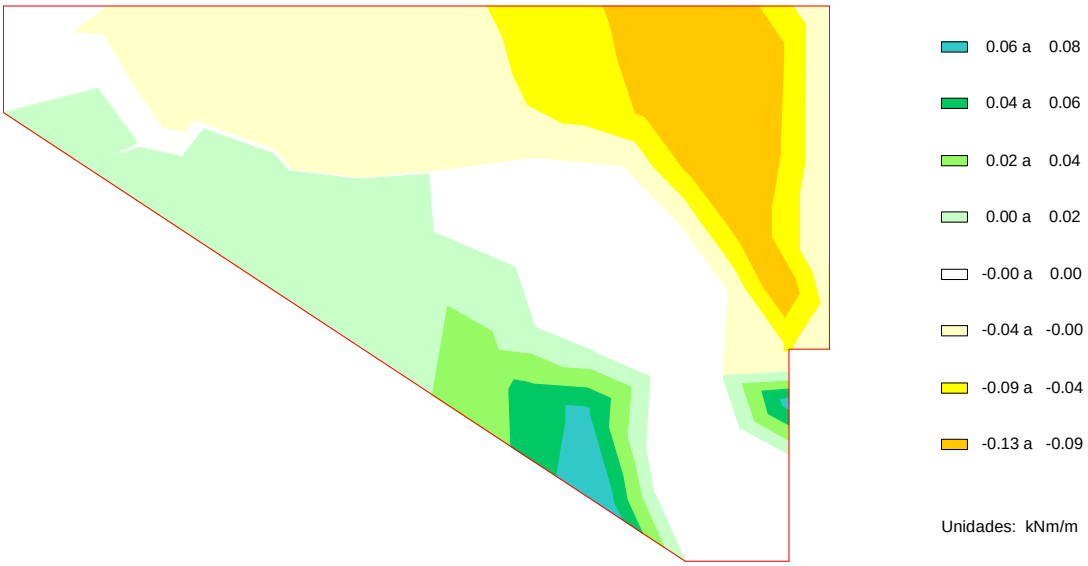
Cortante eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

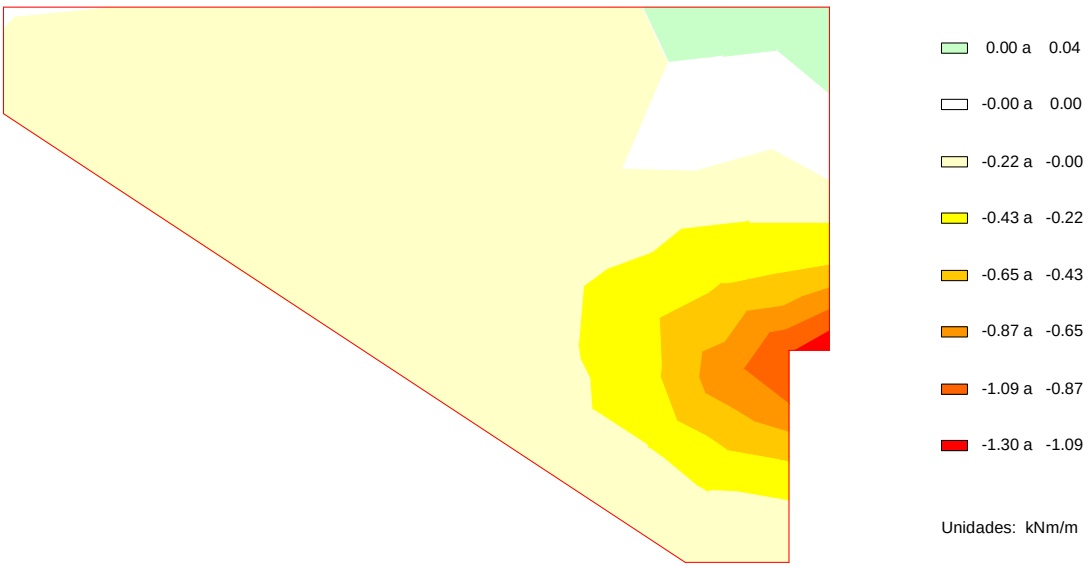
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Momento de eje horizontal (armado vertical)

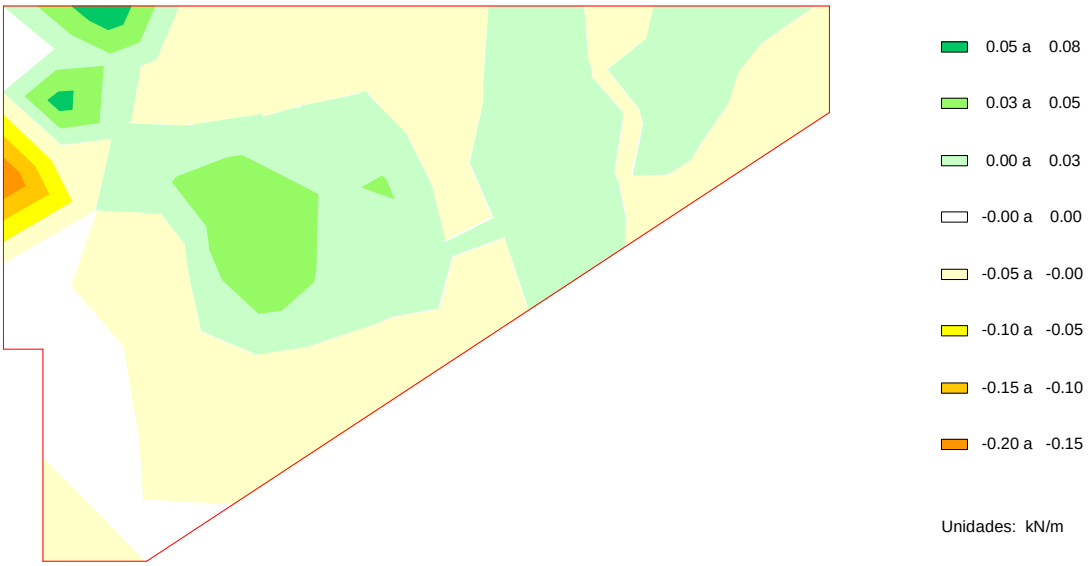


4.9.5 Aleta 2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

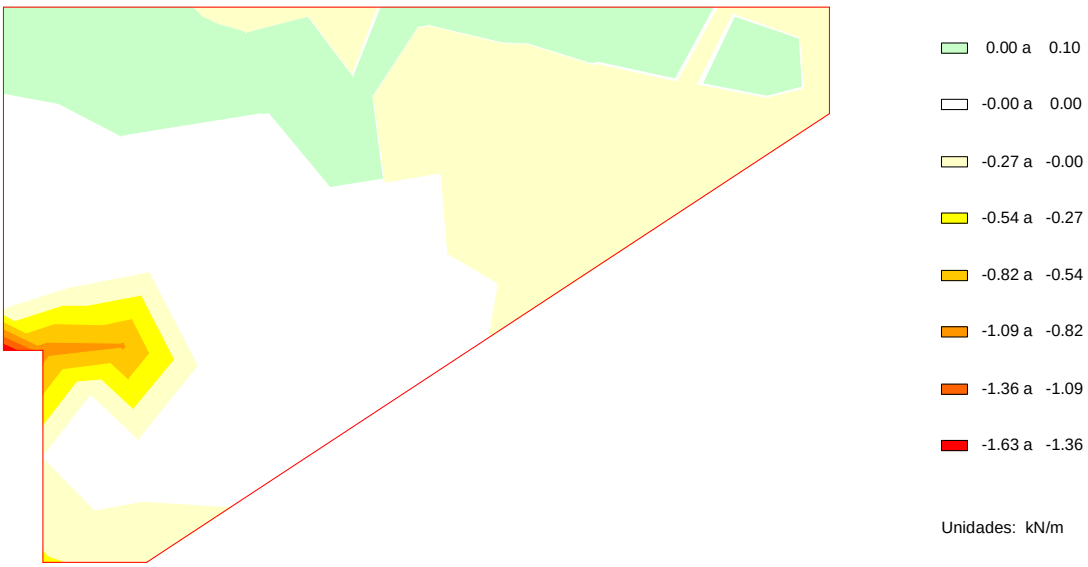
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

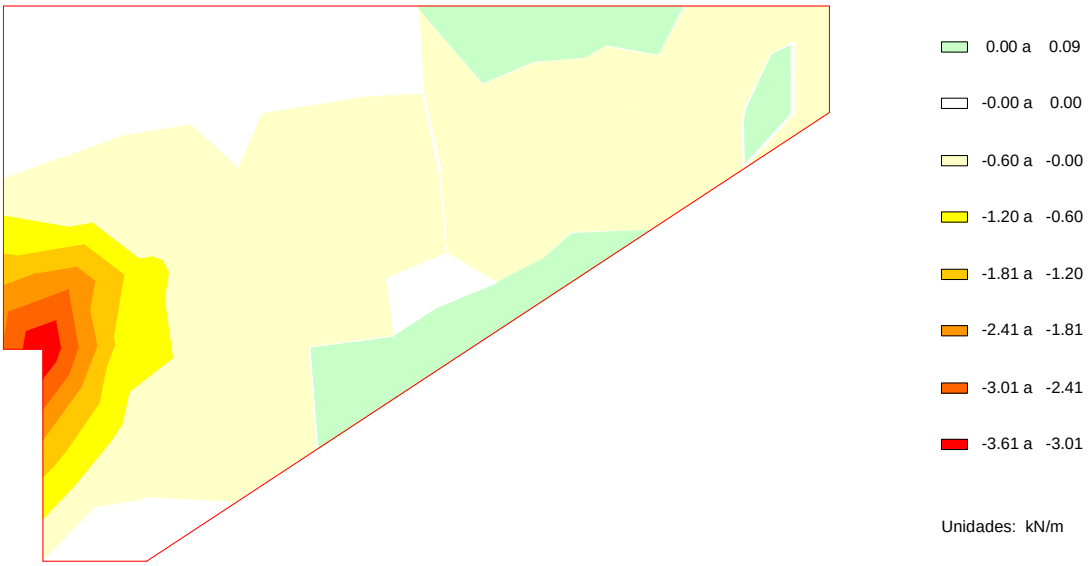
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Cortante eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Cortante eje vertical

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

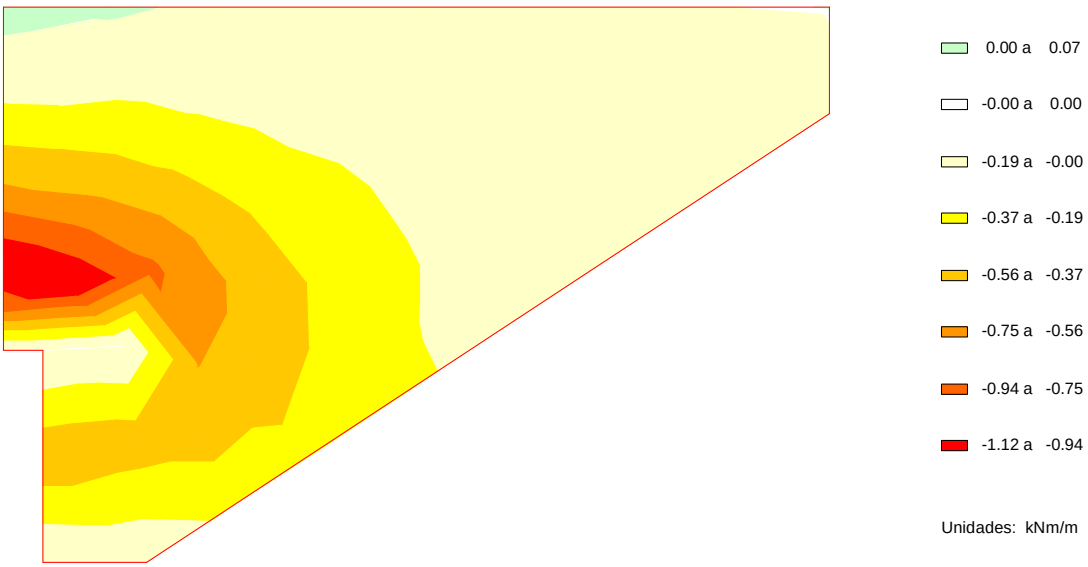
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Momento de eje vertical (armado horizontal)

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

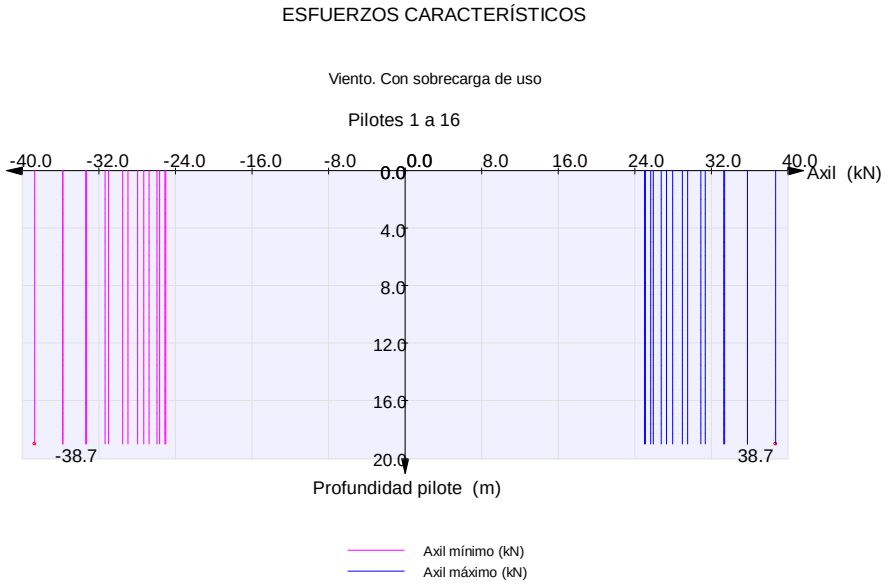
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Momento de eje horizontal (armado vertical)



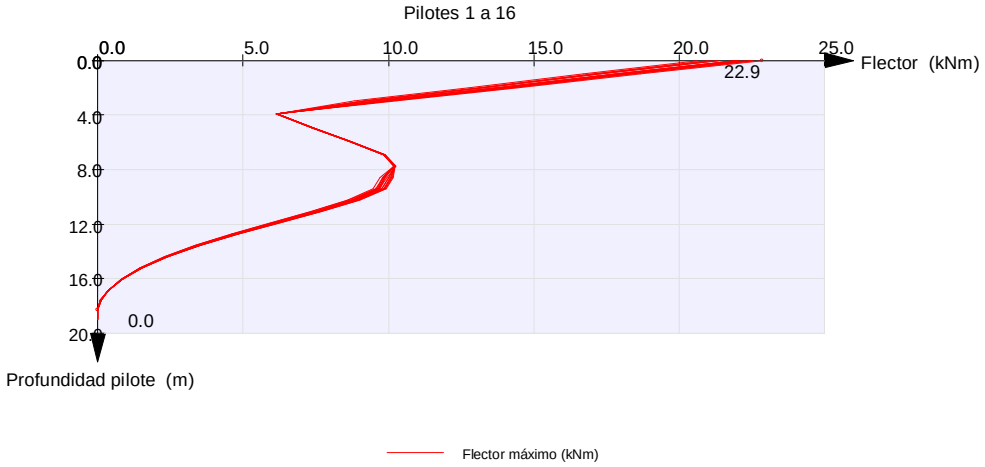
4.10 Viento. Con sobrecarga de uso

4.10.1 Pilotes



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

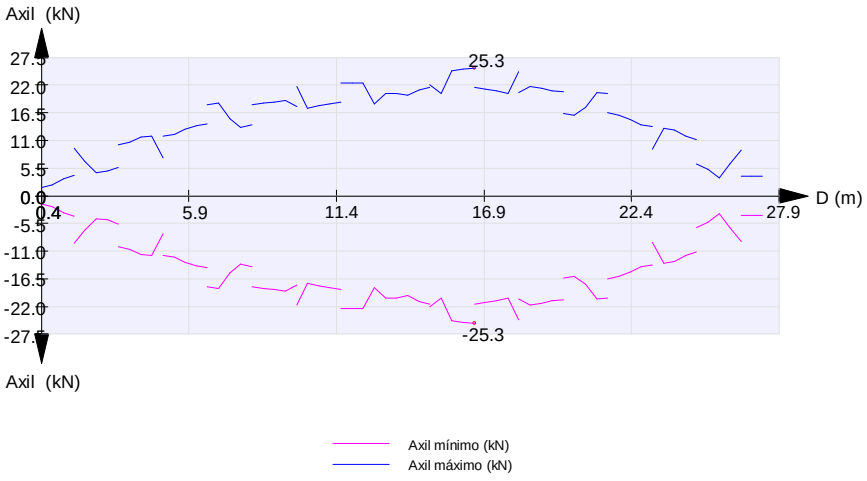
Viento. Con sobrecarga de uso



4.10.2 Cargadero

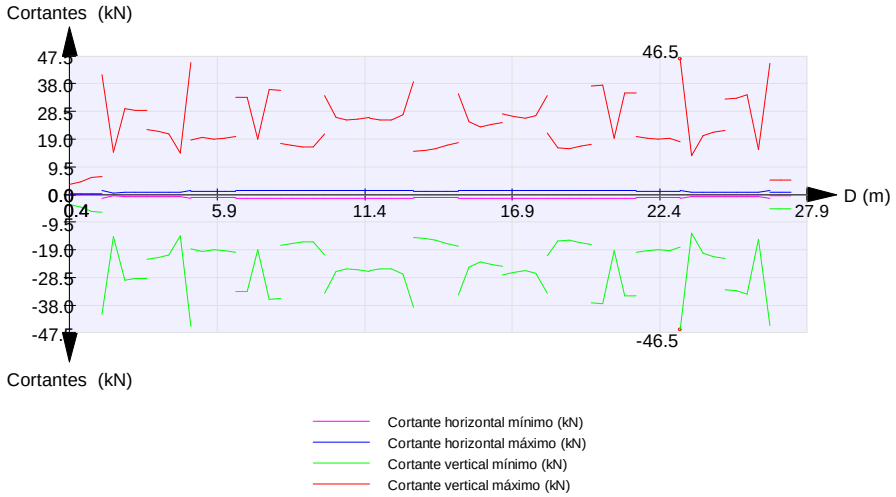
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso



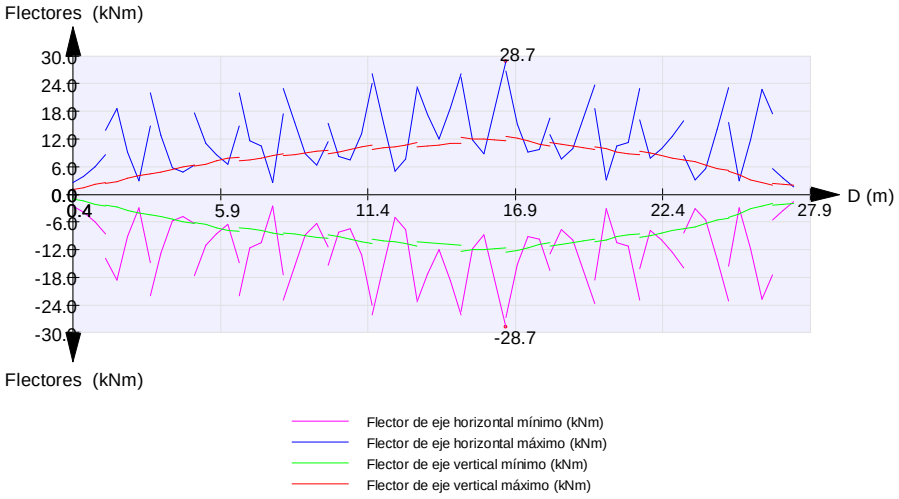
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso



4.10.3 Espaldón

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Axil eje horizontal. Valor mínimo

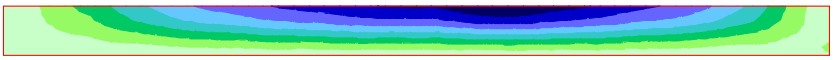
-3.94 a -0.04
-7.84 a -3.94
-11.74 a -7.84
-15.64 a -11.74
-19.54 a -15.64
-23.44 a -19.54
-27.34 a -23.44
-31.24 a -27.34

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Axil eje horizontal. Valor máximo



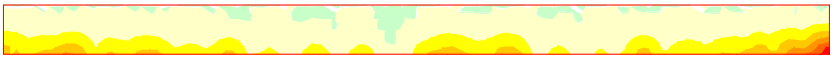
27.34 a 31.24
23.43 a 27.34
19.53 a 23.43
15.62 a 19.53
11.72 a 15.62
7.81 a 11.72
3.91 a 7.81
0.00 a 3.91

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Axil eje vertical. Valor mínimo



0.00 a 0.04

-0.00 a 0.00

-0.77 a -0.00

-1.54 a -0.77

-2.31 a -1.54

-3.08 a -2.31

-3.85 a -3.08

-4.62 a -3.85

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Axil eje vertical. Valor máximo

3.85 a 4.62

3.08 a 3.85

2.31 a 3.08

1.54 a 2.31

0.77 a 1.54

0.00 a 0.77

-0.00 a 0.00

-0.01 a -0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Cortante eje horizontal. Valor mínimo

0.04 a 0.07

0.00 a 0.04

-0.00 a 0.00

-0.07 a -0.00

-0.13 a -0.07

-0.20 a -0.13

-0.27 a -0.20

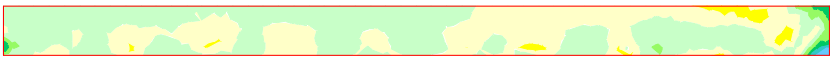
-0.33 a -0.27

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Cortante eje horizontal. Valor máximo



0.27 a 0.33

0.20 a 0.27

0.13 a 0.20

0.07 a 0.13

0.00 a 0.07

-0.00 a 0.00

-0.04 a -0.00

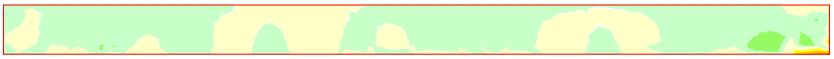
-0.07 a -0.04

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Cortante eje vertical. Valor mínimo



0.04 a 0.07

0.00 a 0.04

-0.00 a 0.00

-0.06 a -0.00

-0.13 a -0.06

-0.19 a -0.13

-0.26 a -0.19

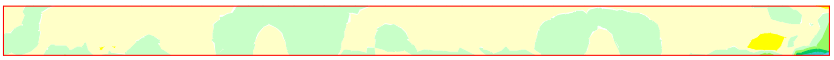
-0.32 a -0.26

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Cortante eje vertical. Valor máximo



0.26 a 0.32

0.19 a 0.26

0.13 a 0.19

0.06 a 0.13

0.00 a 0.06

-0.00 a 0.00

-0.03 a -0.00

-0.07 a -0.03

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor mínimo

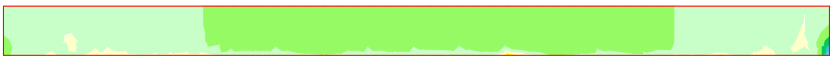
0.05 a 0.07
0.02 a 0.05
0.00 a 0.02
-0.00 a 0.00
-0.04 a -0.00
-0.08 a -0.04
-0.12 a -0.08
-0.16 a -0.12

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor máximo



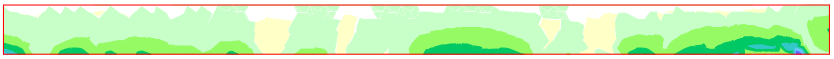
0.17 a 0.21
0.13 a 0.17
0.09 a 0.13
0.04 a 0.09
0.00 a 0.04
-0.00 a 0.00
-0.03 a -0.00
-0.05 a -0.03

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor mínimo



0.07 a 0.08
0.05 a 0.07
0.04 a 0.05
0.03 a 0.04
0.01 a 0.03
0.00 a 0.01
-0.00 a 0.00
-0.01 a -0.00

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor máximo

0.07 a 0.08
0.05 a 0.07
0.04 a 0.05
0.03 a 0.04
0.01 a 0.03
0.00 a 0.01
-0.00 a 0.00
-0.01 a -0.00

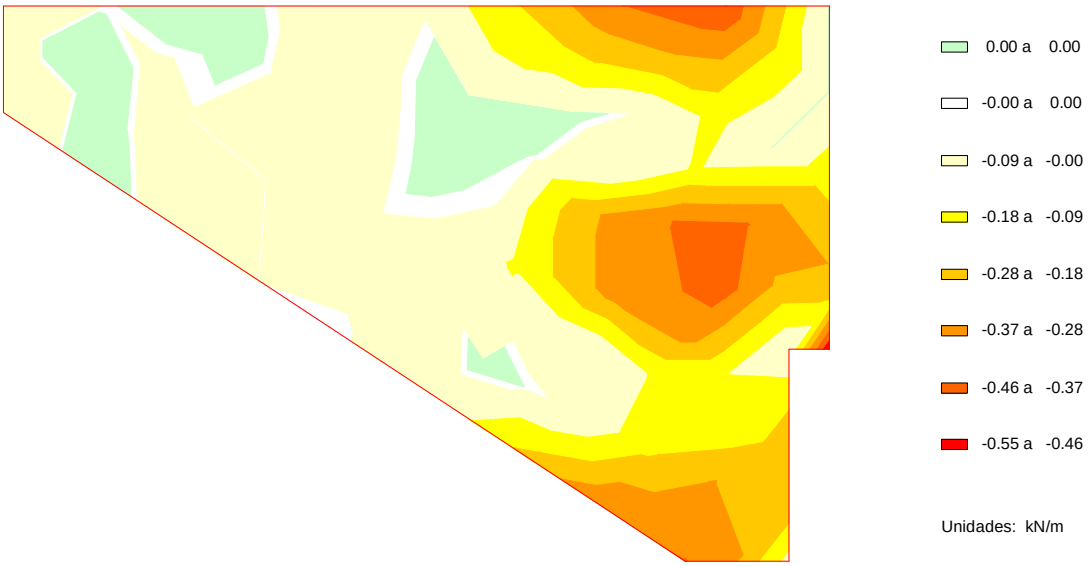
Unidades: kNm/m

4.10.4 Aleta 1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

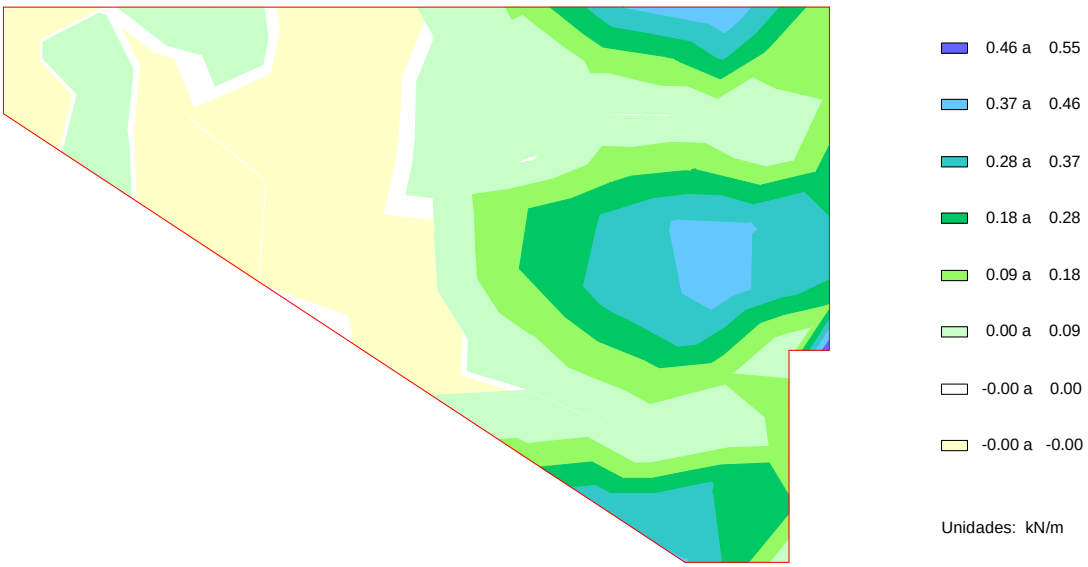
Axil eje horizontal. Valor mínimo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

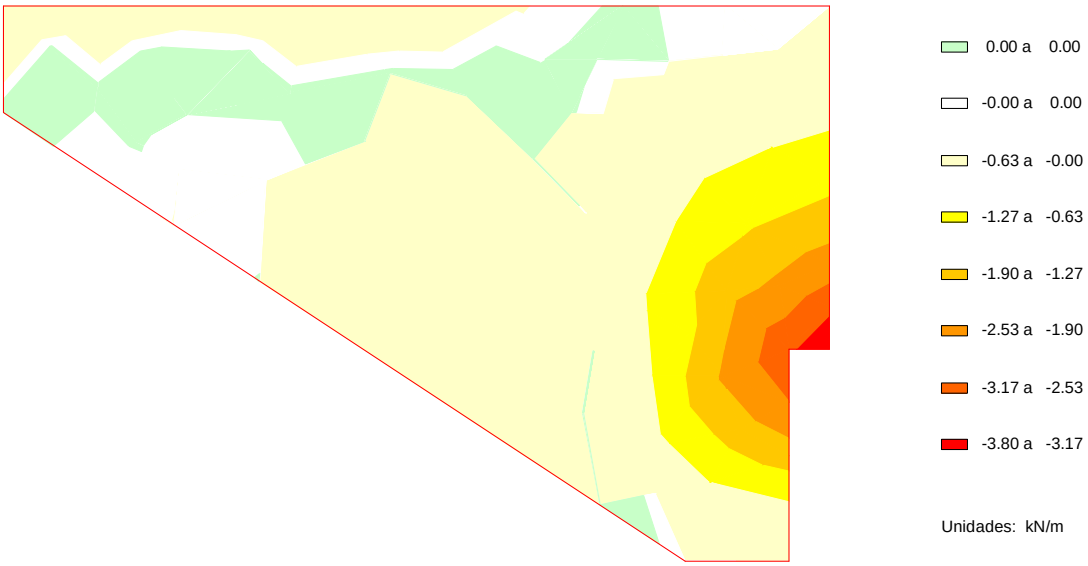
Axil eje horizontal. Valor máximo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

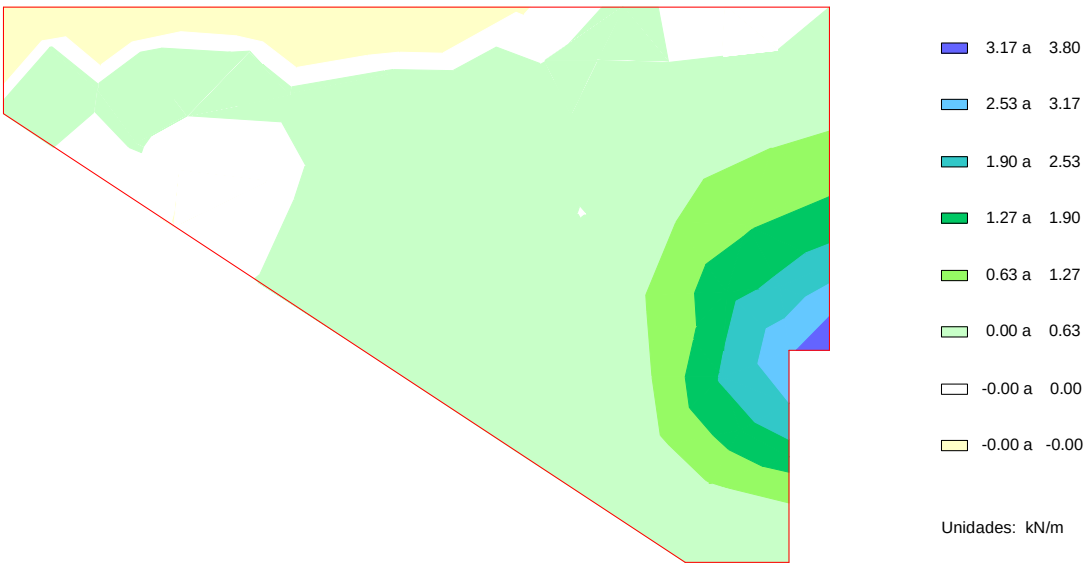
Axil eje vertical. Valor mínimo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

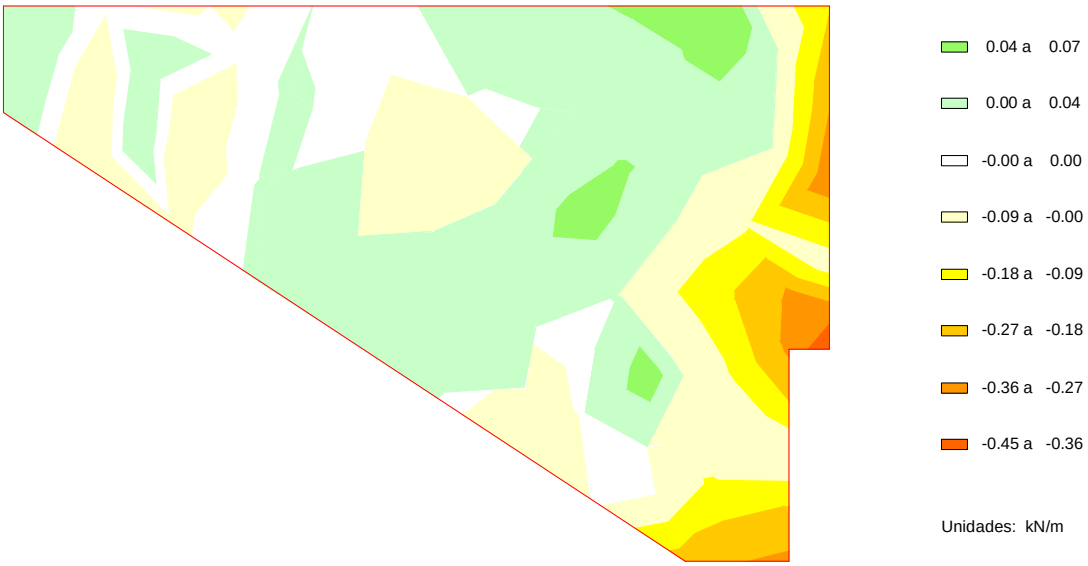
Axil eje vertical. Valor máximo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

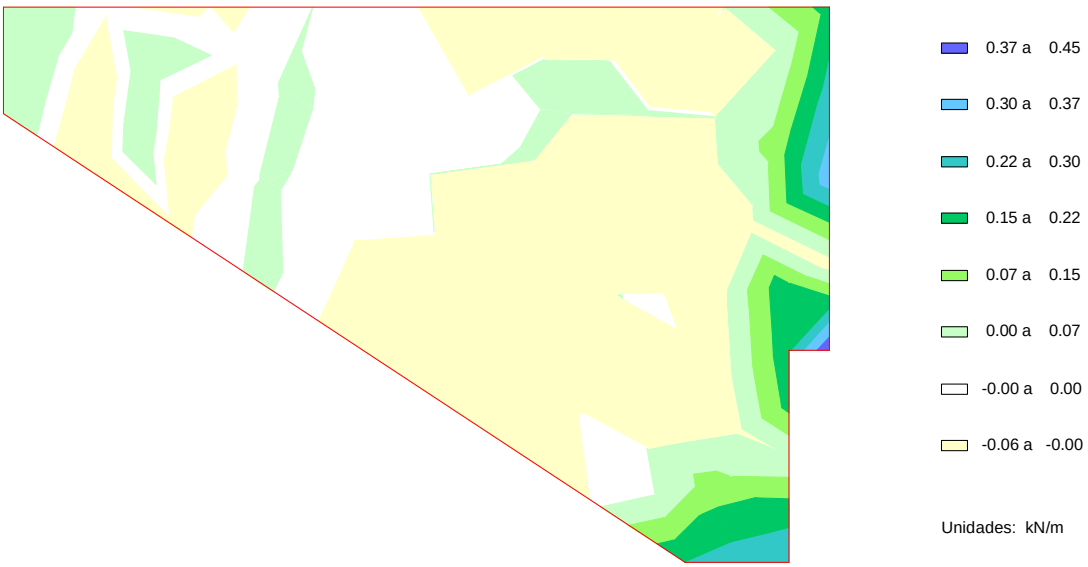
Cortante eje horizontal. Valor mínimo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

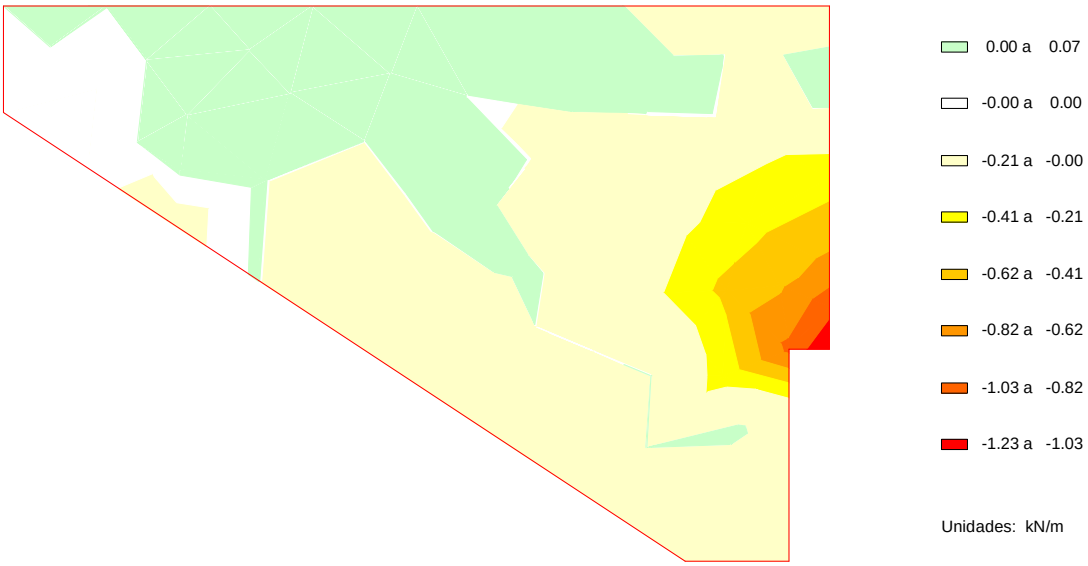
Cortante eje horizontal. Valor máximo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

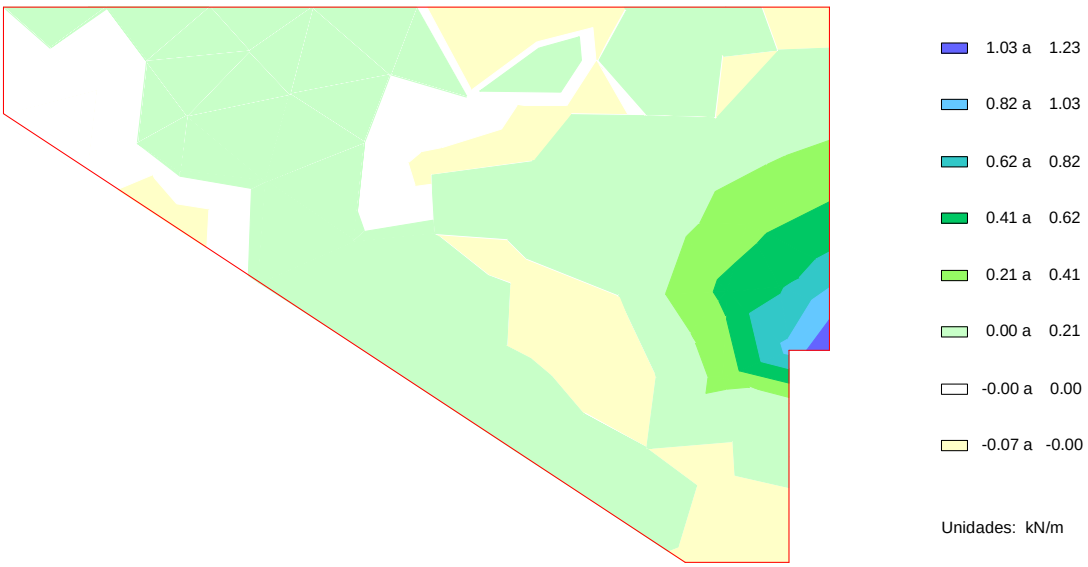
Cortante eje vertical. Valor mínimo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

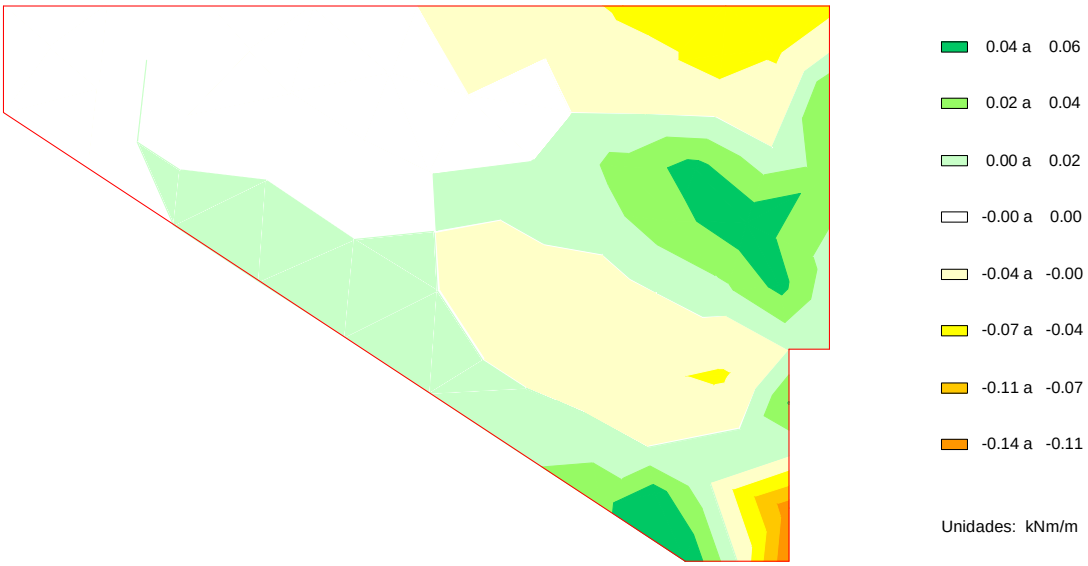
Cortante eje vertical. Valor máximo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

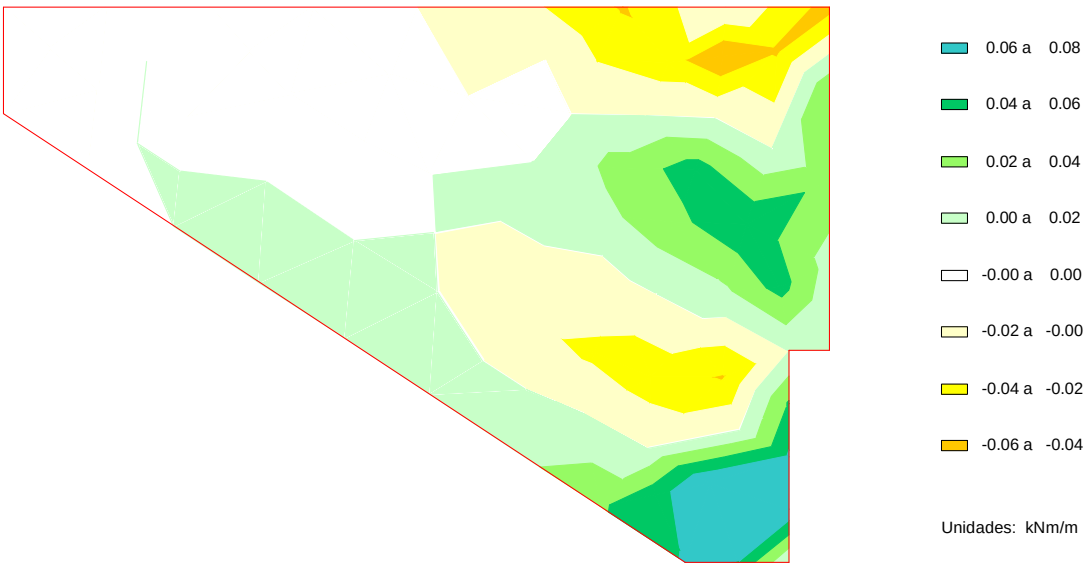
Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor mínimo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

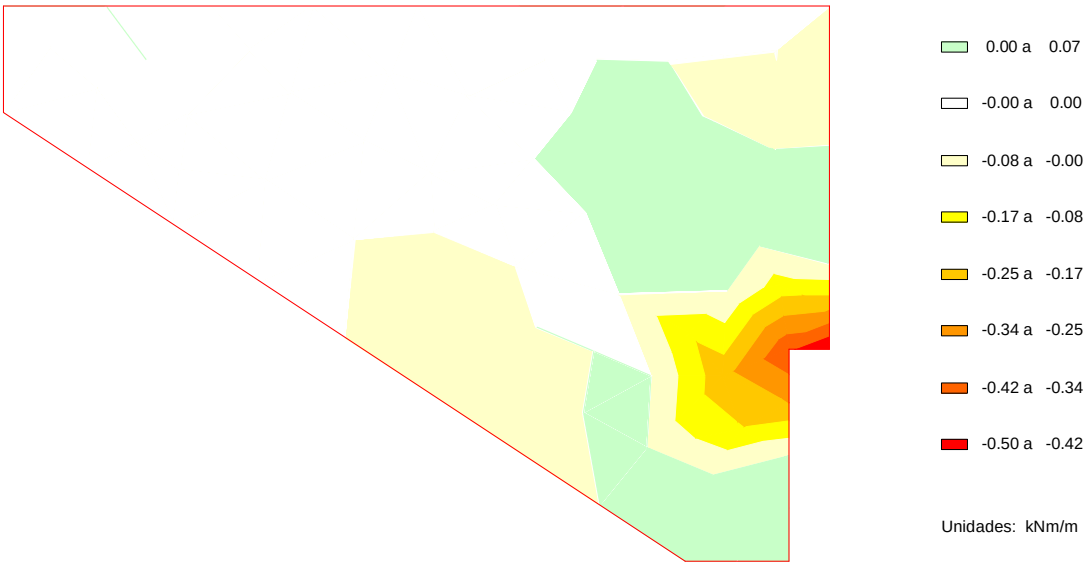
Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor máximo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

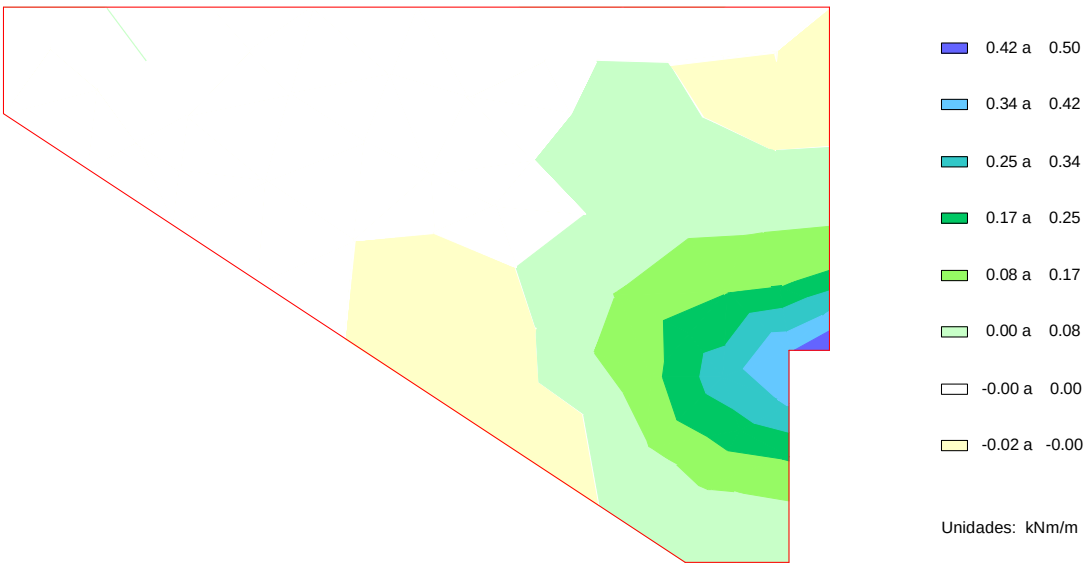
Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor mínimo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor máximo

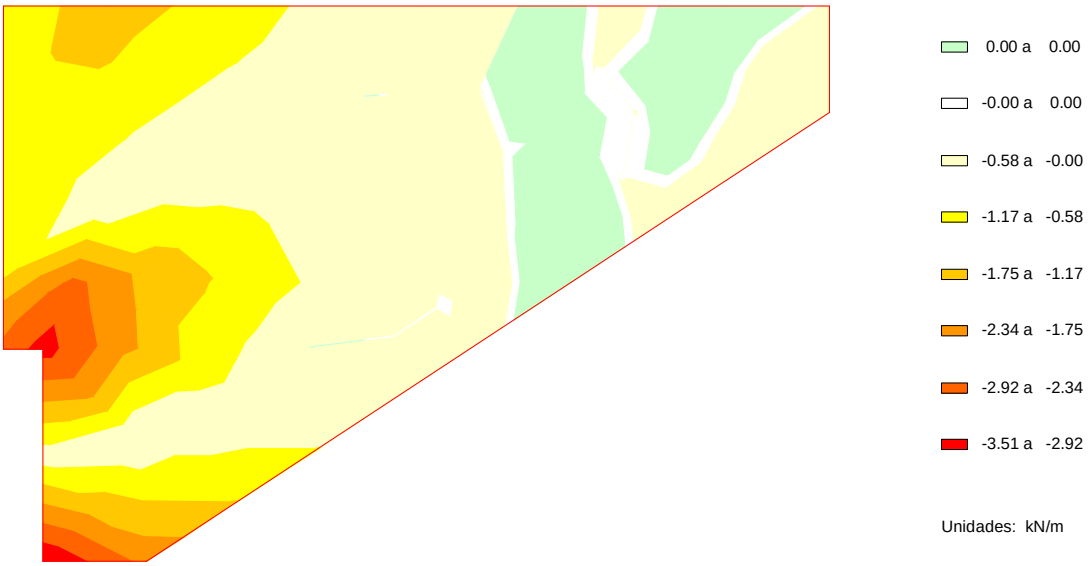


4.10.5 Aleta 2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Axil eje horizontal. Valor mínimo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

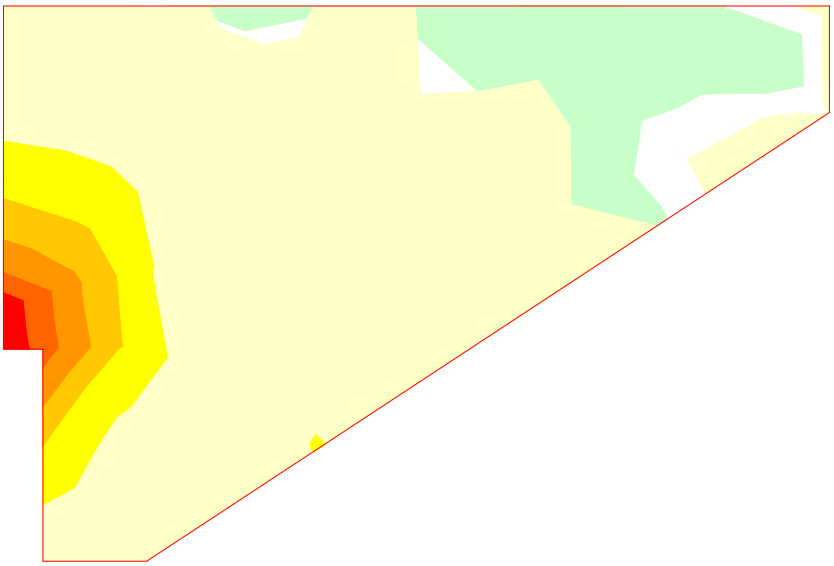
Viento. Con sobrecarga de uso

Axil eje horizontal. Valor máximo

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Axil eje vertical. Valor mínimo



0.00 a 0.00

-0.00 a 0.00

-1.15 a -0.00

-2.30 a -1.15

-3.46 a -2.30

-4.61 a -3.46

-5.76 a -4.61

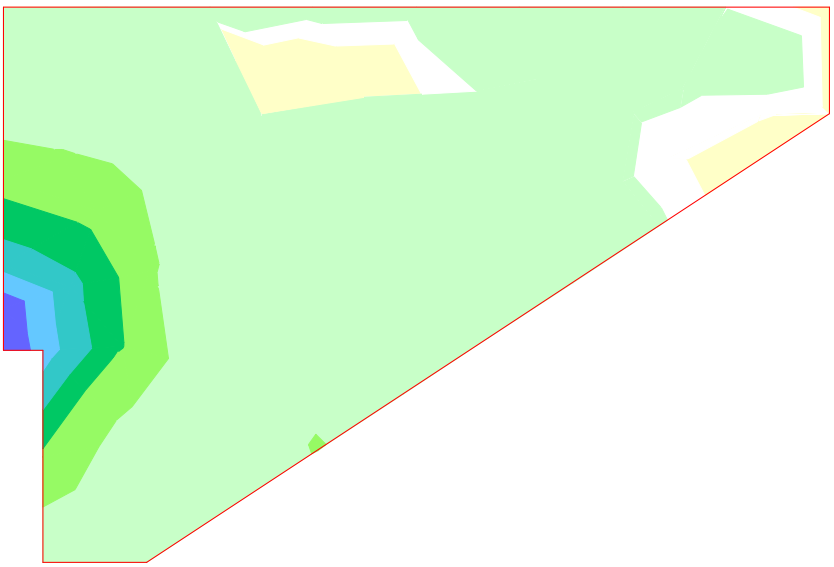
-6.91 a -5.76

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Axil eje vertical. Valor máximo



5.76 a 6.91

4.61 a 5.76

3.46 a 4.61

2.30 a 3.46

1.15 a 2.30

0.00 a 1.15

-0.00 a 0.00

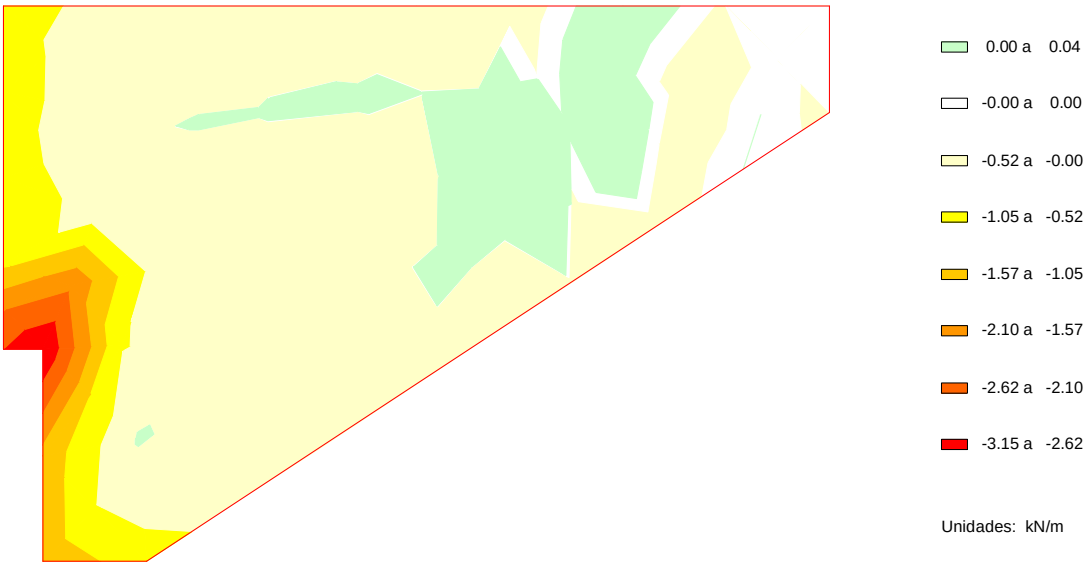
-0.00 a -0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

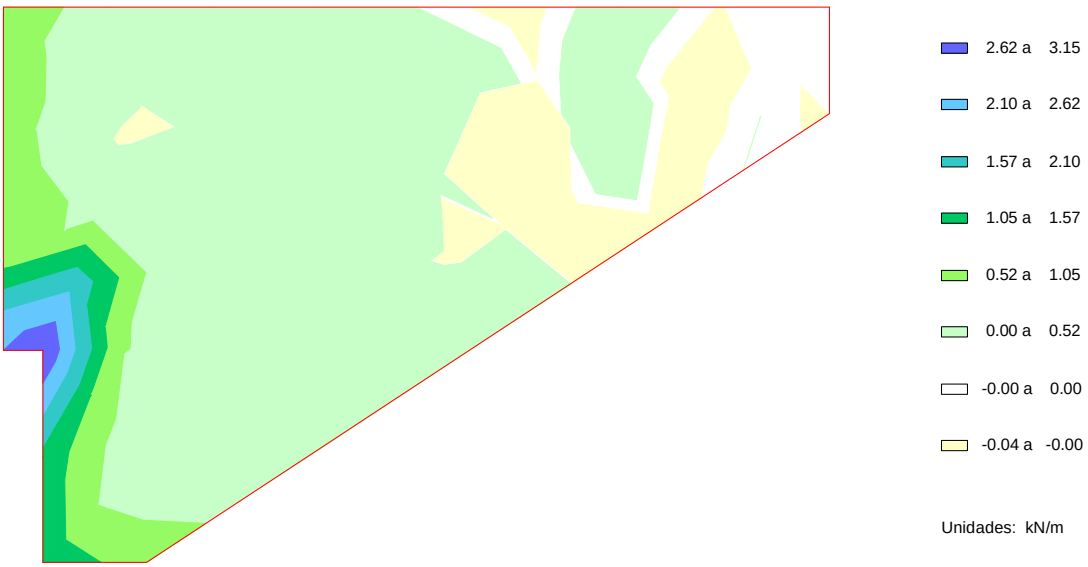
Cortante eje horizontal. Valor mínimo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

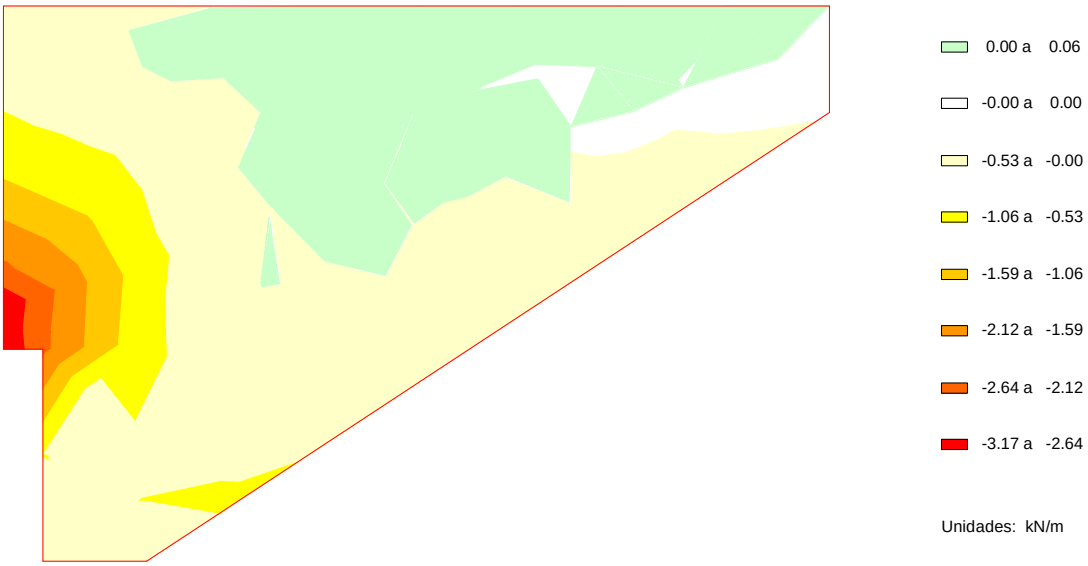
Cortante eje horizontal. Valor máximo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Cortante eje vertical. Valor mínimo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

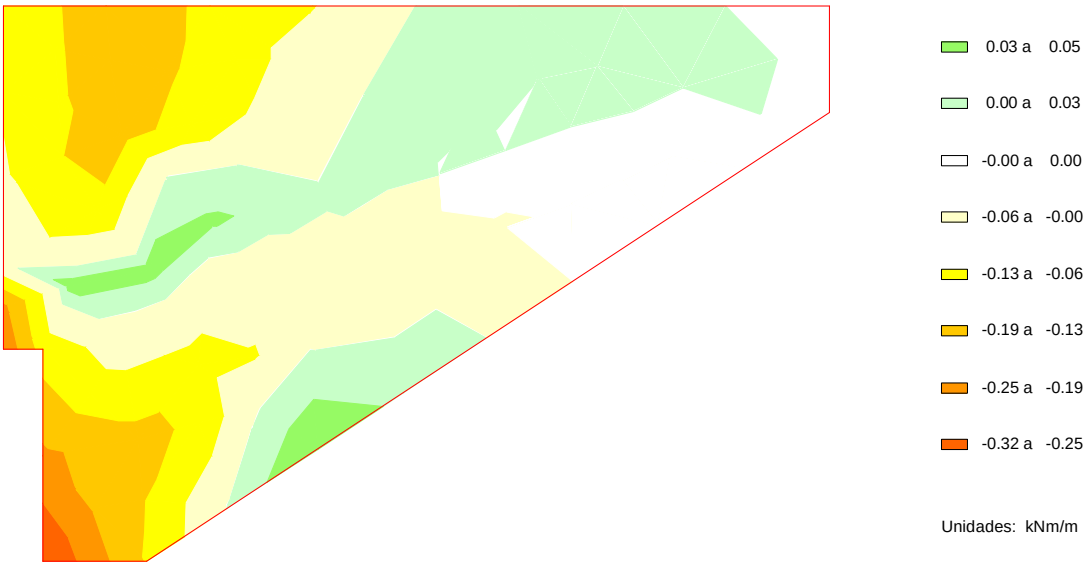
Viento. Con sobrecarga de uso

Cortante eje vertical. Valor máximo

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor mínimo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

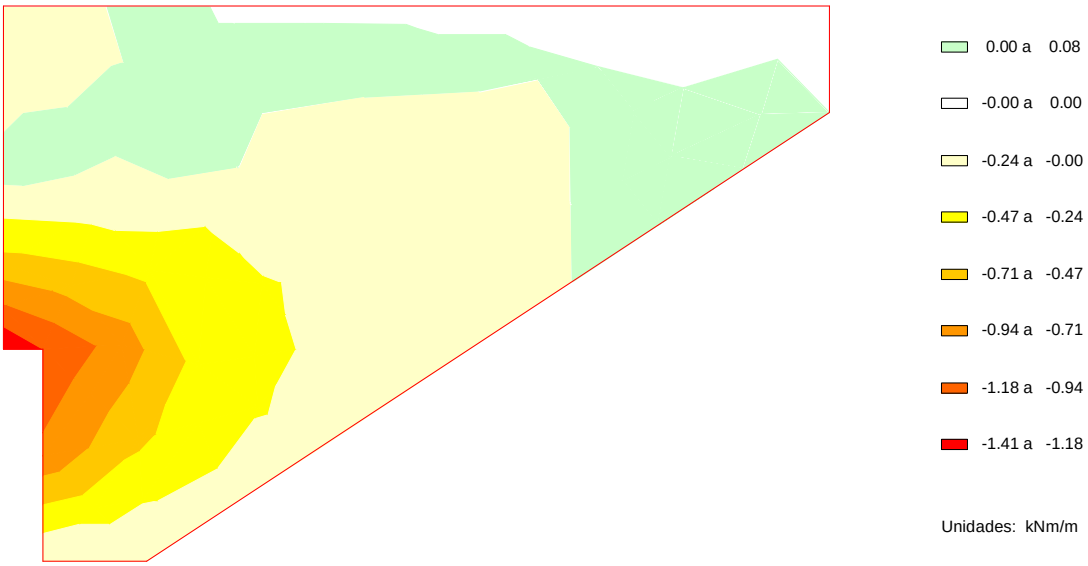
Viento. Con sobrecarga de uso

Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor máximo

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

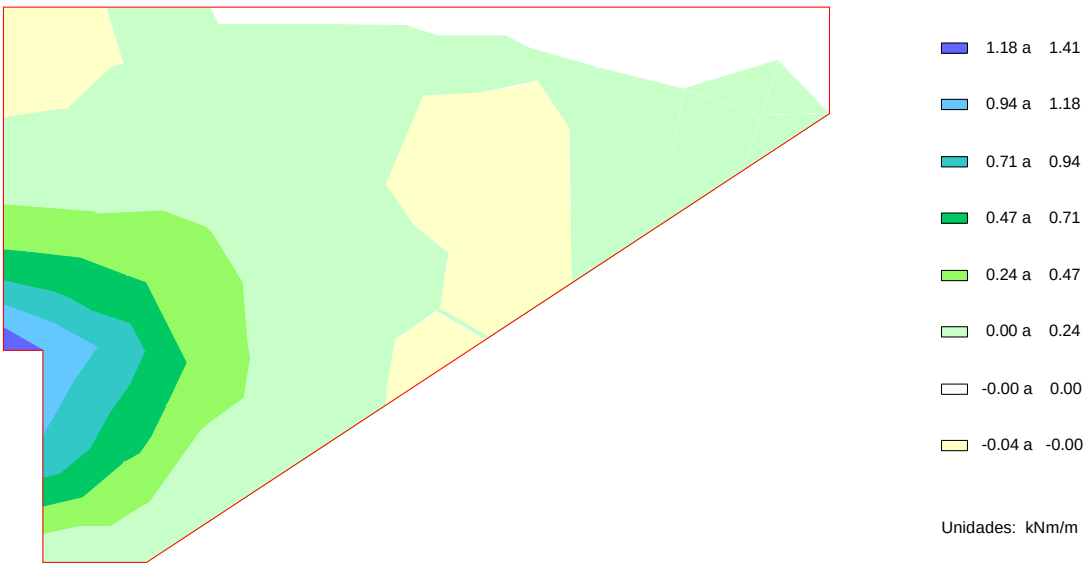
Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor mínimo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor máximo



5 ESTADO LÍMITE DE HUNDIMIENTO

5.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Pilote más cargado : 1.

Coordenadas pilote más cargado :

X	:	1.562 m
Y	:	-0.800 m

Carga máxima	:	624.60	kN
Carga de hundimiento por fuste	:	1679.65	kN
Carga de hundimiento por punta	:	936.29	kN
Carga de hundimiento	:	2615.95	kN
Factor de seguridad admisible	:	3.000	
Carga admisible, Q_{adm}	:	871.98	kN
Factor de seguridad , FS	:	4.188	

FS = 4.188 >= FS_{adm} = 3.000 -> Cumple

5.2 Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio

Pilote más cargado : 9.

Coordenadas pilote más cargado :

X	:	14.837 m
Y	:	-0.800 m

Carga máxima	:	827.23	kN
Carga de hundimiento por fuste	:	1679.65	kN
Carga de hundimiento por punta	:	936.29	kN
Carga de hundimiento	:	2615.95	kN
Factor de seguridad admisible	:	2.600	
Carga admisible, Q_{adm}	:	1006.13	kN
Factor de seguridad , FS	:	3.162	

FS = 3.162 >= FS_{adm} = 2.600 -> Cumple

5.3 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Verifica la comprobación.

Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio. Verifica la comprobación.

6 ESTADO LíMITE DE ASIENTOS

6.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Asiento máximo	:	11.6	mm
Asiento admisible	:	25.0	mm

6.2 Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio

Asiento máximo	:	15.4	mm
Asiento admisible	:	25.0	mm

6.3 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Verifica la comprobación.

Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio. Verifica la comprobación.

7 ESTADO LÍMITE DE ARRANQUE DE LOS PILOTES

7.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Pilote más traccionado : 9.

Coordenadas pilote más traccionado :

X	:	14.837	m
Y	:	-0.800	m

Carga mínima	:	521.18	kN
Carga de arranque	:	-1167.75	kN
Factor de seguridad admisible	:	3.000	
Carga admisible, Q_{adm}	:	-389.25	kN
Factor de seguridad , FS	:	100.000	

FS = 100.000 >= FS_{adm} = 3.000 -> Cumple

7.2 Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio

Pilote más traccionado : 9.

Coordenadas pilote más traccionado :

X	:	14.837	m
Y	:	-0.800	m

Carga mínima	:	506.13	kN
Carga de arranque	:	-1167.75	kN
Factor de seguridad admisible	:	2.600	
Carga admisible, Q_{adm}	:	-449.13	kN
Factor de seguridad , FS	:	100.000	

FS = 100.000 >= FS_{adm} = 2.600 -> Cumple

7.3 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Verifica la comprobación.

Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio. Verifica la comprobación.

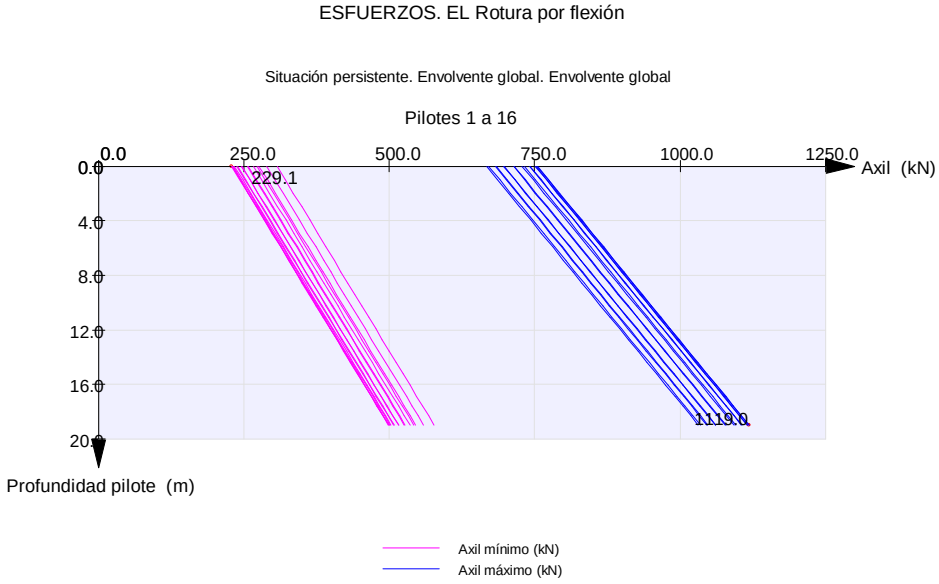
8 ESTADO LÍMITE DE FLEXIÓN

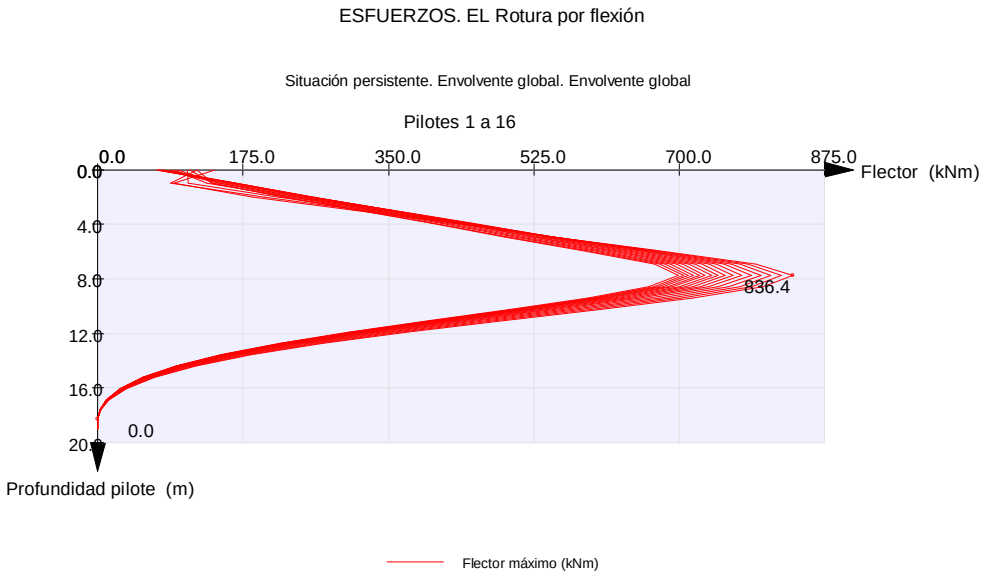
8.1 Pilotes

8.1.1 Esfuerzos de cálculo

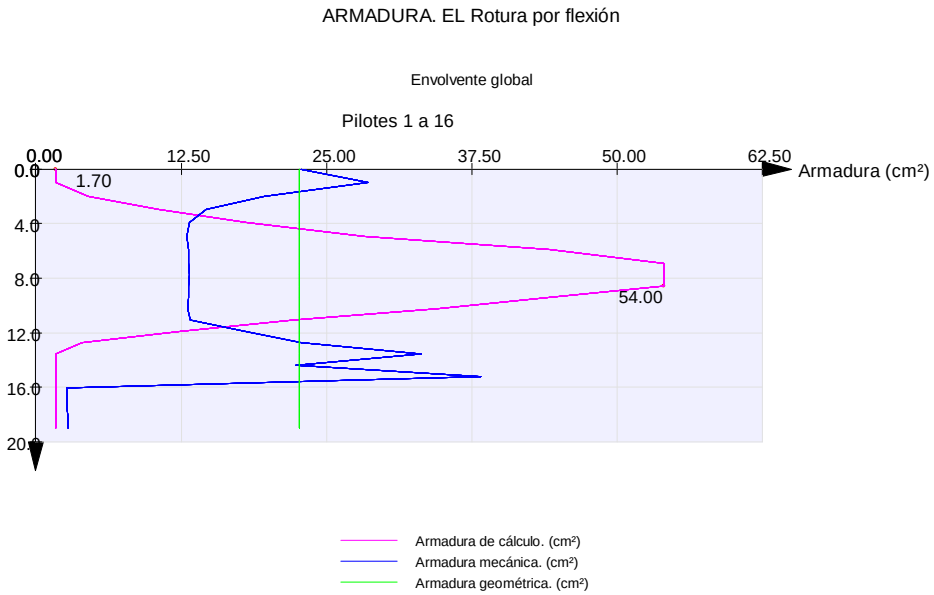
Criterio de signos:

Los axiles positivos comprimen al pilote.





8.1.2 Armaduras

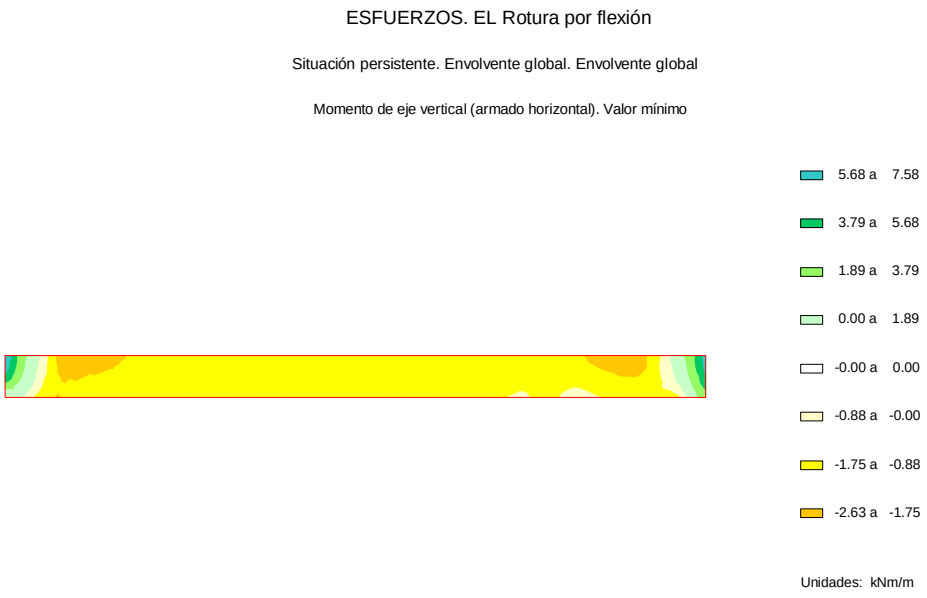


8.2 Espaldón

8.2.1 Esfuerzos de cálculo

Criterio de signos:

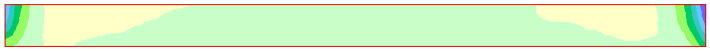
Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores positivos traccionan el trasdós del espaldón.



ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor máximo



20.38 a 24.46
16.31 a 20.38
12.23 a 16.31
8.15 a 12.23
4.08 a 8.15
0.00 a 4.08
-0.00 a 0.00
-1.23 a -0.00

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor mínimo

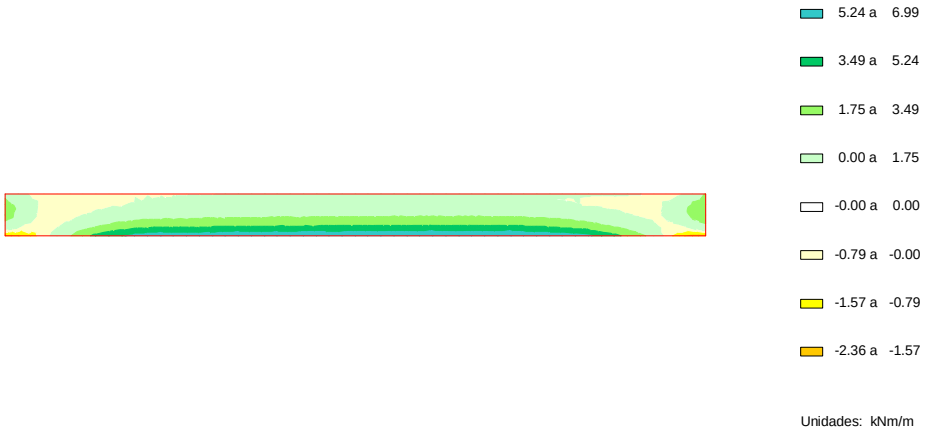
0.55 a 1.10
0.00 a 0.55
-0.00 a 0.00
-1.36 a -0.00
-2.72 a -1.36
-4.08 a -2.72
-5.43 a -4.08
-6.79 a -5.43

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor máximo



8.2.2 Armaduras

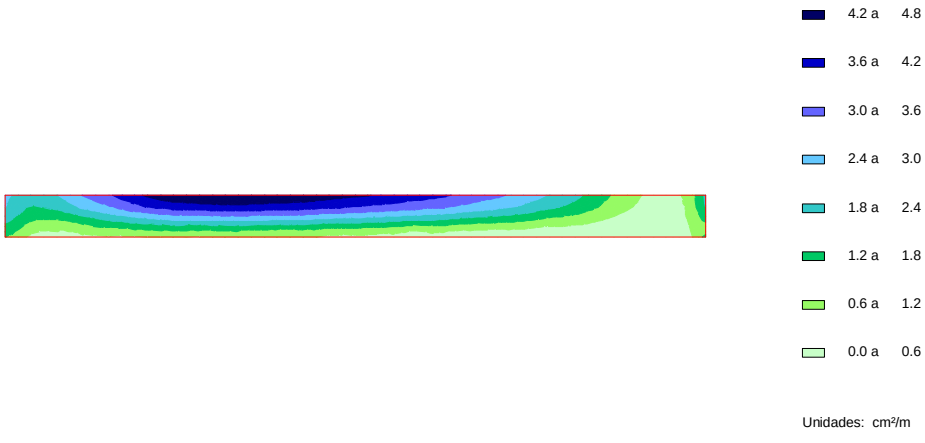
Cuantías de cálculo :

EL Rotura por flexión

Envolvente global

Espaldón. Armadura horizontal interior. cm²/m

Armaduras de cálculo

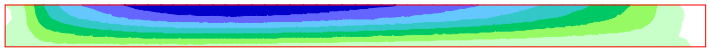


EL Rotura por flexión

Envolvente global

Espaldón. Armadura horizontal exterior. cm²/m

Armaduras de cálculo



4.3 a 5.0

3.6 a 4.3

2.9 a 3.6

2.2 a 2.9

1.4 a 2.2

0.7 a 1.4

0.0 a 0.7

-0.0 a 0.0

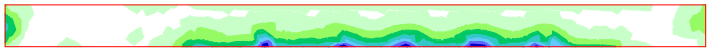
Unidades: cm²/m

EL Rotura por flexión

Envolvente global

Espaldón. Armadura vertical interior. cm²/m

Armaduras de cálculo



0.8 a 0.9

0.7 a 0.8

0.5 a 0.7

0.4 a 0.5

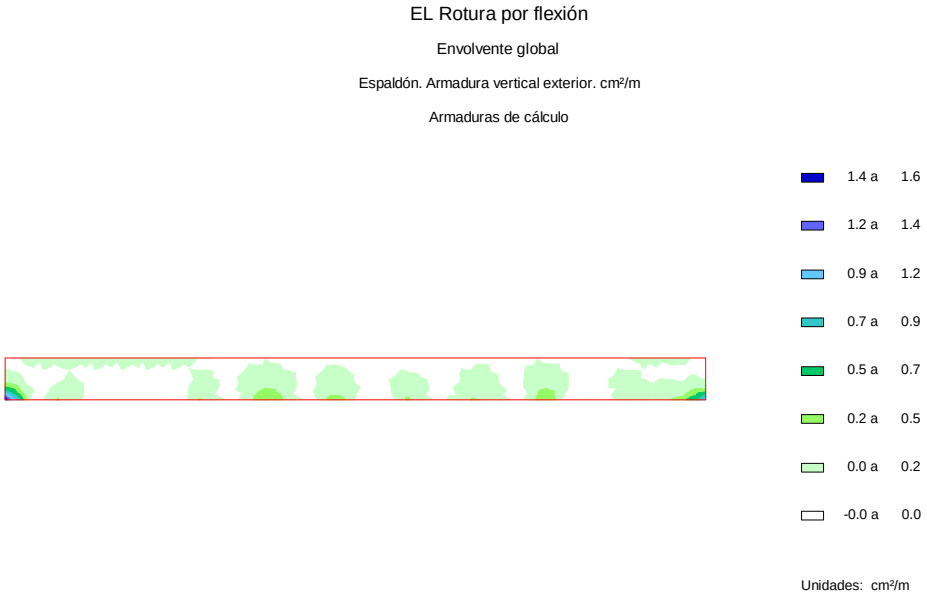
0.3 a 0.4

0.1 a 0.3

0.0 a 0.1

-0.0 a 0.0

Unidades: cm²/m



Cuantías máximas de cálculo :

Armadura horizontal en cara interior	:	4.8 cm^2/m
Armadura horizontal en cara exterior	:	5.0 cm^2/m
Armadura vertical en cara interior	:	0.9 cm^2/m
Armadura vertical en cara exterior	:	1.6 cm^2/m

Cuantías mecánicas :

Armadura horizontal en cara interior	:	5.4 cm^2/m
Armadura horizontal en cara exterior	:	5.3 cm^2/m
Armadura vertical en cara interior	:	5.8 cm^2/m
Armadura vertical en cara exterior	:	5.8 cm^2/m

Cuantías geométricas :

Armadura horizontal en cara interior	:	1.4 cm^2/m
Armadura horizontal en cara exterior	:	1.4 cm^2/m
Armadura vertical en cara interior	:	2.7 cm^2/m
Armadura vertical en cara exterior	:	2.7 cm^2/m

8.3 Cargadero

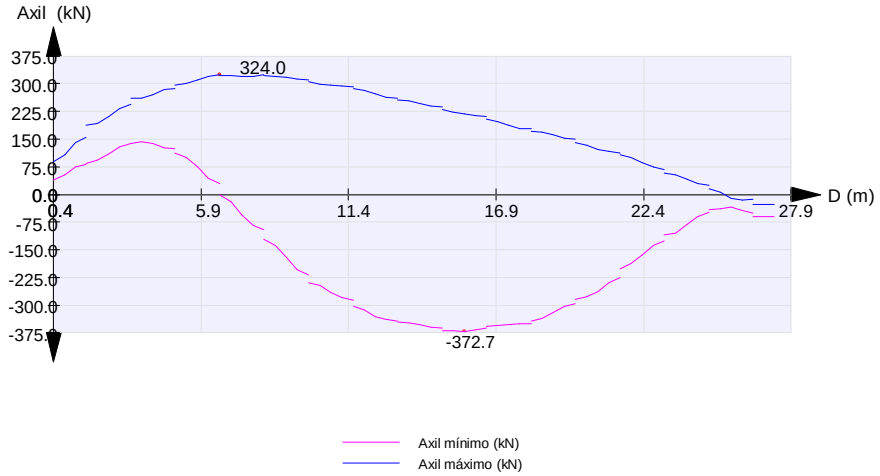
8.3.1 Esfuerzos de cálculo

Criterio de signos:

Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores de eje vertical positivos comprimen la cara posterior del cargadero.
Los flectores de eje horizontal positivos comprimen la cara superior del cargadero.

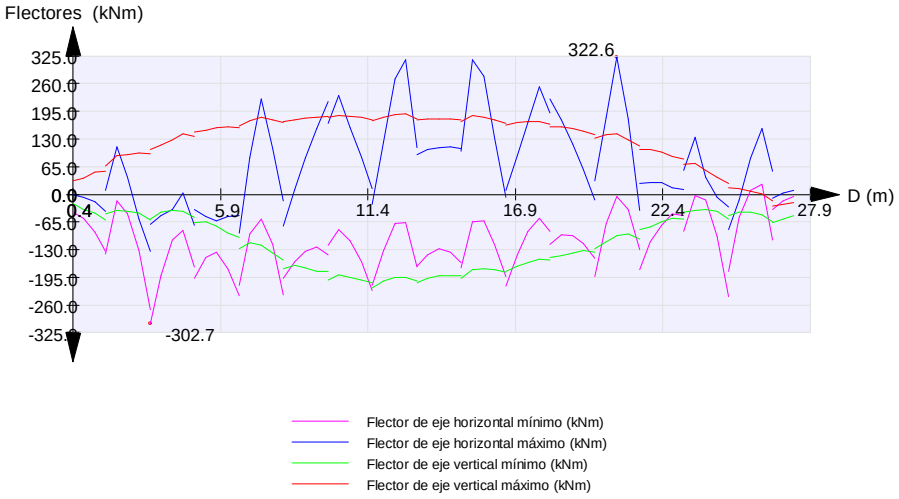
ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global



ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

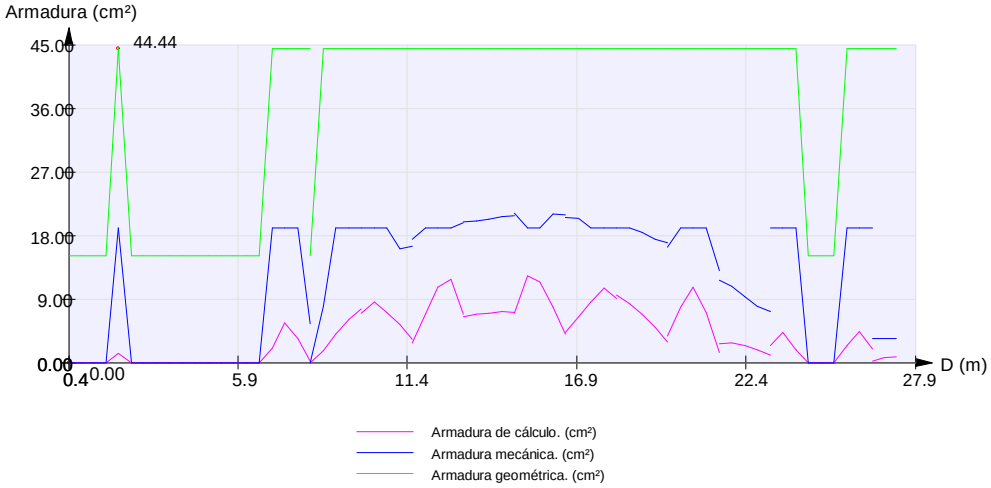


8.3.2 Armaduras

ARMADURA. EL Rotura por flexión

Envolvente global

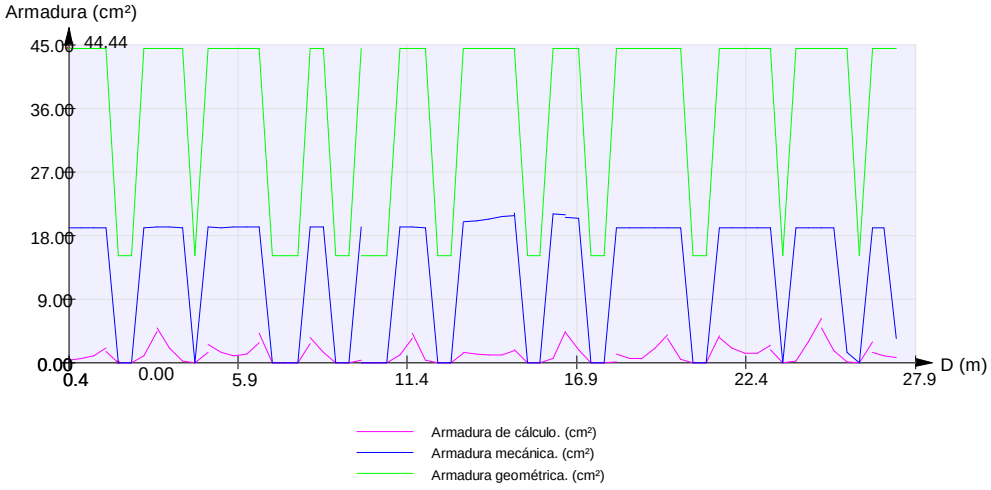
Armadura en la cara inferior

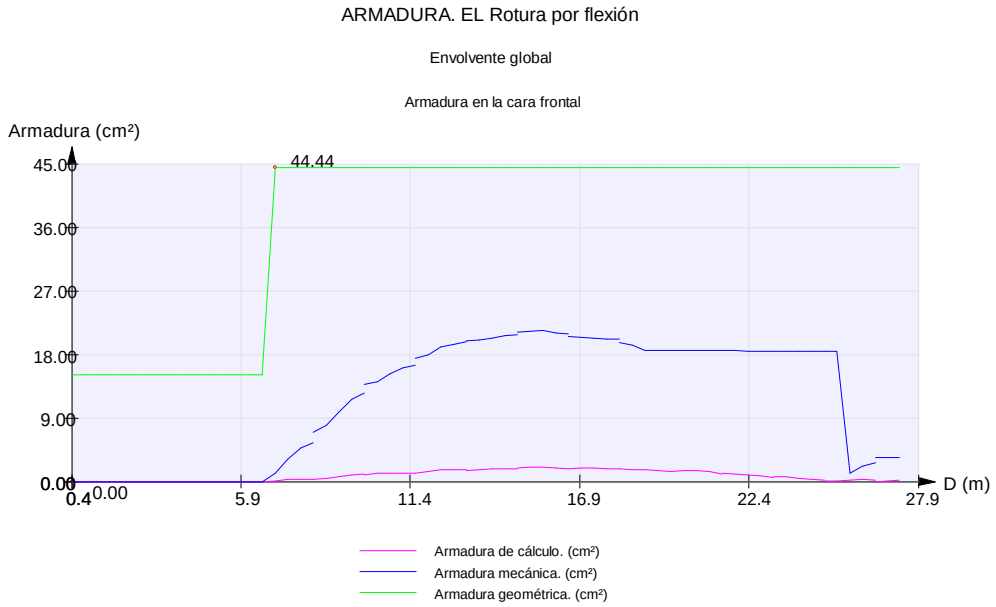


ARMADURA. EL Rotura por flexión

Envolvente global

Armadura en la cara superior





8.4 Aleta 1

8.4.1 Esfuerzos de cálculo

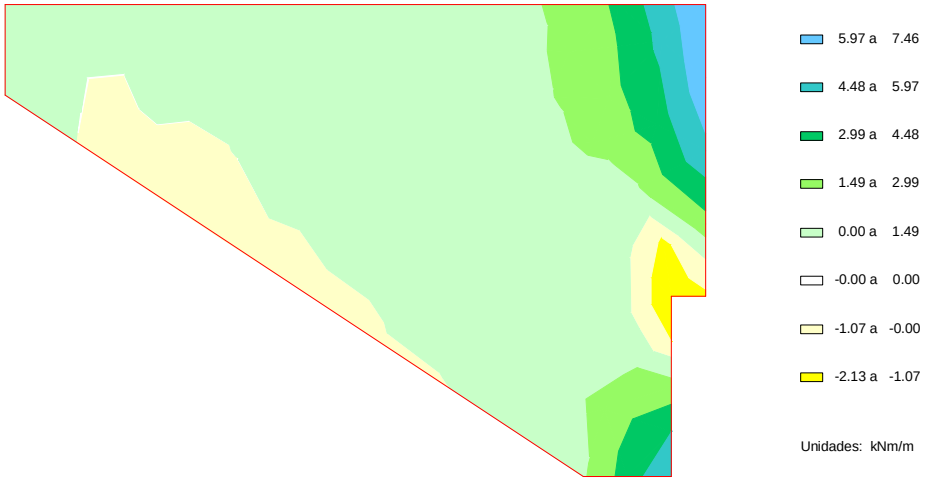
Criterio de signos:

Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores positivos traccionan la cara interior de la aleta.

ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

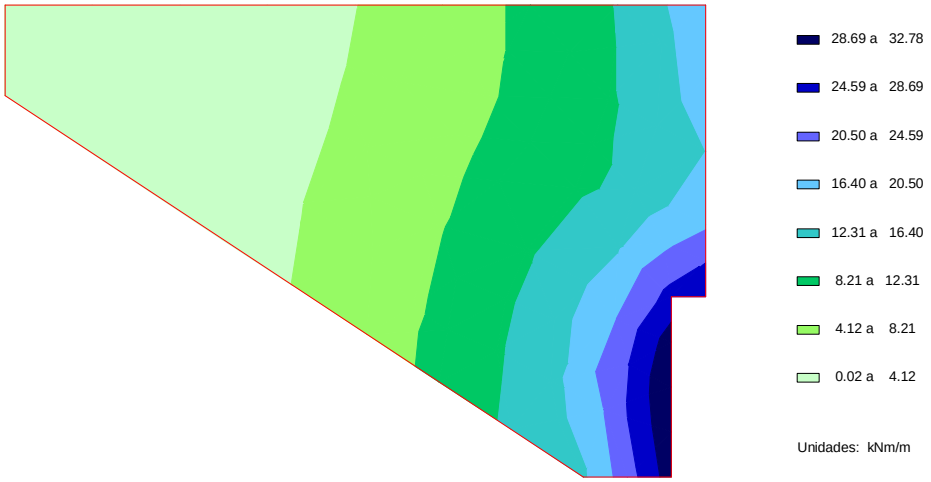
Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

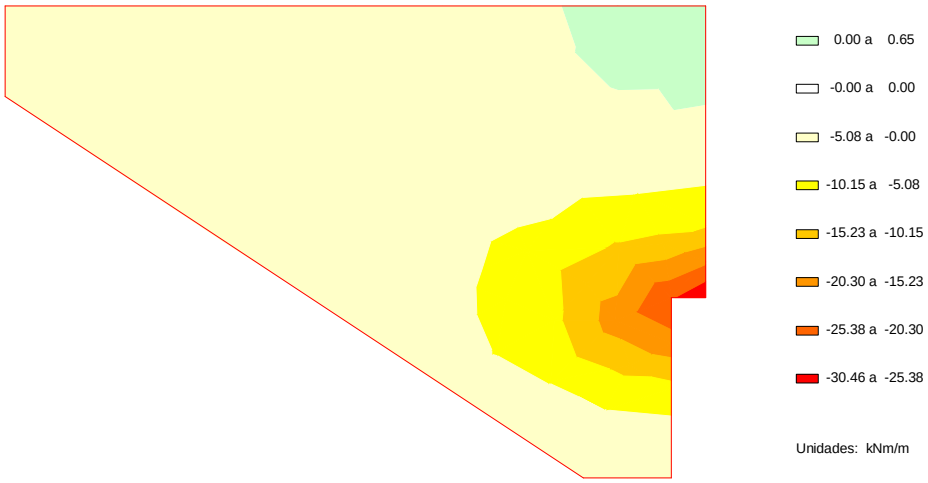
Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor máximo



ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

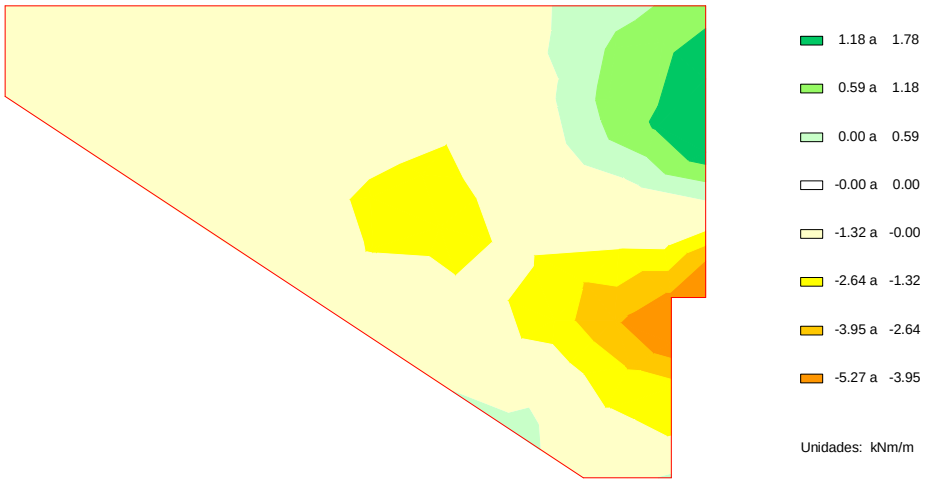
Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor máximo



8.4.2 Armaduras

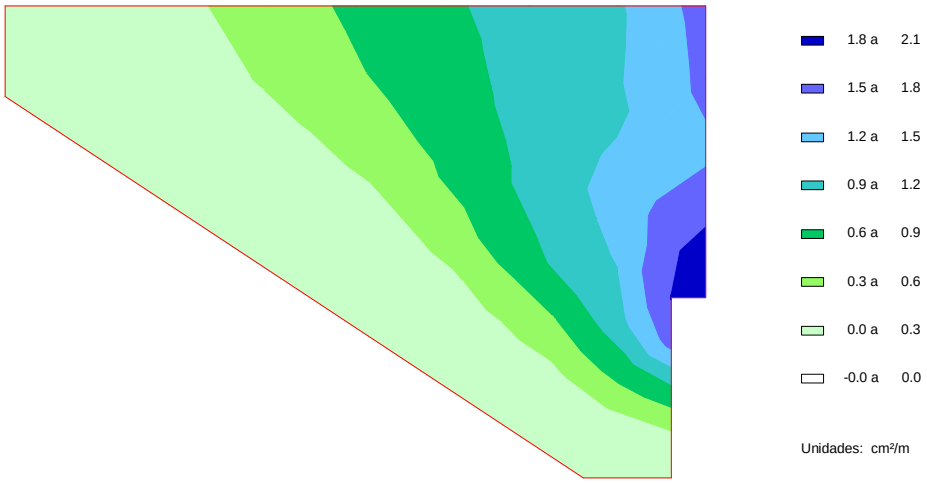
Cuantías de cálculo :

EL Rotura por flexión

Envolvente global

Aletas. Armadura horizontal interior. cm²/m

Armaduras de cálculo

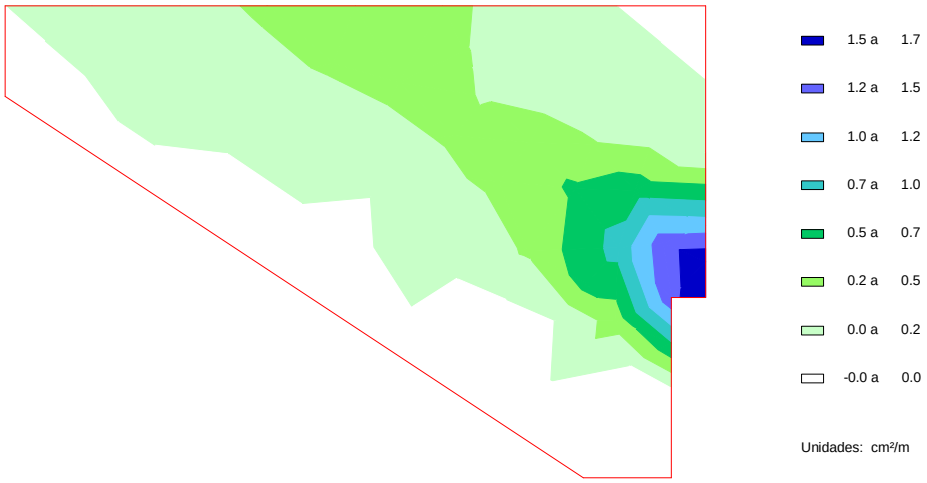


EL Rotura por flexión

Envolvente global

Aletas. Armadura horizontal exterior. cm²/m

Armaduras de cálculo

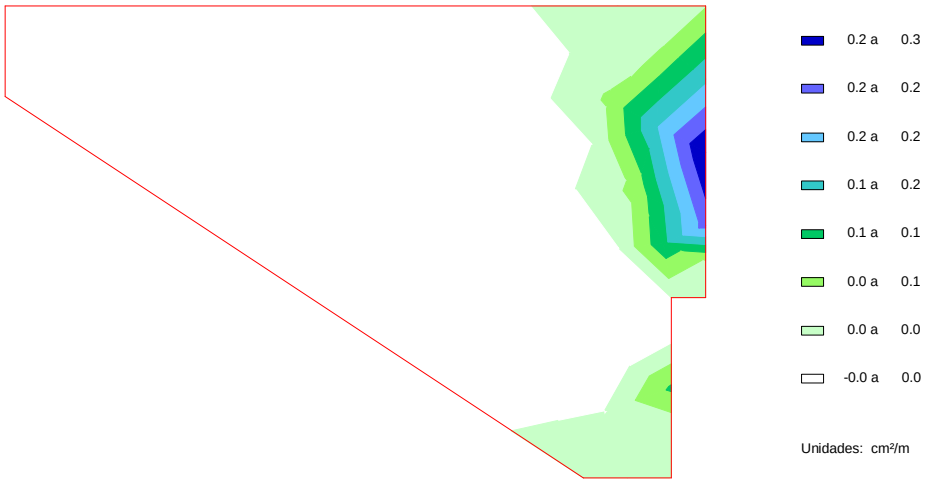


EL Rotura por flexión

Envolvente global

Aletas. Armadura vertical interior. cm²/m

Armaduras de cálculo

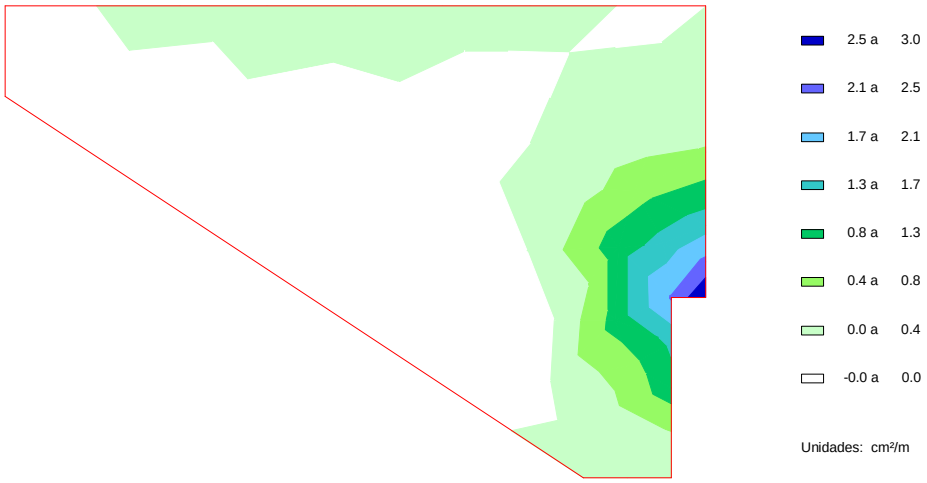


EL Rotura por flexión

Envolvente global

Aletas. Armadura vertical exterior. cm²/m

Armaduras de cálculo



Cuantías máximas de cálculo :

Voladizo aleta 1

Armadura horizontal en cara interior	:	2.1 cm^2/m
Armadura horizontal en cara exterior	:	1.7 cm^2/m
Armadura vertical en cara interior	:	0.3 cm^2/m
Armadura vertical en cara exterior	:	3.0 cm^2/m

Cuantías mecánicas :

Voladizo aleta 1

Armadura horizontal en cara interior	:	6.9 cm^2/m
Armadura horizontal en cara exterior	:	0.0 cm^2/m
Armadura vertical en cara interior	:	7.2 cm^2/m
Armadura vertical en cara exterior	:	7.2 cm^2/m

Cuantías geométricas :

Voladizo aleta 1

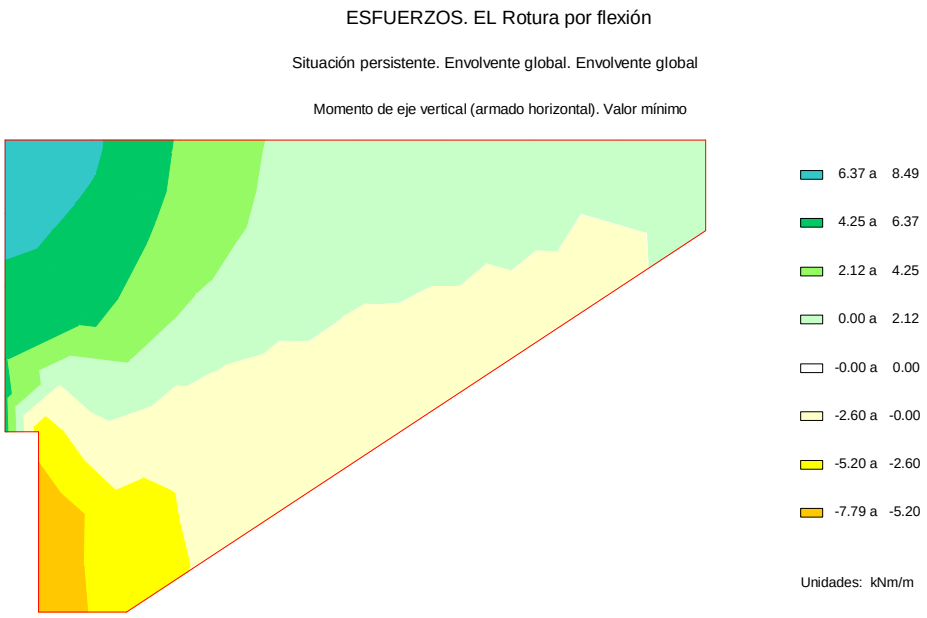
Armadura horizontal en cara interior	:	2.5 cm^2/m
Armadura horizontal en cara exterior	:	2.5 cm^2/m
Armadura vertical en cara interior	:	4.5 cm^2/m
Armadura vertical en cara exterior	:	4.5 cm^2/m

8.5 Aleta2

8.5.1 Esfuerzos de cálculo

Criterio de signos:

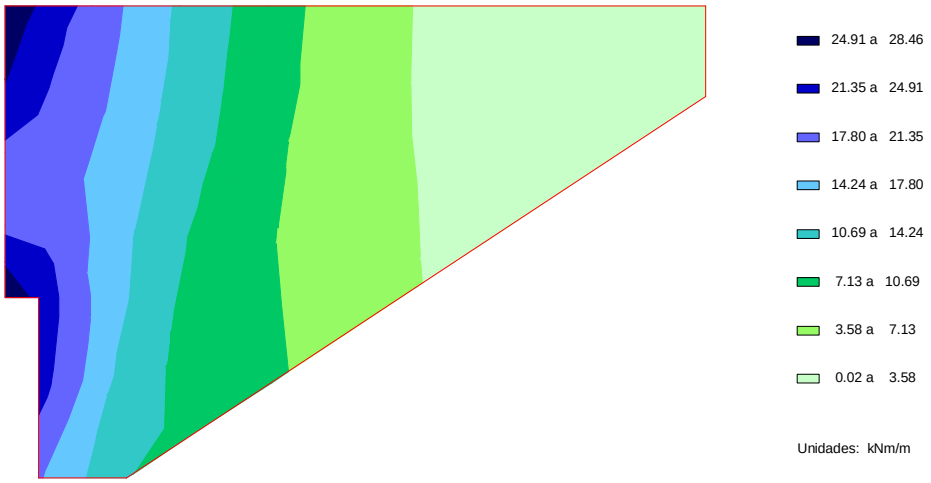
Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores positivos traccionan la cara interior de la aleta.



ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

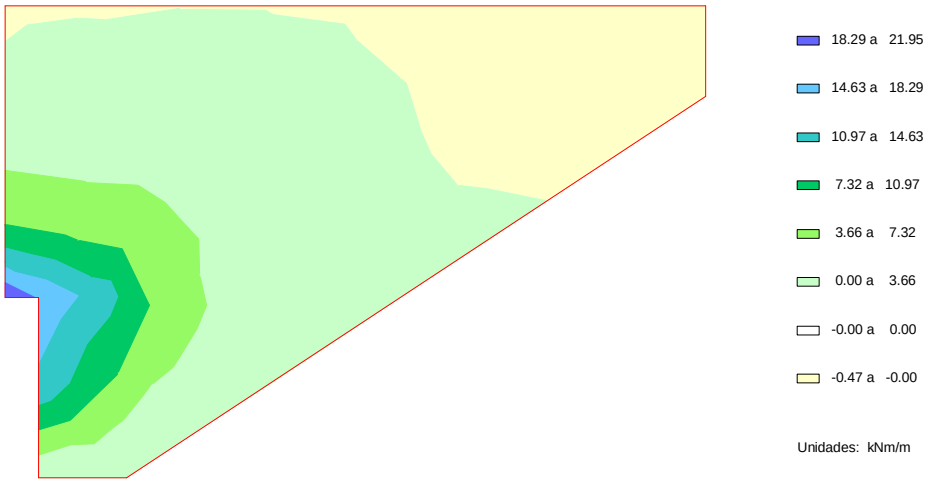
Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor máximo



ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

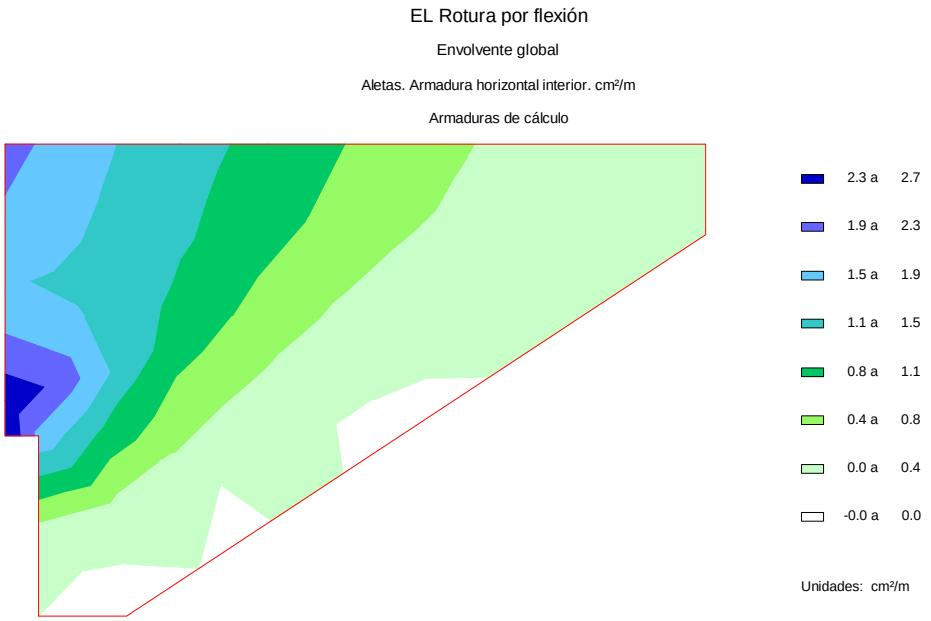
Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor mínimo



8.5.2 Armaduras

Cuantías de cálculo :



EL Rotura por flexión

Envolvente global

Aletas. Armadura horizontal exterior. cm²/m

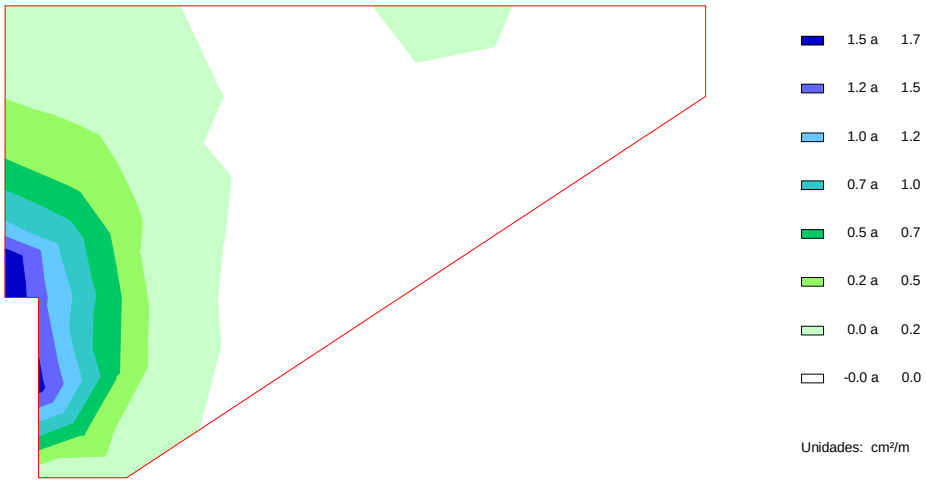
Armaduras de cálculo

EL Rotura por flexión

Envolvente global

Aletas. Armadura vertical interior. cm²/m

Armaduras de cálculo



Cuantías máximas de cálculo :

Voladizo aleta 2

Armadura horizontal en cara interior	:	2.7 cm^2/m
Armadura horizontal en cara exterior	:	1.4 cm^2/m
Armadura vertical en cara interior	:	1.7 cm^2/m
Armadura vertical en cara exterior	:	0.1 cm^2/m

Cuantías mecánicas :

Voladizo aleta 2

Armadura horizontal en cara interior	:	6.9 cm^2/m
Armadura horizontal en cara exterior	:	0.0 cm^2/m
Armadura vertical en cara interior	:	7.2 cm^2/m
Armadura vertical en cara exterior	:	7.2 cm^2/m

Cuantías geométricas :

Voladizo aleta 2

Armadura horizontal en cara interior	:	2.5 cm^2/m
Armadura horizontal en cara exterior	:	2.5 cm^2/m
Armadura vertical en cara interior	:	4.5 cm^2/m
Armadura vertical en cara exterior	:	4.5 cm^2/m

8.6 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Aleta 1. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Aleta 2. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Cargadero. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Pilotes. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Espaldón. Verifica la comprobación.

Pilotes :

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Pilotes. Verifica la comprobación.

Espaldón

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Espaldón. Verifica la comprobación.

Cargadero

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Cargadero. Verifica la comprobación.

Aleta 1 :

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Aleta 1. Verifica la comprobación.

Aleta 2 :

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Aleta 2. Verifica la comprobación.

9 ESTADO LíMITE DE TORSIóN

9.1 Cargadero

9.1.1 Esfuerzos de cálculo

D : Distancia al inicio del cargadero (m)

Criterio de signos:

Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores de eje vertical positivos comprimen la cara posterior del cargadero.
Los flectores de eje horizontal positivos comprimen la cara superior del cargadero.

9.1.2 Dimensionamiento de armaduras

9.2 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Cargadero. Verifica la comprobación.

Muro frontal :

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Cargadero. Verifica la comprobación.

10 ESTADO LíMITE DE FISURACIóN

10.1 Pilotes

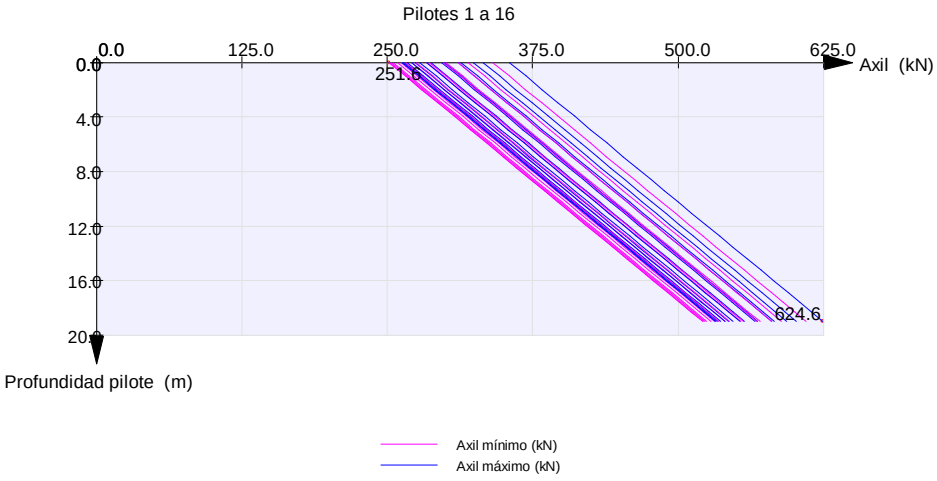
10.1.1 Esfuerzos de cálculo

Criterio de signos:

Los axiles positivos comprimen al pilote.

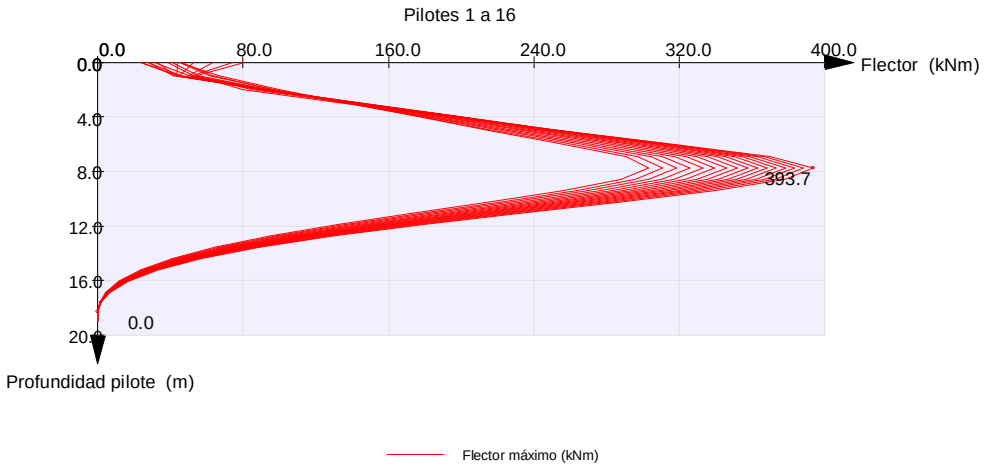
ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio



ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio



10.1.2 Cálculo de E.L. de fisuración

Pilotes. Armadura longitudinal principal

Recubrimiento geométrico: 0.070 m

Capa	Recubrimiento mecánico (m)
1	0.100

Zona A

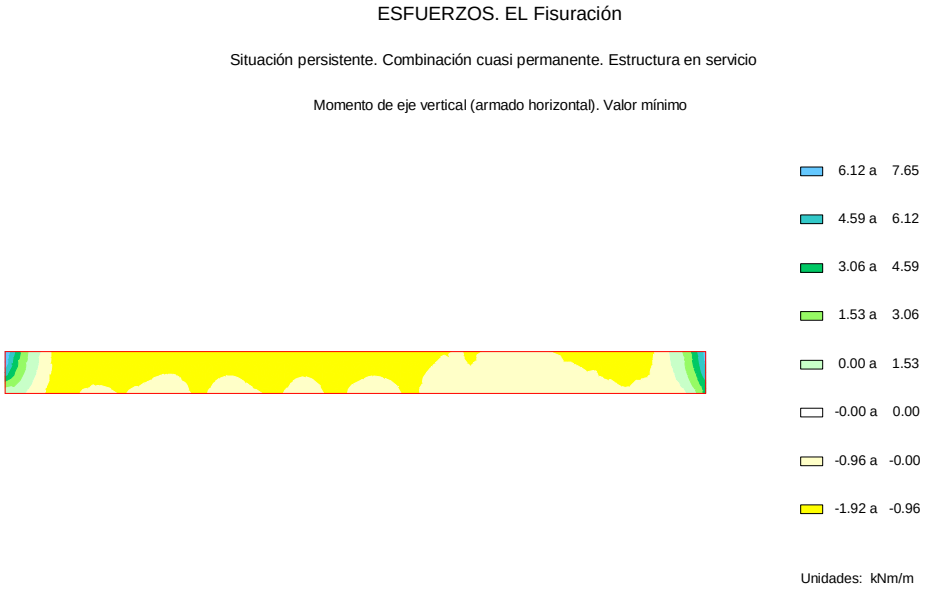
Hipótesis	Axil (kN)	Flector (kNm)	Arm. dispuesta	Abertura de fisura (mm)	Abertura admisible (mm)	Cumple
1	251.6	10.1	17 Ø25 a 0.125 m	0.00	0.30	Sí
2	624.6	0.0	17 Ø25 a 0.125 m	0.00	0.30	Sí
3	450.5	393.7	17 Ø25 a 0.125 m	0.29	0.30	Sí

10.2 Espaldón

10.2.1 Esfuerzos de cálculo

Criterio de signos:

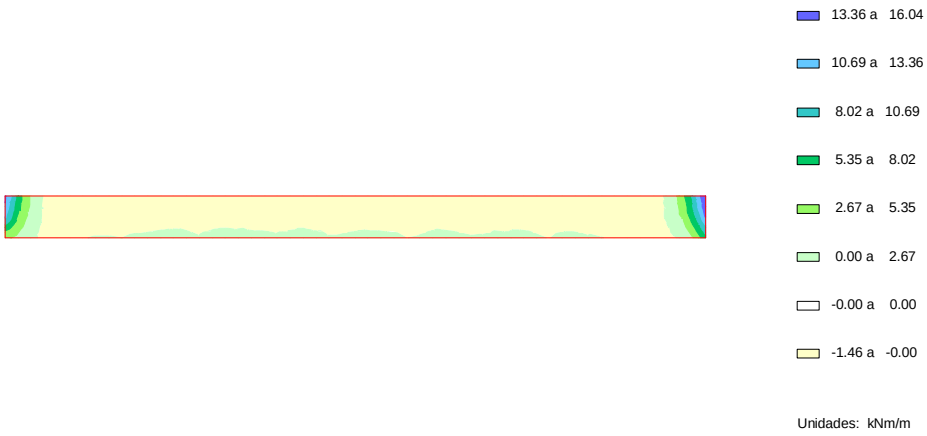
Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores positivos traccionan el trasdós del espaldón.



ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

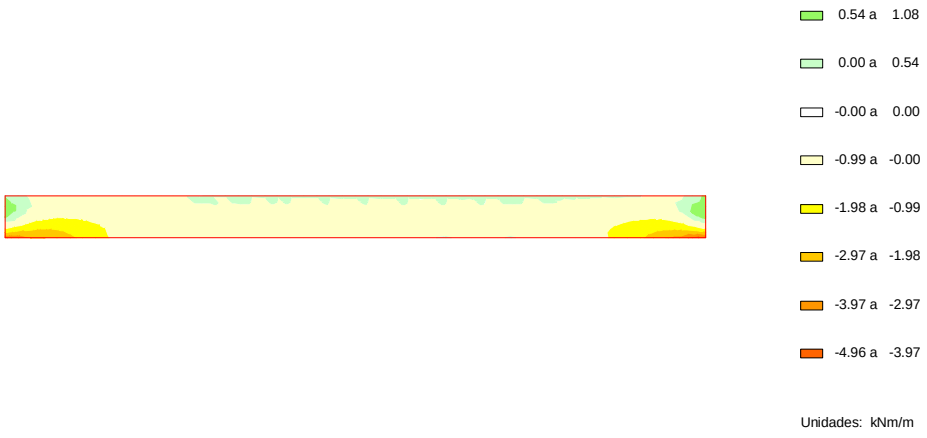
Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor máximo



ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

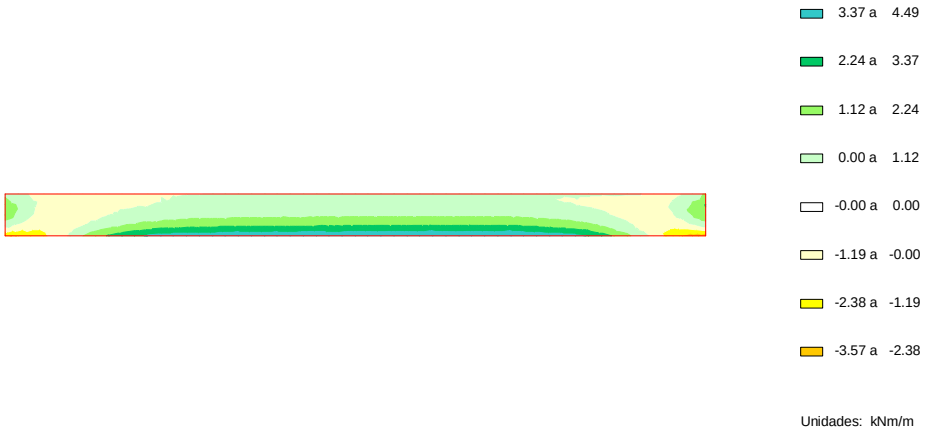
Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor máximo



10.2.2 Cálculo de E.L. de fisuración

Espaldón. Armadura vertical. Cara trasera

Recubrimiento mecánico:	0.075	m
Recubrimiento geométrico:	0.065	m

Hipótesis	Ancho	Canto	As. flexión Vertical interior	As. flexión Vertical exterior	Arm. dispuesta	N_k	M_k	w_k	w_{ac}
	(m)	(m)	(cm^2)	(cm^2)		(kN)	(kNm)	(mm)	(mm)
1	1.000	0.300	5.80	5.79	6 Ø12 a 0.175 m	-43.7	-4.2	0.01	0.3
2	1.000	0.300	5.80	5.79	6 Ø12 a 0.175 m	28.9	1.8	0.00	0.3
3	1.000	0.300	5.80	5.79	6 Ø12 a 0.175 m	18.1	4.5	0.01	0.3
4	1.000	0.300	5.80	5.79	6 Ø12 a 0.175 m	18.4	4.5	0.01	0.3

w_k: abertura de fisura en la fibra de la vertical interior

El momento positivo comprime la fibra de la vertical exterior

Sí cumple.

Espaldón. Armadura horizontal. Cara trasera

Recubrimiento mecánico:	0.055	m
Recubrimiento geométrico:	0.045	m

Hipótesis	Ancho	Canto	As. flexión Horizontal interior	As. flexión Horizontal exterior	Arm. dispuesta	N_k	M_k	w_k
	(m)	(m)	(cm^2)	(cm^2)		(kN)	(kNm)	(mm)
1	1.000	0.300	5.36	5.31	5 Ø12 a 0.200 m	-299.2	-0.8	0.23
2	1.000	0.300	5.36	5.31	5 Ø12 a 0.200 m	47.8	3.5	0.00
3	1.000	0.300	5.36	5.31	5 Ø12 a 0.200 m	27.0	16.1	0.06
4	1.000	0.300	5.36	5.31	5 Ø12 a 0.200 m	27.1	16.0	0.06

w_k: abertura de fisura en la fibra de la horizontal interior

El momento positivo comprime la fibra de la horizontal exterior

Sí cumple.

Espaldón. Armadura vertical. Cara frontal

Recubrimiento mecánico:	0.075	m
Recubrimiento geométrico:	0.065	m

Hipótesis	Ancho (m)	Canto (m)	As. flexión Vertical interior (cm^2)	As. flexión Vertical exterior (cm^2)	Arm. dispuesta	N_k (kN)	M_k (kNm)	w_k (mm)	w_{ac} (mm)
1	1.000	0.300	5.80	5.79	6 Ø12 a 0.175 m	-43.7	-4.2	0.05	0.3
2	1.000	0.300	5.80	5.79	6 Ø12 a 0.175 m	28.9	1.8	0.00	0.3
3	1.000	0.300	5.80	5.79	6 Ø12 a 0.175 m	-11.1	-5.0	0.04	0.3
4	1.000	0.300	5.80	5.79	6 Ø12 a 0.175 m	-10.7	-5.0	0.04	0.3

w_k: abertura de fisura en la fibra de la vertical exterior

El momento positivo comprime la fibra de la vertical exterior

Sí cumple.

Espaldón. Armadura horizontal. Cara frontal

Recubrimiento mecánico:	0.055	m
Recubrimiento geométrico:	0.045	m

Hipótesis	Ancho (m)	Canto (m)	As. flexión Horizontal interior (cm^2)	As. flexión Horizontal exterior (cm^2)	Arm. dispuesta	N_k (kN)	M_k (kNm)	w_k (mm)
1	1.000	0.300	5.36	5.31	5 Ø12 a 0.200 m	-299.2	-0.8	0.23
2	1.000	0.300	5.36	5.31	5 Ø12 a 0.200 m	47.8	3.5	0.00
3	1.000	0.300	5.36	5.31	5 Ø12 a 0.200 m	-193.1	-1.9	0.15
4	1.000	0.300	5.36	5.31	5 Ø12 a 0.200 m	-192.4	-1.9	0.15

w_k: abertura de fisura en la fibra de la horizontal exterior

El momento positivo comprime la fibra de la horizontal exterior

Sí cumple.

10.3 Cargadero

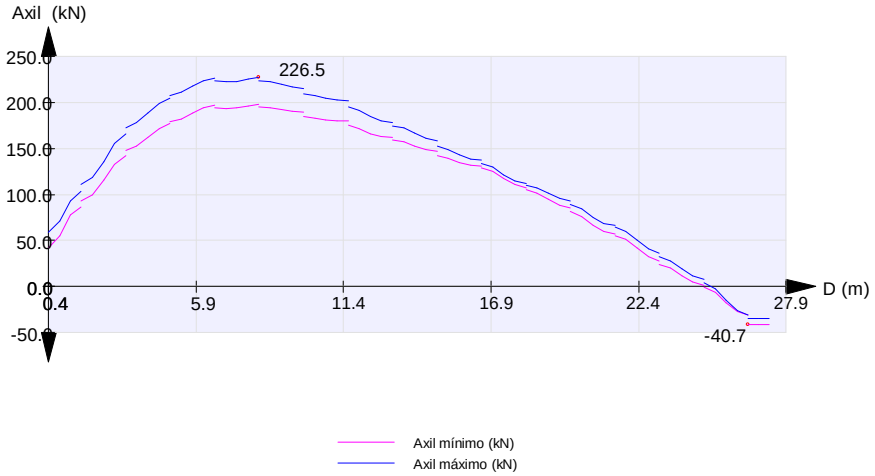
10.3.1 Esfuerzos de cálculo

Criterio de signos:

Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores de eje vertical positivos comprimen la cara posterior del cargadero.
Los flectores de eje horizontal positivos comprimen la cara superior del cargadero.

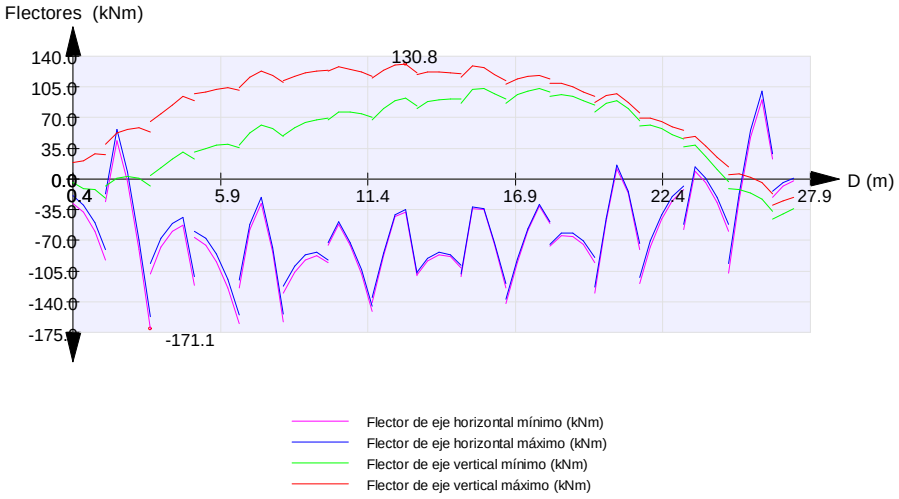
ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio



ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio



10.3.2 Cálculo de E.L. de fisuración

Armadura del despiece

Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara inferior : 10 Ø25
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara superior : 10 Ø25
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara interior : Ø25 a 0.100
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara exterior : Ø25 a 0.100

10.3.2.1 Resultados del cálculo por secciones

Hip.	Id.	N	$M_{y'}$	$M_{z'}$	w_k	w_k admisible

		(kN)	(kNm)	(kNm)	(mm)	(mm)	
1	Sec. 1	0.0	0.0	18.2	1000000.00	0.30	No cumple
2	Sec. 2	0.0	-38.1	20.5	1000000.00	0.30	No cumple
3	Sec. 3	0.0	-59.5	28.6	1000000.00	0.30	No cumple
4	Sec. 4	0.0	0.0	39.8	1000000.00	0.30	No cumple
5	Sec. 5	0.0	48.2	51.9	1000000.00	0.30	No cumple
6	Sec. 6	0.0	0.0	56.3	1000000.00	0.30	No cumple
7	Sec. 7	0.0	-80.4	58.3	1000000.00	0.30	No cumple
8	Sec. 8	0.0	-107.9	65.0	1000000.00	0.30	No cumple
9	Sec. 9	0.0	-77.9	73.9	1000000.00	0.30	No cumple
10	Sec. 10	163.1	-59.2	84.5	1000000.00	0.30	No cumple
11	Sec. 11	173.2	-51.4	93.8	1000000.00	0.30	No cumple
12	Sec. 12	180.5	-67.0	96.8	1000000.00	0.30	No cumple
13	Sec. 13	183.9	-75.5	99.1	1000000.00	0.30	No cumple
14	Sec. 14	190.7	-94.4	102.2	1000000.00	0.30	No cumple
15	Sec. 15	196.9	-123.7	103.5	1000000.00	0.30	No cumple
16	Sec. 16	196.1	-123.6	103.9	1000000.00	0.30	No cumple
17	Sec. 17	195.7	-57.2	115.8	1000000.00	0.30	No cumple
18	Sec. 18	196.2	0.0	123.0	1000000.00	0.30	No cumple
19	Sec. 19	199.0	-83.7	118.0	1000000.00	0.30	No cumple
20	Sec. 20	198.3	-130.1	111.4	1000000.00	0.30	No cumple
21	Sec. 21	197.3	-105.9	117.0	1000000.00	0.30	No cumple
22	Sec. 22	195.2	-92.2	120.4	1000000.00	0.30	No cumple
23	Sec. 23	193.3	-87.6	122.5	1000000.00	0.30	No cumple
24	Sec. 24	187.4	-75.6	122.4	1000000.00	0.30	No cumple
25	Sec. 25	186.0	-51.3	127.7	1000000.00	0.30	No cumple
26	Sec. 26	184.1	-75.9	124.8	1000000.00	0.30	No cumple
27	Sec. 27	183.2	-108.3	121.3	1000000.00	0.30	No cumple
28	Sec. 28	178.0	-141.2	114.4	1000000.00	0.30	No cumple
29	Sec. 29	174.8	-87.3	123.5	1000000.00	0.30	No cumple
30	Sec. 30	169.1	-42.4	129.7	1000000.00	0.30	No cumple
31	Sec. 31	165.7	-36.2	130.8	1000000.00	0.30	No cumple
32	Sec. 32	162.4	-109.6	118.7	1000000.00	0.30	No cumple
33	Sec. 33	160.3	-93.4	121.9	1000000.00	0.30	No cumple
34	Sec. 34	0.0	-86.6	122.2	1000000.00	0.30	No cumple
35	Sec. 35	0.0	-88.8	121.2	1000000.00	0.30	No cumple
36	Sec. 36	0.0	-110.9	115.9	1000000.00	0.30	No cumple
37	Sec. 37	0.0	-32.1	128.2	1000000.00	0.30	No cumple
38	Sec. 38	0.0	-33.9	126.2	1000000.00	0.30	No cumple
39	Sec. 39	0.0	-74.1	119.2	1000000.00	0.30	No cumple
40	Sec. 40	0.0	-141.3	108.1	1000000.00	0.30	No cumple
41	Sec. 41	0.0	-94.4	114.1	1000000.00	0.30	No cumple
42	Sec. 42	0.0	-57.8	116.3	1000000.00	0.30	No cumple
43	Sec. 43	0.0	-29.1	117.8	1000000.00	0.30	No cumple
44	Sec. 44	0.0	-75.4	109.1	1000000.00	0.30	No cumple
45	Sec. 45	0.0	-63.3	108.7	1000000.00	0.30	No cumple
46	Sec. 46	0.0	-63.7	104.4	1000000.00	0.30	No cumple
47	Sec. 47	0.0	-73.2	98.9	1000000.00	0.30	No cumple
48	Sec. 48	0.0	-127.8	86.9	1000000.00	0.30	No cumple
49	Sec. 49	0.0	-45.7	94.9	1000000.00	0.30	No cumple
50	Sec. 50	0.0	0.0	97.1	1000000.00	0.30	No cumple
51	Sec. 51	0.0	0.0	87.3	1000000.00	0.30	No cumple
52	Sec. 52	0.0	-116.3	68.8	1000000.00	0.30	No cumple
53	Sec. 53	0.0	-74.2	69.2	1000000.00	0.30	No cumple
54	Sec. 54	0.0	-43.2	64.9	1000000.00	0.30	No cumple
55	Sec. 55	0.0	0.0	59.2	1000000.00	0.30	No cumple
56	Sec. 56	0.0	-53.2	46.8	1000000.00	0.30	No cumple
57	Sec. 57	0.0	0.0	48.8	1000000.00	0.30	No cumple
58	Sec. 58	0.0	0.0	37.1	1000000.00	0.30	No cumple
59	Sec. 59	0.0	0.0	24.6	1000000.00	0.30	No cumple
60	Sec. 60	0.0	-107.3	0.0	1000000.00	0.30	No cumple
61	Sec. 61	0.0	55.1	0.0	1000000.00	0.30	No cumple
62	Sec. 62	0.0	99.5	0.0	1000000.00	0.30	No cumple
63	Sec. 63	0.0	0.0	-45.7	1000000.00	0.30	No cumple
64	Sec. 64	0.0	0.0	-39.6	1000000.00	0.30	No cumple
65	Sec. 65	0.0	0.0	-33.5	1000000.00	0.30	No cumple

Hip.	Id.	Armadura resultante
1	Sec. 1	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
2	Sec. 2	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
3	Sec. 3	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
4	Sec. 4	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
5	Sec. 5	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
6	Sec. 6	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
7	Sec. 7	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
8	Sec. 8	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
9	Sec. 9	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
10	Sec. 10	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
11	Sec. 11	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
12	Sec. 12	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
13	Sec. 13	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
14	Sec. 14	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
15	Sec. 15	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
16	Sec. 16	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
17	Sec. 17	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
18	Sec. 18	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
19	Sec. 19	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
20	Sec. 20	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
21	Sec. 21	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
22	Sec. 22	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
23	Sec. 23	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
24	Sec. 24	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
25	Sec. 25	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
26	Sec. 26	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
27	Sec. 27	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
28	Sec. 28	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
29	Sec. 29	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
30	Sec. 30	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
31	Sec. 31	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
32	Sec. 32	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
33	Sec. 33	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
34	Sec. 34	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
35	Sec. 35	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
36	Sec. 36	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
37	Sec. 37	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
38	Sec. 38	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
39	Sec. 39	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
40	Sec. 40	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
41	Sec. 41	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
42	Sec. 42	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
43	Sec. 43	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
44	Sec. 44	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
45	Sec. 45	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
46	Sec. 46	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
47	Sec. 47	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
48	Sec. 48	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
49	Sec. 49	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
50	Sec. 50	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
51	Sec. 51	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
52	Sec. 52	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
53	Sec. 53	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
54	Sec. 54	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
55	Sec. 55	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
56	Sec. 56	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
57	Sec. 57	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
58	Sec. 58	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
59	Sec. 59	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
60	Sec. 60	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
61	Sec. 61	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
62	Sec. 62	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
63	Sec. 63	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
64	Sec. 64	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
65	Sec. 65	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
66	Sec. 66	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25

10.3.2.2 Resultados del cálculo en la sección más desfavorable

Sección más desfavorable: Sec. 28

Condicionantes de las armaduras

Armadura	$As_{flexión}$ (cm^2)	$\phi_{mín.}$ (mm)	$\phi_{máx.}$ (mm)	Sep.mín. (mm)	Sep.máx. (mm)
1	62.72	25.0	25.0	175	175
2	62.72	25.0	25.0	175	175
3	44.44	25.0	25.0	100	100
4	44.44	25.0	25.0	100	100

Esfuerzos de cálculo :

Hipótesis	N (kN)	$M_{y'}$ (kNm)	$M_{z'}$ (kNm)
1	174.7	-136.7	112.6
2	195.1	-139.6	69.2
3	178.0	-141.2	114.4
4	191.8	-135.1	67.4

Armadura de la sección

Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara inferior :	10 Ø25
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara superior :	10 Ø25
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara interior :	9 Ø25
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara exterior :	8 Ø25

Resultados de la hipótesis pésima

La hipótesis pésima es la hipótesis 3

Esfuerzos de cálculo :

N 178.0 kN
$M_{y'}$ -141.2 kNm
$M_{z'}$ 114.4 kNm

Parámetros de cálculo :

Esfuerzos de fisuración :

N_{fis} 0.0 kN
$M_{y' fis}$ 0.0 kNm
$M_{z' fis}$ 0.0 kNm

Coeficiente β	:	1.700	
Coeficiente K_1	:	0.000	
Coeficiente K_2	:	0.500	
Recubrimiento geométrico, C	:	0	mm
Separación armaduras, S	:	0	mm
Área eficaz, $A_{c, ef}$	:	0.0	mm^2
Área de armadura en $A_{c, ef}$	:	0.0	mm^2
Diámetro, ϕ	:	0	mm
Separación media fisuras, s_m	:	0	mm
Tensión en la armadura más traccionada, σ_s	:	0.00	MPa
Tensión armadura en fisuración, σ_{sr}	:	0.00	MPa
Deformación media, ε_{sm}	:	0.00000	

Abertura de fisura admisible	:	0.30 mm

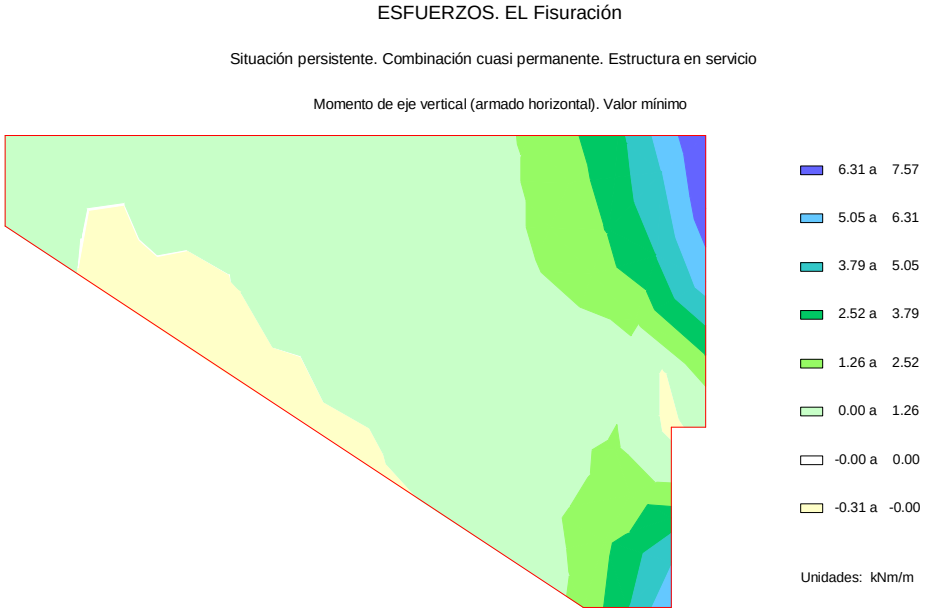
Abertura de fisura, w_k: 1000000.00 mm

10.4 Aleta 1

10.4.1 Esfuerzos de cálculo

Criterio de signos:

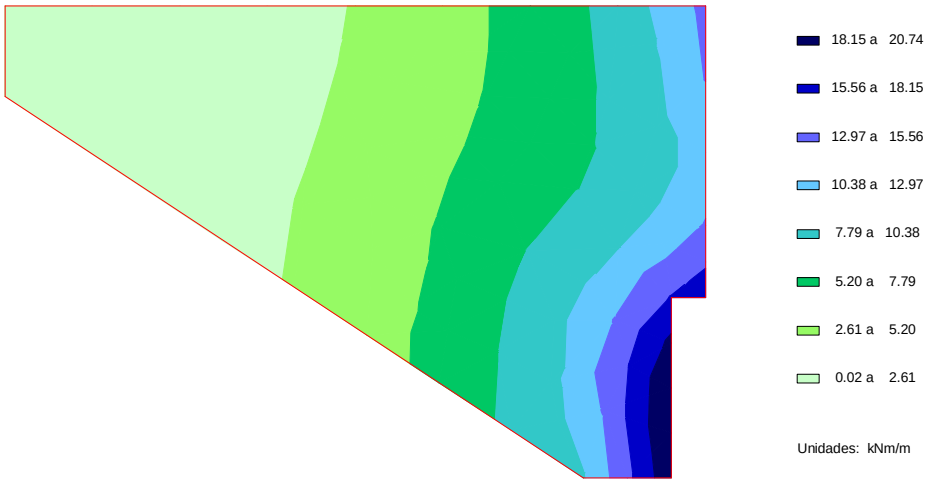
Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores positivos traccionan la cara interior de la aleta.



ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

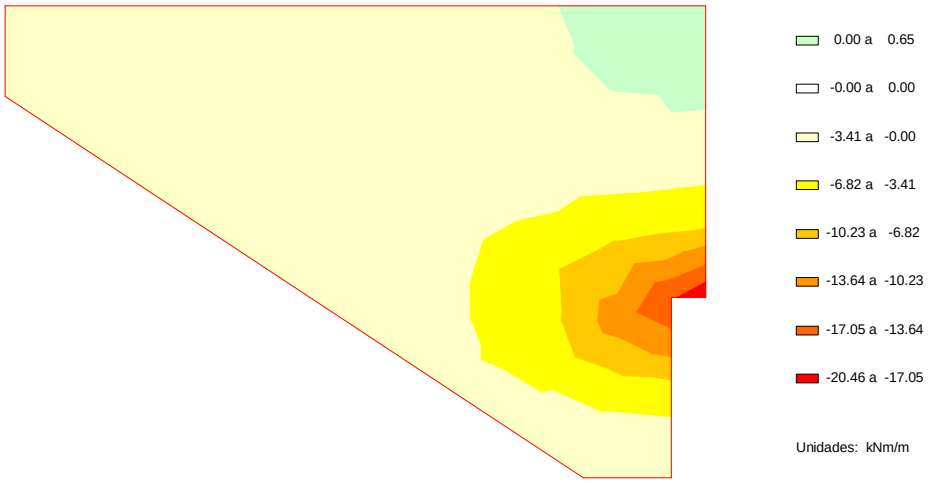
Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor máximo



ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

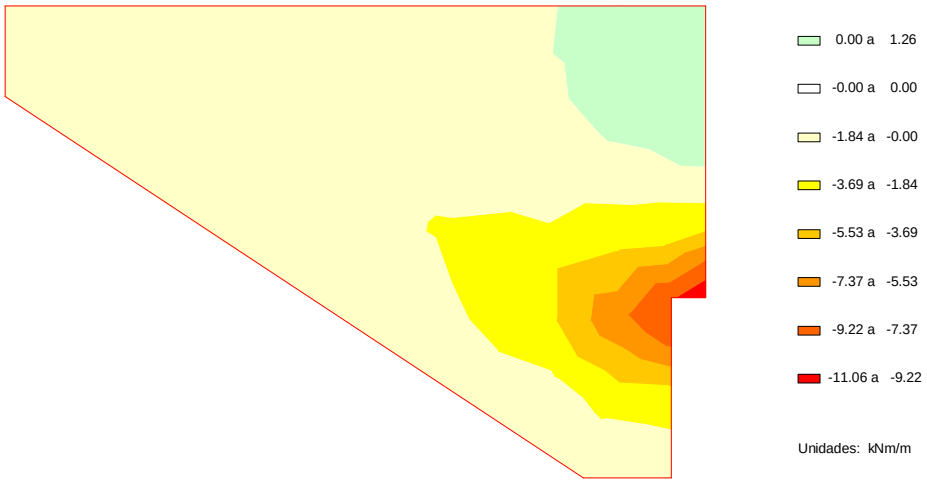
Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor máximo



10.4.2 Cálculo de E.L. de fisuración

Aleta 1. Voladizo. Armadura vertical. Cara exterior.

Recubrimiento mecánico:	0.075	m
Recubrimiento geométrico:	0.065	m

Hipótesis	Ancho (m)	Canto (m)	As. flexión Vertical interior (cm^2)	As. flexión Vertical exterior (cm^2)	Arm. dispuesta	N_k (kN)	M_k (kNm)	w_k (mm)	w_{ac} (mm)
1	1.000	0.500	7.19	7.20	7 Ø12 a 0.150 m	-58.8	-20.5	0.10	0.3
2	1.000	0.500	7.19	7.20	7 Ø12 a 0.150 m	50.6	-2.8	0.00	0.3
3	1.000	0.500	7.19	7.20	7 Ø12 a 0.150 m	-58.8	-20.5	0.10	0.3
4	1.000	0.500	7.19	7.20	7 Ø12 a 0.150 m	-58.6	-20.5	0.10	0.3

w_k: abertura de fisura en la fibra de la vertical exterior

El momento positivo comprime la fibra de la vertical exterior

Sí cumple.

Aleta 1. Voladizo. Armadura vertical. Cara interior.

Recubrimiento mecánico:	0.075	m
Recubrimiento geométrico:	0.065	m

Hipótesis	Ancho (m)	Canto (m)	As. flexión Vertical interior (cm^2)	As. flexión Vertical exterior (cm^2)	Arm. dispuesta	N_k (kN)	M_k (kNm)	w_k (mm)	w_{ac} (mm)
1	1.000	0.500	7.19	7.20	7 Ø12 a 0.150 m	-58.8	-20.5	0.01	0.3
2	1.000	0.500	7.19	7.20	7 Ø12 a 0.150 m	50.6	-2.8	0.00	0.3
3	1.000	0.500	7.19	7.20	7 Ø12 a 0.150 m	-1.4	1.3	0.00	0.3
4	1.000	0.500	7.19	7.20	7 Ø12 a 0.150 m	-1.4	1.3	0.00	0.3

w_k: abertura de fisura en la fibra de la vertical interior

El momento positivo comprime la fibra de la vertical exterior

Sí cumple.

Aleta 1. Armadura horizontal. Cara exterior.

Recubrimiento mecánico: 0.055 m
Recubrimiento geométrico: 0.045 m

Hipótesis	Ancho	Canto	As. flexión Horizontal interior	As. flexión Horizontal exterior	Arm. dispuesta	N_k	M_k	w_k
	(m)	(m)	(cm^2)	(cm^2)		(kN)	(kNm)	(mm)
1	1.000	0.500	6.91	2.50	3 Ø12 a 0.350 m	-108.5	1.1	0.16
2	1.000	0.500	6.91	2.50	3 Ø12 a 0.350 m	213.9	6.1	0.00
3	1.000	0.500	6.91	2.50	3 Ø12 a 0.350 m	-83.1	-0.3	0.12
4	1.000	0.500	6.91	2.50	3 Ø12 a 0.350 m	-83.1	-0.3	0.12

w_k: abertura de fisura en la fibra de la horizontal exterior

El momento positivo comprime la fibra de la horizontal exterior

Sí cumple.

Aleta 1. Armadura horizontal. Cara interior.

Recubrimiento mecánico: 0.055 m
Recubrimiento geométrico: 0.045 m

Hipótesis	Ancho	Canto	As. flexión Horizontal interior	As. flexión Horizontal exterior	Arm. dispuesta	N_k	M_k	w_k
	(m)	(m)	(cm^2)	(cm^2)		(kN)	(kNm)	(mm)
1	1.000	0.500	6.91	2.50	7 Ø12 a 0.150 m	-108.5	1.1	0.06
2	1.000	0.500	6.91	2.50	7 Ø12 a 0.150 m	213.9	6.1	0.00
3	1.000	0.500	6.91	2.50	7 Ø12 a 0.150 m	117.3	20.7	0.00
4	1.000	0.500	6.91	2.50	7 Ø12 a 0.150 m	117.3	20.7	0.00

w_k: abertura de fisura en la fibra de la horizontal interior

El momento positivo comprime la fibra de la horizontal exterior

Sí cumple.

10.5 Aleta2

10.5.1 Esfuerzos de cálculo

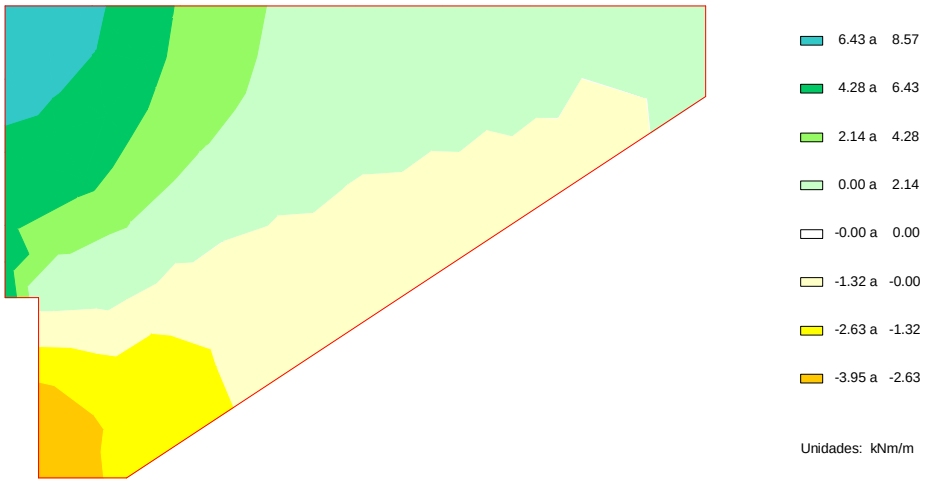
Criterio de signos:

Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores positivos traccionan la cara interior de la aleta.

ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

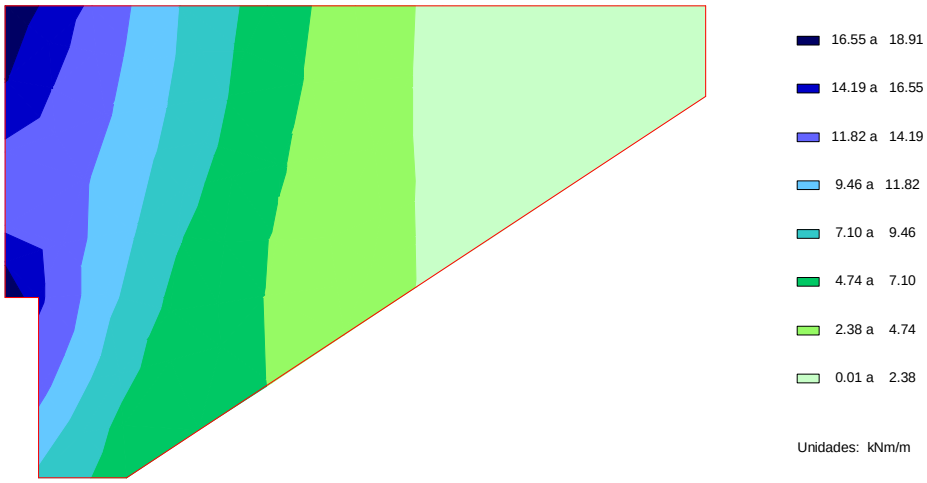
Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

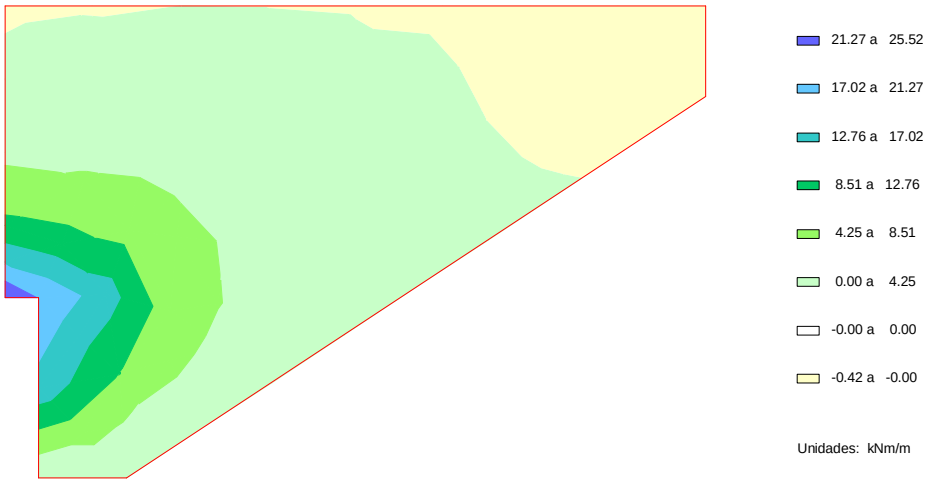
Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor máximo



ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

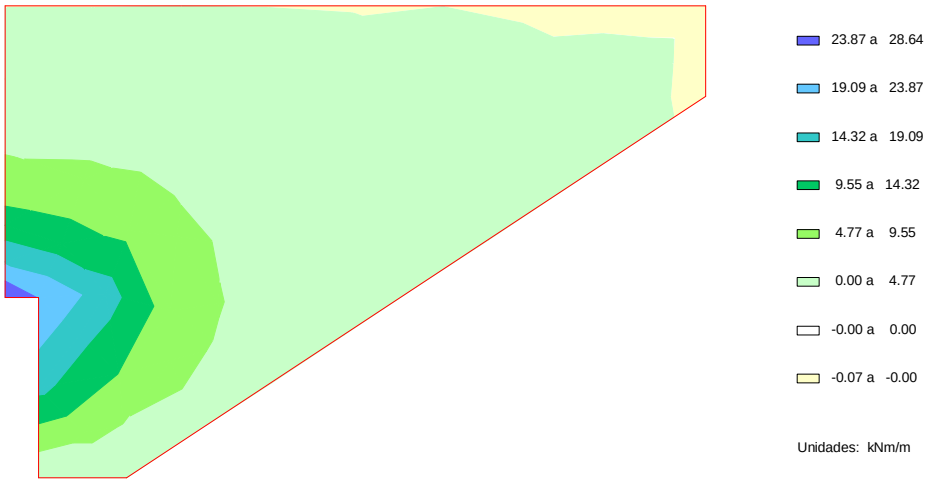
Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor máximo



10.5.2 Cálculo de E.L. de fisuración

Aleta 2. Voladizo. Armadura vertical. Cara exterior.

Recubrimiento mecánico:	0.075	m
Recubrimiento geométrico:	0.065	m

Hipótesis	Ancho (m)	Canto (m)	As. flexión Vertical interior (cm^2)	As. flexión Vertical exterior (cm^2)	Arm. dispuesta	N_k (kN)	M_k (kNm)	w_k (mm)	w_{ac} (mm)
1	1.000	0.500	7.23	7.18	7 Ø12 a 0.150 m	-25.9	16.1	0.00	0.
2	1.000	0.500	7.23	7.18	7 Ø12 a 0.150 m	44.2	2.4	0.00	0.
3	1.000	0.500	7.23	7.18	7 Ø12 a 0.150 m	-2.3	-0.4	0.00	0.

4	1.000	0.500	7.23	7.18	7 Ø12 a 0.150 m	-2.3	-0.4	0.00	0.

w_k: abertura de fisura en la fibra de la vertical exterior

El momento positivo comprime la fibra de la vertical exterior

Sí cumple.

Aleta 2. Voladizo. Armadura vertical. Cara interior.

Recubrimiento mecánico: 0.075 m
Recubrimiento geométrico: 0.065 m

Hipótesis	Ancho (m)	Canto (m)	As. flexión Vertical interior (cm^2)	As. flexión Vertical exterior (cm^2)	Arm. dispuesta	N_k (kN)	M_k (kNm)	w_k (mm)	w_{ac} (mm)
1	1.000	0.500	7.23	7.18	7 Ø12 a 0.150 m	-25.9	16.1	0.06	0.
2	1.000	0.500	7.23	7.18	7 Ø12 a 0.150 m	44.2	2.4	0.00	0.
3	1.000	0.500	7.23	7.18	7 Ø12 a 0.150 m	22.1	28.6	0.07	0.
4	1.000	0.500	7.23	7.18	7 Ø12 a 0.150 m	22.3	28.6	0.07	0.

w_k: abertura de fisura en la fibra de la vertical interior

El momento positivo comprime la fibra de la vertical exterior

Sí cumple.

Aleta 2. Armadura horizontal. Cara exterior.

Recubrimiento mecánico: 0.055 m
Recubrimiento geométrico: 0.045 m

Hipótesis	Ancho (m)	Canto (m)	As. flexión Horizontal interior (cm^2)	As. flexión Horizontal exterior (cm^2)	Arm. dispuesta	N_k (kN)	M_k (kNm)	w_k (mm)
1	1.000	0.500	6.89	2.50	3 Ø12 a 0.350 m	-90.2	5.5	0.11
2	1.000	0.500	6.89	2.50	3 Ø12 a 0.350 m	191.5	-3.9	0.00
3	1.000	0.500	6.89	2.50	3 Ø12 a 0.350 m	191.4	-4.0	0.00
4	1.000	0.500	6.89	2.50	3 Ø12 a 0.350 m	191.5	-3.9	0.00

w_k: abertura de fisura en la fibra de la horizontal exterior

El momento positivo comprime la fibra de la horizontal exterior

Sí cumple.

Aleta 2. Armadura horizontal. Cara interior.

Recubrimiento mecánico: 0.055 m
Recubrimiento geométrico: 0.045 m

Hipótesis	Ancho (m)	Canto (m)	As. flexión Horizontal interior (cm^2)	As. flexión Horizontal exterior (cm^2)	Arm. dispuesta	N_k (kN)	M_k (kNm)	w_k (mm)
1	1.000	0.500	6.89	2.50	7 Ø12 a 0.150 m	-90.2	5.5	0.08
2	1.000	0.500	6.89	2.50	7 Ø12 a 0.150 m	191.5	-3.9	0.00
3	1.000	0.500	6.89	2.50	7 Ø12 a 0.150 m	-70.6	18.9	0.08
4	1.000	0.500	6.89	2.50	7 Ø12 a 0.150 m	-70.5	18.9	0.08

w_k: abertura de fisura en la fibra de la horizontal interior

El momento positivo comprime la fibra de la horizontal exterior

Sí cumple.

10.6 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Pilotes. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Encepado. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Cargadero. No se ha encontrado solución en el cálculo a fisuración.
Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Cargadero. No verifica la comprobación.
Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Aleta 1. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Aleta 2. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Losa de transición. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Espaldón. Verifica la comprobación.

Pilotes :

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Pilotes. Verifica la comprobación.

Espaldón

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Espaldón. Verifica la comprobación.

Cargadero

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Cargadero. No se ha encontrado solución en el cálculo a fisuración.
Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Cargadero. No verifica la comprobación.

Aleta 1 :

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Aleta 1. Verifica la comprobación.

Aleta 2 :

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Aleta 2. Verifica la comprobación.

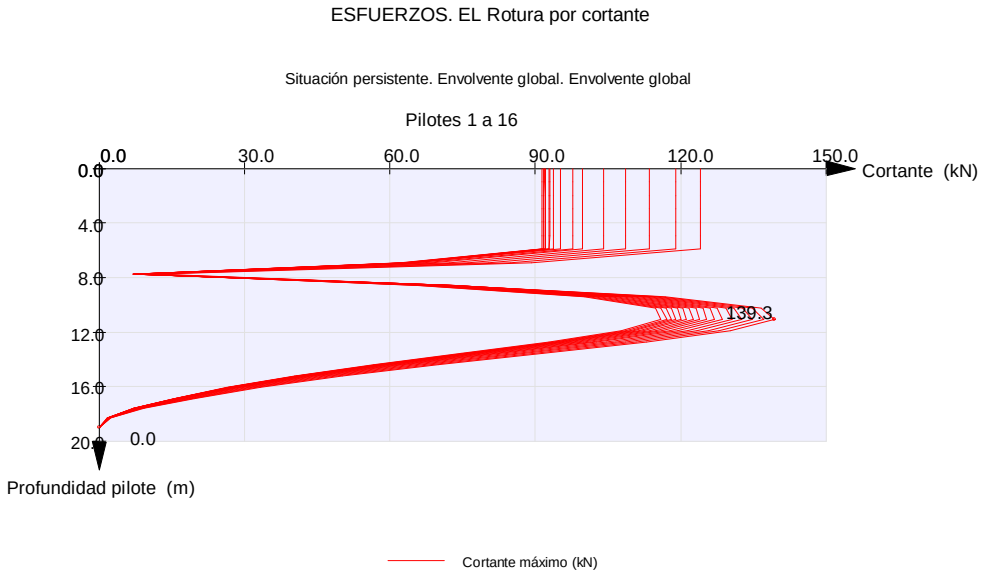
11 ESTADO LíMITE DE CORTANTE

11.1 Pilotes

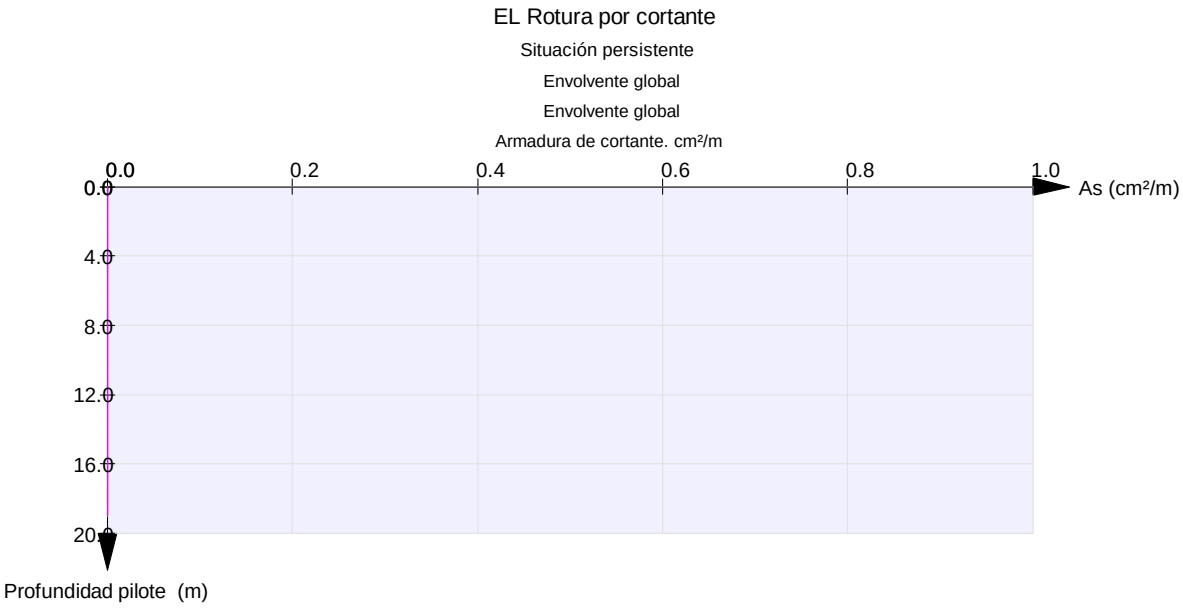
11.1.1 Esfuerzos de cálculo

Criterio de signos:

Los axiles positivos comprimen al pilote.



11.1.2 Armaduras de cortante



Comprobación de las bielas de compresión

$K = V_d / V_{u1}$

11.2 Espaldón

11.2.1 Esfuerzos de cálculo

Criterio de signos:

Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores positivos traccionan el trasdós del espaldón.

ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Cortante eje horizontal. Valor mínimo

6.22 a 12.43
0.00 a 6.22
-0.00 a 0.00
-7.91 a -0.00
-15.83 a -7.91
-23.74 a -15.83
-31.66 a -23.74
-39.57 a -31.66

Unidades: kN/m

ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Cortante eje horizontal. Valor máximo

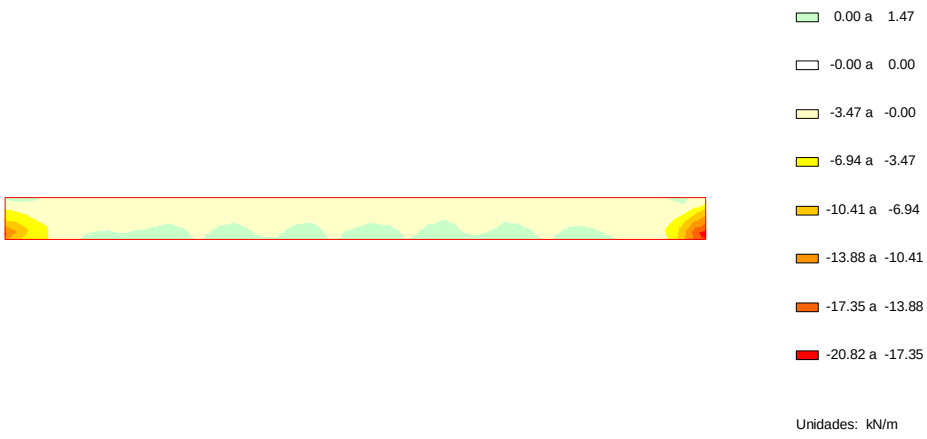
20.64 a 27.53
13.76 a 20.64
6.88 a 13.76
0.00 a 6.88
-0.00 a 0.00
-4.55 a -0.00
-9.10 a -4.55
-13.66 a -9.10

Unidades: kN/m

ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

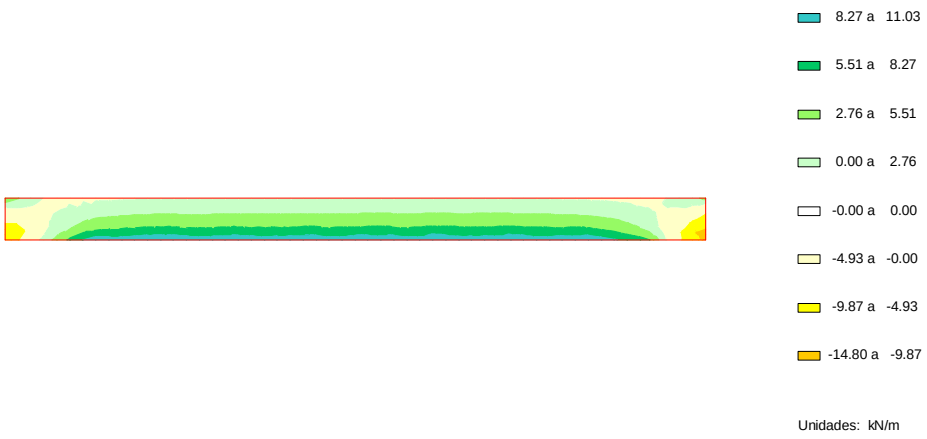
Cortante eje vertical. Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Cortante eje vertical. Valor máximo



11.2.2 Armaduras de cortante

EL Rotura por cortante

Situación persistente

Envolvente global

Envolvente global

Armadura de cortante. cm²/m²

Unidades: cm²/m²

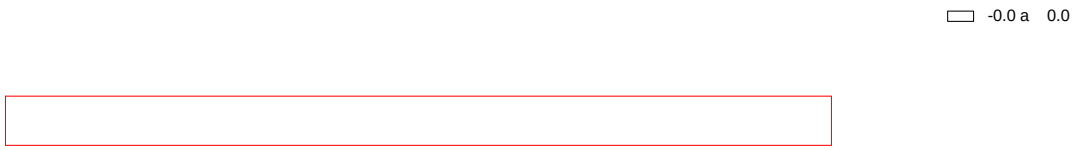
EL Rotura por cortante

Situación persistente

Envolvente global

Envolvente global

Armadura mínima de cortante. cm²/m²



Unidades: cm²/m²

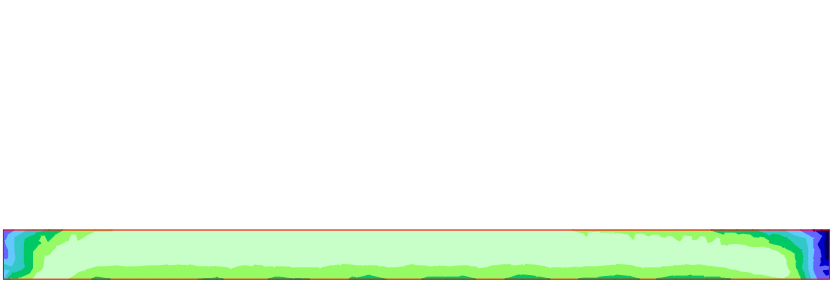
EL Rotura por cortante

Situación persistente

Envolvente global

Envolvente global

Resultado de la comprobación relativa a las bielas de compresión



11.3 Cargadero

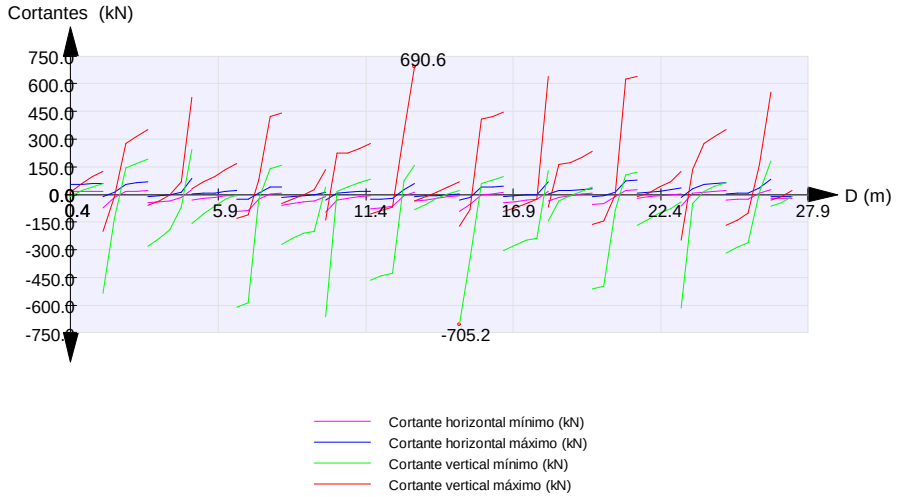
11.3.1 Esfuerzos de cálculo

Criterio de signos:

Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores de eje vertical positivos comprimen la cara posterior del cargadero.
Los flectores de eje horizontal positivos comprimen la cara superior del cargadero.

ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global



11.3.2 Armaduras de cortante

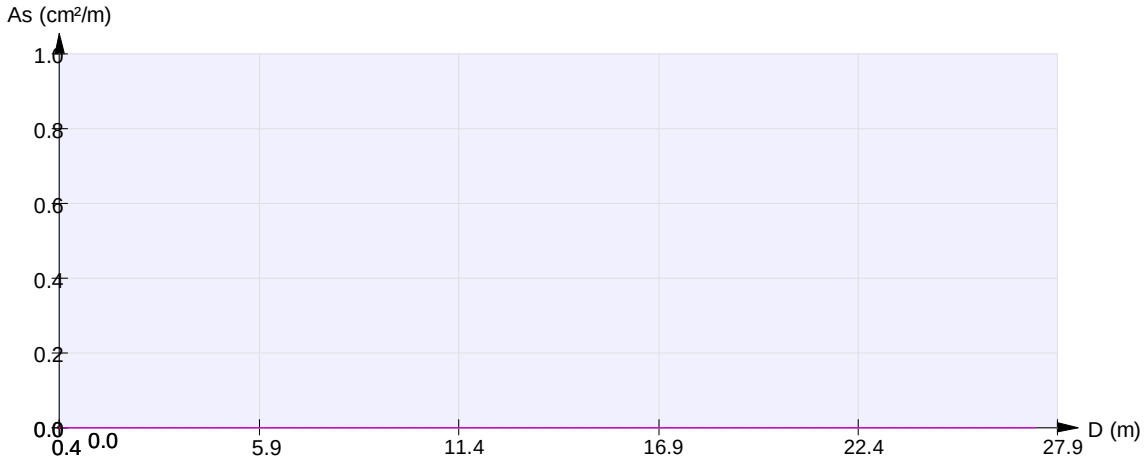
EL Rotura por cortante

Situación persistente

Envolvente global

Envolvente global

Armadura de cortante. cm²/m



Comprobación de las bielas de compresión

$K = ((V_{dx} / V_{u1x})^2 + (V_{dy} / V_{u1y})^2)^{1/2}$

11.4 Aleta 1

11.4.1 Esfuerzos de cálculo

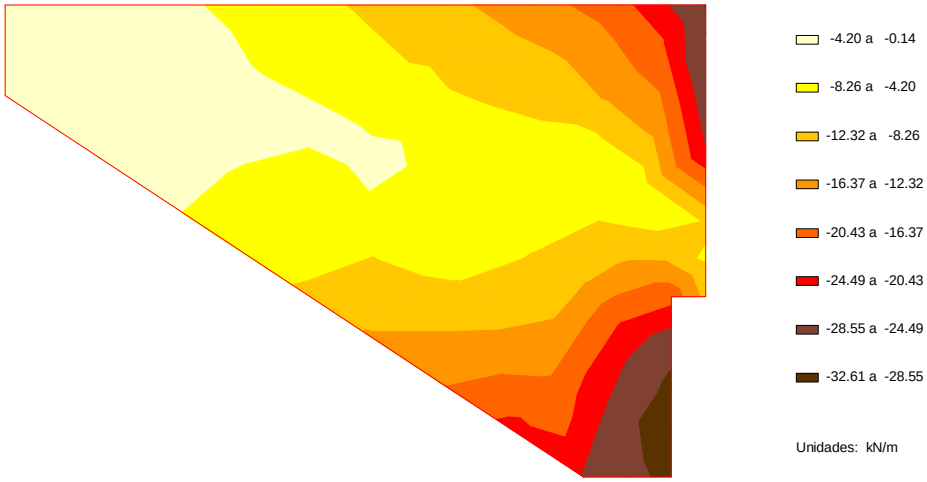
Criterio de signos:

Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores positivos traccionan la cara interior de la aleta.

ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

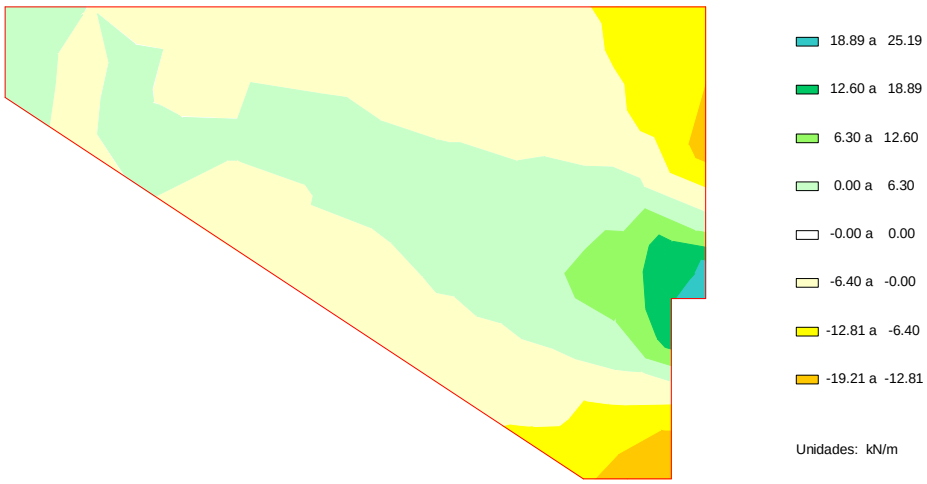
Cortante eje horizontal. Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

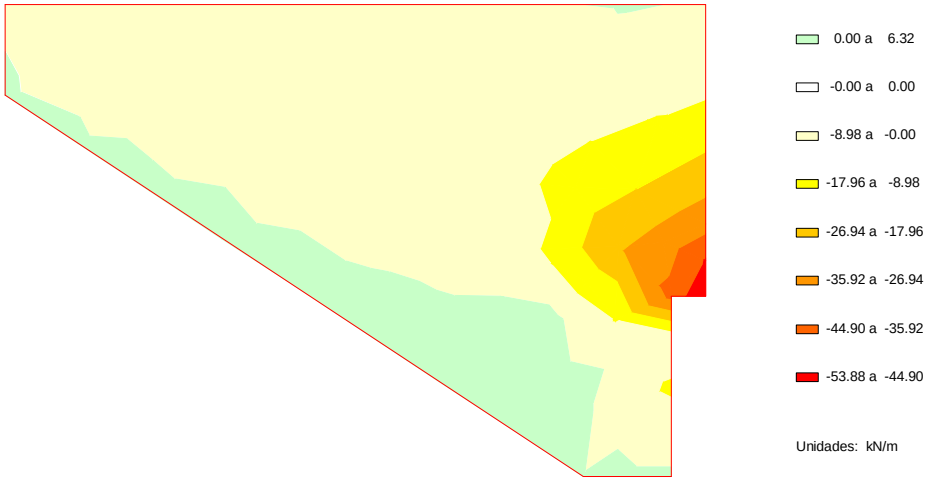
Cortante eje horizontal. Valor máximo



ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

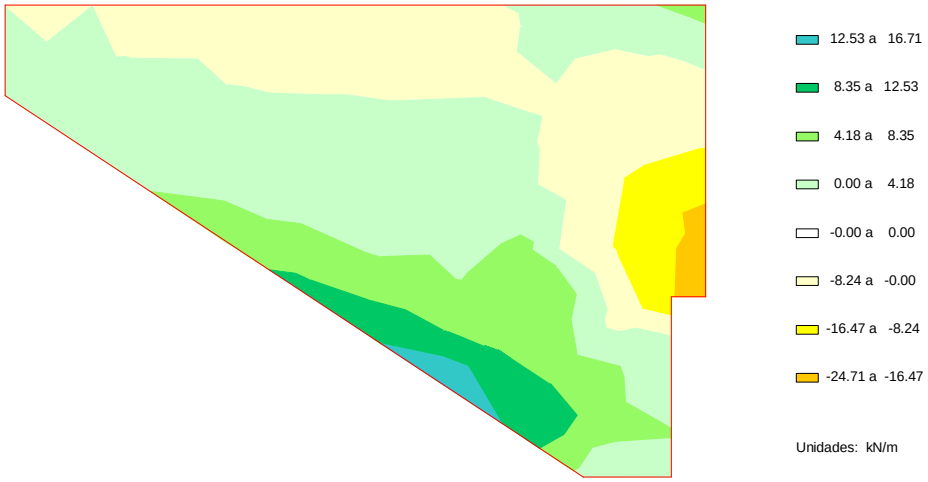
Cortante eje vertical. Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Cortante eje vertical. Valor máximo



11.4.2 Armaduras de cortante

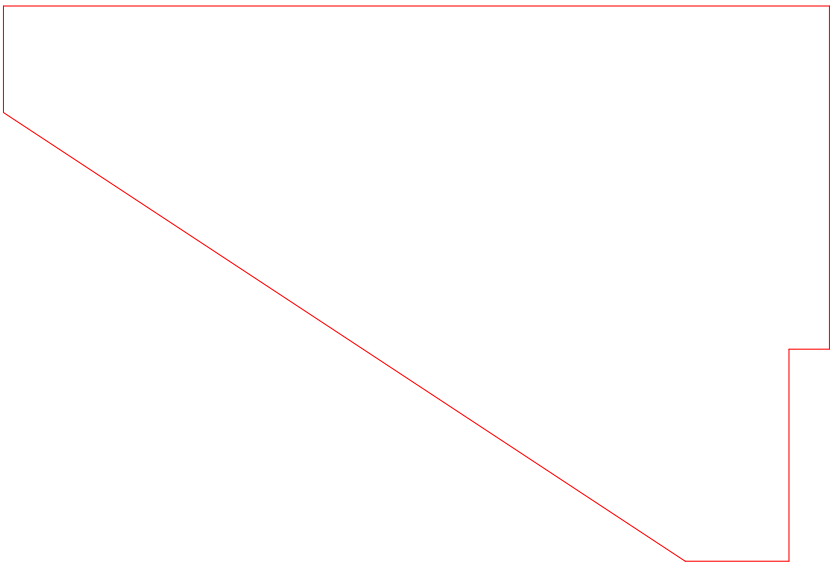
EL Rotura por cortante

Situación persistente

Envolvente global

Envolvente global

Armadura de cortante. cm²/m²



-0.0 a 0.0

Unidades: cm²/m²

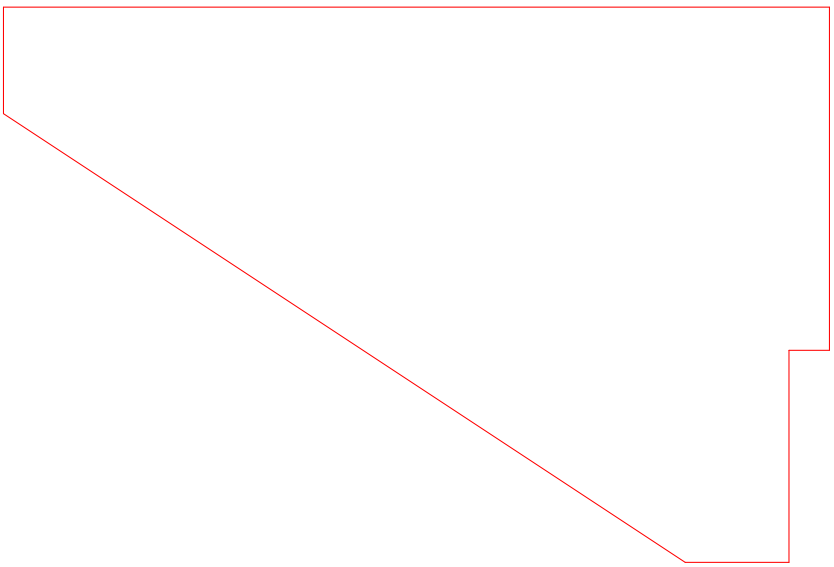
EL Rotura por cortante

Situación persistente

Envolvente global

Envolvente global

Armadura mínima de cortante. cm²/m²



-0.0 a 0.0

Unidades: cm²/m²

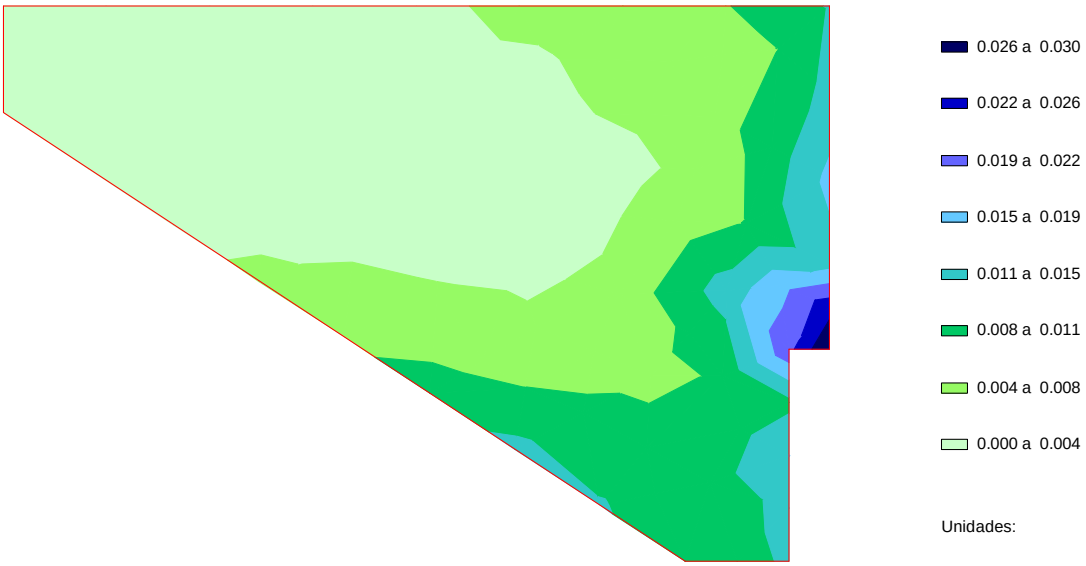
EL Rotura por cortante

Situación persistente

Envolvente global

Envolvente global

Resultado de la comprobación relativa a las bielas de compresión



11.5 Aleta2

11.5.1 Esfuerzos de cálculo

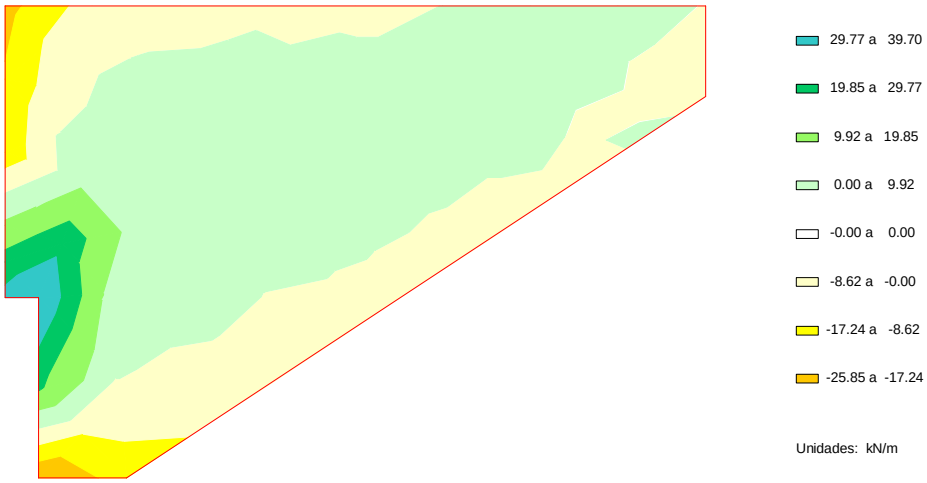
Criterio de signos:

Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores positivos traccionan la cara interior de la aleta.

ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

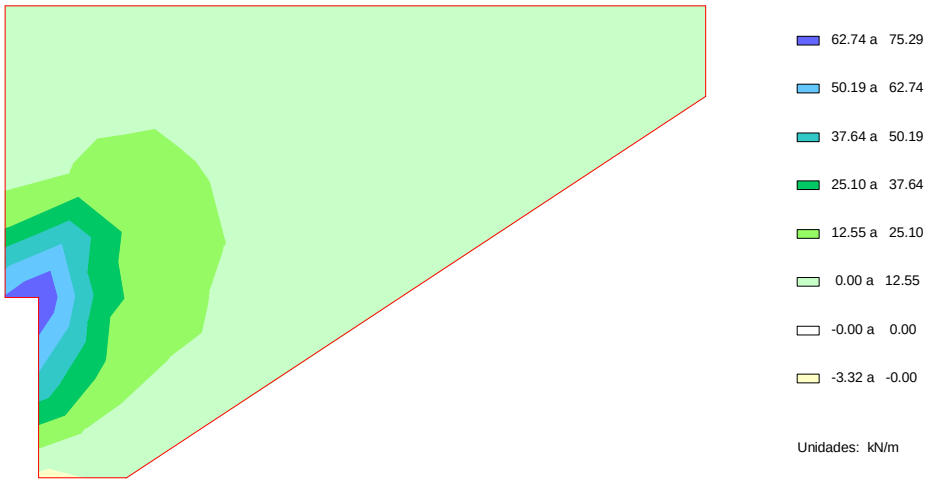
Cortante eje horizontal. Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

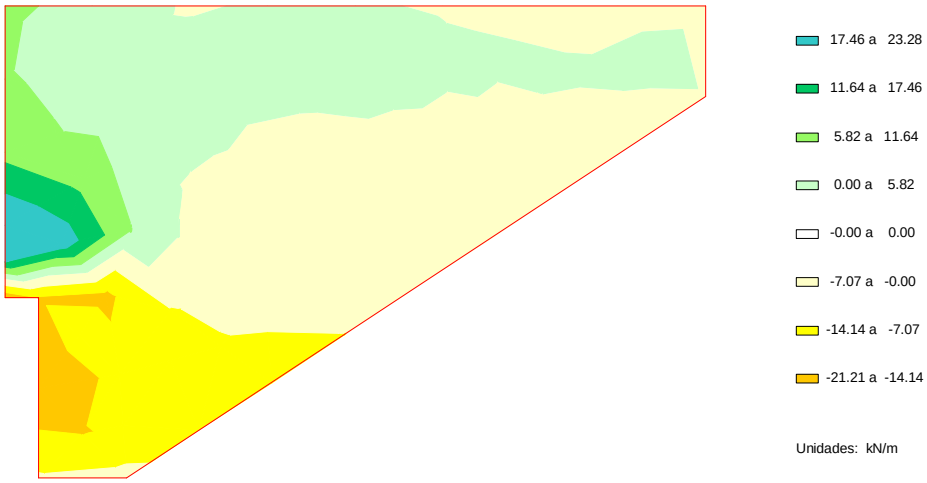
Cortante eje horizontal. Valor máximo



ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

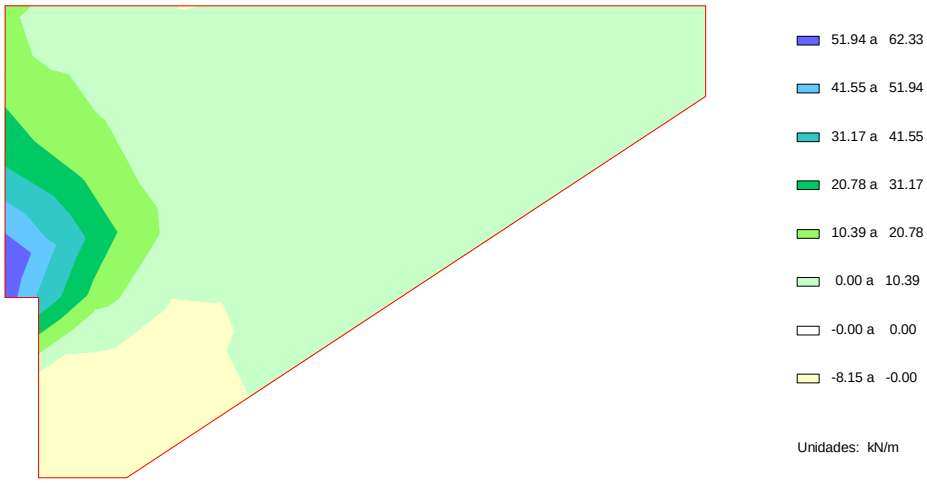
Cortante eje vertical. Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Cortante eje vertical. Valor máximo



11.5.2 Armaduras de cortante

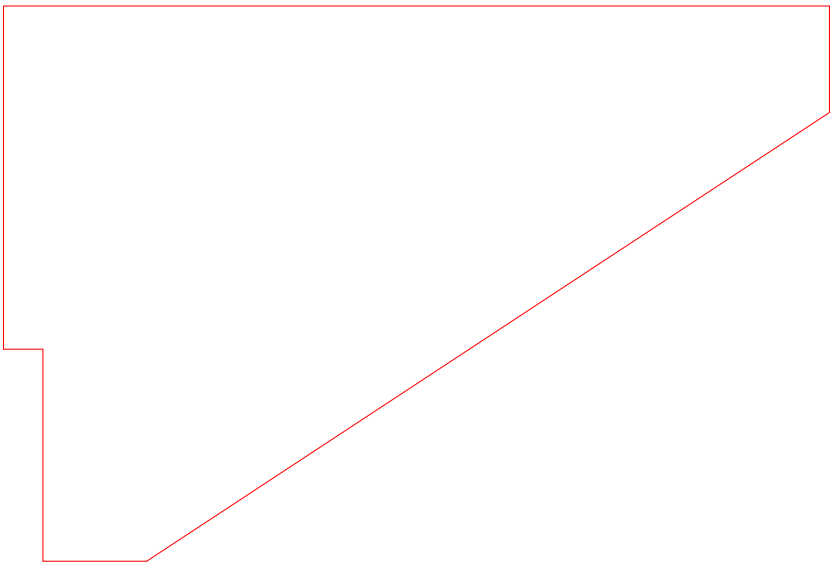
EL Rotura por cortante

Situación persistente

Envolvente global

Envolvente global

Armadura de cortante. cm²/m²



-0.0 a 0.0

Unidades: cm²/m²

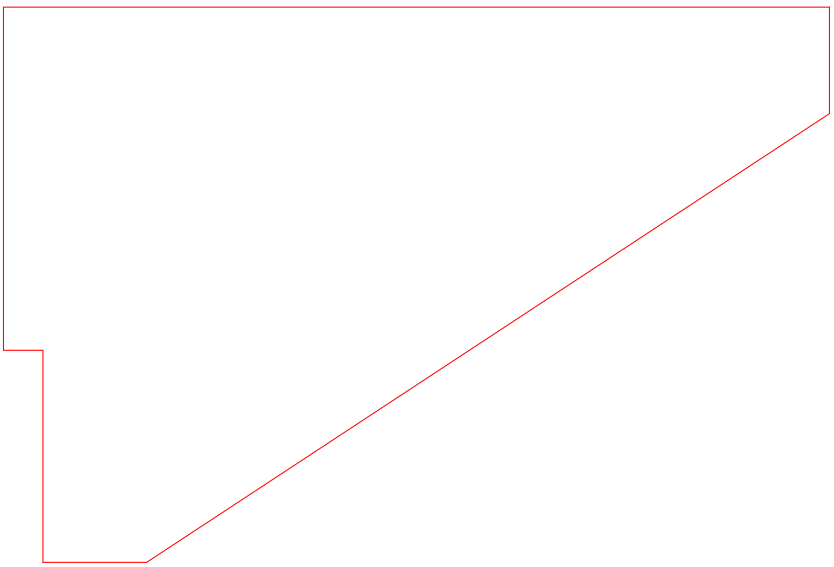
EL Rotura por cortante

Situación persistente

Envolvente global

Envolvente global

Armadura mínima de cortante. cm²/m²



-0.0 a 0.0

Unidades: cm²/m²

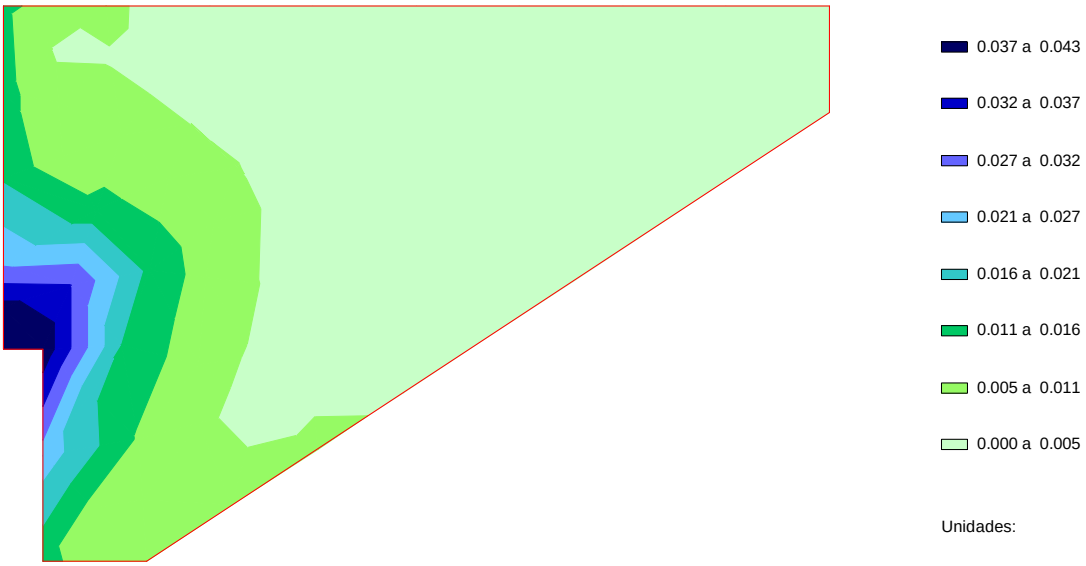
EL Rotura por cortante

Situación persistente

Envolvente global

Envolvente global

Resultado de la comprobación relativa a las bielas de compresión



11.6 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Aleta 1. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Aleta 2. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Cargadero. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Pilotes. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Espaldón. Verifica la comprobación.

Pilotes :

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Pilotes. Verifica la comprobación.

Espaldón

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Espaldón. Verifica la comprobación.

Cargadero

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Cargadero. Verifica la comprobación.

Aleta 1 :

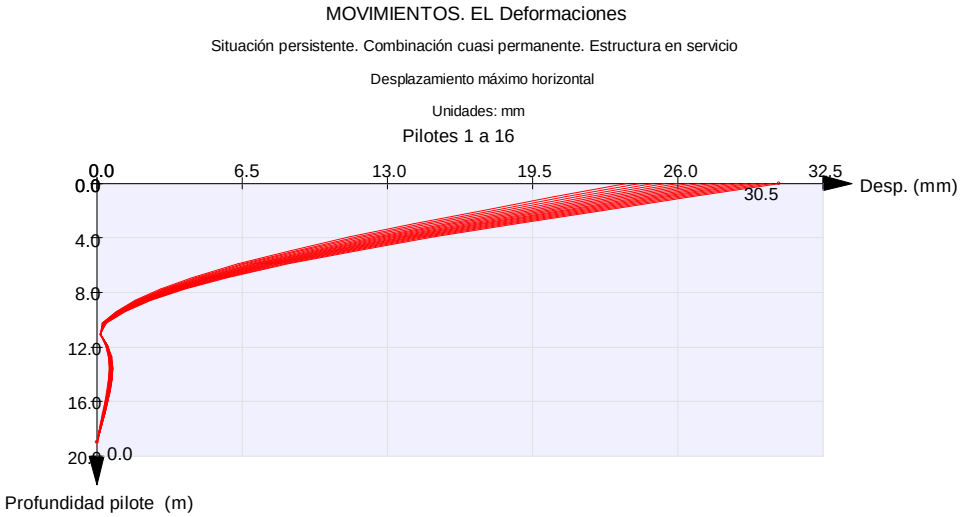
Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Aleta 1. Verifica la comprobación.

Aleta 2 :

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Aleta 2. Verifica la comprobación.

12 ESTADO LíMITE DE DEFORMACIONES

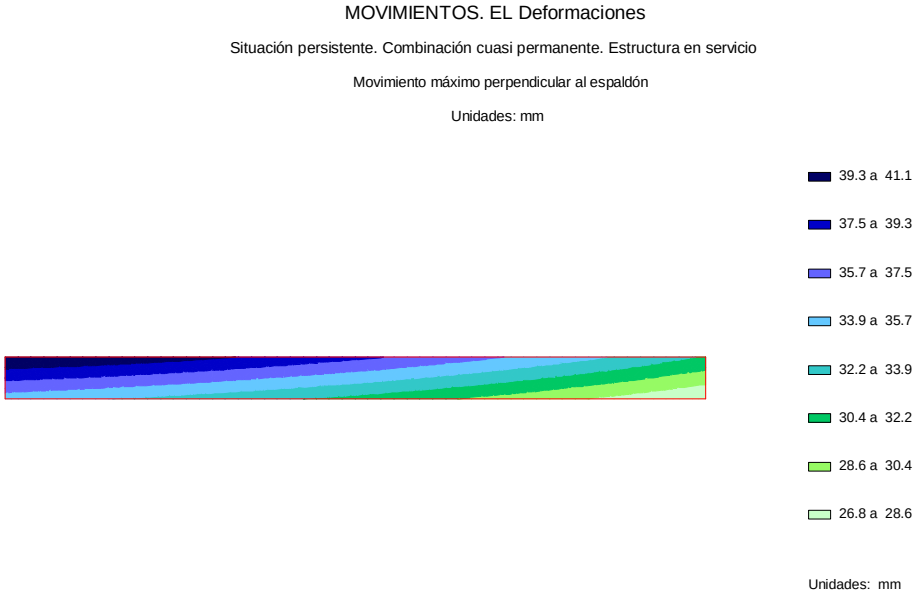
12.1 Pilotes


MOVIMIENTOS. EL Deformaciones
Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio
Desplazamiento máximo horizontal
Unidades: mm
Pilotes 1 a 16
0.0
6.5
13.0
19.5
26.0
32.5
Desp. (mm)
30.5
0.0
4.0
8.0
12.0
16.0
20.0
Profundidad pilote (m)

MOVIMIENTOS. EL Deformaciones
Situación persistente. Combinación frecuente. Estructura en servicio
Desplazamiento máximo horizontal
Unidades: mm
Pilotes 1 a 16
0.0
6.5
13.0
19.5
26.0
32.5
Desp. (mm)
31.0
0.0
4.0
8.0
12.0
16.0
20.0
Profundidad pilote (m)

12.2 Muro espaldón

12.2.1 Deformaciones



MOVIMIENTOS. EL Deformaciones

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Descenso máximo

Unidades: mm

-7.4 a -7.1
-7.7 a -7.4
-8.0 a -7.7
-8.3 a -8.0
-8.5 a -8.3
-8.8 a -8.5
-9.1 a -8.8
-9.4 a -9.1

Unidades: mm

MOVIMIENTOS. EL Deformaciones

Situación persistente. Combinación frecuente. Estructura en servicio

Movimiento máximo perpendicular al espaldón

Unidades: mm

39.9 a 41.6
38.1 a 39.9
36.3 a 38.1
34.5 a 36.3
32.7 a 34.5
31.0 a 32.7
29.2 a 31.0
27.4 a 29.2

Unidades: mm

MOVIMIENTOS. EL Deformaciones

Situación persistente. Combinación frecuente. Estructura en servicio

Descenso máximo

Unidades: mm

-10.6 a -10.5

-10.7 a -10.6

-10.7 a -10.7

-10.8 a -10.7

-10.9 a -10.8

-11.0 a -10.9

-11.0 a -11.0

-11.1 a -11.0

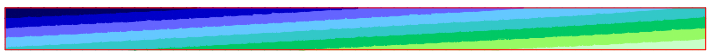
Unidades: mm

MOVIMIENTOS. EL Deformaciones

Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio

Movimiento máximo perpendicular al espaldón

Unidades: mm



58.3 a 60.5

56.1 a 58.3

53.9 a 56.1

51.7 a 53.9

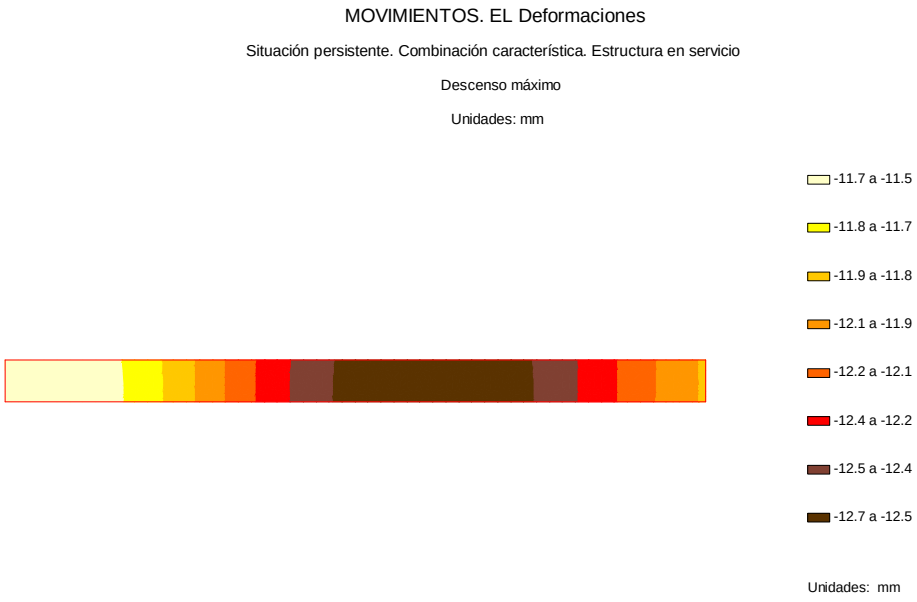
49.6 a 51.7

47.4 a 49.6

45.2 a 47.4

43.0 a 45.2

Unidades: mm



12.2.2 Cálculo de E.L. de deformaciones

12.2.2.1 Desplazamientos. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Desplazamiento máximo horizontal en coronación	:	41.1	mm
Desplazamiento horizontal en coronación admisible	:	70.0	mm
Desplazamiento máximo vertical en coronación	:	9.4	mm
Desplazamiento vertical en coronación admisible	:	70.0	mm

12.2.2.2 Desplazamientos. Situación persistente. Combinación frecuente. Estructura en servicio

Desplazamiento máximo horizontal en coronación	:	41.6	mm
Desplazamiento horizontal en coronación admisible	:	70.0	mm
Desplazamiento máximo vertical en coronación	:	11.1	mm
Desplazamiento vertical en coronación admisible	:	70.0	mm

12.2.2.3 Desplazamientos. Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio

Desplazamiento máximo horizontal en coronación	:	60.5	mm
Desplazamiento horizontal en coronación admisible	:	70.0	mm
Desplazamiento máximo vertical en coronación	:	12.7	mm
Desplazamiento vertical en coronación admisible	:	70.0	mm

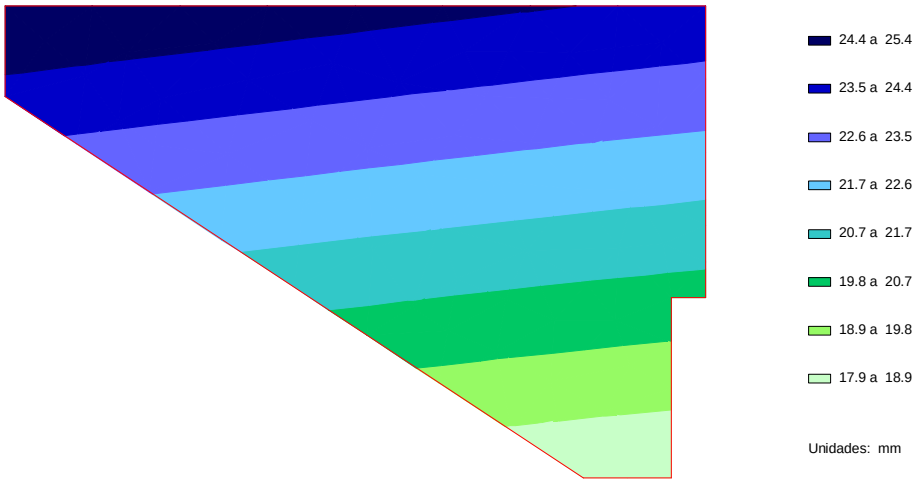
12.3 Aleta 1

MOVIMIENTOS. EL Deformaciones

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Movimiento máximo perpendicular a la aleta

Unidades: mm

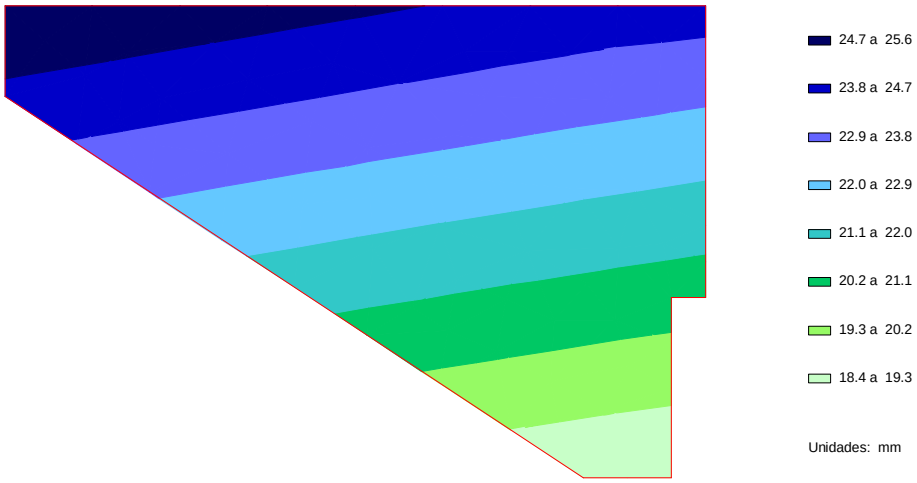


MOVIMIENTOS. EL Deformaciones

Situación persistente. Combinación frecuente. Estructura en servicio

Movimiento máximo perpendicular a la aleta

Unidades: mm

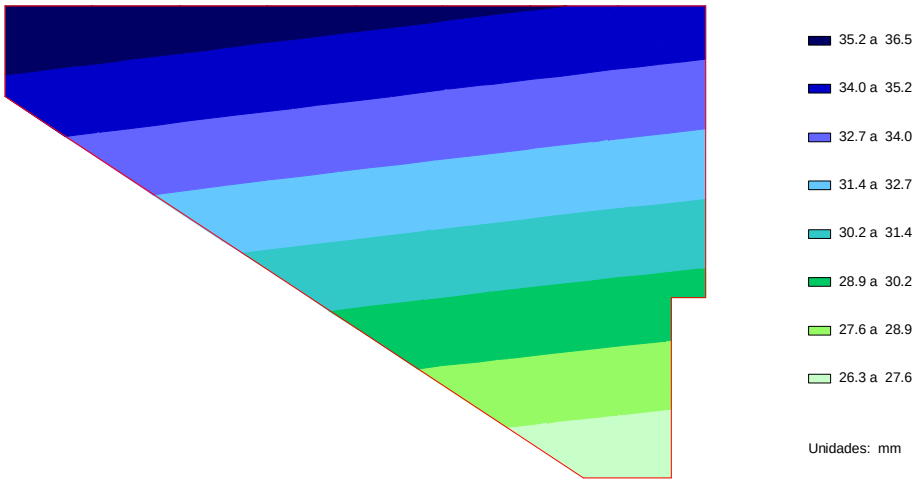


MOVIMIENTOS. EL Deformaciones

Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio

Movimiento máximo perpendicular a la aleta

Unidades: mm



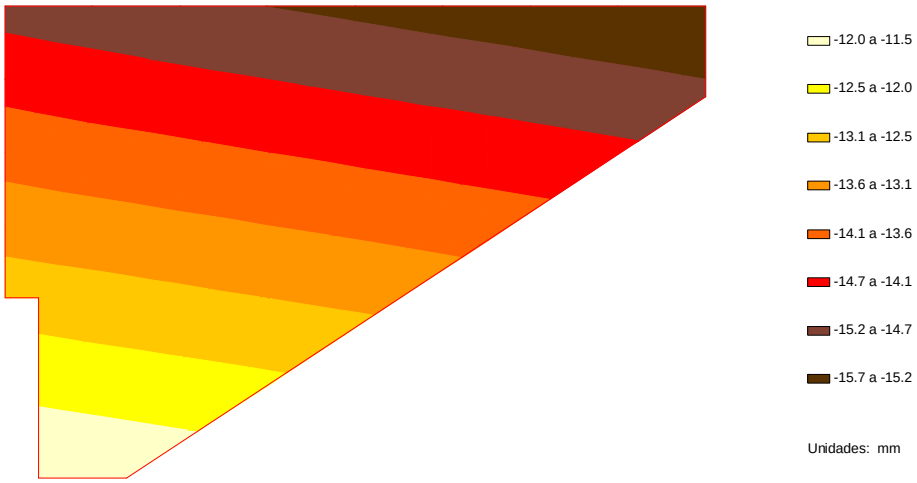
12.4 Aleta2

MOVIMIENTOS. EL Deformaciones

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Movimiento máximo perpendicular a la aleta

Unidades: mm

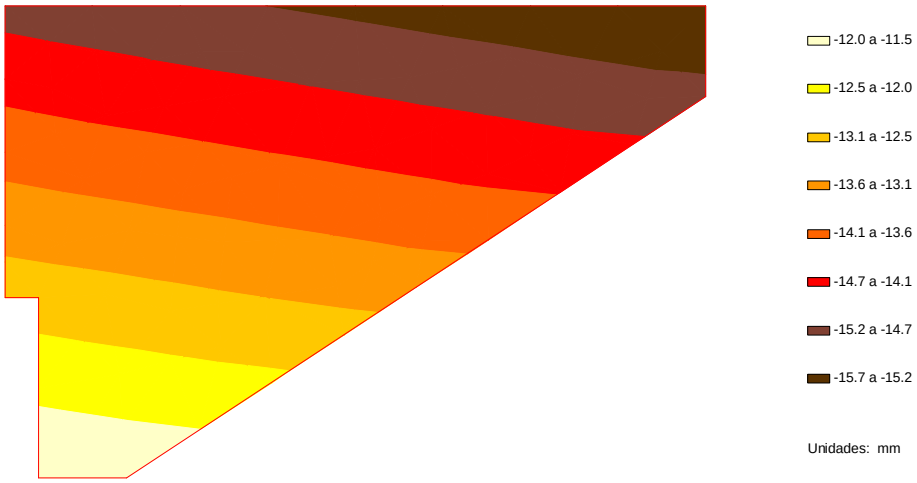


MOVIMIENTOS. EL Deformaciones

Situación persistente. Combinación frecuente. Estructura en servicio

Movimiento máximo perpendicular a la aleta

Unidades: mm

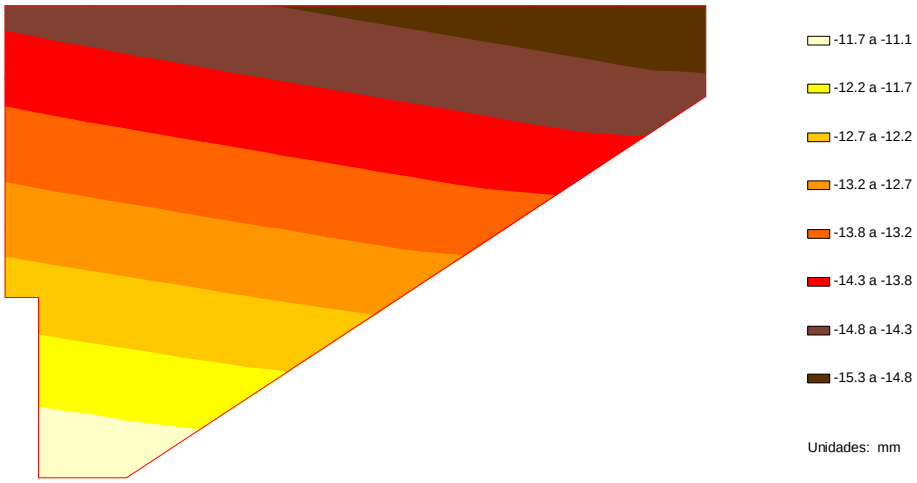


MOVIMIENTOS. EL Deformaciones

Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio

Movimiento máximo perpendicular a la aleta

Unidades: mm



12.5 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Verifica la comprobación.

Situación persistente. Combinación frecuente. Estructura en servicio. Verifica la comprobación.

Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio. Verifica la comprobación.

13 ESTADO LíMITE DE DESPIECE

13.1 Resumen de verificaciones

Generación del armado. Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara inferior. Posición del despiece incorrecta.
Generación del armado. Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara superior. Posición del despiece incorrecta.
Generación del armado. Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara interior. Posición del despiece incorrecta.
Generación del armado. Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara exterior. Posición del despiece incorrecta.
Generación del armado. Murete lateral 2. Armadura horizontal. Cara exterior. La armadura no cabe en la sección o no cumple con el recubrimiento.
Generación del armado. Murete lateral 2. Armadura horizontal. Cara exterior. La armadura no cabe en la sección o no cumple con el recubrimiento.
Generación del armado. No verifica la comprobación.

Programa: CivilEstudio

Versión: 34 - 6
Barcelona, 2018

CivilEstudio, software propiedad de CivilCAD Consultores, S.L.
Autores: L.M.Callís, J.M.Roig, I.Callís, P.Reinés
Licencia de uso concedida a: Most Enginyers, S.L.
Número de usuario: 12202

Proyecto:

Nombre del proyecto: *PRECÀLCUL DE LES ESTRUCTURES DEL PROJECTE D'OBRES BÀSIQUES D'URBANITZACIÓ DEL PLA DIRECTOR URBANÍSTIC DEL CENTRE DIRECCIONAL DE CERDANYOLA DEL VALLÈS*
Nombre de la estructura: *3 V.7.1 Pont sobre el torrent de Magrans a l'eix 7*
Nombre del elemento estructural: *Estrep flotant COSTAT BAIX 3.5*
Tipo de estructura: *Cargadero cimentado mediante pilotes*
Funcionalidad de la estructura: *Estructura de Carretera*
Clase de estructura: *Cargadero sin encepado*
Vida útil: *100 años*

Normativas:

Ámbito: *Normas españolas*

Unidades:

Sistema *S.I.*

Despiece:

Sistema Métrico Europeo

Módulo del programa:

Módulo Estribo flotante
Nombre del archivo de proyecto: *v71_v1_baix.efl*
Ruta de acceso: *p:\parc de l'alba\estructures\3. v-7.1\civilcad estrep*

Informe:

Tipo de informe: *Memoria de cálculo*
Informe generado el día 19-12-2020 a las 23:51:06.

Incidencias :

Incidencia nº 1 :
Tarea :
Generación del modelo de cálculo
Causa :

Incidencia nº 2 :
Tarea :
Cálculo: fisuración
Causa :
La armadura necesaria es superior a la armadura máxima del despiece (diámetro máximo y separación mínima).

Incidencia nº 3 :
Tarea :
Generación del despiece
Causa :
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara inferior. Posición del despiece incorrecta.
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara superior. Posición del despiece incorrecta.
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara interior. Posición del despiece incorrecta.
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara exterior. Posición del despiece incorrecta.
Murete lateral 2. Armadura horizontal. Cara exterior. La armadura no cabe en la sección o no cumple con el recubrimiento.

Índice

1 RESUMEN DE VERIFICACIONES

2 DEFINICIóN DEL PROYECTO

2.1 Normativas
2.2 Geometría
2.2.1 Planta
2.2.2 Sección
2.2.3 Cargadero
2.2.4 Espaldón
2.2.5 Apoyos
2.2.6 Aleta 1
2.2.7 Aleta 2
2.2.8 Pilotes
2.3 Terreno
2.4 Materiales
2.4.1 Hormigón Alzado. Espaldón
2.4.2 Hormigón Alzado. Cargadero
2.4.3 Hormigón Alzado. Aletas
2.4.4 Hormigón Pilotes
2.4.5 Hormigón Capa de nivelación
2.4.6 Armadura pasiva Alzado. Espaldón
2.4.7 Armadura pasiva Alzado. Cargadero
2.4.8 Armadura pasiva Alzado. Aletas
2.4.9 Armadura pasiva Pilotes
2.5 Fisuración
2.6 Acciones
2.6.1 Acciones permanentes en el estribo
2.6.2 Acciones variables en el estribo
2.6.3 Acciones permanentes en el tablero
2.6.4 Acciones variables en el tablero
2.7 Seguridad
2.8 Armadura
2.8.1 Recubrimientos geométricos
2.9 Configuración del cálculo

3 MODELO

4 ESFUERZOS CARACTERíSTICOS

4.1 Peso propio. Estribo
4.1.1 Pilotes
4.1.2 Cargadero
4.1.3 Espaldón
4.1.4 Aleta 1
4.1.5 Aleta 2
4.2 Terreno. Tierras. Empuje en trasdós
4.2.1 Pilotes
4.2.2 Cargadero
4.2.3 Espaldón
4.2.4 Aleta 1

4.2.5 Aleta 2
4.3 Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje
4.3.1 Pilotes
4.3.2 Cargadero
4.3.3 Espaldón
4.3.4 Aleta 1
4.3.5 Aleta 2
4.4 Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical
4.4.1 Pilotes
4.4.2 Cargadero
4.4.3 Espaldón
4.4.4 Aleta 1
4.4.5 Aleta 2
4.5 Peso propio. Tablero
4.5.1 Pilotes
4.5.2 Cargadero
4.5.3 Espaldón
4.5.4 Aleta 1
4.5.5 Aleta 2
4.6 Superestructura del tablero
4.6.1 Pilotes
4.6.2 Cargadero
4.6.3 Espaldón
4.6.4 Aleta 1
4.6.5 Aleta 2
4.7 Reología. Retracción
4.7.1 Pilotes
4.7.2 Cargadero
4.7.3 Espaldón
4.7.4 Aleta 1
4.7.5 Aleta 2
4.8 Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1
4.8.1 Pilotes
4.8.2 Cargadero
4.8.3 Espaldón
4.8.4 Aleta 1
4.8.5 Aleta 2
4.9 Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2
4.9.1 Pilotes
4.9.2 Cargadero
4.9.3 Espaldón
4.9.4 Aleta 1
4.9.5 Aleta 2
4.10 Viento. Con sobrecarga de uso
4.10.1 Pilotes
4.10.2 Cargadero
4.10.3 Espaldón
4.10.4 Aleta 1
4.10.5 Aleta 2

5 ESTADO LíMITE DE HUNDIMIENTO

5.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio
5.2 Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio
5.3 Resumen de verificaciones

6 ESTADO LíMITE DE ASIENTOS

6.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio
6.2 Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio
6.3 Resumen de verificaciones

7 ESTADO LíMITE DE ARRANQUE DE LOS PILOTES

7.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio
7.2 Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio
7.3 Resumen de verificaciones

8 ESTADO LíMITE DE FLEXIóN

8.1 Pilotes
8.1.1 Esfuerzos de cálculo
8.1.2 Armaduras
8.2 Espaldón
8.2.1 Esfuerzos de cálculo
8.2.2 Armaduras
8.3 Cargadero
8.3.1 Esfuerzos de cálculo
8.3.2 Armaduras
8.4 Aleta 1
8.4.1 Esfuerzos de cálculo
8.4.2 Armaduras
8.5 Aleta2
8.5.1 Esfuerzos de cálculo
8.5.2 Armaduras
8.6 Resumen de verificaciones

9 ESTADO LíMITE DE TORSIóN

9.1 Cargadero
9.1.1 Esfuerzos de cálculo
9.1.2 Dimensionamiento de armaduras
9.2 Resumen de verificaciones

10 ESTADO LíMITE DE FISURACIóN

10.1 Pilotes
10.1.1 Esfuerzos de cálculo
10.1.2 Cálculo de E.L. de fisuración
10.2 Espaldón
10.2.1 Esfuerzos de cálculo
10.2.2 Cálculo de E.L. de fisuración
10.3 Cargadero
10.3.1 Esfuerzos de cálculo
10.3.2 Cálculo de E.L. de fisuración
10.3.2.1 Resultados del cálculo por secciones
10.3.2.2 Resultados del cálculo en la sección más desfavorable
10.4 Aleta 1
10.4.1 Esfuerzos de cálculo
10.4.2 Cálculo de E.L. de fisuración
10.5 Aleta2
10.5.1 Esfuerzos de cálculo
10.5.2 Cálculo de E.L. de fisuración

10.6 Resumen de verificaciones

11 ESTADO LíMITE DE CORTANTE

11.1 Pilotes
11.1.1 Esfuerzos de cálculo
11.1.2 Armaduras de cortante
11.2 Espaldón
11.2.1 Esfuerzos de cálculo
11.2.2 Armaduras de cortante
11.3 Cargadero
11.3.1 Esfuerzos de cálculo
11.3.2 Armaduras de cortante
11.4 Aleta 1
11.4.1 Esfuerzos de cálculo
11.4.2 Armaduras de cortante
11.5 Aleta2
11.5.1 Esfuerzos de cálculo
11.5.2 Armaduras de cortante
11.6 Resumen de verificaciones

12 ESTADO LíMITE DE DEFORMACIONES

12.1 Pilotes
12.2 Muro espaldón
12.2.1 Deformaciones
12.2.2 Cálculo de E.L. de deformaciones
12.2.2.1 Desplazamientos. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio
12.2.2.2 Desplazamientos. Situación persistente. Combinación frecuente. Estructura en servicio
12.2.2.3 Desplazamientos. Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio
12.3 Aleta 1
12.4 Aleta2
12.5 Resumen de verificaciones

13 ESTADO LíMITE DE DESPIECE

13.1 Resumen de verificaciones

1 RESUMEN DE VERIFICACIONES

Nombre del proyecto: *PRECÀLCUL DE LES ESTRUCTURES DEL PROJECTE D'OBRES BÀSIQUES D'URBANITZACIÓ DEL PLA DIRECTOR URBANÍSTIC DEL CENTRE DIRECCIONAL DE CERDANYOLA DEL VALLÈS*
Nombre de la estructura: *3 V.7.1 Pont sobre el torrent de Magrans a l'eix 7*
Nombre del elemento estructural: *Estrep flotant COSTAT BAIX 3.5*
Tipo de estructura: *Cargadero cimentado mediante pilotes*
Funcionalidad de la estructura: *Estructura de Carretera*
Clase de estructura: *Cargadero sin encepado*
Vida útil: *100 años*

Estribo flotante		
Estado límite geotécnico último de hundimiento de los pilotes		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite geotécnico último de arranque de los pilotes		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite geotécnico de servicio de asientos		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por flexión		
Situación persistente	Envolvente global	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por torsión		
Situación persistente	Envolvente global	Cumple
Estado límite estructural de servicio de fisuración		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	No cumple
Estado límite estructural último de rotura por cortante		
Situación persistente	Envolvente global	Cumple
Estado límite estructural de servicio de deformaciones		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Obtención del despiece de la armadura		
Generación del armado	.	No cumple

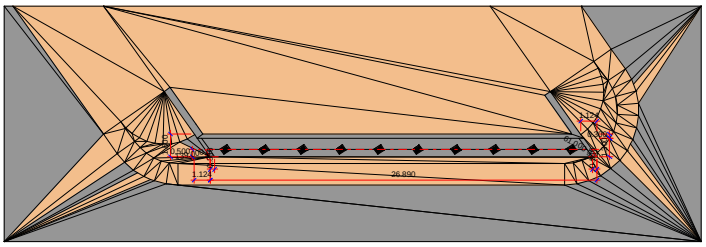
2 DEFINICIóN DEL PROYECTO

2.1 Normativas

IAP. Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera. V. 2011
Guía. Guía de cimentaciones. V. 2009
EHE. Instrucción Española del Hormigón Estructural. V. 2008

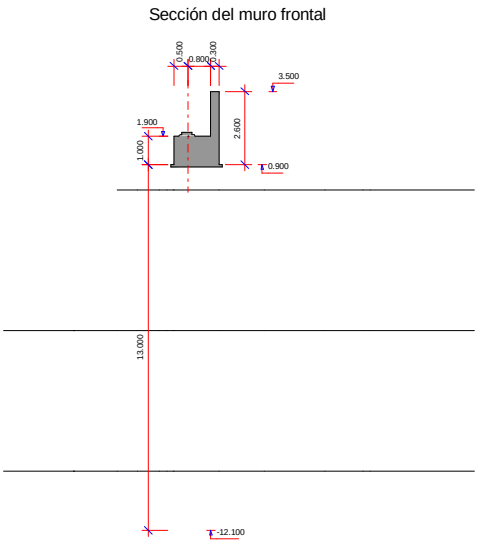
2.2 Geometría

2.2.1 Planta



2.2.2 Sección

Sección del muro frontal

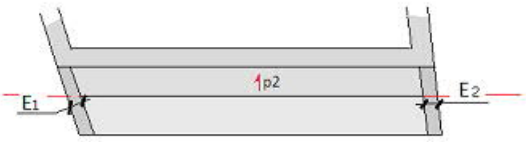


Canto del encepado	:	0.000 m
Cota de la cara superior del encepado	:	0.900 m

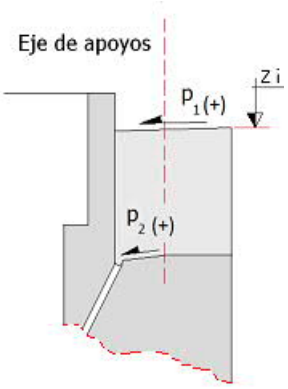
Espesor de la capa de nivelación : 0.100 m

2.2.3 Cargadero

Alzado



Planta

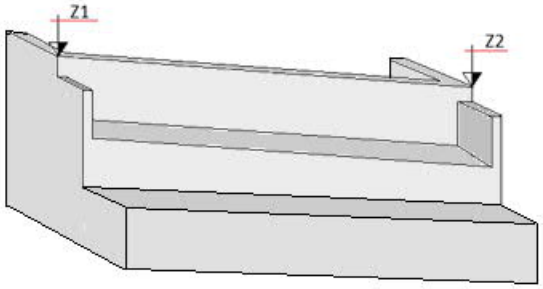


Z_1 : 2.200 m
Z_2 : 1.900 m
Z_3 : 1.900 m
Z_4 : 2.200 m

E_1 : 0.250 m
E_2 : 0.250 m

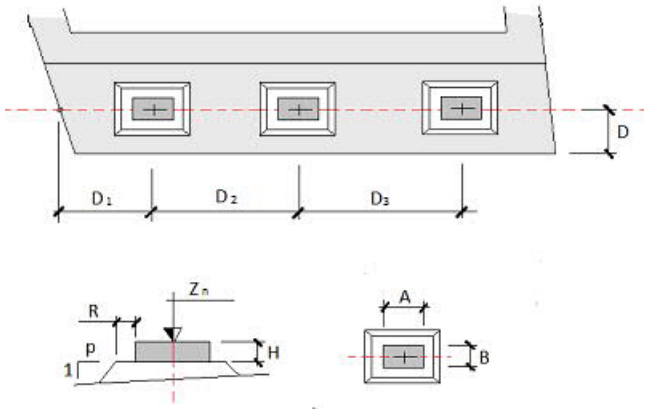
p_1 : 0.0 %
p_2 : 1.0 %

2.2.4 Espaldón



Z_1 : 3.500 m
Z_2 : 3.500 m

2.2.5 Apoyos

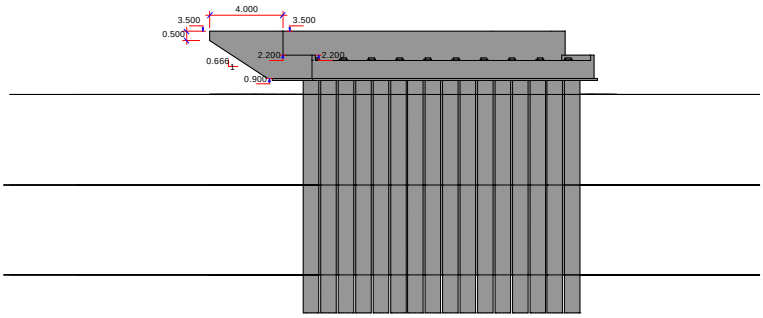


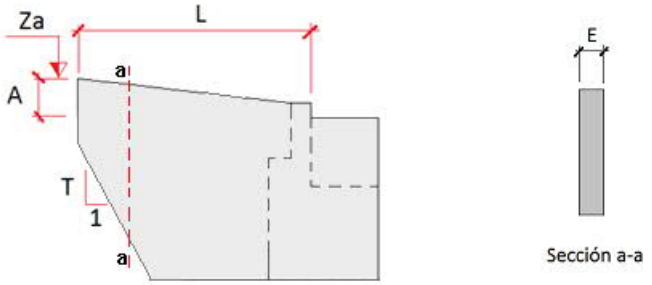
D : 0.500 m
R : 0.050 m
P : 1.0

Apoyo	D_i (m)	H (m)	Z_n (m)	A (m)	B (m)
1	1.407	0.096	2.050	0.400	0.300
2	2.675	0.096	2.050	0.400	0.300
3	2.675	0.096	2.050	0.400	0.300
4	2.675	0.096	2.050	0.400	0.300
5	2.675	0.096	2.050	0.400	0.300
6	2.675	0.096	2.050	0.400	0.300
7	2.675	0.096	2.050	0.400	0.300
8	2.675	0.096	2.050	0.400	0.300
9	2.675	0.096	2.050	0.400	0.300
10	2.675	0.096	2.050	0.400	0.300

2.2.6 Aleta 1

Alzado aleta 1

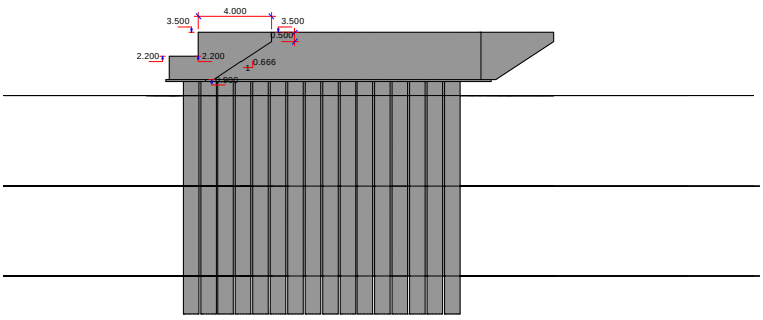


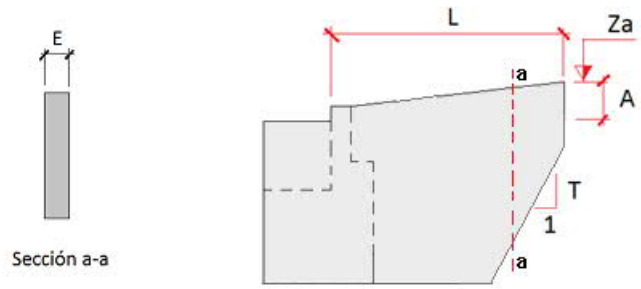


E : 0.500 m

2.2.7 Aleta 2

Alzado aleta 2





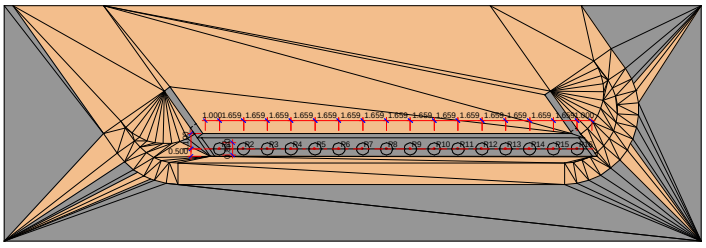
E : 0.500 m

2.2.8 Pilotes

Geometría del pilote :

Longitud	:	13.000 m
Diámetro	:	0.850 m

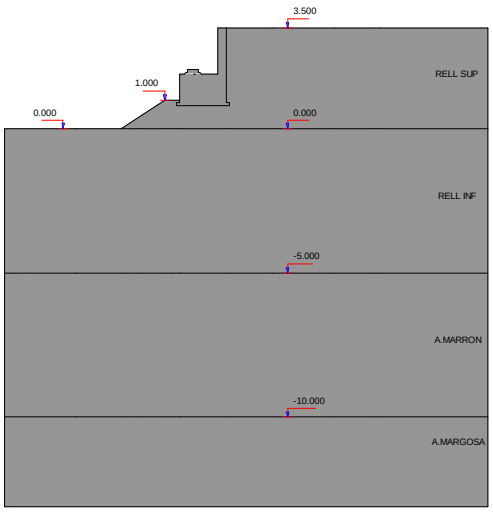
Planta de los pilotes



2.3 Terreno

Definición de las cotas del terreno

Terreno



Cota por debajo de la que se consideran los muelles para la modelización del terreno: 0.000 m

Definición de parámetros geotécnicos de las capas del terreno

Capa	Nombre	Tipo	Cota inferior (m)	Densidad natural (kN/m3)
1	RELL SUP	Granular	0.000	18.0
2	RELL INF	Granular	-5.000	18.0
3	A.MARRON	Cohesivo	-10.000	20.0
4	A.MARGOSA	Cohesivo	-10000.000	21.0

Capa	Nombre	Tipo	Ángulo de rozamiento (º)	Cohesión (kN/m2)	Resist. Hund. Fuste (kN/m2)	Resist. Hund. Punta (kN/m2)	Resistencia Arranque (kN/m2)
1	RELL SUP	Granular	30.0	5.0	0.0	0.0	0.0
2	RELL INF	Granular	24.0	5.0	0.0	0.0	0.0
3	A.MARRON	Cohesivo	25.0	20.0	88.0	0.0	61.0
4	A.MARGOSA	Cohesivo	20.0	60.0	90.0	1650.0	63.0

Definición de los parámetros contacto hormigón-terreno

Capa	Nombre	Áng. roz. zapata-terreno (º)	Adherencia (kN/m2)	Áng. roz. alzado-terreno (º)
1	RELL SUP	0.0	0.0	0.0
2	RELL INF	0.0	0.0	0.0
3	A.MARRON	0.0	0.0	0.0
4	A.MARGOSA	0.0	0.0	0.0

Coeficiente de balasto vertical : 100000 kN/m3

2.4 Materiales

2.4.1 Hormigón Alzado. Espaldón

Denominación: HA-30

Resistencia característica a compresión, f_{ck}	:	30.0 MPa
Resistencia media a compresión, f_{cm}	:	38.0 MPa
Resistencia característica a tracción, $f_{ct,k}$	:	-2.0 MPa
Resistencia media a tracción, $f_{ct,m}$	:	-2.9 MPa

Módulo elástico secante, E_{cm}	:	28576.8	MPa
Módulo elástico inicial (tangente), E_c	:	33577.7	MPa
Coeficiente de Poisson, ν	:	0.20	
Peso específico, γ	:	25.0	kN/m^3
Coeficiente del tipo de cemento, s	:	0.25	
Coeficiente de la naturaleza del árido, α	:	1.0	
Coeficiente de dilatación térmica, α	:	0.00001000	$^oC^{-1}$

Diagrama rectangular:

Coeficiente profundidad del bloque de compresión, λ	:	0.80
Coeficiente intensidad del bloque de compresión, η	:	1.00

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_c	:	1.00
ELU, situación persistente, γ_c	:	1.50
ELU, situación accidental, γ_c	:	1.30

Factores de cansancio del hormigón:

Factor de cansancio a compresión, α_{cc}	:	1.00
Factor de cansancio a tracción, α_{ct}	:	1.00

Endurecimiento : Normal
Tipo de cemento para Alzado. Espaldón : CEM II/A-S (según RC-08).

2.4.2 Hormigón Alzado. Cargadero

Denominación: HA-30

Resistencia característica a compresión, f_{ck}	:	30.0	MPa
Resistencia media a compresión, f_{cm}	:	38.0	MPa
Resistencia característica a tracción, $f_{ct,k}$	:	-2.0	MPa
Resistencia media a tracción, $f_{ct,m}$	:	-2.9	MPa
Módulo elástico secante, E_{cm}	:	28576.8	MPa
Módulo elástico inicial (tangente), E_c	:	33577.7	MPa
Coeficiente de Poisson, ν	:	0.20	
Peso específico, γ	:	25.0	kN/m^3
Coeficiente del tipo de cemento, s	:	0.25	
Coeficiente de la naturaleza del árido, α	:	1.0	
Coeficiente de dilatación térmica, α	:	0.00001000	$^oC^{-1}$

Diagrama rectangular:

Coeficiente profundidad del bloque de compresión, λ	:	0.80
Coeficiente intensidad del bloque de compresión, η	:	1.00

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_c	:	1.00
ELU, situación persistente, γ_c	:	1.50
ELU, situación accidental, γ_c	:	1.30

Factores de cansancio del hormigón:

Factor de cansancio a compresión, α_{cc}	:	1.00
Factor de cansancio a tracción, α_{ct}	:	1.00

Endurecimiento : Normal
Tipo de cemento para Alzado. Cargadero : CEM II/A-S (según RC-08).

2.4.3 Hormigón Alzado. Aletas

Denominación: HA-30

Resistencia característica a compresión, f_{ck}	:	30.0	MPa
Resistencia media a compresión, f_{cm}	:	38.0	MPa
Resistencia característica a tracción, $f_{ct,k}$	:	-2.0	MPa
Resistencia media a tracción, $f_{ct,m}$	:	-2.9	MPa
Módulo elástico secante, E_{cm}	:	28576.8	MPa
Módulo elástico inicial (tangente), E_c	:	33577.7	MPa
Coeficiente de Poisson, ν	:	0.20	

Peso específico, γ	25.0	kN/m^3
Coeficiente del tipo de cemento, s	0.25	
Coeficiente de la naturaleza del árido, α	1.0	
Coeficiente de dilatación térmica, α	0.00001000	$^oC^{-1}$

Diagrama rectangular:

Coeficiente profundidad del bloque de compresión, λ	0.80	
Coeficiente intensidad del bloque de compresión, η	1.00	

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_c	1.00	
ELU, situación persistente, γ_c	1.50	
ELU, situación accidental, γ_c	1.30	

Factores de cansancio del hormigón:

Factor de cansancio a compresión, α_{cc}	1.00	
Factor de cansancio a tracción, α_{ct}	1.00	

Endurecimiento : Normal
Tipo de cemento para Alzado. Aletas : CEM II/A-S (según RC-08).

2.4.4 Hormigón Pilotes

Denominación: HA-30

Resistencia característica a compresión, f_{ck}	30.0	MPa
Resistencia media a compresión, f_{cm}	38.0	MPa
Resistencia característica a tracción, $f_{ct,k}$	-2.0	MPa
Resistencia media a tracción, $f_{ct,m}$	-2.9	MPa
Módulo elástico secante, E_{cm}	28576.8	MPa
Módulo elástico inicial (tangente), E_c	33577.7	MPa
Coeficiente de Poisson, ν	0.20	
Peso específico, γ	25.0	kN/m^3
Coeficiente del tipo de cemento, s	0.25	
Coeficiente de la naturaleza del árido, α	1.0	
Coeficiente de dilatación térmica, α	0.00001000	$^oC^{-1}$

Diagrama rectangular:

Coeficiente profundidad del bloque de compresión, λ	0.80	
Coeficiente intensidad del bloque de compresión, η	1.00	

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_c	1.00	
ELU, situación persistente, γ_c	1.50	
ELU, situación accidental, γ_c	1.30	

Factores de cansancio del hormigón:

Factor de cansancio a compresión, α_{cc}	1.00	
Factor de cansancio a tracción, α_{ct}	1.00	

Endurecimiento : Normal
Tipo de cemento para Pilotes : CEM II/A-S (según RC-08).

2.4.5 Hormigón Capa de nivelación

Denominación: HM-15

Resistencia característica a compresión, f_{ck}	15.0	MPa

Tipo de cemento para Capa de nivelación : CEM I (según RC-08).

2.4.6 Armadura pasiva Alzado. Espaldón

Denominación: AP500 S

Límite elástico característico, f_{yk}	500	MPa
Tensión unitaria de rotura , f_s	550	MPa

Módulo de deformación longitudinal del acero, E_S	:	200000	MPa
Deformación última en compresión, $\varepsilon_{max,1}$	:	0.01000	
Deformación última en tracción, $\varepsilon_{max,2}$	:	-0.01000	
Densidad del acero, γ	:	77.0	kN/m^3

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_S	:	1.00
ELU, situación persistente, γ_S	:	1.15
ELU, situación accidental, γ_S	:	1.00

2.4.7 Armadura pasiva Alzado. Cargadero

Denominación: AP500 S

Límite elástico característico, f_{yk}	:	500	MPa
Tensión unitaria de rotura , f_S	:	550	MPa
Módulo de deformación longitudinal del acero, E_S	:	200000	MPa
Deformación última en compresión, $\varepsilon_{max,1}$	:	0.01000	
Deformación última en tracción, $\varepsilon_{max,2}$	:	-0.01000	
Densidad del acero, γ	:	77.0	kN/m^3

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_S	:	1.00
ELU, situación persistente, γ_S	:	1.15
ELU, situación accidental, γ_S	:	1.00

2.4.8 Armadura pasiva Alzado. Aletas

Denominación: AP500 S

Límite elástico característico, f_{yk}	:	500	MPa
Tensión unitaria de rotura , f_S	:	550	MPa
Módulo de deformación longitudinal del acero, E_S	:	200000	MPa
Deformación última en compresión, $\varepsilon_{max,1}$	:	0.01000	
Deformación última en tracción, $\varepsilon_{max,2}$	:	-0.01000	
Densidad del acero, γ	:	77.0	kN/m^3

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_S	:	1.00
ELU, situación persistente, γ_S	:	1.15
ELU, situación accidental, γ_S	:	1.00

2.4.9 Armadura pasiva Pilotes

Denominación: AP500 S

Límite elástico característico, f_{yk}	:	500	MPa
Tensión unitaria de rotura , f_S	:	550	MPa
Módulo de deformación longitudinal del acero, E_S	:	200000	MPa
Deformación última en compresión, $\varepsilon_{max,1}$	:	0.01000	
Deformación última en tracción, $\varepsilon_{max,2}$	:	-0.01000	
Densidad del acero, γ	:	77.0	kN/m^3

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_S	:	1.00
ELU, situación persistente, γ_S	:	1.15
ELU, situación accidental, γ_S	:	1.00

2.5 Fisuración

Alzado. Espaldón

Clase de exposición: IIb

Anchura de fisura admisible : 0.30 mm

Alzado. Cargadero
Clase de exposición: IIb
Anchura de fisura admisible : 0.30 mm

Alzado. Aletas
Clase de exposición: IIb
Anchura de fisura admisible : 0.30 mm

Pilotes
Clase de exposición: IIa
Anchura de fisura admisible : 0.30 mm

2.6 Acciones

2.6.1 Acciones permanentes en el estribo

Terreno :

Se considera el empuje activo en el terreno del trasdós.

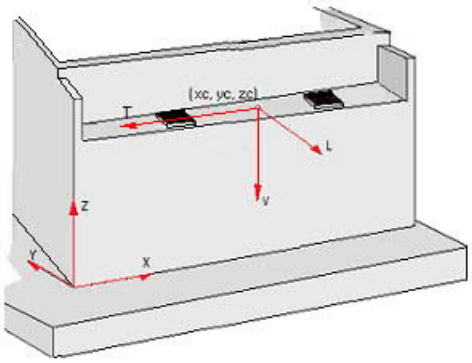
2.6.2 Acciones variables en el estribo

Sobrecarga en terraplén :

Sobrecarga en coronación de las tierras del trasdós : 10.00 kN/m^2

2.6.3 Acciones permanentes en el tablero

Definición de los ejes de las cargas del tablero :



	x (m)	y (m)	z (m)
Eje L	0.000	-1.000	0.000
Eje T	-1.000	0.000	0.000
Eje V	0.000	0.000	-1.000

Cargas :

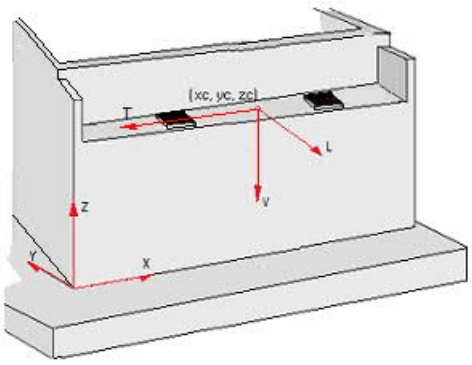
PP_Tab	:	Peso propio. Tablero
SE	:	Superestructura del tablero
RT	:	Reología. Retracción

Acción	Hip.	Apoyo	F_L (kN)	F_T (kN)	F_V (kN)	Tipo	+/-
PP_Tab	1	1	0.00	0.00	158.90	Excluyentes	No
	1	2	0.00	0.00	158.90		
	1	3	0.00	0.00	158.90		
	1	4	0.00	0.00	158.90		
	1	5	0.00	0.00	158.90		
	1	6	0.00	0.00	158.90		
	1	7	0.00	0.00	158.90		
	1	8	0.00	0.00	158.90		
	1	9	0.00	0.00	158.90		
	1	10	0.00	0.00	158.90		
	2	1	0.00	0.00	181.70		
	2	2	0.00	0.00	177.00		
	2	3	0.00	0.00	177.00		
	2	4	0.00	0.00	177.00		
	2	5	0.00	0.00	177.00		
	2	6	0.00	0.00	177.00		
	2	7	0.00	0.00	177.00		
	2	8	0.00	0.00	177.00		
	2	9	0.00	0.00	177.00		
	2	10	0.00	0.00	181.70		
SE	1	1	0.00	0.00	224.00	Excluyentes	No
	1	2	0.00	0.00	124.50		
	1	3	0.00	0.00	116.00		
	1	4	0.00	0.00	101.40		
	1	5	0.00	0.00	95.80		
	1	6	0.00	0.00	94.80		
	1	7	0.00	0.00	99.60		
	1	8	0.00	0.00	122.60		
	1	9	0.00	0.00	148.90		
	1	10	0.00	0.00	187.10		
RT	1	1	45.00	0.00	0.00	Excluyentes	No
	1	2	45.00	0.00	0.00		
	1	3	45.00	0.00	0.00		
	1	4	45.00	0.00	0.00		
	1	5	45.00	0.00	0.00		
	1	6	45.00	0.00	0.00		
	1	7	45.00	0.00	0.00		
	1	8	45.00	0.00	0.00		
	1	9	45.00	0.00	0.00		
	1	10	45.00	0.00	0.00		

+/- : indica si se consideran o no las acciones de signo contrario a las introducidas.

2.6.4 Acciones variables en el tablero

Definición de los ejes de las cargas del tablero :



	x (m)	y (m)	z (m)
Eje L	0.000	-1.000	0.000
Eje T	-1.000	0.000	0.000
Eje V	0.000	0.000	-1.000

Cargas :

VI_CS_L	:	Viento. Con sobrecarga de uso. Componente longitudinal
VI_CS_T	:	Viento. Con sobrecarga de uso. Componente transversal
VI_CS_V	:	Viento. Con sobrecarga de uso. Componente vertical
GR1	:	Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1
GR2	:	Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Acción	Hip.	Apoyo	F_L (kN)	F_T (kN)	F_V (kN)	Tipo	+/-
VI_CS_L	1	1	2.00	0.00	0.00	Excluyentes	Sí
	1	2	2.00	0.00	0.00		
	1	3	2.00	0.00	0.00		
	1	4	2.00	0.00	0.00		
	1	5	0.00	0.00	0.00		
	1	6	2.00	0.00	0.00		
	1	7	2.00	0.00	0.00		
	1	8	2.00	0.00	0.00		
	1	9	2.00	0.00	0.00		
	1	10	2.00	0.00	0.00		
VI_CS_T	1	1	0.00	6.00	0.00	Excluyentes	Sí
	1	2	0.00	6.00	0.00		
	1	3	0.00	6.00	0.00		
	1	4	0.00	6.00	0.00		
	1	5	0.00	6.00	0.00		
	1	6	0.00	6.00	0.00		
	1	7	0.00	6.00	0.00		
	1	8	0.00	6.00	0.00		
	1	9	0.00	6.00	0.00		
	1	10	0.00	6.00	0.00		
VI_CS_V	1	1	0.00	0.00	52.30	Excluyentes	Sí
	1	2	0.00	0.00	45.90		
	1	3	0.00	0.00	44.60		
	1	4	0.00	0.00	41.90		
	1	5	0.00	0.00	36.50		
	1	6	0.00	0.00	28.80		
	1	7	0.00	0.00	42.50		
	1	8	0.00	0.00	48.00		
	1	9	0.00	0.00	45.80		
	1	10	0.00	0.00	59.70		
GR1	1	1	0.00	0.00	106.60	Excluyentes	No
	1	2	0.00	0.00	140.10		
	1	3	0.00	0.00	392.40		
	1	4	0.00	0.00	504.70		
	1	5	0.00	0.00	503.30		
	1	6	0.00	0.00	499.60		

	1	7	0.00	0.00	500.00		
	1	8	0.00	0.00	478.80		
	1	9	0.00	0.00	269.90		
	1	10	0.00	0.00	107.30		
GR2	1	1	34.00	0.00	26.92	Excluyentes	No
	1	2	34.00	0.00	63.60		
	1	3	34.00	0.00	271.73		
	1	4	34.00	0.00	373.27		
	1	5	34.00	0.00	377.17		
	1	6	34.00	0.00	373.20		
	1	7	34.00	0.00	370.13		
	1	8	34.00	0.00	344.40		
	1	9	34.00	0.00	174.45		
	1	10	34.00	0.00	11.93		

+/- : indica si se consideran o no las acciones de signo contrario a las introducidas.

Combinaciones de viento :

$VI\_SS_1 = 1.0 \cdot VI\_SS\_L + 0.0 \cdot VI\_SS\_T + 0.0 \cdot VI\_SS\_V$
$VI\_SS_2 = 0.0 \cdot VI\_SS\_L + 1.0 \cdot VI\_SS\_T + 1.0 \cdot VI\_SS\_V$

$VI\_CS_1 = 1.0 \cdot VI\_CS\_L + 0.0 \cdot VI\_CS\_T + 0.0 \cdot VI\_CS\_V$
$VI\_CS_2 = 0.0 \cdot VI\_CS\_L + 1.0 \cdot VI\_CS\_T + 1.0 \cdot VI\_CS\_V$

2.7 Seguridad

ESTADOS LÍMITE ESTRUCTURALES						
	Estado límite de Servicio		Estado límite Último			
			Situación Persistente		Situación Accidental	
	Coeficiente favorable	Coeficiente desfavorable	Coeficiente favorable	Coeficiente desfavorable	Coeficiente favorable	Coeficiente desfavorable
Peso propio. Estribo	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Peso propio. Tablero	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Superestructura del tablero	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Descensos de apoyo.	0.00	1.00	0.00	1.20	0.00	1.00
Reología. Retracción	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Reología. Fluencia	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Pretensado	0.90	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00
Terreno. Tierras. Empuje en trasdós	1.00	1.00	1.00	1.50	1.00	1.00
Terreno. Tierras. Peso propio	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Terreno. Fricción negativa	0.00	1.00	0.00	1.20	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje	0.00	1.00	0.00	1.50	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. TS	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. UDL	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. Frenado/arranque	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. Fuerza centrífuga	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. Tráfico vertical en aceras	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Viento. Sin sobrecarga de uso.	0.00	1.00	0.00	1.50	0.00	1.00
Temperatura. Efecto global	0.00	1.00	0.00	1.50	0.00	1.00

Temperatura. Aumento uniforme de temperatura	0.00	1.00	0.00	1.50	0.00	1.00
Temperatura. Gradiente térmico	0.00	1.00	0.00	1.50	0.00	1.00
Sismo	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
Impacto. Vehículos de carretera. Contra las aletas	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00

ESTADOS LÍMITE GEOTÉCNICOS				
	Estado límite Último			
	Situación Persistente		Situación Accidental	
	Coeficiente favorable	Coeficiente desfavorable	Coeficiente favorable	Coeficiente desfavorable
Peso propio. Estribo	1.00	1.00	1.00	1.00
Peso propio. Tablero	1.00	1.00	1.00	1.00
Superestructura del tablero	1.00	1.00	1.00	1.00
Descensos de apoyo.	0.00	1.00	0.00	1.00
Reología. Retracción	1.00	1.00	1.00	1.00
Reología. Fluencia	1.00	1.00	1.00	1.00
Pretensado	1.00	1.00	1.00	1.00
Terreno. Tierras. Empuje en trasdós	1.00	1.00	1.00	1.00
Terreno. Tierras. Peso propio	1.00	1.00	1.00	1.00
Terreno. Fricción negativa	0.00	1.00	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje	0.00	1.00	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical	0.00	1.00	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1	0.00	1.00	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2	0.00	1.00	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. TS	0.00	1.00	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. UDL	0.00	1.00	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. Frenado/arranque	0.00	1.00	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. Fuerza centrífuga	0.00	1.00	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. Tráfico vertical en aceras	0.00	1.00	0.00	1.00
Viento. Sin sobrecarga de uso.	0.00	1.00	0.00	1.00
Temperatura. Efecto global	0.00	1.00	0.00	1.00
Temperatura. Aumento uniforme de temperatura	0.00	1.00	0.00	1.00
Temperatura. Gradiente térmico	0.00	1.00	0.00	1.00
Sismo	0.00	0.00	1.00	1.00
Impacto. Vehículos de carretera. Contra las aletas	0.00	0.00	1.00	1.00

Factores de seguridad. EL geotécnico de Hundimiento

Situación persistente. Combinación característica	:	2.600
Situación persistente. Combinación cuasi permanente	:	3.000
Situación accidental. Combinación sísmica	:	2.200
Situación accidental. Combinación de impacto	:	2.200

Factores de seguridad. EL geotécnico de Deslizamiento

Situación persistente. Combinación característica	:	1.300
Situación persistente. Combinación cuasi permanente	:	1.500
Situación accidental. Combinación sísmica	:	1.100
Situación accidental. Combinación de impacto	:	1.100

Factores de seguridad. EL geotécnico de Vuelco rígido

Situación persistente. Combinación característica	:	1.800

Situación persistente. Combinación cuasi permanente	:	2.000
Situación accidental. Combinación sísmica	:	1.500
Situación accidental. Combinación de impacto	:	1.500

Factores de seguridad. EL geotécnico de Estabilidad global

Situación persistente. Combinación característica	:	1.300
Situación persistente. Combinación cuasi permanente	:	1.500
Situación accidental. Combinación sísmica	:	1.100
Situación accidental. Combinación de impacto	:	1.100

Factores de seguridad. EL geotécnico de Pandeo en los pilotes

Situación persistente. Combinación característica	:	2.600
Situación persistente. Combinación cuasi permanente	:	3.000
Situación accidental. Combinación sísmica	:	2.200
Situación accidental. Combinación de impacto	:	2.200

Factores de seguridad. EL geotécnico de Resistencia horizontal

Situación persistente. Combinación característica	:	2.600
Situación persistente. Combinación cuasi permanente	:	3.000
Situación accidental. Combinación sísmica	:	2.200
Situación accidental. Combinación de impacto	:	2.200

Factores de seguridad. EL geotécnico de Arranque pilotes

Situación persistente. Combinación característica	:	2.600
Situación persistente. Combinación cuasi permanente	:	3.000
Situación accidental. Combinación sísmica	:	2.200
Situación accidental. Combinación de impacto	:	2.200

Coeficientes de combinación

	ψ0	ψ1	ψ2
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1	0.75	0.75	0.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. TS	0.75	0.75	0.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. UDL	0.40	0.40	0.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. Tráfico vertical en aceras	0.40	0.40	0.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2	0.00	0.00	0.00
Viento. Sin sobrecarga de uso. Componente longitudinal	0.60	0.20	0.00
Temperatura. Efecto global	0.60	0.60	0.50
Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje	1.00	1.00	1.00

Movimientos admisibles

Desplazamiento máximo horizontal en coronación	:	50	mm
Desplazamiento máximo vertical en coronación	:	50	mm
Desplazamiento máximo vertical en la zapata/encepado	:	25	mm

Combinaciones de acciones

Listado de acciones sobre el estribo

PP_Est: Peso propio. Estribo
PP_Tab: Peso propio. Tablero
SE: Superestructura del tablero
RT: Reología. Retracción

Emp_T: Terreno. Tierras. Empuje en trasdós
GR1: Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1
GR2: Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2
VI_CS: Viento. Con sobrecarga de uso
SR_Emp: Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje
SR_V: Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Estado límite: Estado límite geotécnico último de hundimiento de los pilotes
Situación: Situación persistente
Combinación: Combinación cuasi permanente
Instante: Estructura en servicio

EST-ELU-GEO-CP-SV-1 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 VI_CS + ψ_2 GR1
EST-ELU-GEO-CP-SV-2 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR1
EST-ELU-GEO-CP-SV-3 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR2
EST-ELU-GEO-CP-SV-4 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V

Situación: Situación persistente
Combinación: Combinación característica
Instante: Estructura en servicio

EST-ELU-GEO-CR-SV-1 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 VI_CS + ψ_0 GR1
EST-ELU-GEO-CR-SV-2 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 GR1
EST-ELU-GEO-CR-SV-3 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 GR2
EST-ELU-GEO-CR-SV-4 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + GR1
EST-ELU-GEO-CR-SV-5 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 VI_CS + GR1
EST-ELU-GEO-CR-SV-6 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + GR2
EST-ELU-GEO-CR-SV-7 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 GR1
EST-ELU-GEO-CR-SV-8 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 GR2
EST-ELU-GEO-CR-SV-9 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V

Estado límite: Estado límite geotécnico último de arranque de los pilotes
Situación: Situación persistente
Combinación: Combinación cuasi permanente
Instante: Estructura en servicio

EST-ELU-GEO-CP-SV-1 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 VI_CS + ψ_2 GR1
EST-ELU-GEO-CP-SV-2 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR1
EST-ELU-GEO-CP-SV-3 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR2
EST-ELU-GEO-CP-SV-4 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V

Situación: Situación persistente
Combinación: Combinación característica
Instante: Estructura en servicio

EST-ELU-GEO-CR-SV-1 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 VI_CS + ψ_0 GR1
EST-ELU-GEO-CR-SV-2 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 GR1
EST-ELU-GEO-CR-SV-3 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 GR2
EST-ELU-GEO-CR-SV-4 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + GR1
EST-ELU-GEO-CR-SV-5 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 VI_CS + GR1
EST-ELU-GEO-CR-SV-6 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + GR2
EST-ELU-GEO-CR-SV-7 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 GR1
EST-ELU-GEO-CR-SV-8 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 GR2
EST-ELU-GEO-CR-SV-9 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V

Estado límite: Estado límite geotécnico de servicio de asientos
Situación: Situación persistente
Combinación: Combinación cuasi permanente
Instante: Estructura en servicio

EST-ELS-GEO-CP-SV-1 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 VI_CS + ψ_2 GR1
EST-ELS-GEO-CP-SV-2 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR1
EST-ELS-GEO-CP-SV-3 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR2
EST-ELS-GEO-CP-SV-4 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V

Situación: Situación persistente
Combinación: Combinación característica

Instante: Estructura en servicio

EST-ELS-GEO-CR-SV-1 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 VI_CS + ψ_0 GR1
EST-ELS-GEO-CR-SV-2 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 GR1
EST-ELS-GEO-CR-SV-3 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 GR2
EST-ELS-GEO-CR-SV-4 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + GR1
EST-ELS-GEO-CR-SV-5 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 VI_CS + GR1
EST-ELS-GEO-CR-SV-6 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + GR2
EST-ELS-GEO-CR-SV-7 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 GR1
EST-ELS-GEO-CR-SV-8 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 GR2
EST-ELS-GEO-CR-SV-9 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V

Estado límite: Estado límite estructural último de rotura por flexión
Situación: Situación persistente
Combinación: Envolvente global
Instante: Envolvente global

EST-ELU-STR-P-EG-1 =

Estado límite: Estado límite estructural último de rotura por torsión
Situación: Situación persistente
Combinación: Envolvente global
Instante: Envolvente global

EST-ELU-STR-P-EG-1 =

Estado límite: Estado límite estructural de servicio de fisuración
Situación: Situación persistente
Combinación: Combinación cuasi permanente
Instante: Estructura en servicio

EST-ELS-STR-CP-SV-1 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 VI_CS + ψ_2 GR1
EST-ELS-STR-CP-SV-2 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR1
EST-ELS-STR-CP-SV-3 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR2
EST-ELS-STR-CP-SV-4 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V

Estado límite: Estado límite estructural último de rotura por cortante
Situación: Situación persistente
Combinación: Envolvente global
Instante: Envolvente global

EST-ELU-STR-P-EG-1 =

Estado límite: Estado límite estructural de servicio de deformaciones
Situación: Situación persistente
Combinación: Combinación cuasi permanente
Instante: Estructura en servicio

EST-ELS-STR-CP-SV-1 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 VI_CS + ψ_2 GR1
EST-ELS-STR-CP-SV-2 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR1
EST-ELS-STR-CP-SV-3 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR2
EST-ELS-STR-CP-SV-4 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V

Situación: Situación persistente
Combinación: Combinación frecuente
Instante: Estructura en servicio

EST-ELS-STR-FR-SV-1 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_1 SR_Emp + ψ_1 SR_V + ψ_2 VI_CS + ψ_2 GR1
EST-ELS-STR-FR-SV-2 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_1 SR_Emp + ψ_1 SR_V + ψ_2 GR1
EST-ELS-STR-FR-SV-3 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_1 SR_Emp + ψ_1 SR_V + ψ_2 GR2
EST-ELS-STR-FR-SV-4 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_1 GR1
EST-ELS-STR-FR-SV-5 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 VI_CS + ψ_1 GR1
EST-ELS-STR-FR-SV-6 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_1 GR2
EST-ELS-STR-FR-SV-7 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR1
EST-ELS-STR-FR-SV-8 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR2
EST-ELS-STR-FR-SV-9 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V

Situación: Situación persistente

Combinación: Combinación característica
Instante: Estructura en servicio

EST-ELS-STR-CR-SV-1 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 VI_CS + ψ_0 GR1
EST-ELS-STR-CR-SV-2 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 GR1
EST-ELS-STR-CR-SV-3 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 GR2
EST-ELS-STR-CR-SV-4 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + GR1
EST-ELS-STR-CR-SV-5 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 VI_CS + GR1
EST-ELS-STR-CR-SV-6 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + GR2
EST-ELS-STR-CR-SV-7 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 GR1
EST-ELS-STR-CR-SV-8 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 GR2
EST-ELS-STR-CR-SV-9 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V

2.8 Armadura

2.8.1 Recubrimientos geométricos

Alzado. Espaldón	:	45	mm
Alzado. Cargadero	:	45	mm
Alzado. Aletas	:	45	mm
Pilotes	:	70	mm

2.9 Configuración del cálculo

Método de distribución de tensiones uniforme (Método de la zapata equivalente)

El cálculo se realiza con una discretización de malla fina (adecuada para el cálculo definitivo de la estructura).

Los esfuerzos de cálculo se obtienen a partir de los esfuerzos del modelo de elementos finitos, integrándolos en una anchura de 1.000 m

La verificación del cálculo a flexión de los pilotes se realiza en un pilote con los esfuerzos pésimos.

La verificación del cálculo a cortante de los pilotes se realiza en un pilote con los esfuerzos pésimos.

3 MODELO

Para el cálculo del estribo se genera un modelo de elementos finitos.

Cada parte de la estructura se modeliza con placas discretizadas con elementos tipo TCCL1 (Elementos triangulares de lámina de Reissner-Mindlin, cuadrático en desplazamientos y giros, y lineal en desplazamientos de cortante).
Los pilotes se modelizan mediante elementos tipo barra.

Número de nodos de la estructura	:	3804
Número de elementos del tipo barra	:	422
Número de elementos del tipo lámina triangular TCCL1	:	1639

α: Ángulo interior mínimo de los elementos de la discretización
$L_{máx.}$: Longitud máxima de un lado del elemento TCCL1

Placa	α (º)	$L_{máx.}$ (m)
1	30.0	0.500
2	30.0	0.500
3	30.0	0.500
4	30.0	0.500
5	30.0	0.500
6	30.0	0.500

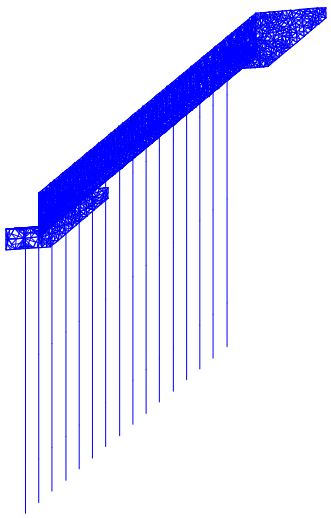
$L_{máx.}$: Longitud máxima de los elementos barra

Prisma	$L_{máx.}$ (m)
1	1.000
2	1.000
3	1.000
4	1.000
5	3.000
6	1.000
7	1.000
8	1.000
9	1.000
10	3.000
11	1.000
12	1.000
13	1.000
14	1.000
15	3.000
16	1.000
17	1.000
18	1.000
19	1.000
20	3.000
21	1.000
22	1.000
23	1.000
24	1.000
25	3.000
26	1.000
27	1.000
28	1.000
29	1.000
30	3.000
31	1.000
32	1.000
33	1.000
34	1.000
35	3.000
36	1.000
37	1.000
38	1.000
39	1.000
40	3.000
41	1.000
42	1.000
43	1.000
44	1.000
45	3.000
46	1.000
47	1.000
48	1.000
49	1.000
50	3.000
51	1.000
52	1.000
53	1.000
54	1.000
55	3.000
56	1.000
57	1.000
58	1.000
59	1.000
60	3.000
61	1.000
62	1.000
63	1.000
64	1.000
65	3.000
66	1.000

67	1.000
68	1.000
69	1.000
70	3.000
71	1.000
72	1.000
73	1.000
74	1.000
75	3.000
76	1.000
77	1.000
78	1.000
79	1.000
80	3.000
81	1.000
82	1.000
83	1.000
84	1.000
85	1.000
86	1.000
87	1.000
88	1.000
89	1.000
90	1.000
91	1.000
92	1.000
93	1.000
94	1.000
95	1.000
96	1.000
97	1.000
98	1.000
99	1.000
100	1.000
101	1.000
102	1.000
103	1.000
104	1.000
105	1.000
106	1.000
107	1.000
108	1.000
109	1.000
110	1.000
111	1.000
112	1.000
113	1.000
114	1.000
115	1.000
116	1.000
117	1.000
118	1.000
119	1.000
120	1.000
121	1.000
122	1.000
123	1.000
124	1.000
125	1.000
126	1.000
127	1.000
128	1.000
129	1.000
130	1.000
131	1.000
132	1.000
133	1.000
134	1.000
135	1.000
136	1.000

137	1.000
138	1.000
139	1.000
140	1.000
141	1.000
142	1.000
143	1.000
144	1.000
145	1.000
146	5.000
147	5.000
148	5.000
149	5.000
150	5.000
151	5.000
152	5.000
153	5.000
154	5.000
155	5.000
156	5.000
157	5.000
158	5.000
159	5.000
160	5.000
161	5.000
162	5.000
163	5.000
164	5.000
165	5.000
166	5.000
167	5.000
168	5.000
169	5.000
170	5.000
171	5.000
172	5.000
173	5.000
174	5.000
175	5.000
176	5.000
177	5.000
178	5.000
179	5.000
180	5.000
181	5.000
182	5.000
183	5.000
184	5.000
185	5.000
186	5.000
187	5.000
188	5.000
189	5.000
190	5.000
191	5.000
192	5.000
193	5.000
194	5.000
195	5.000
196	5.000
197	5.000
198	5.000
199	5.000
200	5.000
201	5.000
202	5.000
203	5.000
204	5.000
205	5.000
206	5.000

207	5.000
208	5.000
209	5.000
210	5.000
211	5.000
212	5.000
213	5.000
214	5.000
215	10.000
216	10.000
217	10.000
218	10.000
219	10.000
220	10.000
221	10.000
222	10.000
223	10.000
224	10.000
225	10.000
226	10.000
227	10.000
228	10.000
229	10.000
230	10.000

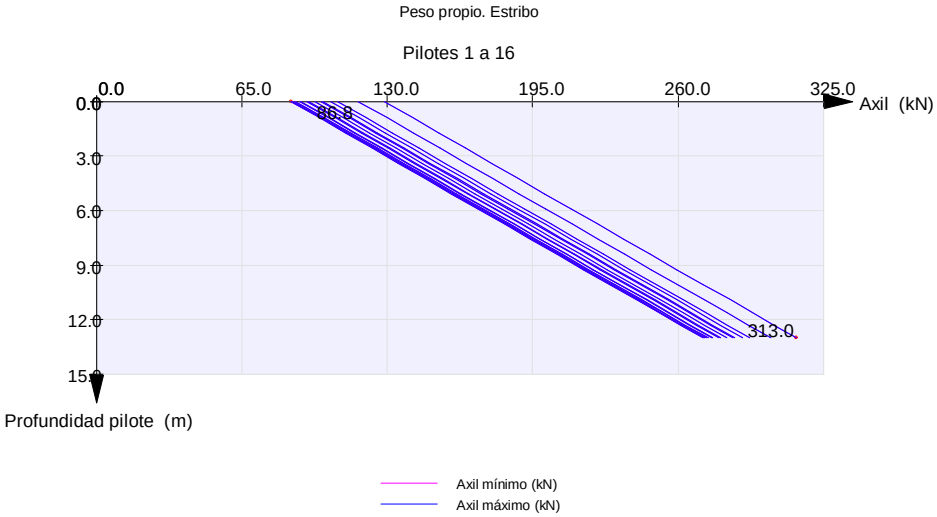


4 ESFUERZOS CARACTERíSTICOS

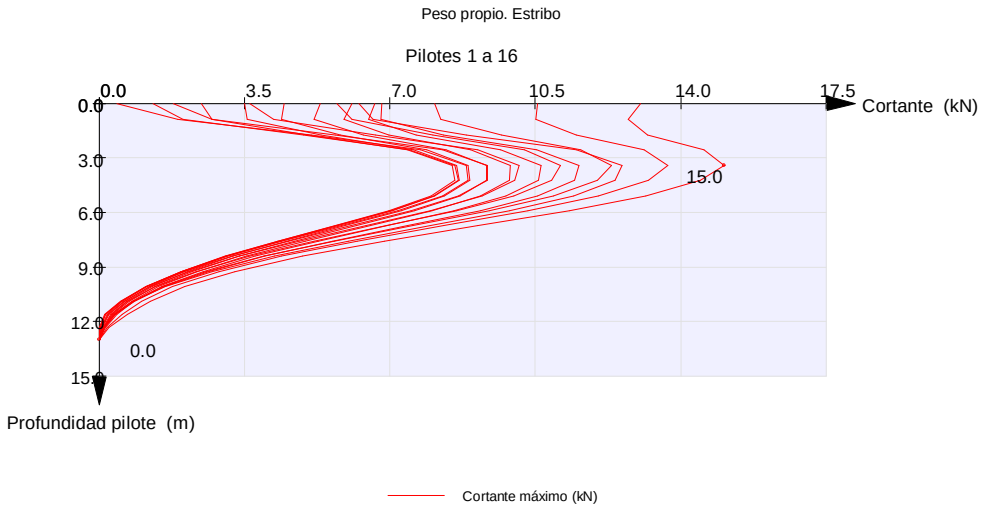
4.1 Peso propio. Estribo

4.1.1 Pilotes

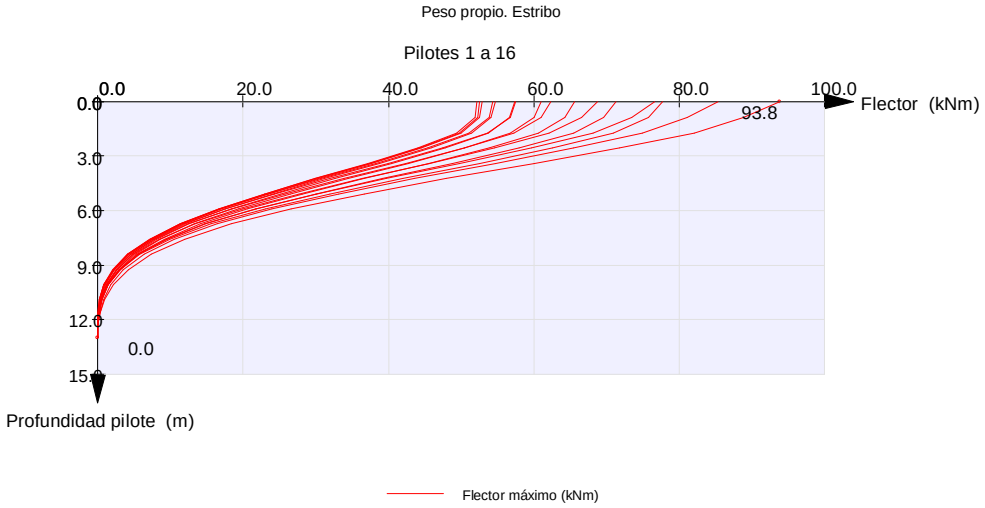
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

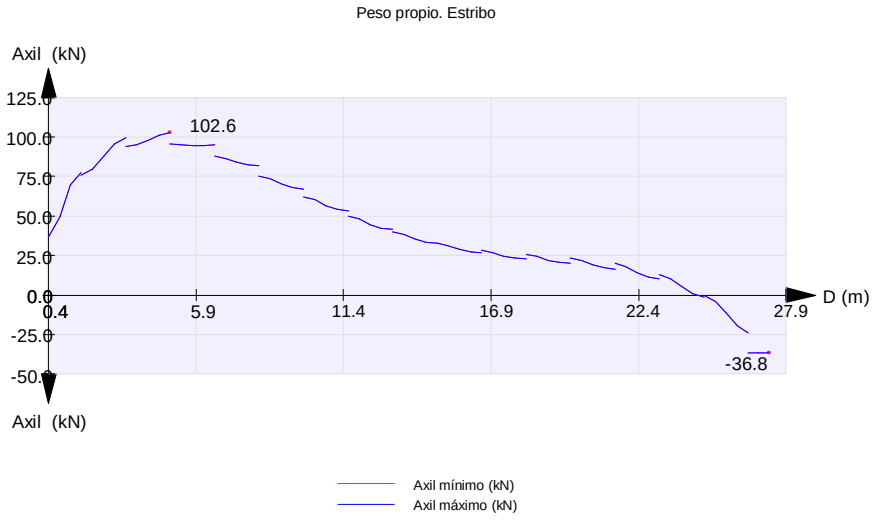


ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS



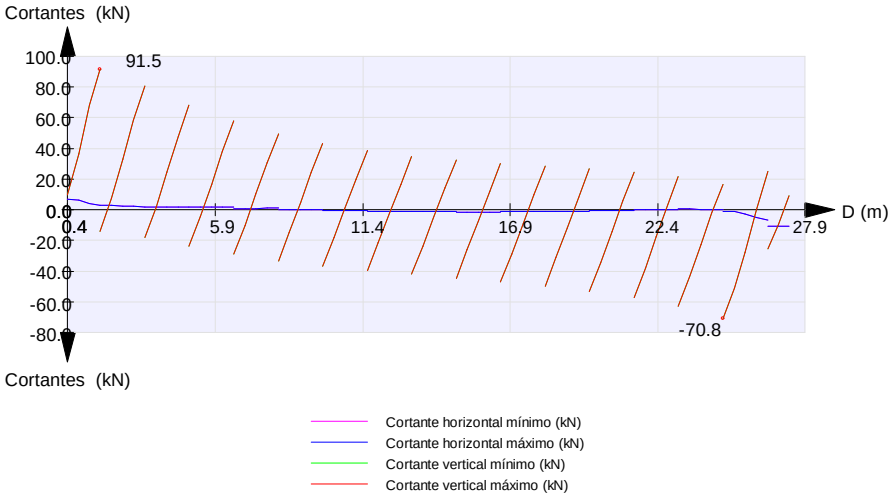
4.1.2 Cargadero

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS



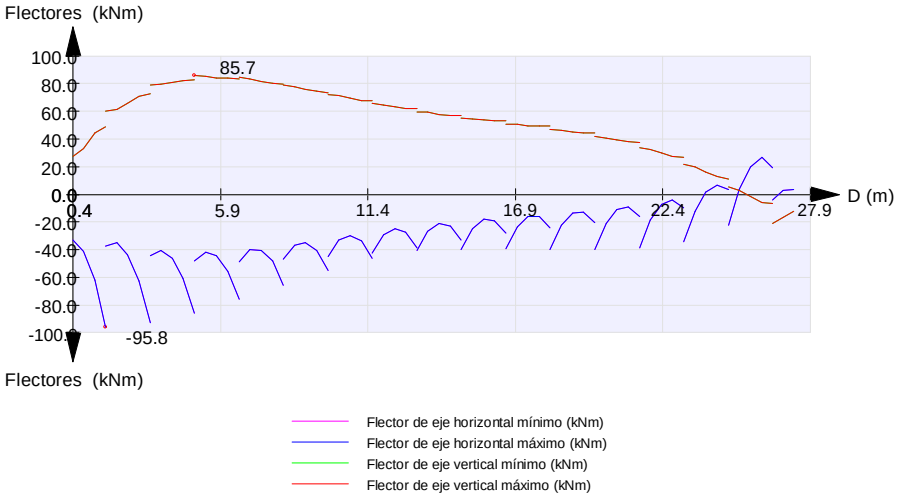
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo



4.1.3 Espaldón

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

Axil eje horizontal

24.28 a 48.56
0.00 a 24.28
-0.00 a 0.00
-32.47 a -0.00
-64.93 a -32.47
-97.40 a -64.93
-129.86 a -97.40
-162.33 a -129.86

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

Axil eje vertical

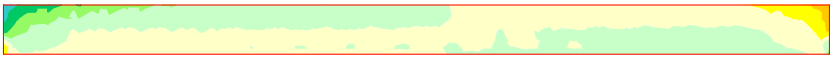
26.49 a 35.33
17.66 a 26.49
8.83 a 17.66
0.00 a 8.83
-0.00 a 0.00
-13.55 a -0.00
-27.09 a -13.55
-40.64 a -27.09

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

Cortante eje horizontal



10.68 a 14.24
7.12 a 10.68
3.56 a 7.12
0.00 a 3.56
-0.00 a 0.00
-4.02 a -0.00
-8.04 a -4.02
-12.06 a -8.04

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

Cortante eje vertical

0.00 a 0.55
-0.00 a 0.00
-2.47 a -0.00
-4.94 a -2.47
-7.40 a -4.94
-9.87 a -7.40
-12.34 a -9.87
-14.81 a -12.34

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

Momento de eje vertical (armado horizontal)

5.87 a 7.34
4.40 a 5.87
2.93 a 4.40
1.47 a 2.93
0.00 a 1.47
-0.00 a 0.00
-0.64 a -0.00
-1.29 a -0.64

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

Momento de eje horizontal (armado vertical)

0.44 a 0.88
0.00 a 0.44
-0.00 a 0.00
-1.07 a -0.00
-2.14 a -1.07
-3.21 a -2.14
-4.27 a -3.21
-5.34 a -4.27

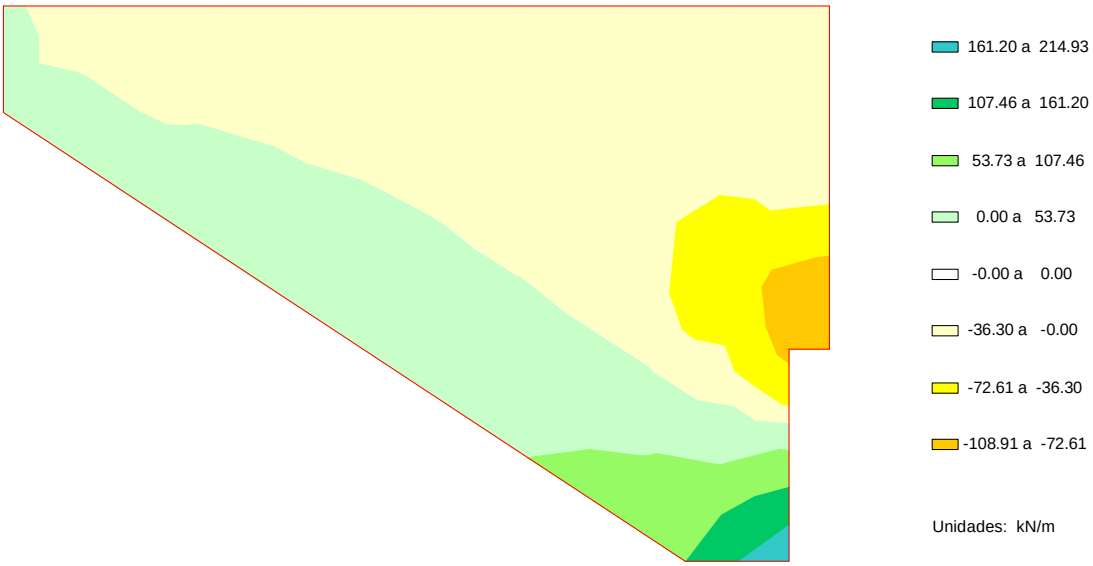
Unidades: kNm/m

4.1.4 Aleta 1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

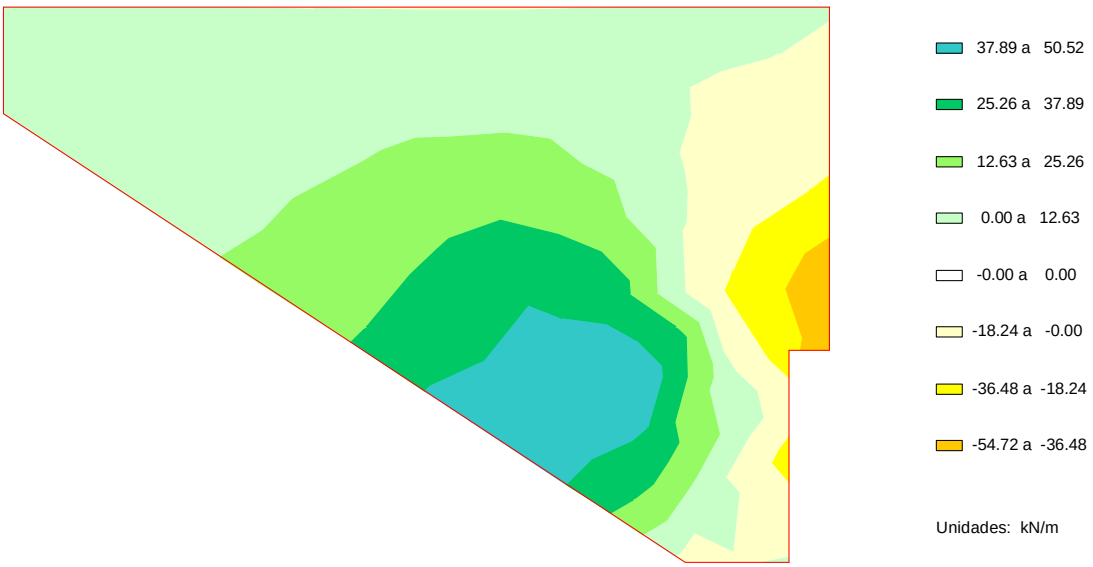
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

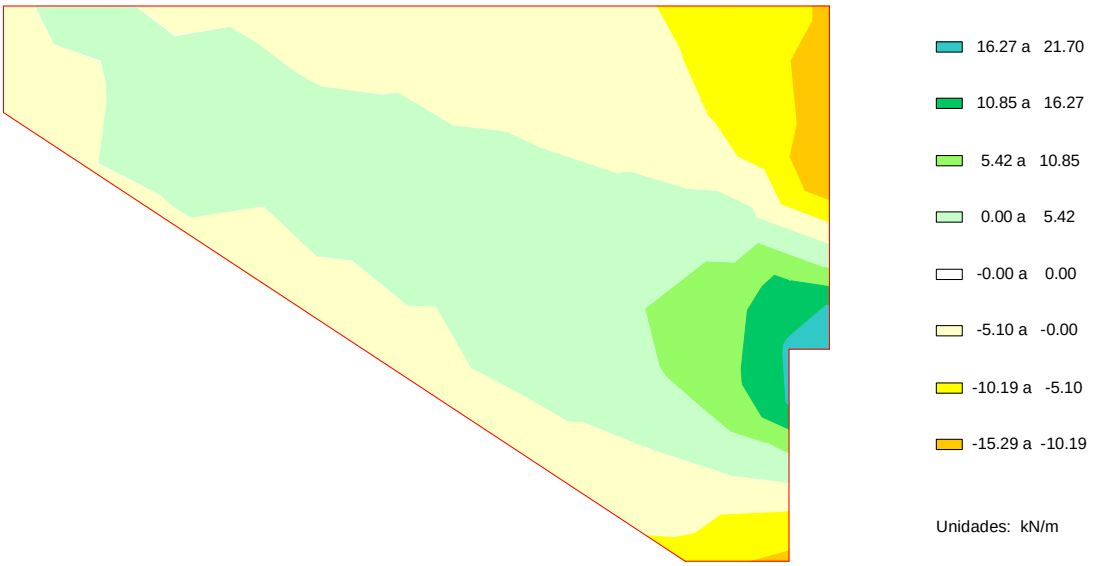
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

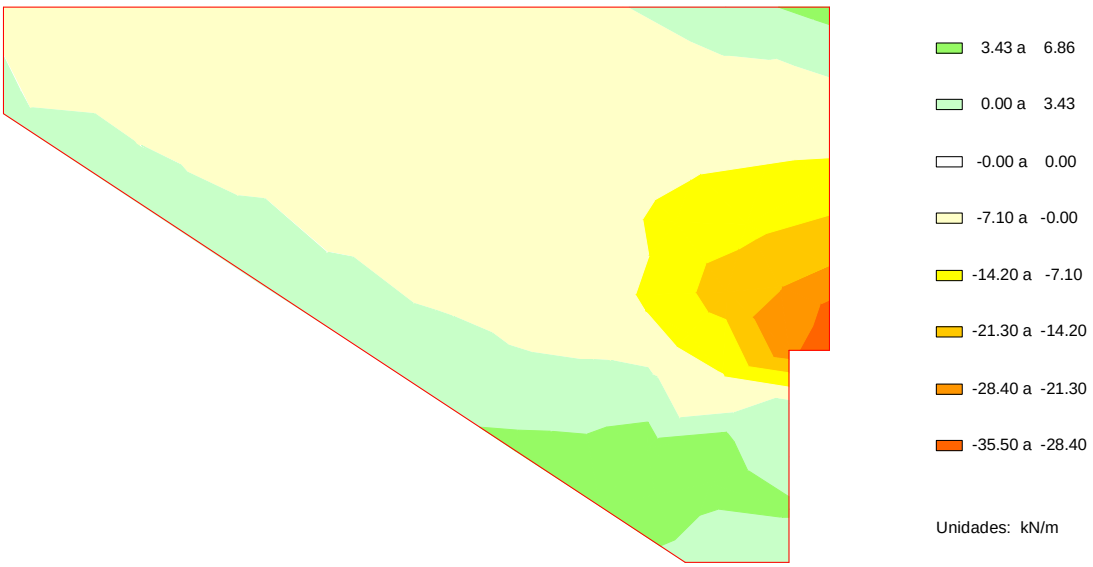
Cortante eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

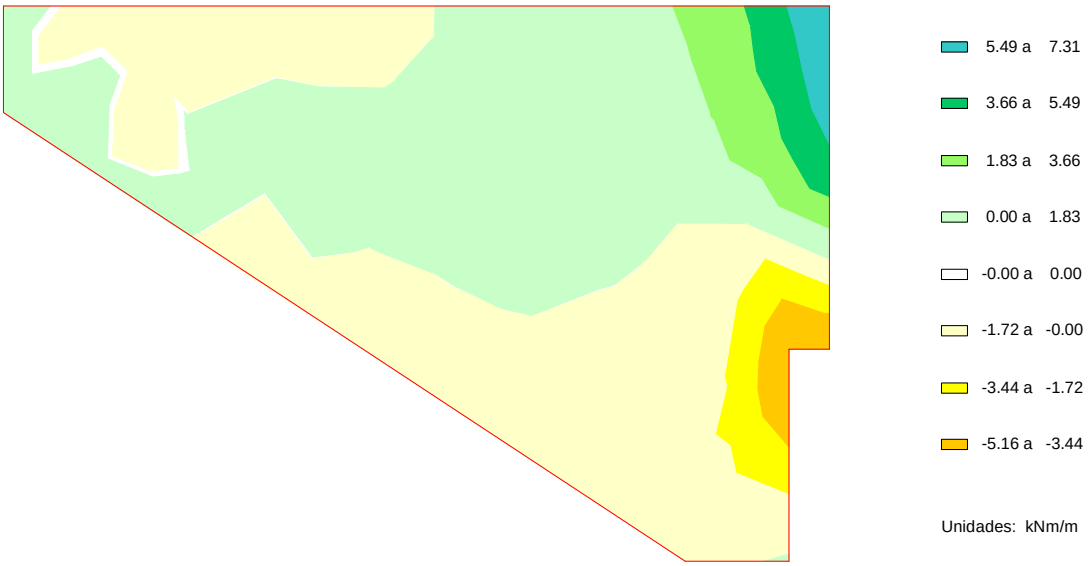
Cortante eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

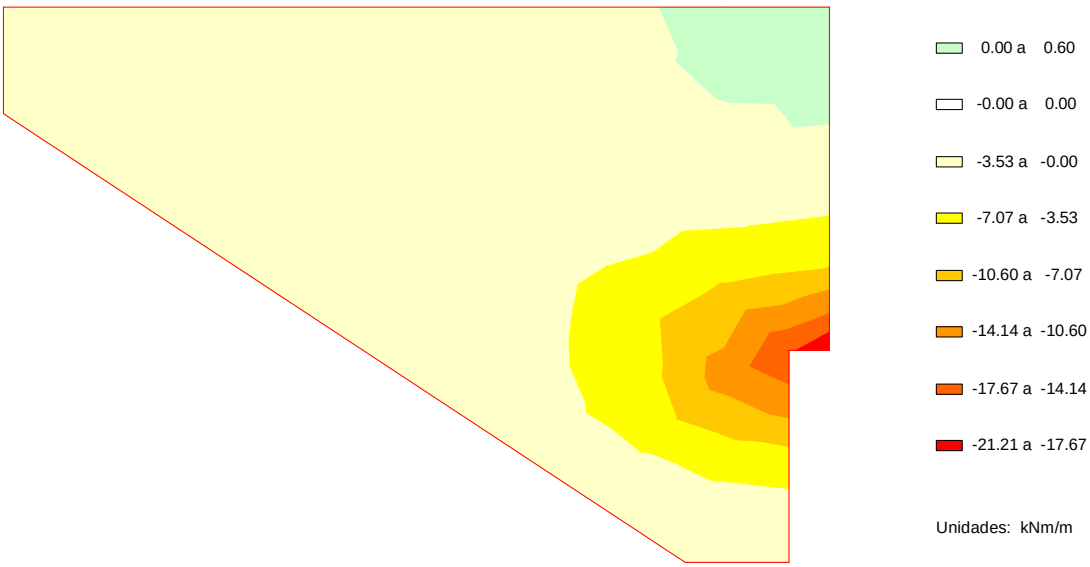
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

Momento de eje horizontal (armado vertical)

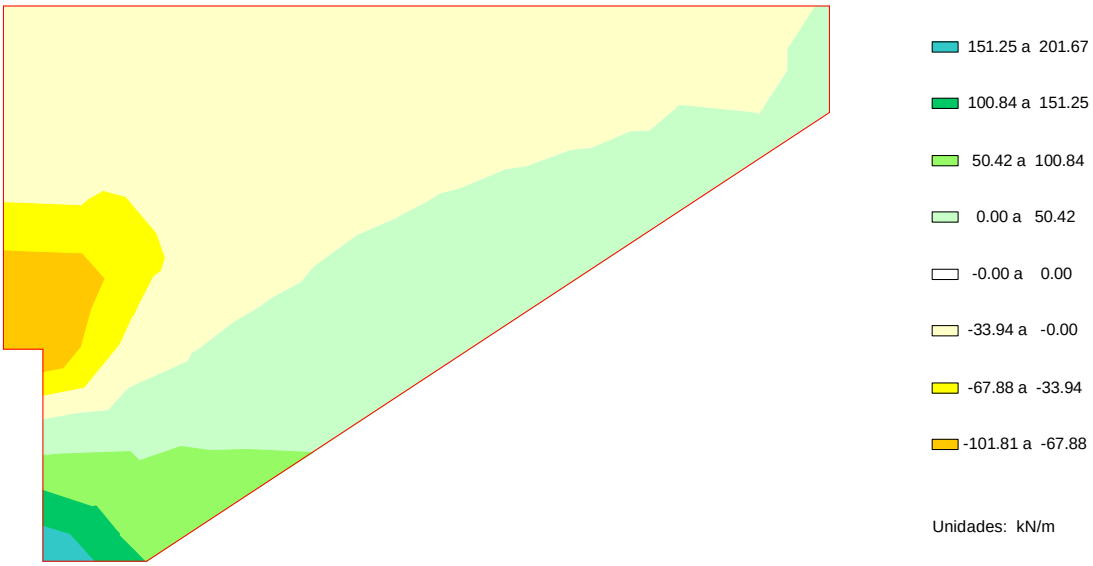


4.1.5 Aleta 2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

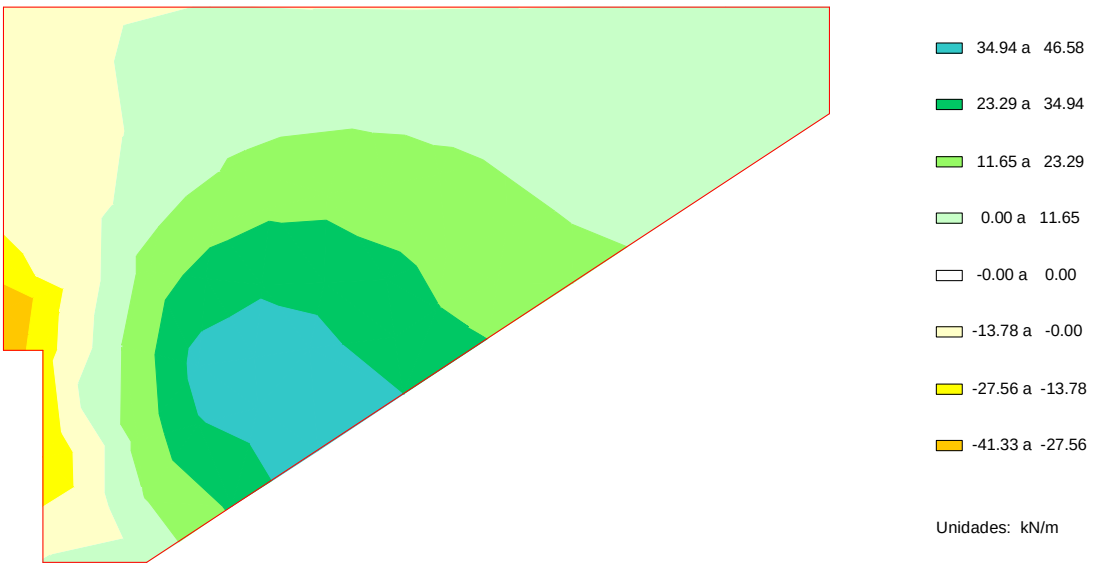
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

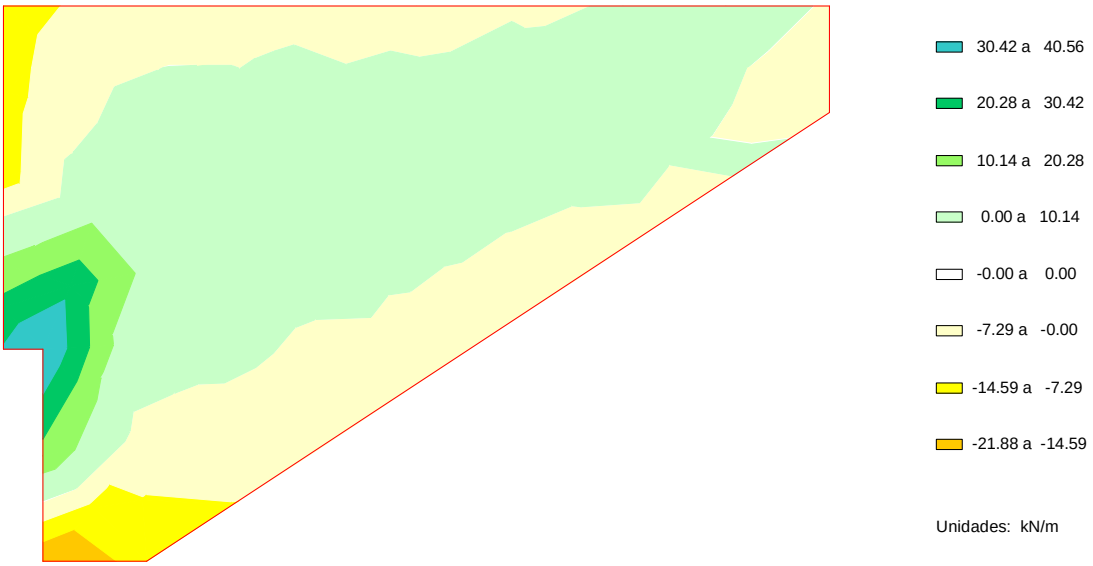
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

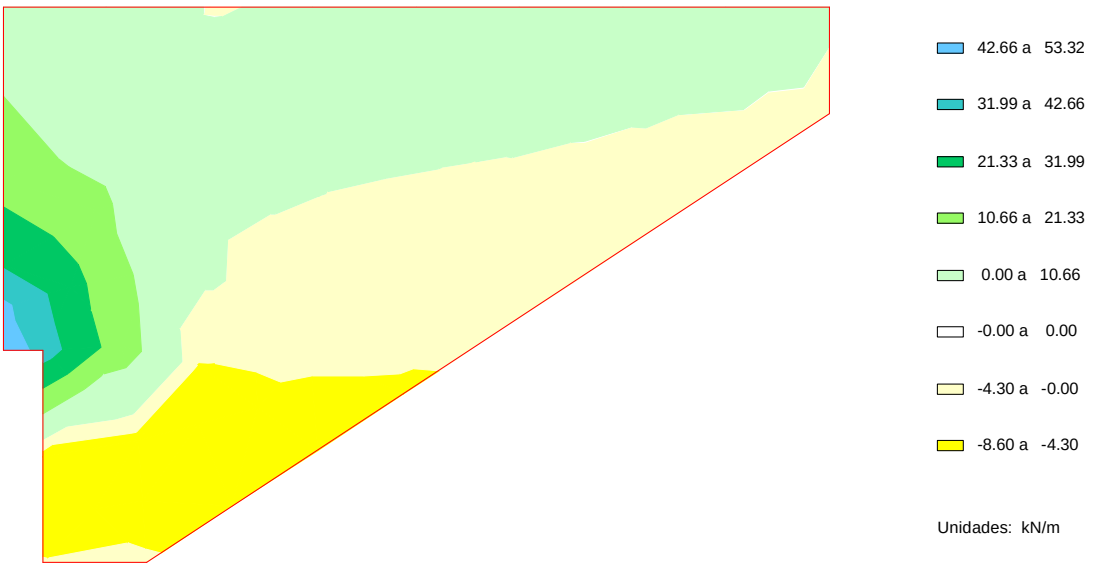
Cortante eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

Cortante eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

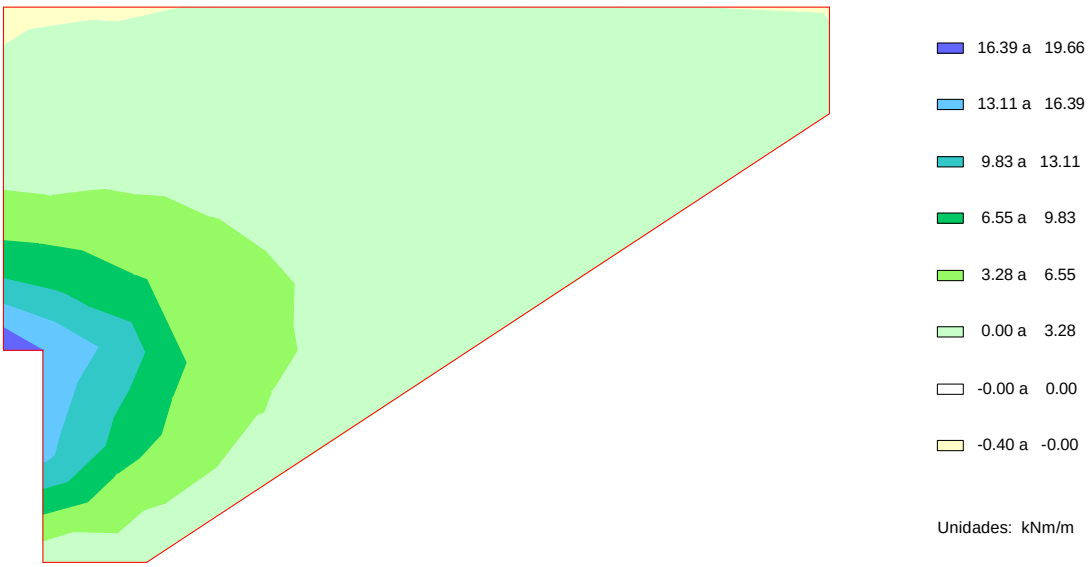
Peso propio. Estribo

Momento de eje vertical (armado horizontal)

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

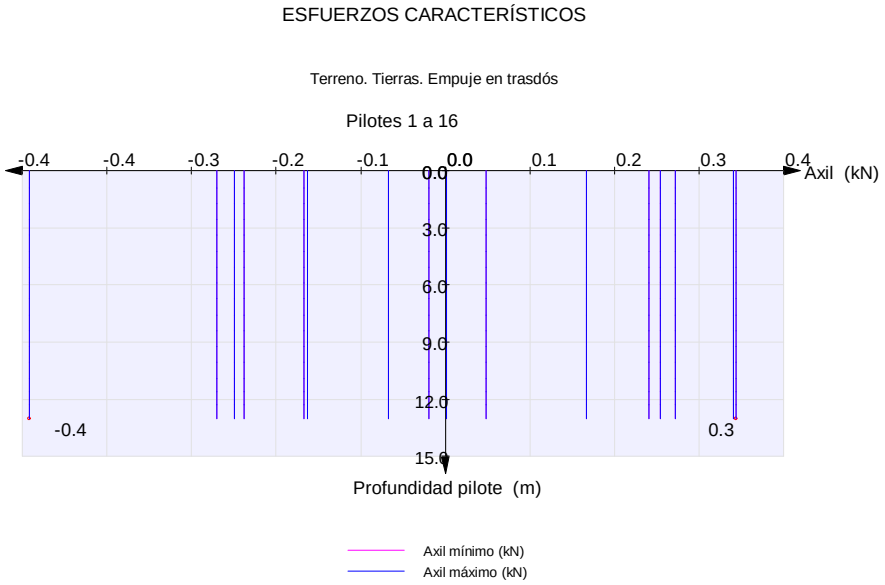
Peso propio. Estribo

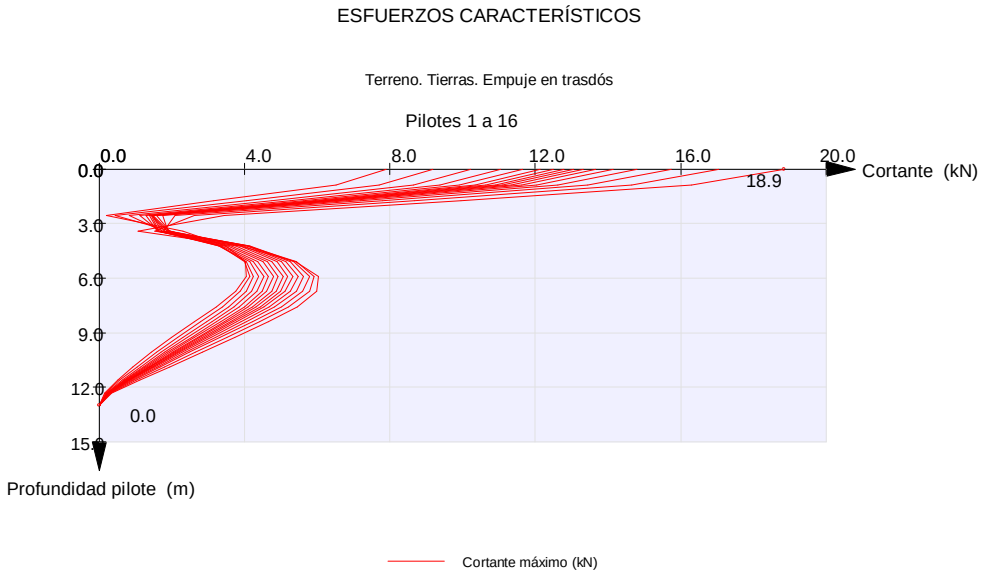
Momento de eje horizontal (armado vertical)



4.2 Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

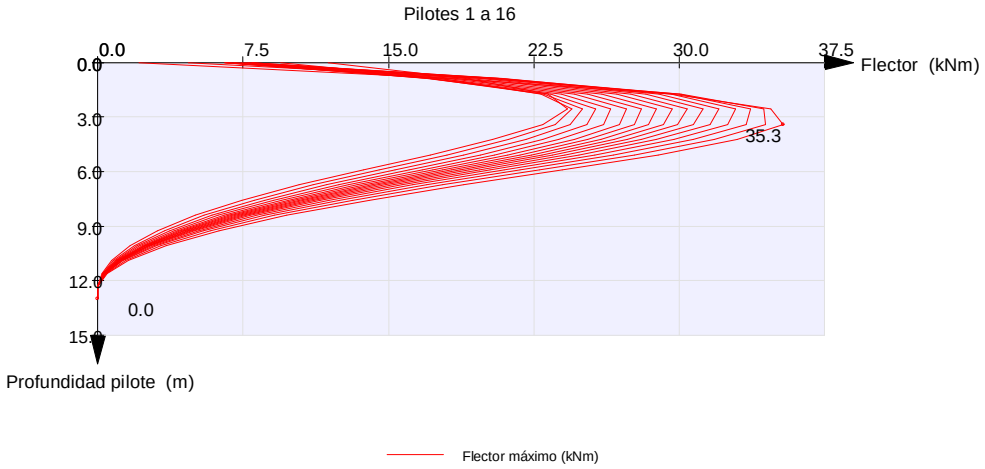
4.2.1 Pilotes


ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS
Terreno. Tierras. Empuje en trasdós
Pilotes 1 a 16
-0.4 -0.4 -0.3 -0.2 -0.1 0.0 0.1 0.2 0.3 0.4
Axil (kN)
0.0
3.0
6.0
9.0
12.0
15.0
-0.4
0.3
Profundidad pilote (m)
Axil mínimo (kN)
Axil máximo (kN)


ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS
Terreno. Tierras. Empuje en trasdós
Pilotes 1 a 16
0.0 4.0 8.0 12.0 16.0 20.0
Cortante (kN)
0.0
18.9
3.0
6.0
9.0
12.0
15.0
0.0
Profundidad pilote (m)
Cortante máximo (kN)

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

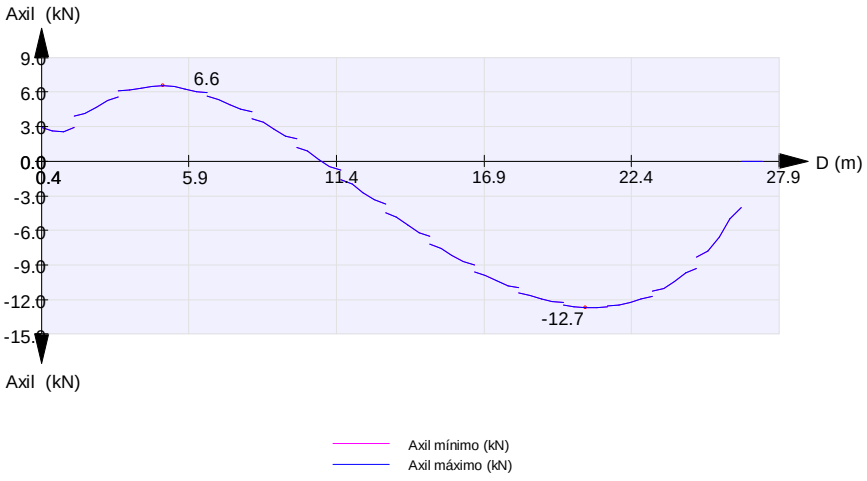
Terreno. Tierras. Empuje en trasdós



4.2.2 Cargadero

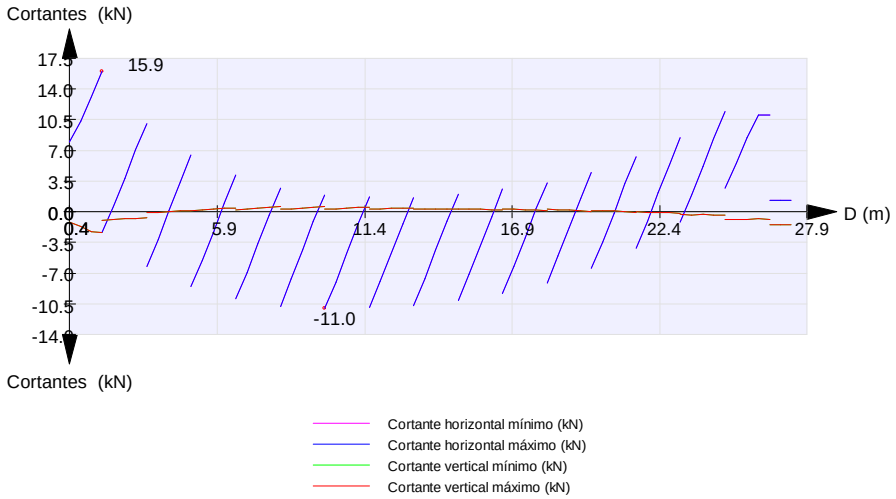
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós



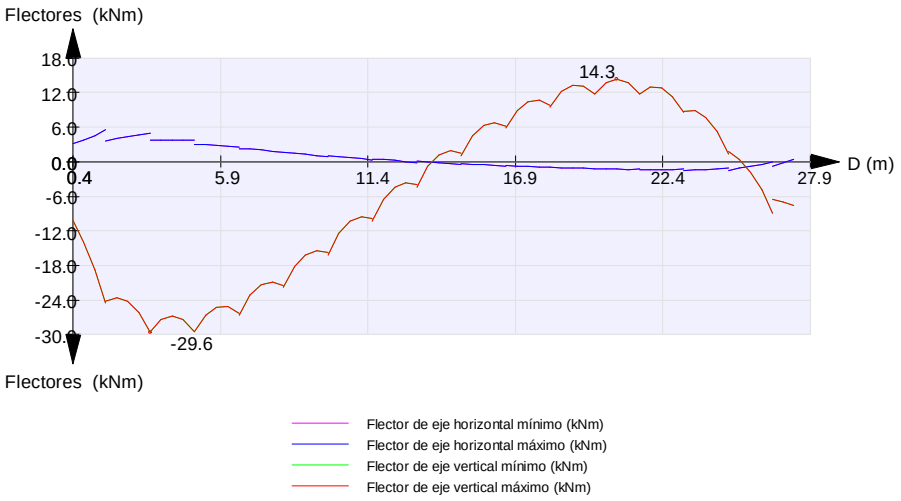
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós



4.2.3 Espaldón

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Axil eje horizontal

1.77 a 3.54

0.00 a 1.77

-0.00 a 0.00

-2.27 a -0.00

-4.53 a -2.27

-6.80 a -4.53

-9.07 a -6.80

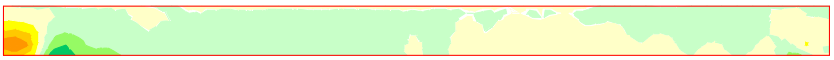
-11.33 a -9.07

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Axil eje vertical



0.46 a 0.69

0.23 a 0.46

0.00 a 0.23

-0.00 a 0.00

-0.29 a -0.00

-0.59 a -0.29

-0.88 a -0.59

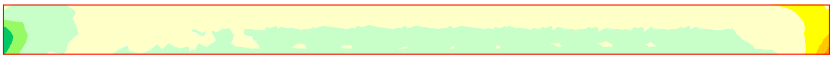
-1.17 a -0.88

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Cortante eje horizontal



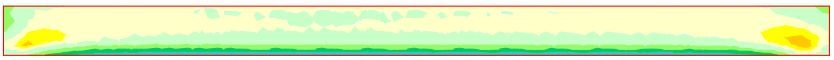
1.17 a 1.76
0.59 a 1.17
0.00 a 0.59
-0.00 a 0.00
-0.89 a -0.00
-1.77 a -0.89
-2.66 a -1.77
-3.54 a -2.66

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Cortante eje vertical



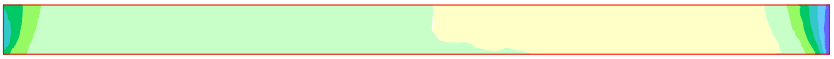
0.96 a 1.28
0.64 a 0.96
0.32 a 0.64
0.00 a 0.32
-0.00 a 0.00
-0.18 a -0.00
-0.37 a -0.18
-0.55 a -0.37

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Momento de eje vertical (armado horizontal)



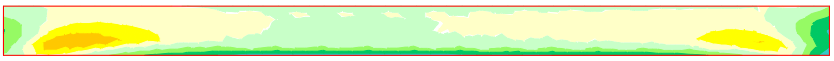
1.30 a 1.56
1.04 a 1.30
0.78 a 1.04
0.52 a 0.78
0.26 a 0.52
0.00 a 0.26
-0.00 a 0.00
-0.13 a -0.00

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Momento de eje horizontal (armado vertical)



0.26 a 0.34
0.17 a 0.26
0.09 a 0.17
0.00 a 0.09
-0.00 a 0.00
-0.05 a -0.00
-0.10 a -0.05
-0.14 a -0.10

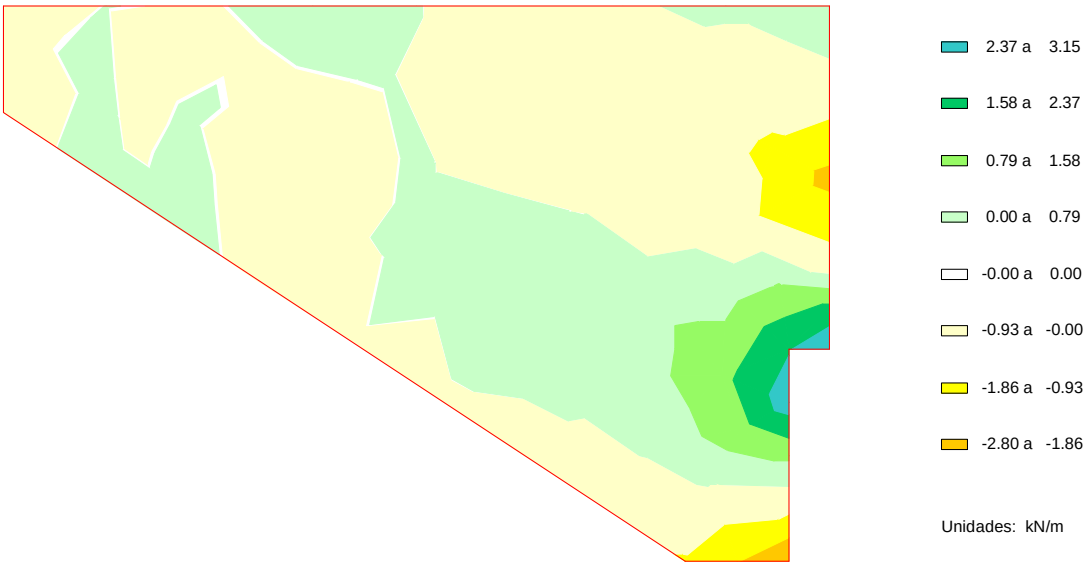
Unidades: kNm/m

4.2.4 Aleta 1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

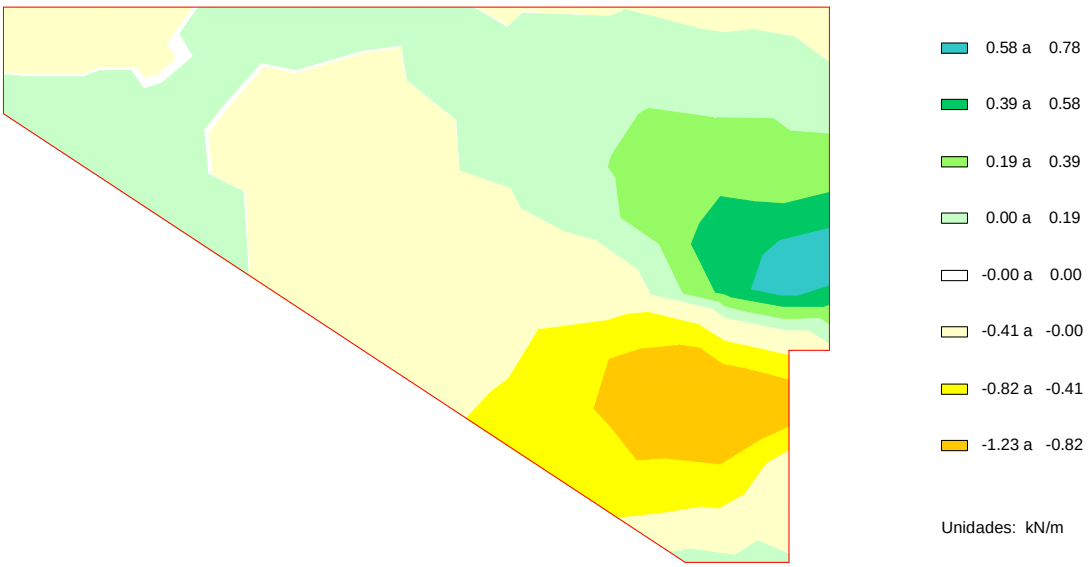
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

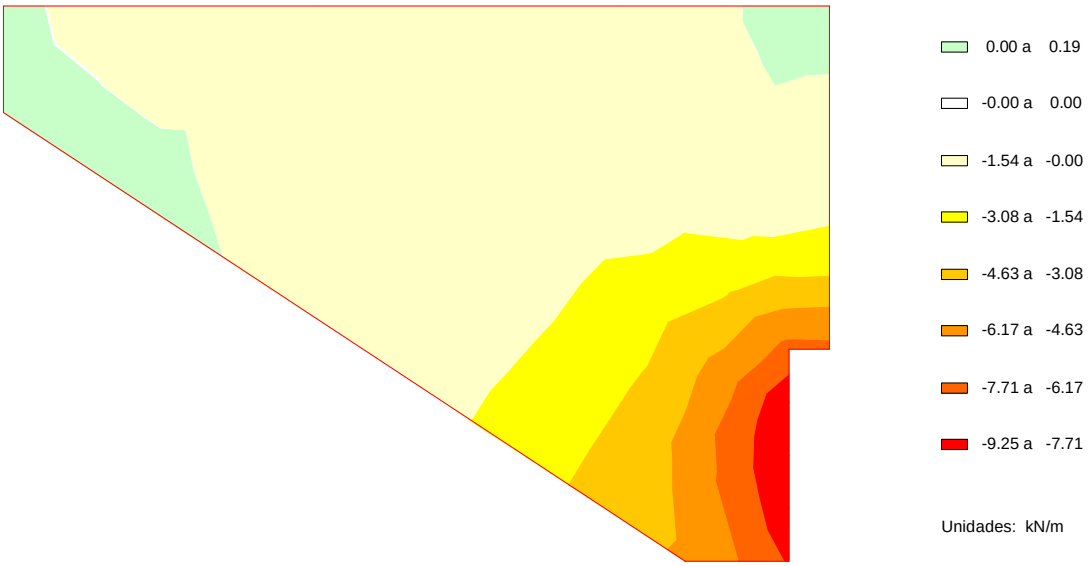
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

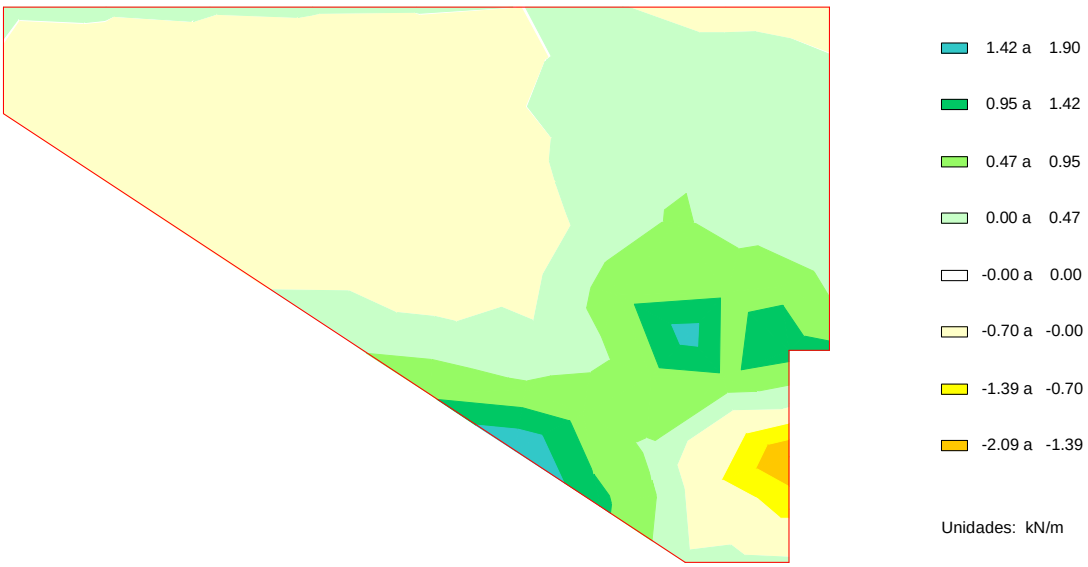
Cortante eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

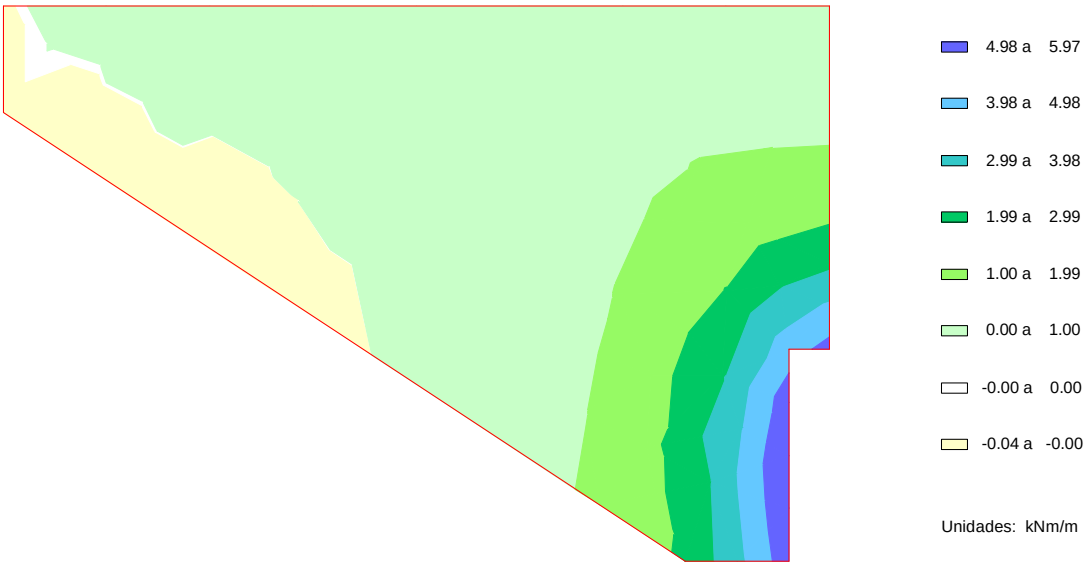
Cortante eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

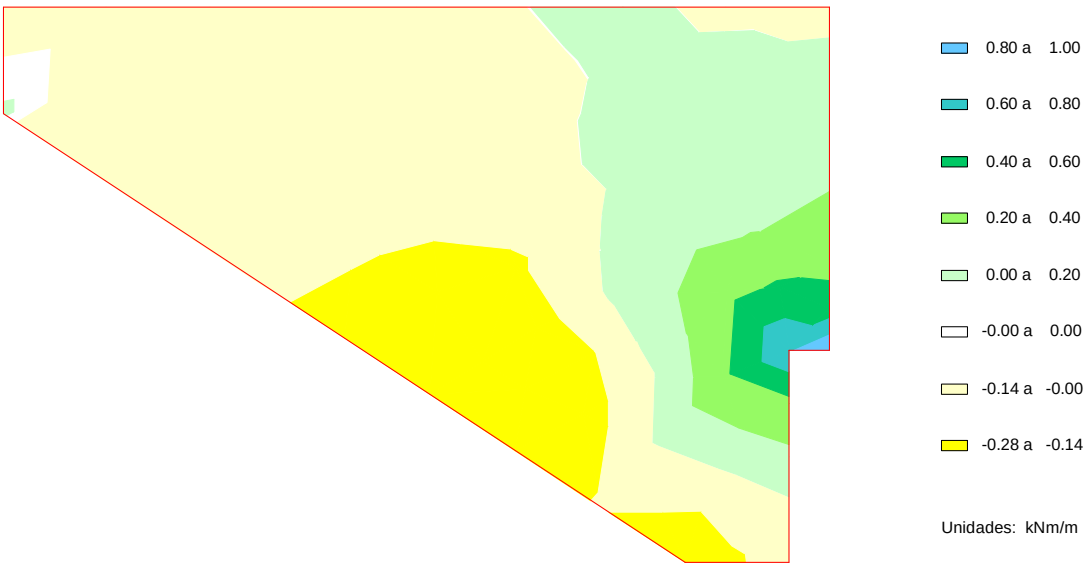
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Momento de eje horizontal (armado vertical)

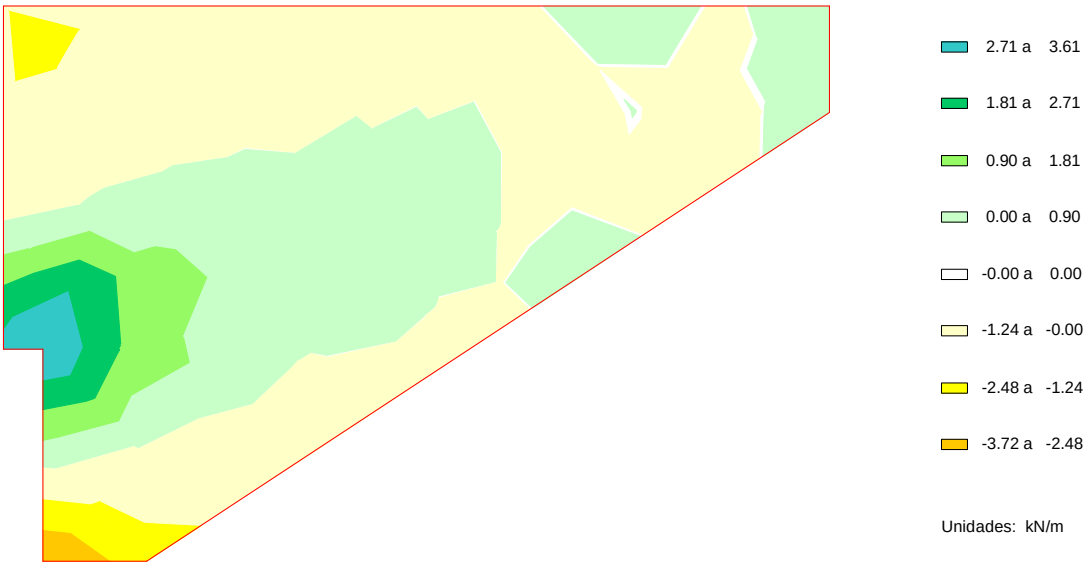


4.2.5 Aleta 2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

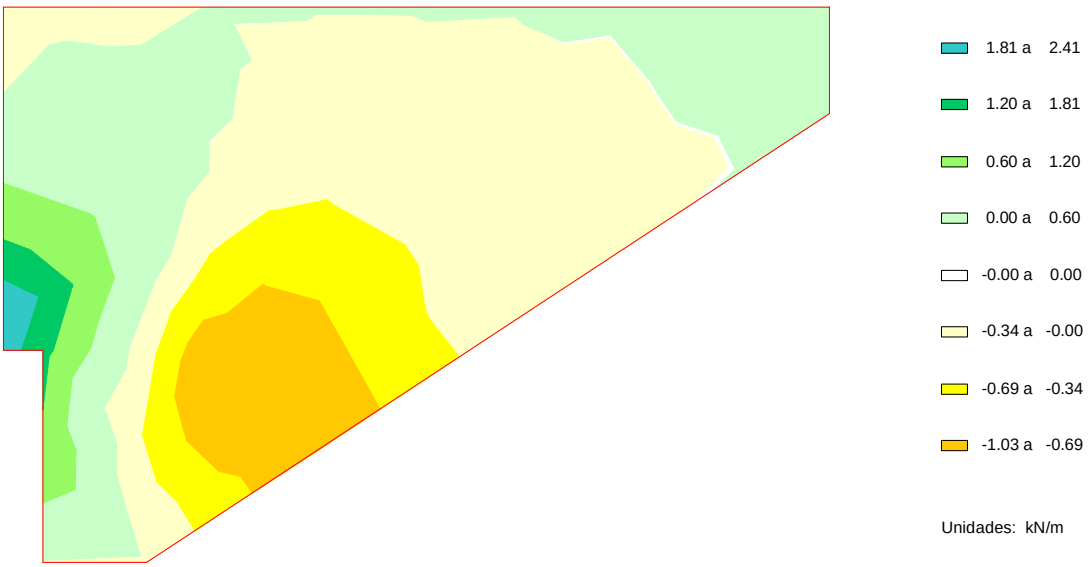
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

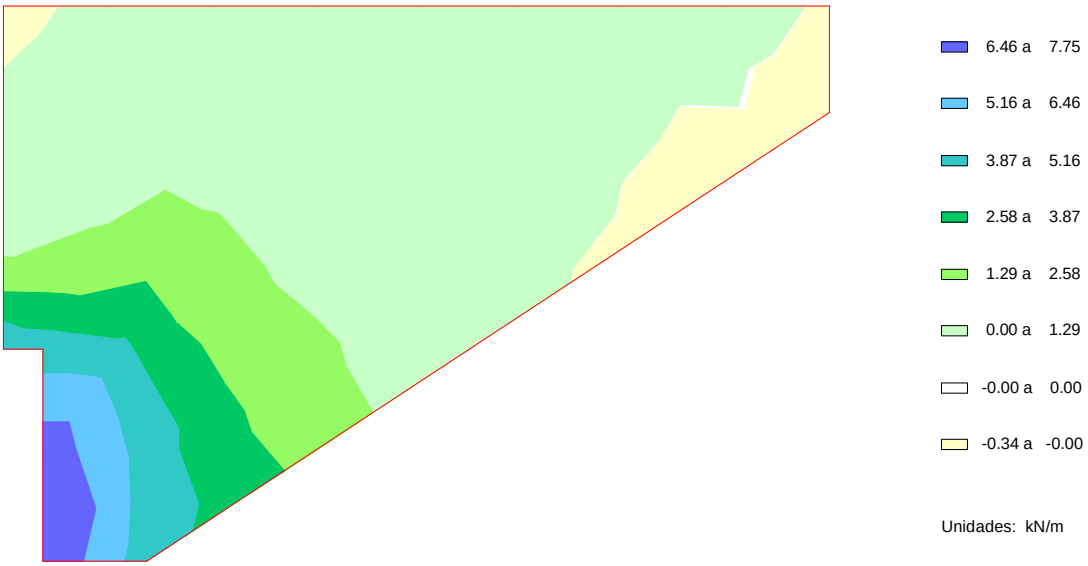
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

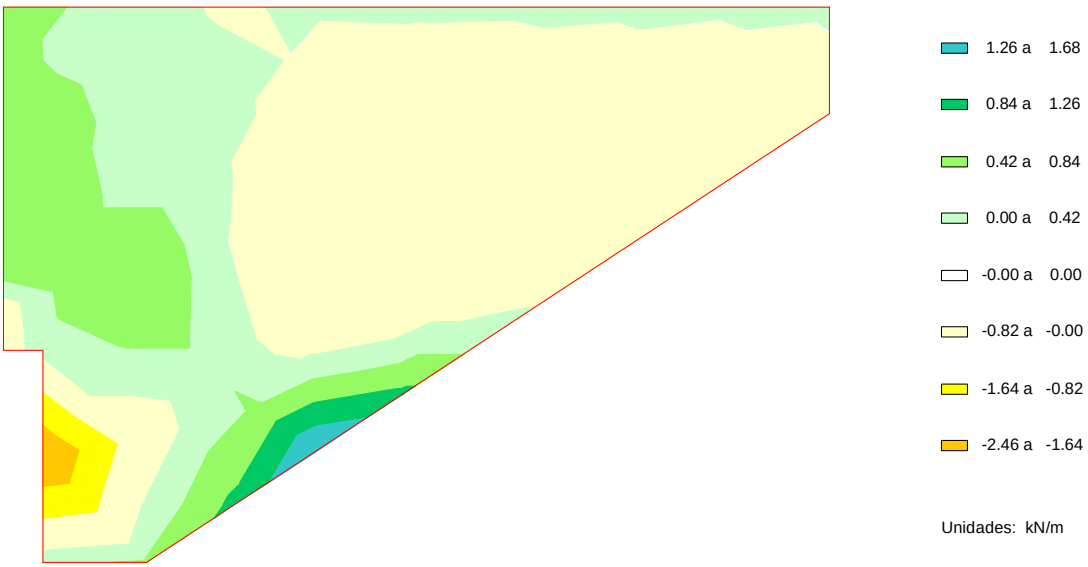
Cortante eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

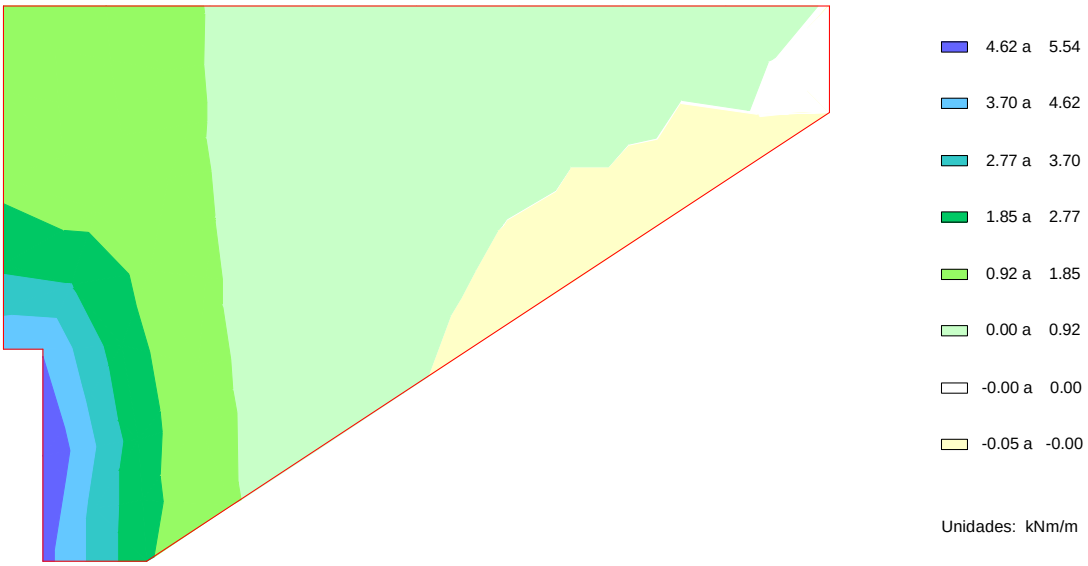
Cortante eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

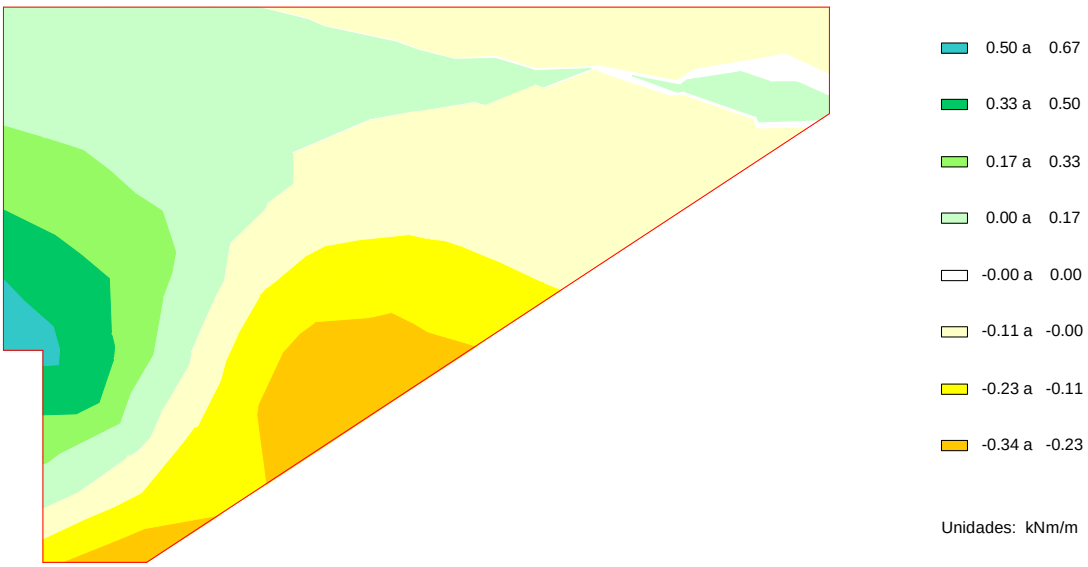
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

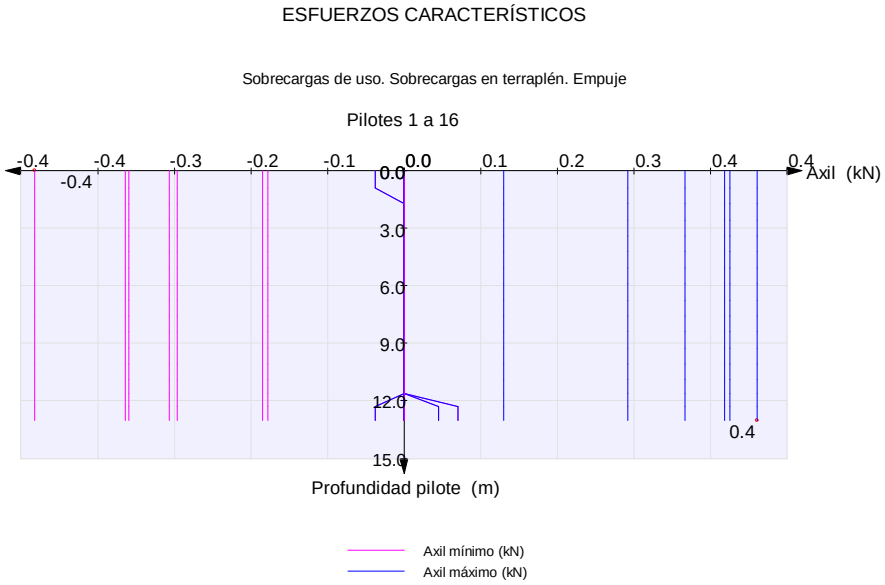
Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

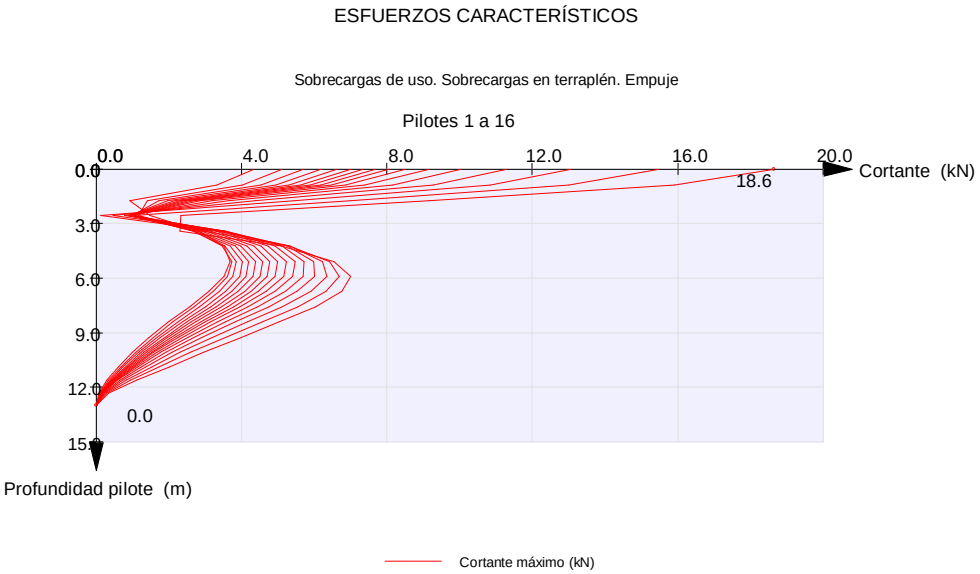
Momento de eje horizontal (armado vertical)



4.3 Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

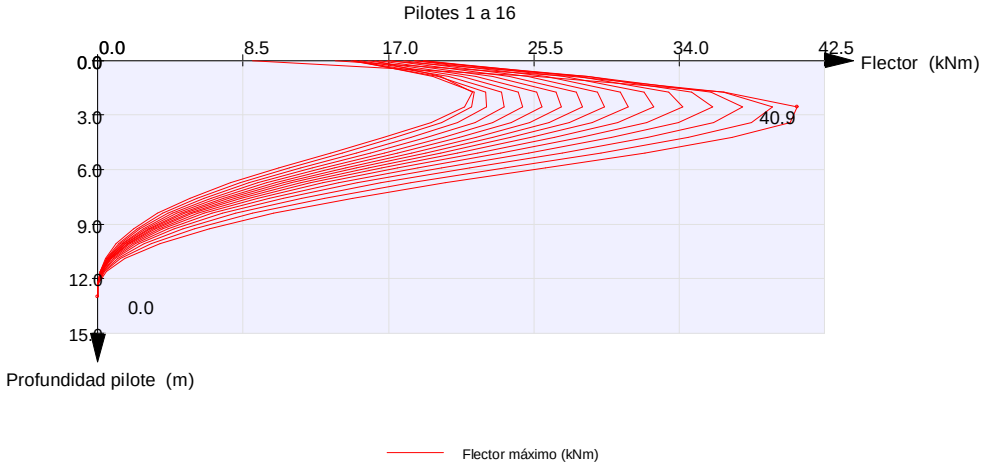
4.3.1 Pilotes


ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS
Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje
Pilotes 1 a 16
-0.4 -0.4 -0.3 -0.2 -0.1 0.0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.4
Axil (kN)
-0.4
0.0
3.0
6.0
9.0
12.0
0.4
15.0
Profundidad pilote (m)
Axil mínimo (kN)
Axil máximo (kN)


ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS
Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje
Pilotes 1 a 16
0.0 4.0 8.0 12.0 16.0 20.0
Cortante (kN)
0.0
18.6
3.0
6.0
9.0
12.0
0.0
15.0
Profundidad pilote (m)
Cortante máximo (kN)

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

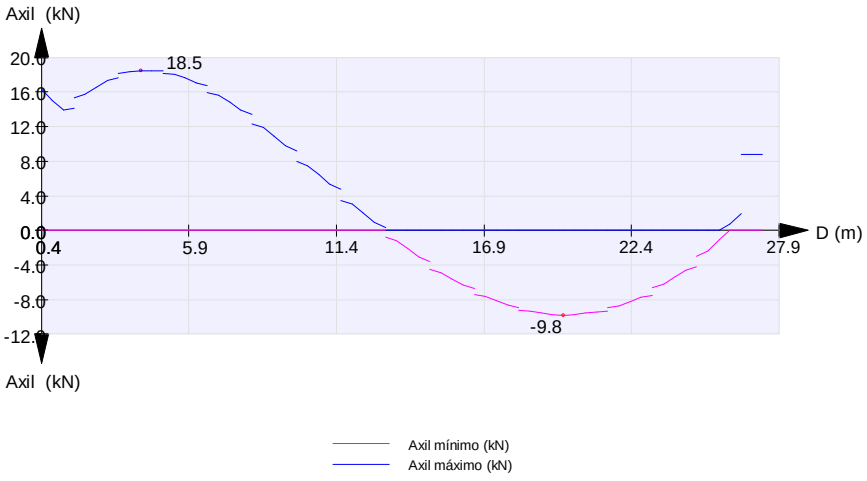
Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje



4.3.2 Cargadero

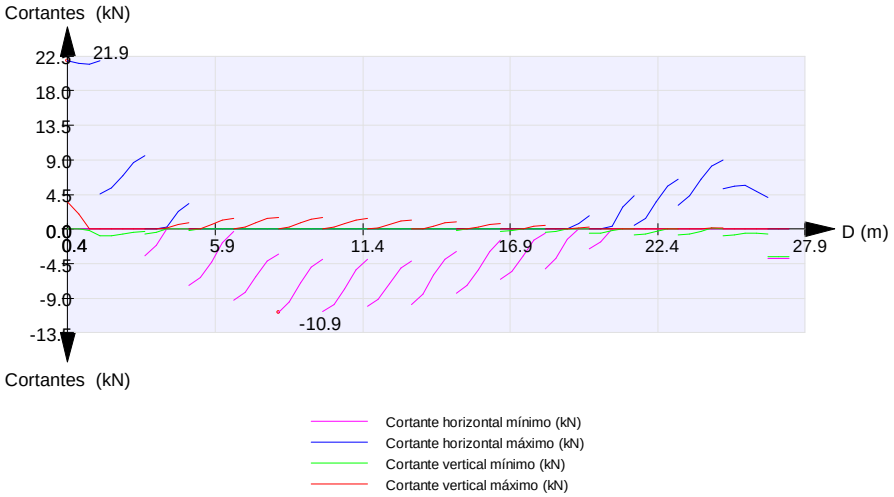
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje



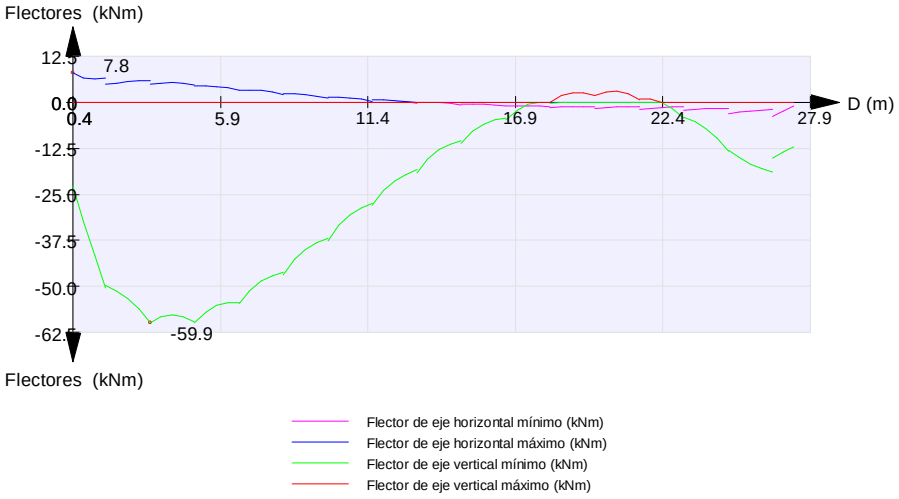
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje



4.3.3 Espaldón

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Axil eje horizontal

-5.02 a -2.31

-7.73 a -5.02

-10.43 a -7.73

-13.14 a -10.43

-15.85 a -13.14

-18.56 a -15.85

-21.27 a -18.56

-23.98 a -21.27

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Axil eje vertical

0.00 a 0.10

-0.00 a 0.00

-0.46 a -0.00

-0.93 a -0.46

-1.39 a -0.93

-1.86 a -1.39

-2.32 a -1.86

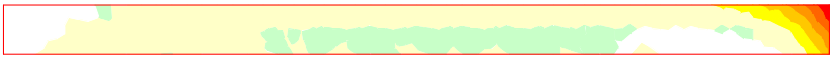
-2.79 a -2.32

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Cortante eje horizontal



0.00 a 0.10
-0.00 a 0.00
-1.92 a -0.00
-3.85 a -1.92
-5.77 a -3.85
-7.69 a -5.77
-9.61 a -7.69
-11.54 a -9.61

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Cortante eje vertical

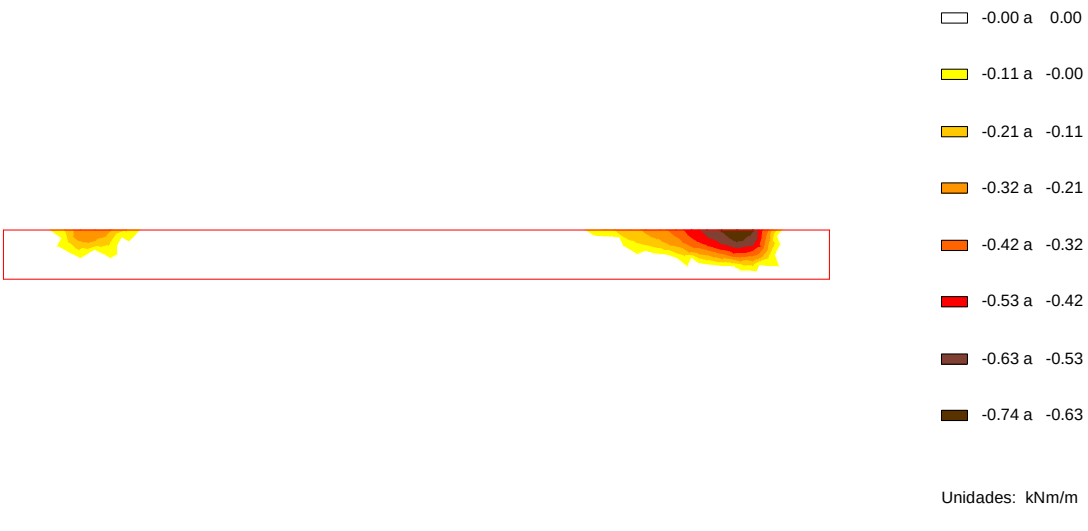
0.00 a 0.00
-0.00 a 0.00
-0.28 a -0.00
-0.56 a -0.28
-0.84 a -0.56
-1.13 a -0.84
-1.41 a -1.13
-1.69 a -1.41

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

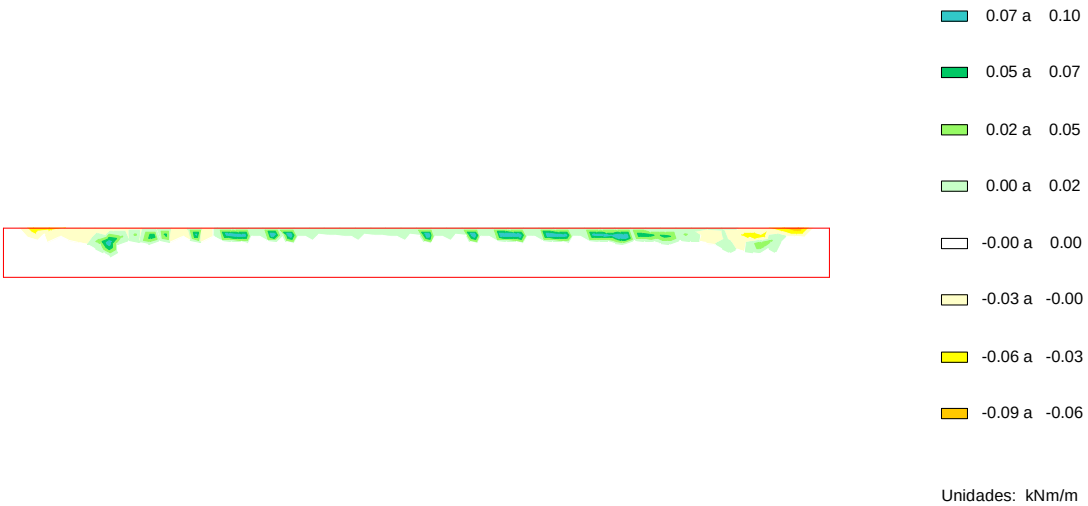
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Momento de eje horizontal (armado vertical)

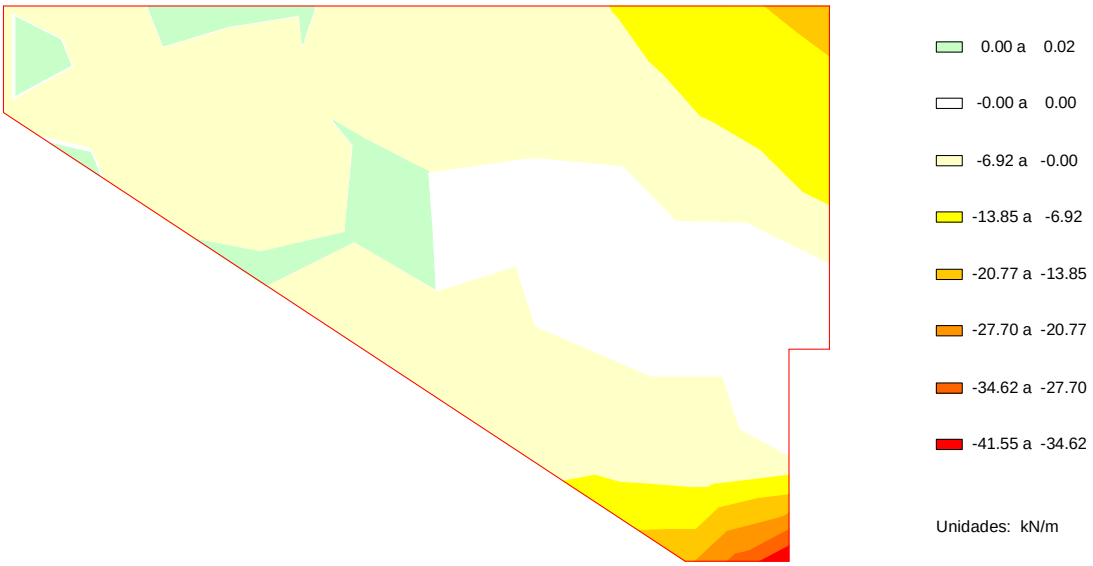


4.3.4 Aleta 1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

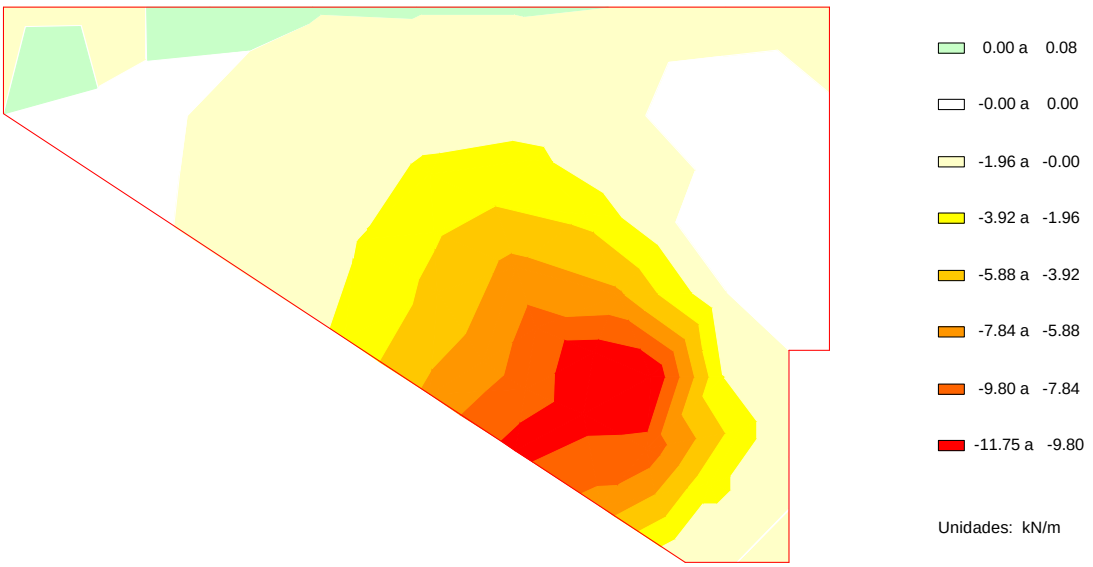
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

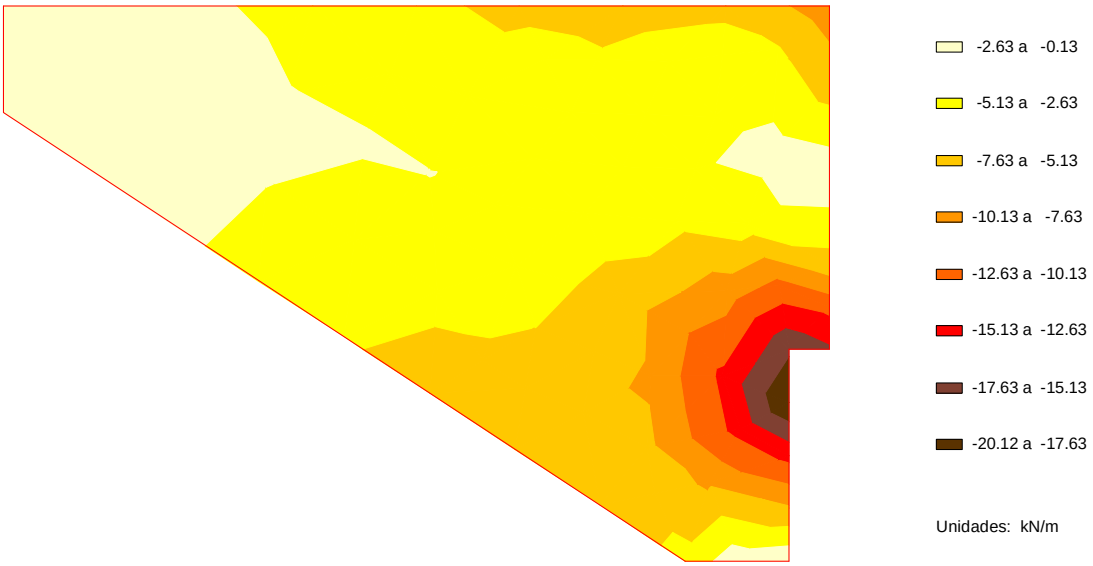
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

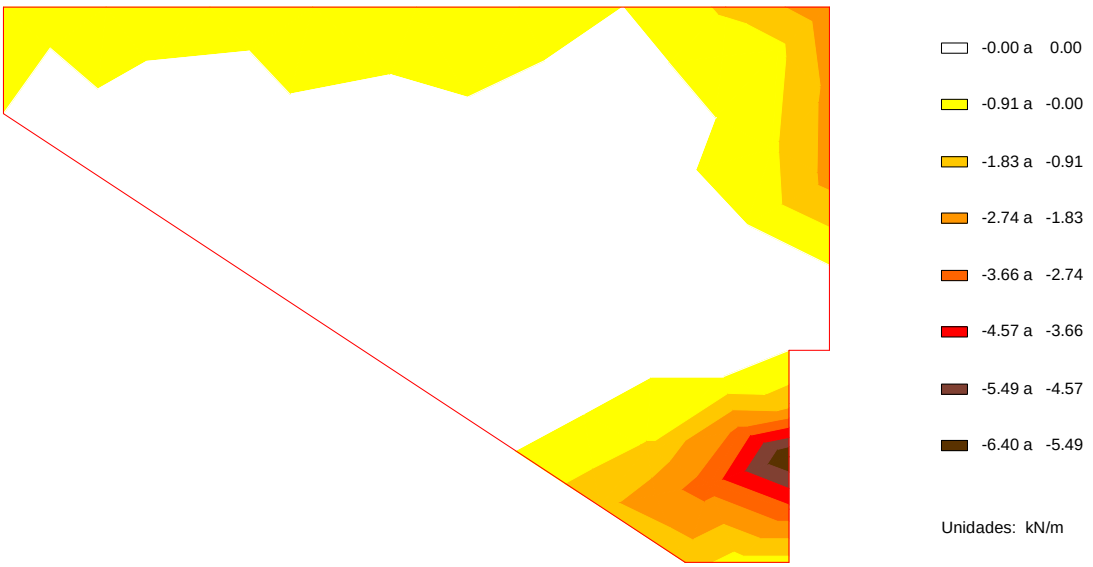
Cortante eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

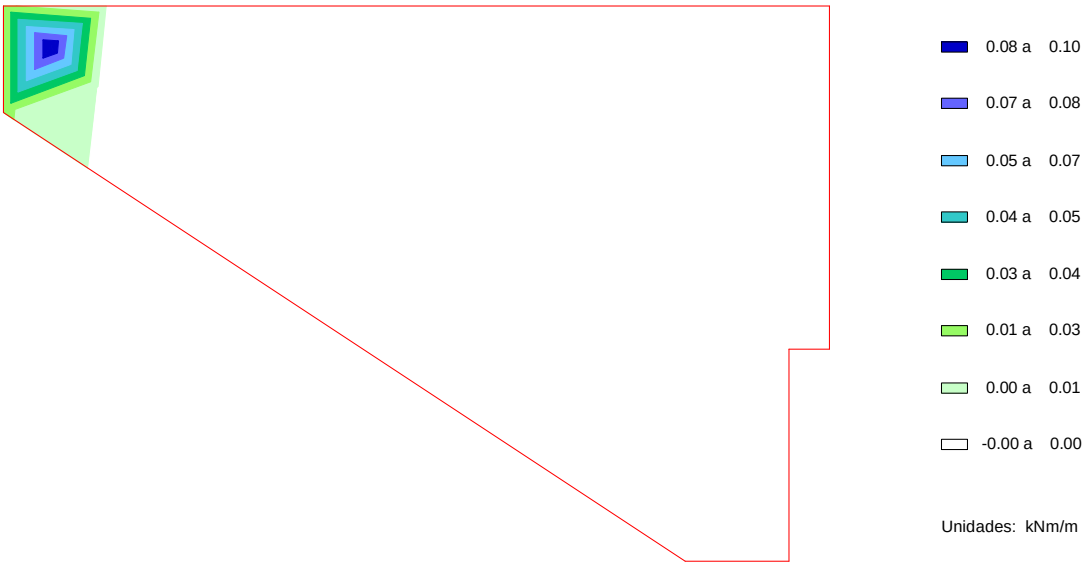
Cortante eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

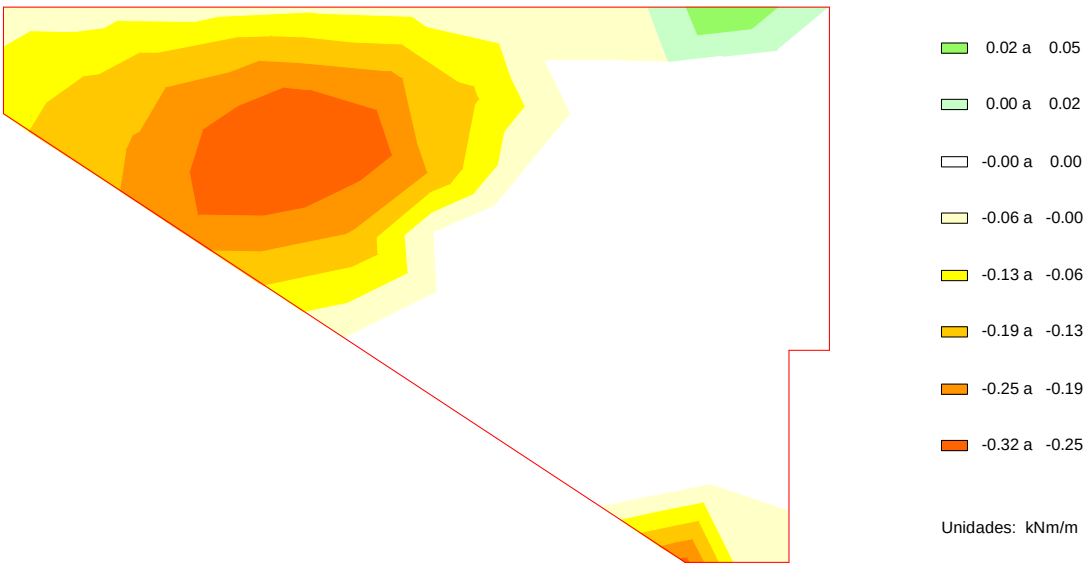
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Momento de eje horizontal (armado vertical)

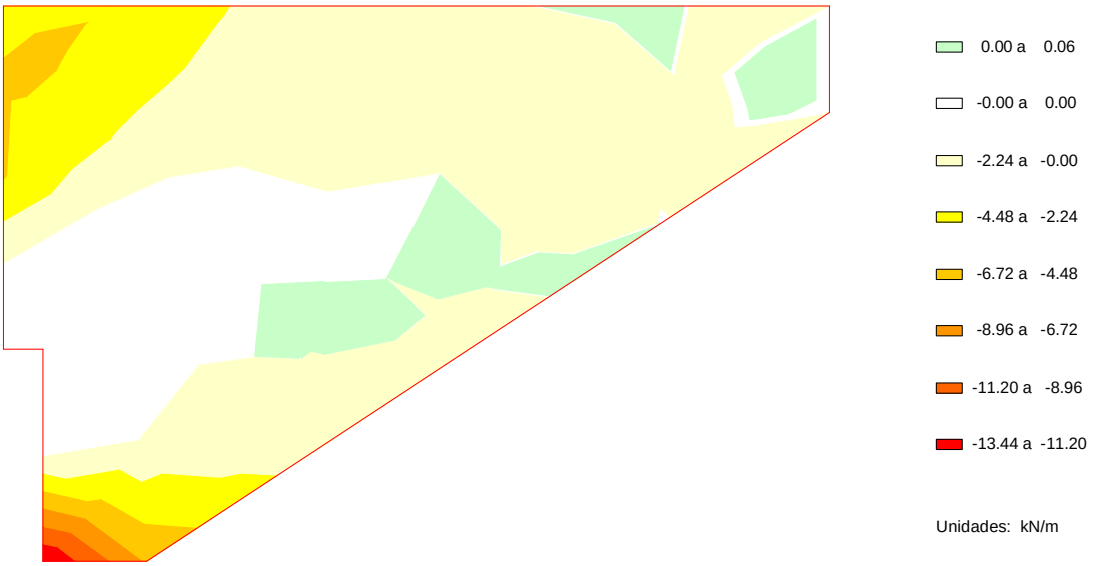


4.3.5 Aleta 2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

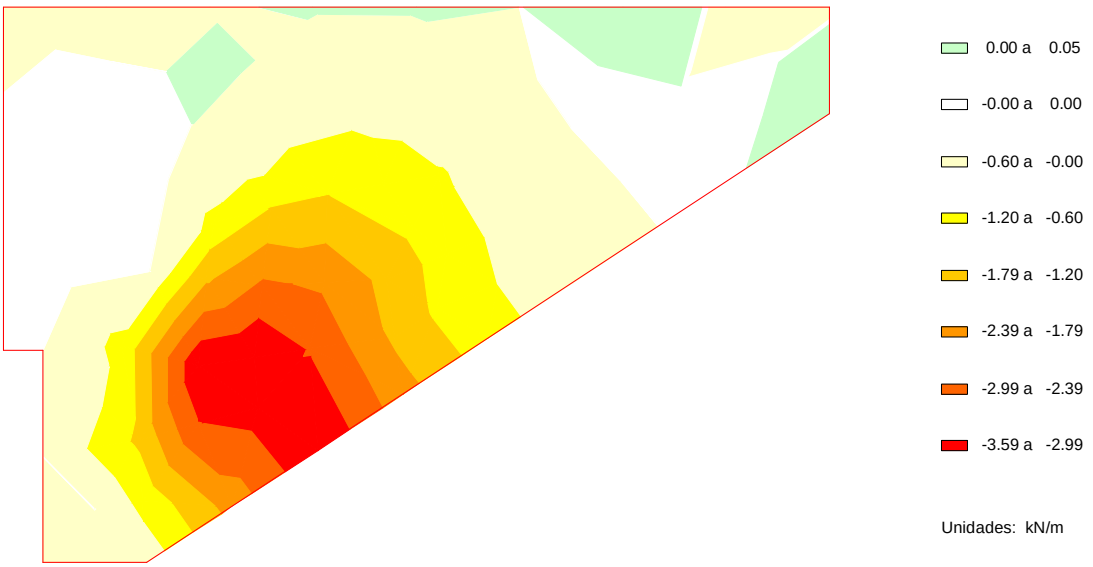
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

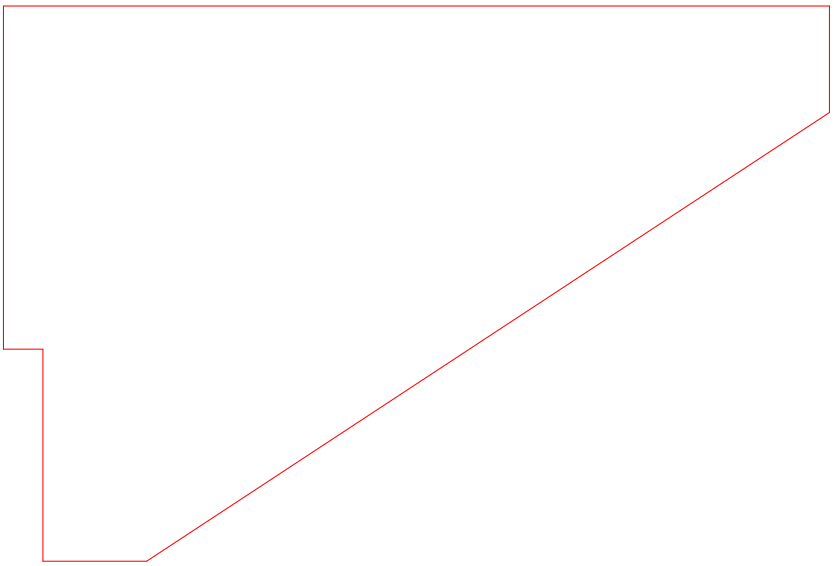
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Cortante eje horizontal



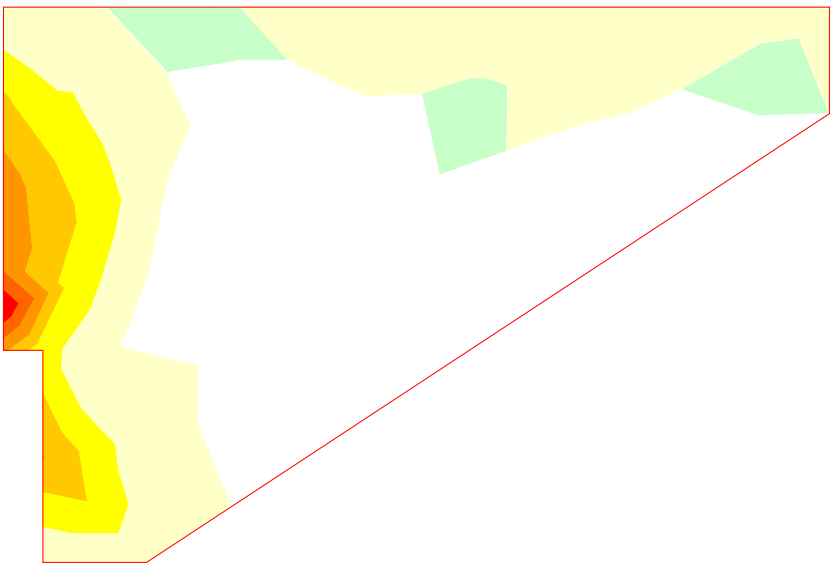
-0.00 a 0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Cortante eje vertical



0.00 a 0.07

-0.00 a 0.00

-1.38 a -0.00

-2.76 a -1.38

-4.14 a -2.76

-5.52 a -4.14

-6.90 a -5.52

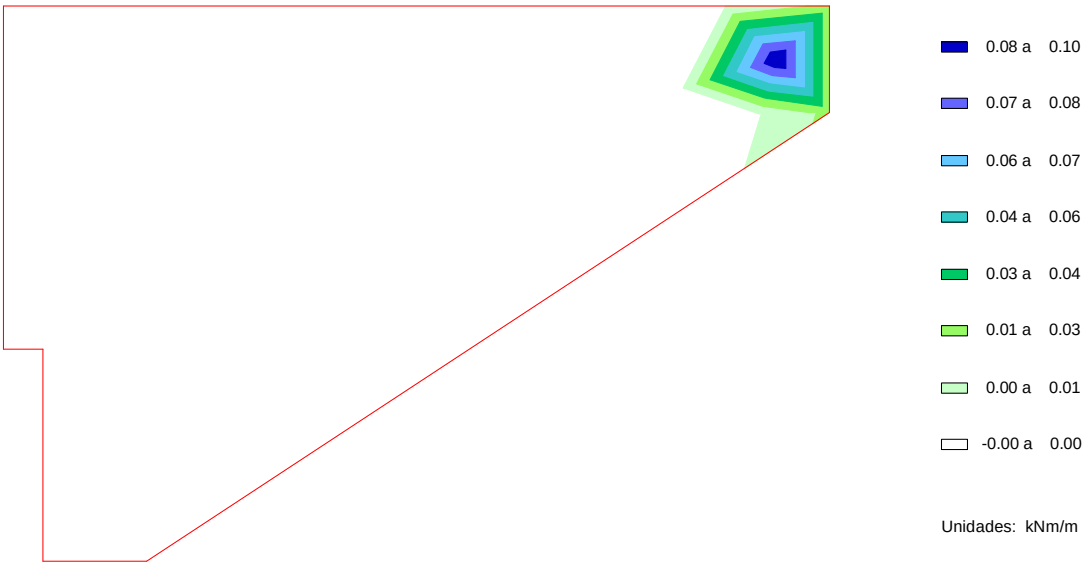
-8.28 a -6.90

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

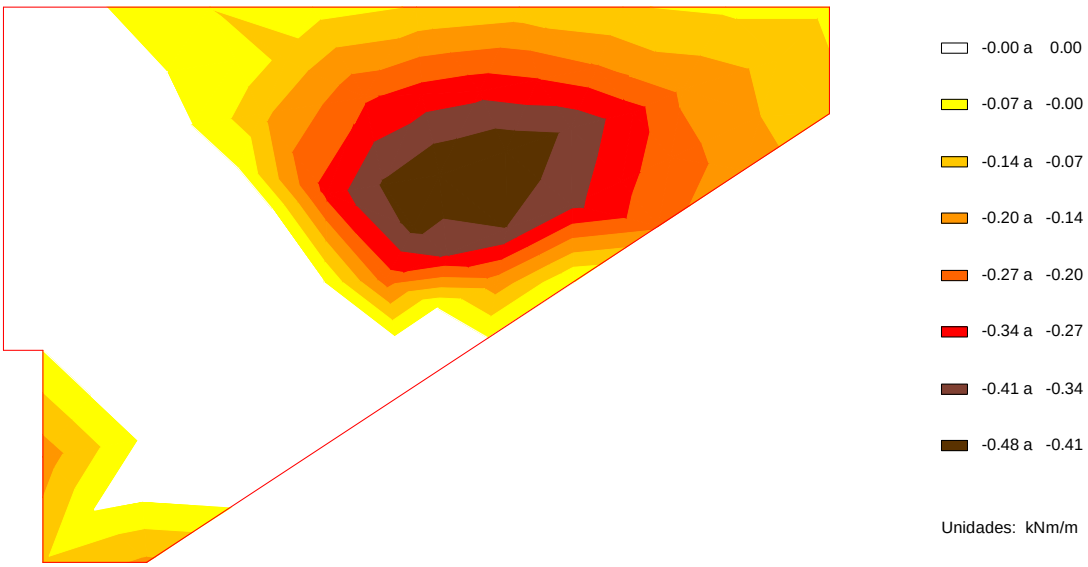
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

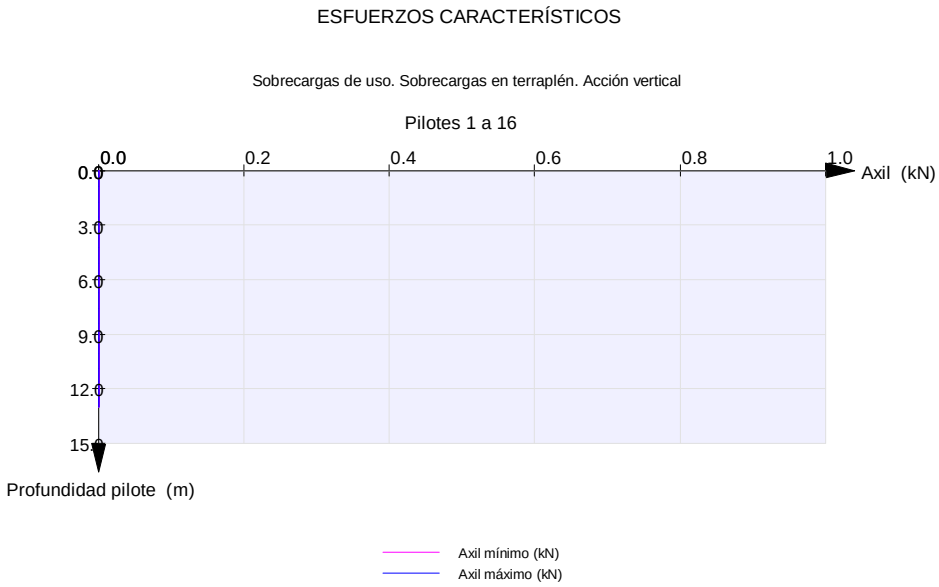
Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

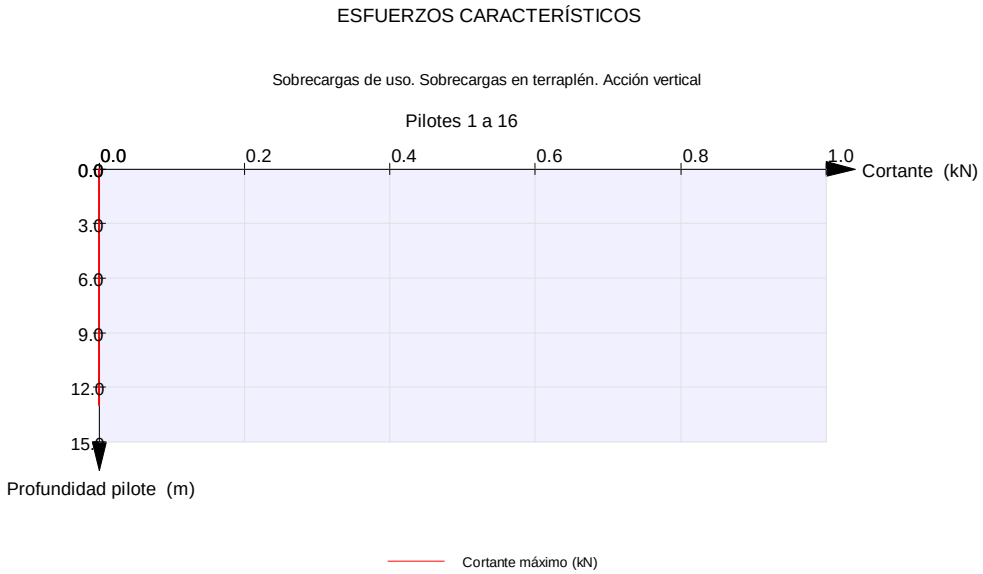
Momento de eje horizontal (armado vertical)



4.4 Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

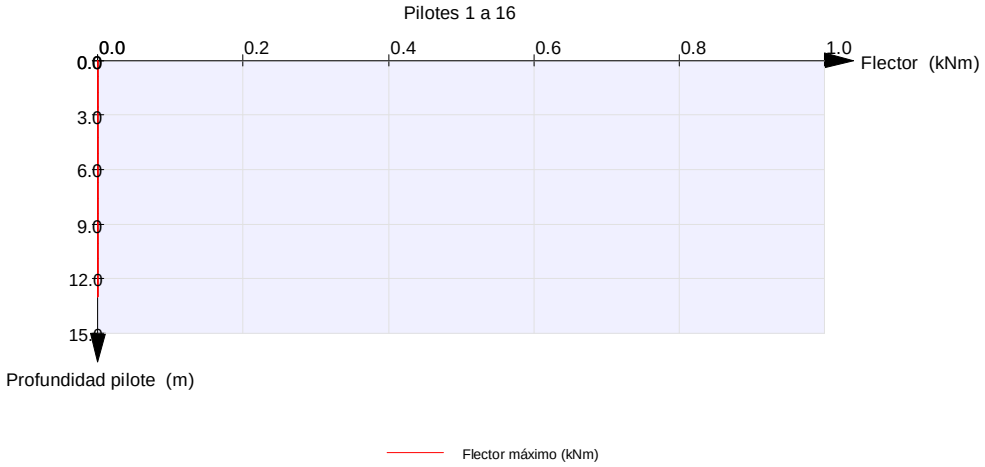
4.4.1 Pilotes


ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS
Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical
Pilotes 1 a 16
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
Axil (kN)
0.0
3.0
6.0
9.0
12.0
15.0
Profundidad pilote (m)
Axil mínimo (kN)
Axil máximo (kN)


ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS
Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical
Pilotes 1 a 16
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
Cortante (kN)
0.0
3.0
6.0
9.0
12.0
15.0
Profundidad pilote (m)
Cortante máximo (kN)

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

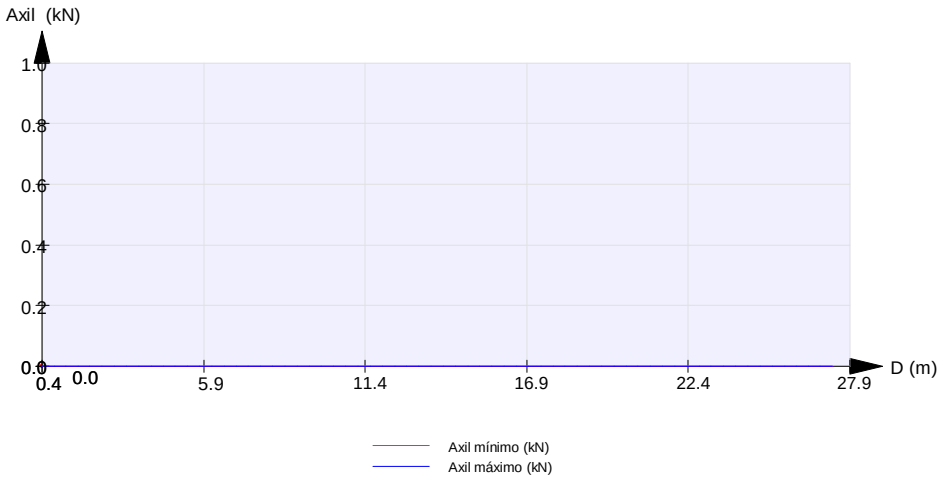
Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical



4.4.2 Cargadero

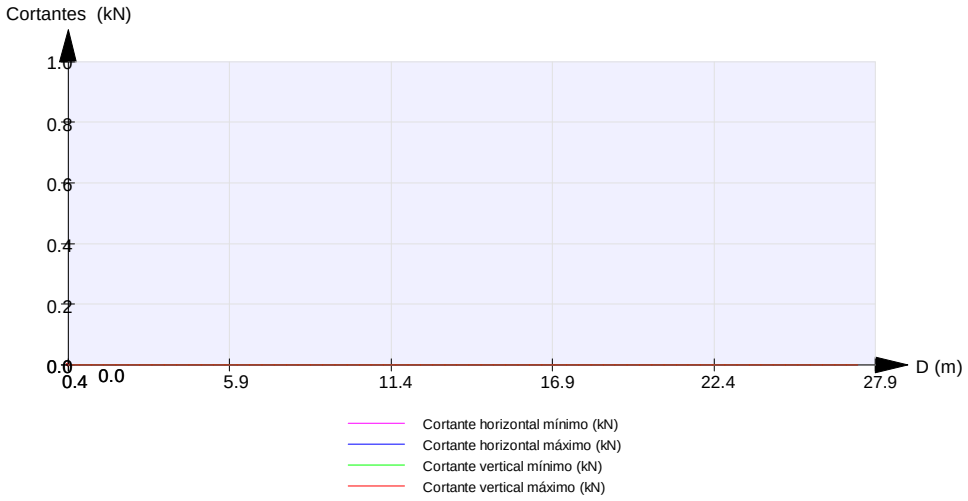
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical



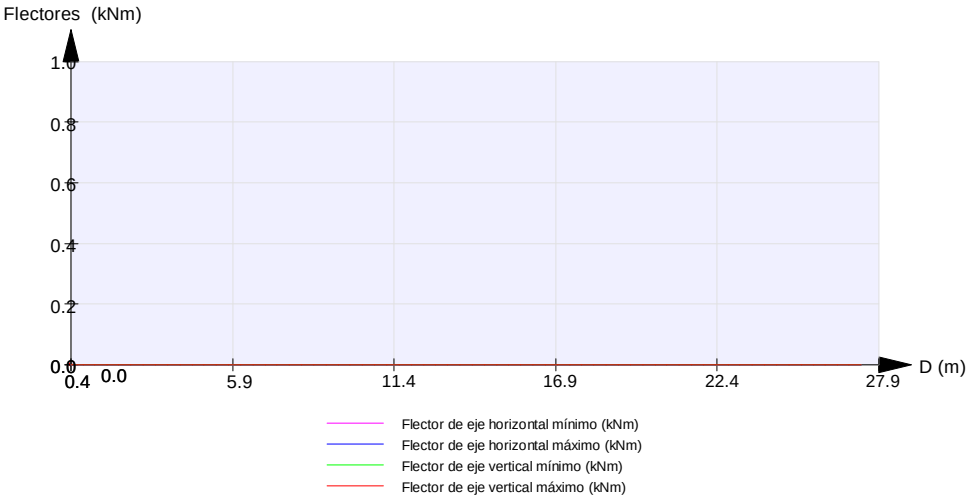
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical



4.4.3 Espaldón

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

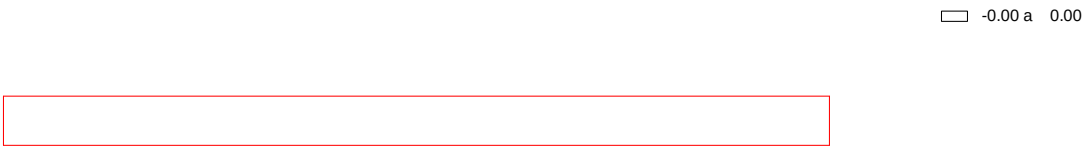
Axil eje horizontal

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Axil eje vertical



Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Cortante eje horizontal

-0.00 a 0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Cortante eje vertical

-0.00 a 0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

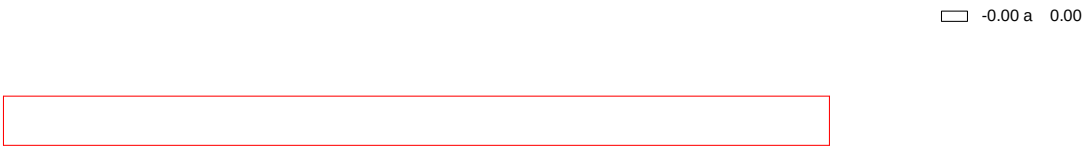
Momento de eje vertical (armado horizontal)

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Momento de eje horizontal (armado vertical)



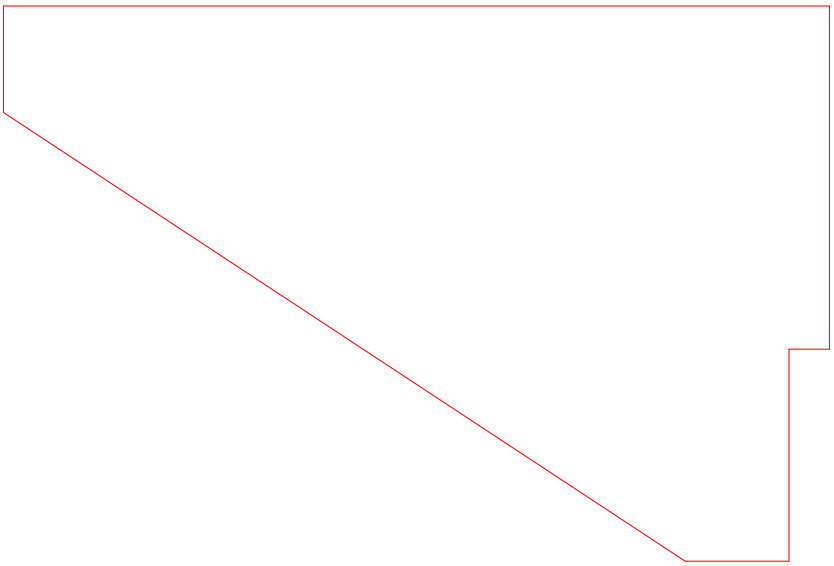
Unidades: kNm/m

4.4.4 Aleta 1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Axil eje horizontal



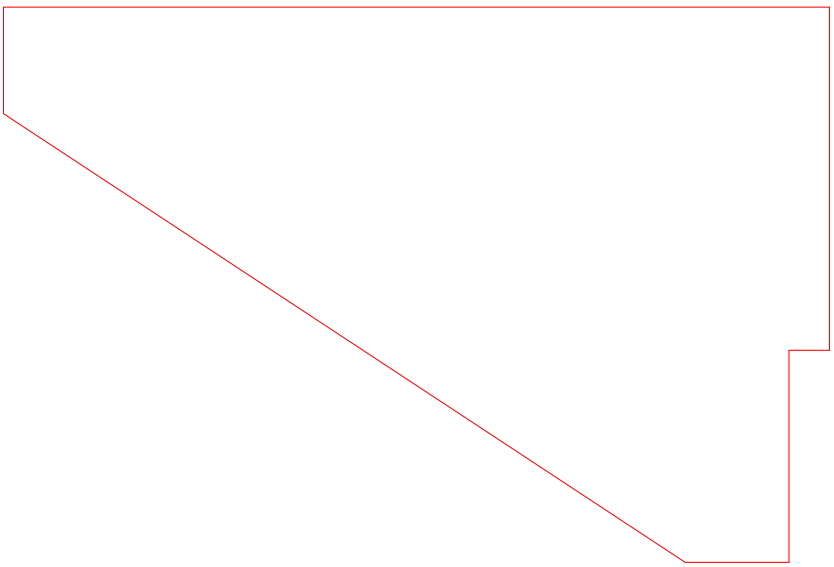
-0.00 a 0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Axil eje vertical



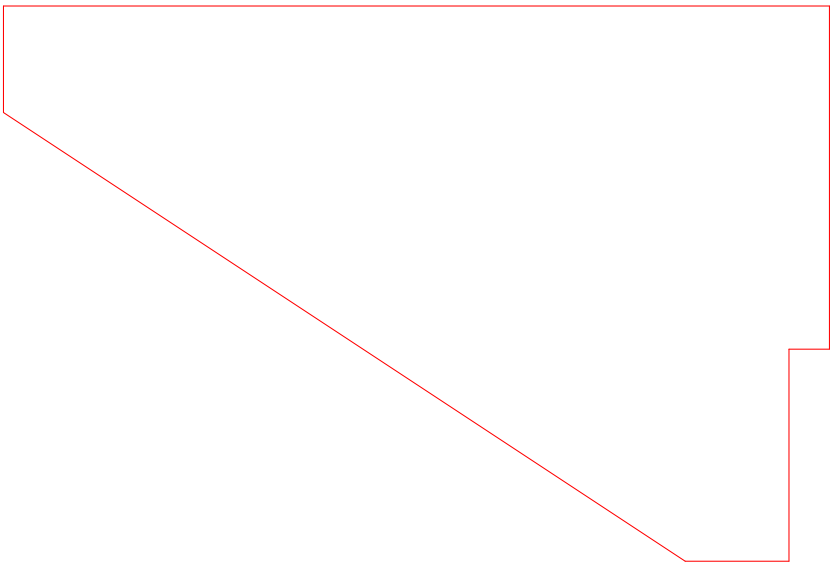
-0.00 a 0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Cortante eje horizontal



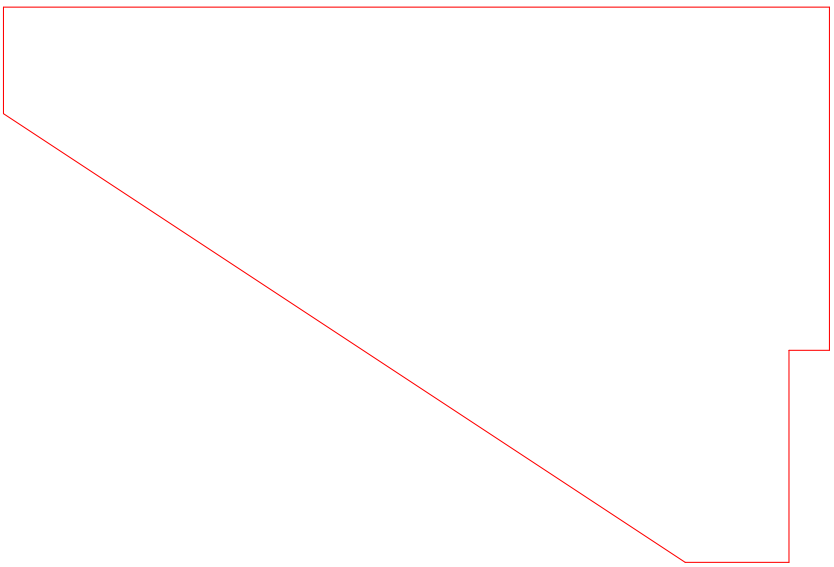
-0.00 a 0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Cortante eje vertical



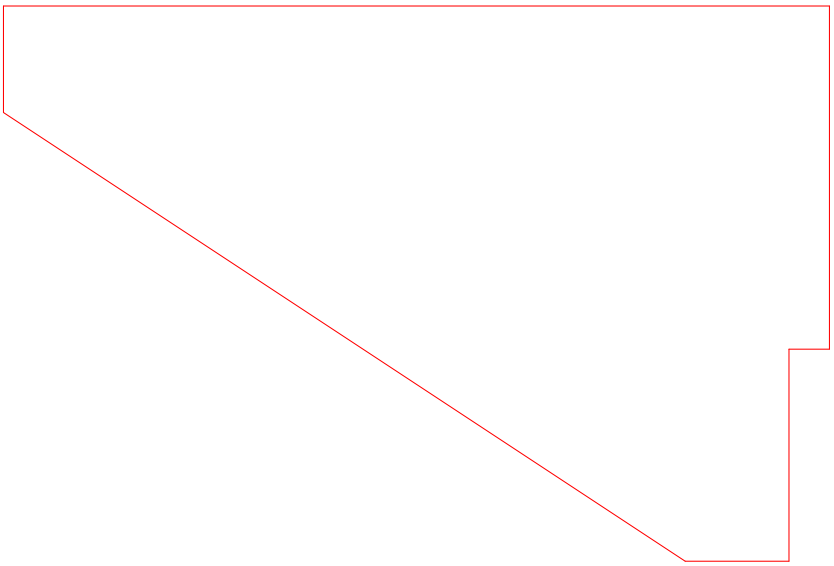
-0.00 a 0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Momento de eje vertical (armado horizontal)



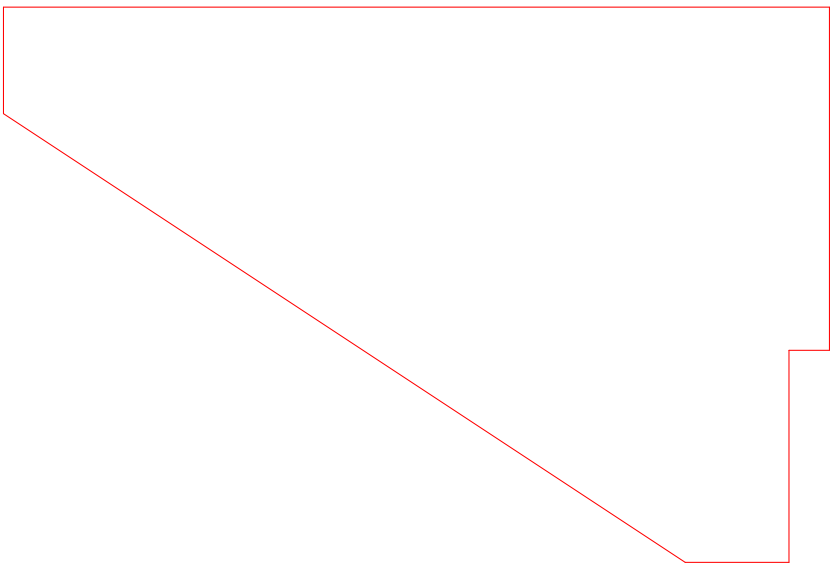
-0.00 a 0.00

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Momento de eje horizontal (armado vertical)



-0.00 a 0.00

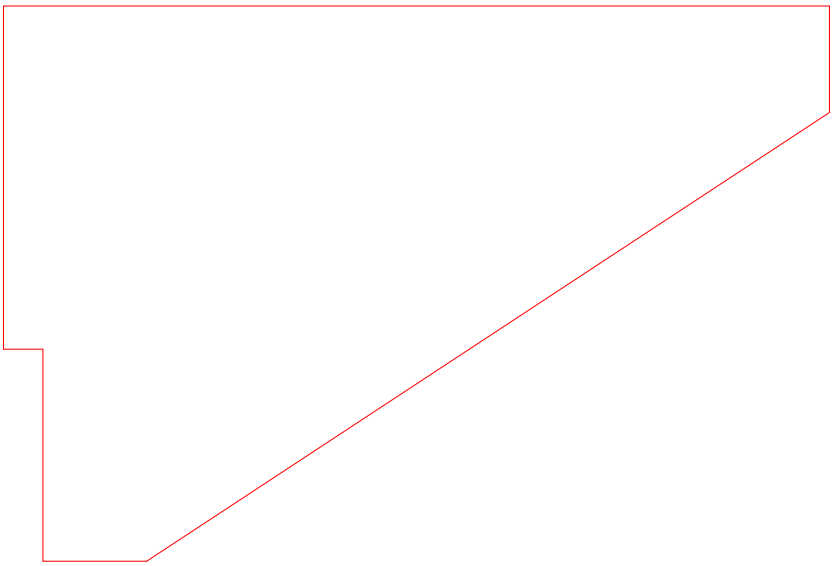
Unidades: kNm/m

4.4.5 Aleta 2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Axil eje horizontal



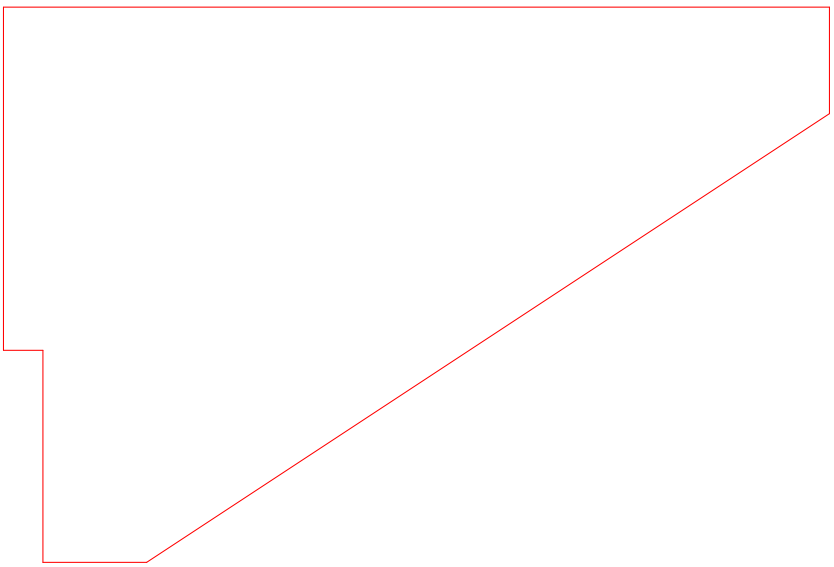
-0.00 a 0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Axil eje vertical



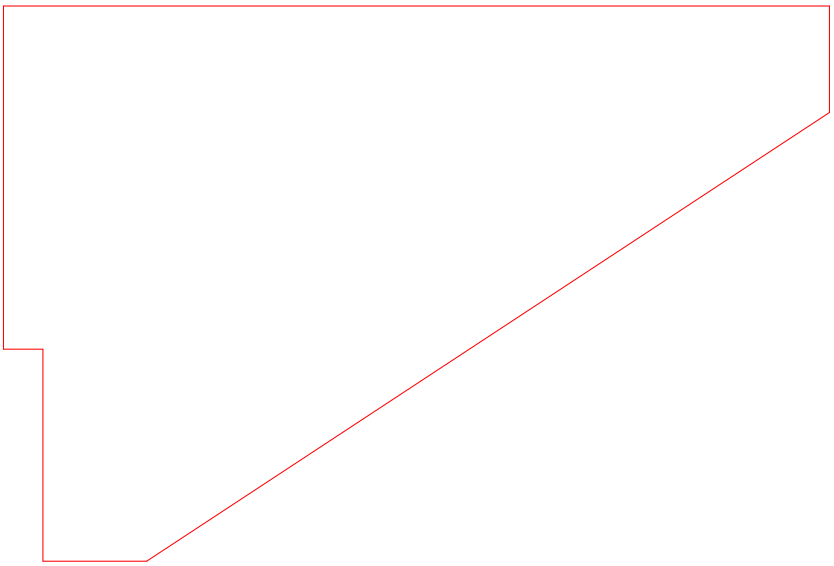
-0.00 a 0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Cortante eje horizontal



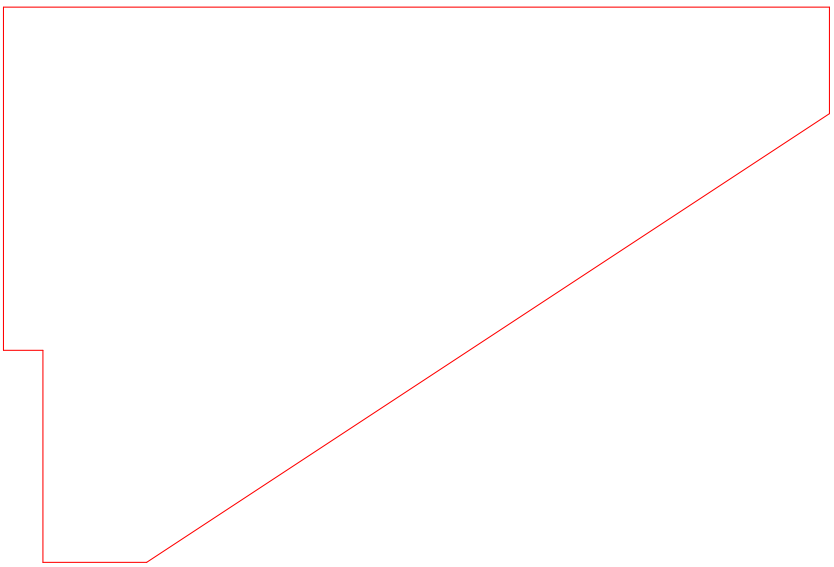
-0.00 a 0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Cortante eje vertical



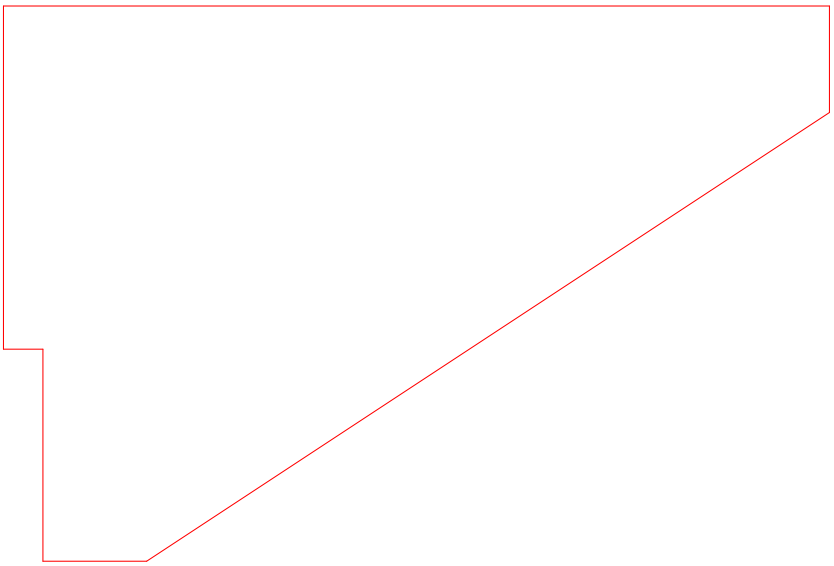
-0.00 a 0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Momento de eje vertical (armado horizontal)



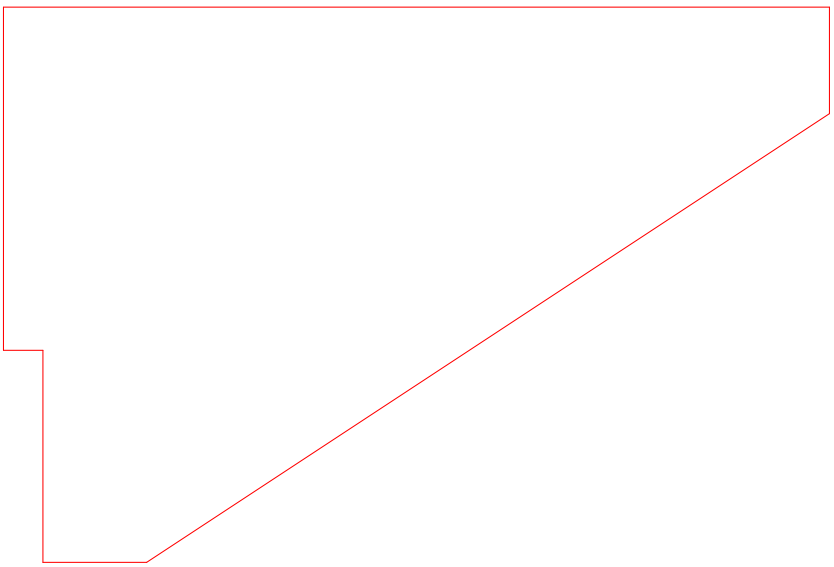
-0.00 a 0.00

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Momento de eje horizontal (armado vertical)

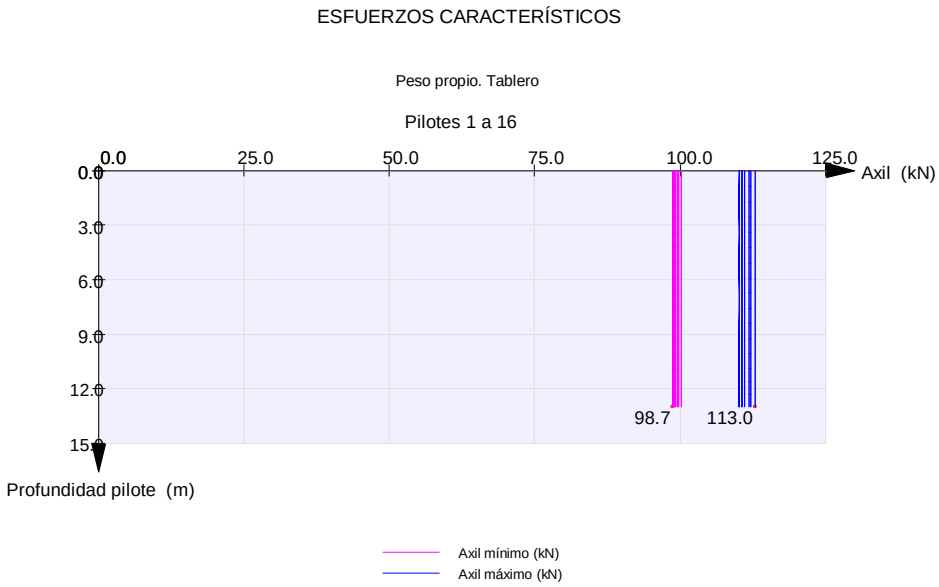


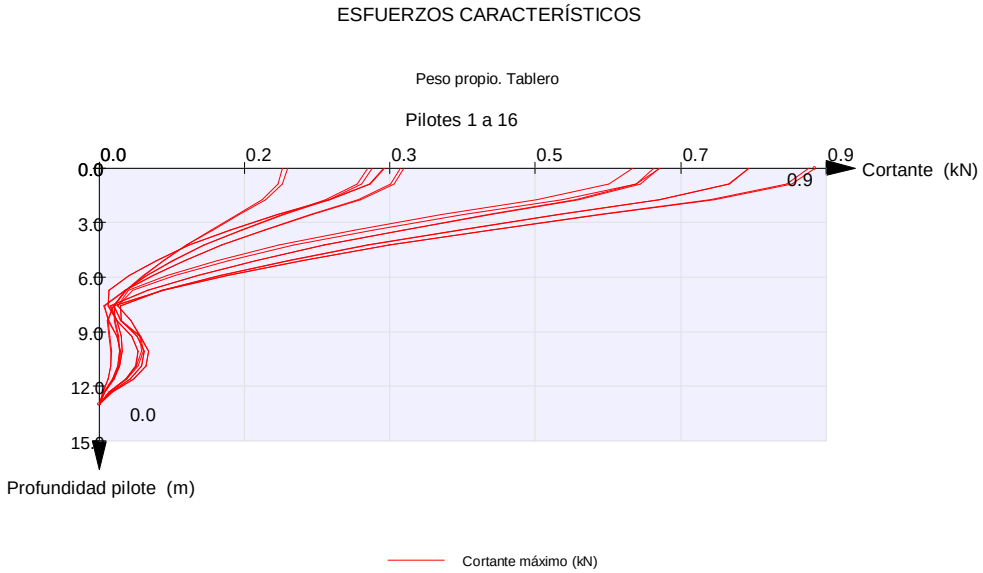
-0.00 a 0.00

Unidades: kNm/m

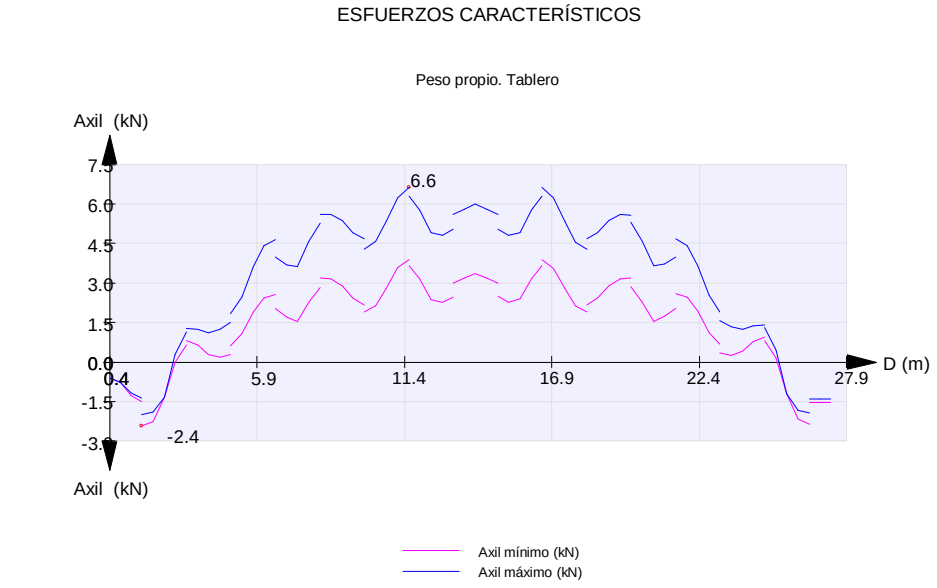
4.5 Peso propio. Tablero

4.5.1 Pilotes


ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS
Peso propio. Tablero
Pilotes 1 a 16
0.0
25.0
50.0
75.0
100.0
125.0
Axil (kN)
0.0
3.0
6.0
9.0
12.0
15.0
98.7
113.0
Profundidad pilote (m)
Axil mínimo (kN)
Axil máximo (kN)

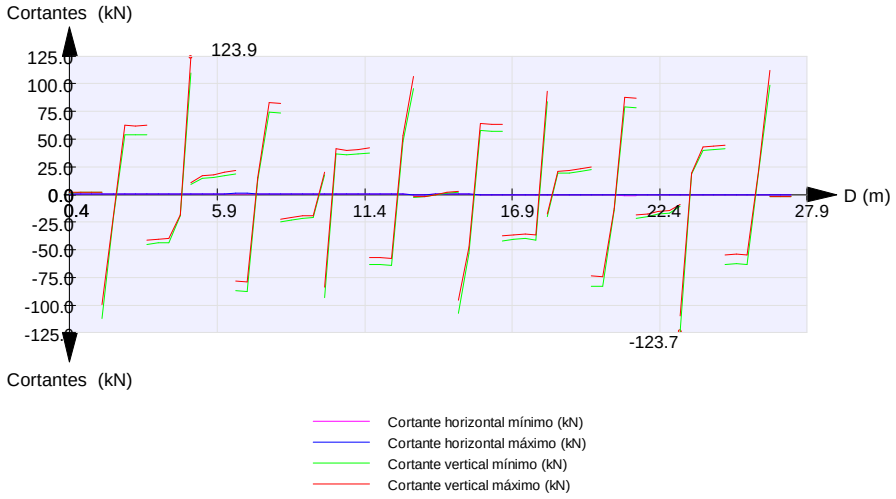

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS
Peso propio. Tablero
Pilotes 1 a 16
0.0
0.2
0.3
0.5
0.7
0.9
Cortante (kN)
0.0
3.0
6.0
9.0
12.0
15.0
0.9
0.0
Profundidad pilote (m)
Cortante máximo (kN)

4.5.2 Cargadero



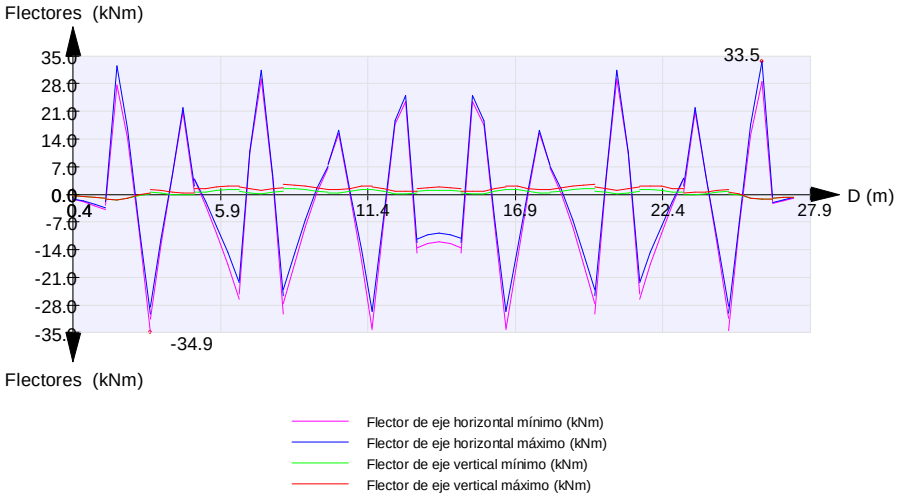
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero



4.5.3 Espaldón

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

Axil eje horizontal

1.21 a 2.41
0.00 a 1.21
-0.00 a 0.00
-1.91 a -0.00
-3.81 a -1.91
-5.72 a -3.81
-7.62 a -5.72
-9.53 a -7.62

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

Axil eje vertical

2.72 a 3.62
1.81 a 2.72
0.91 a 1.81
0.00 a 0.91
-0.00 a 0.00
-1.73 a -0.00
-3.46 a -1.73
-5.19 a -3.46

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

Cortante eje horizontal

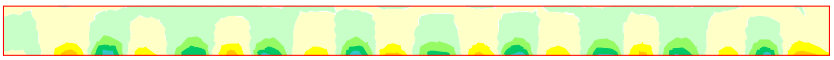
0.18 a 0.23
0.12 a 0.18
0.06 a 0.12
0.00 a 0.06
-0.00 a 0.00
-0.08 a -0.00
-0.17 a -0.08
-0.25 a -0.17

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

Cortante eje vertical



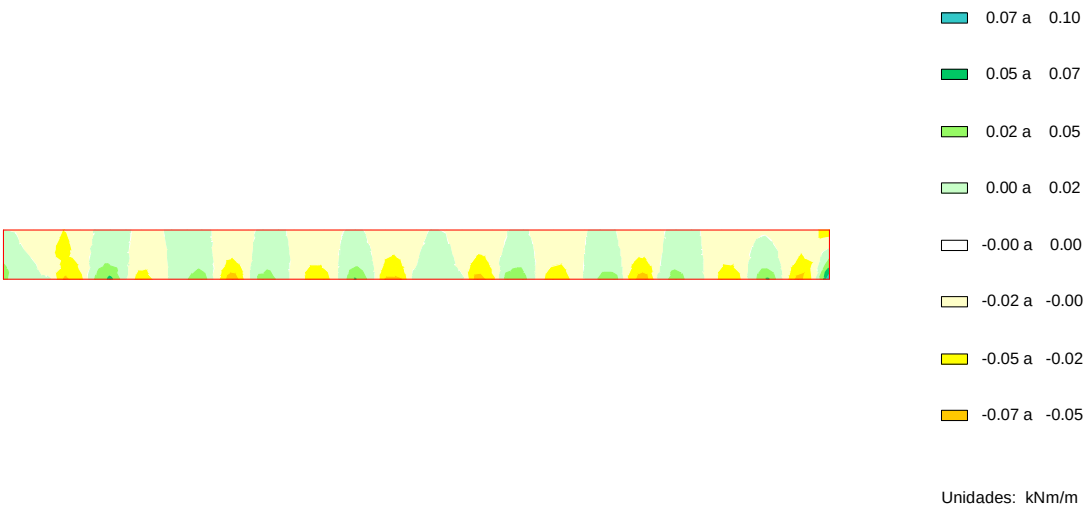
0.12 a 0.17
0.08 a 0.12
0.04 a 0.08
0.00 a 0.04
-0.00 a 0.00
-0.07 a -0.00
-0.13 a -0.07
-0.20 a -0.13

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

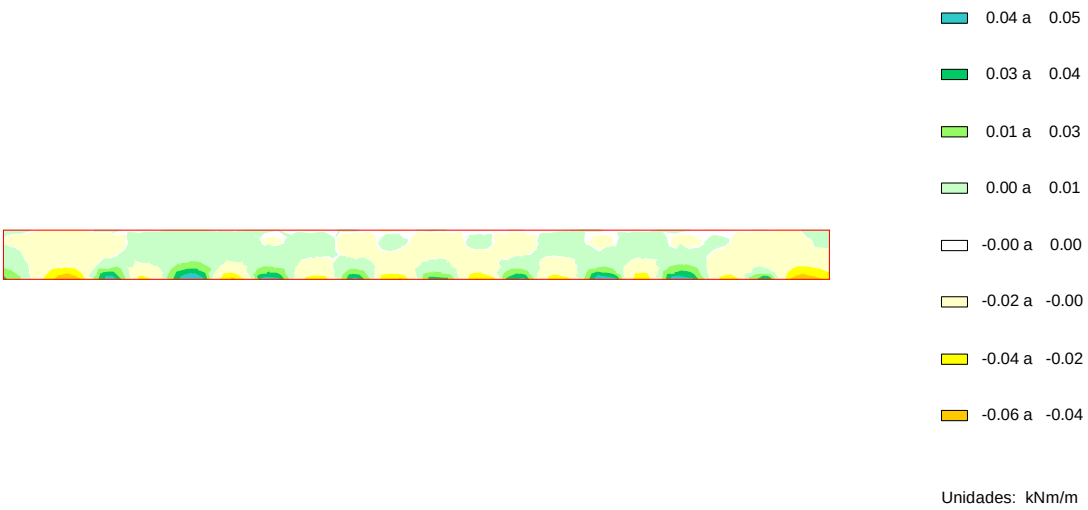
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

Momento de eje horizontal (armado vertical)

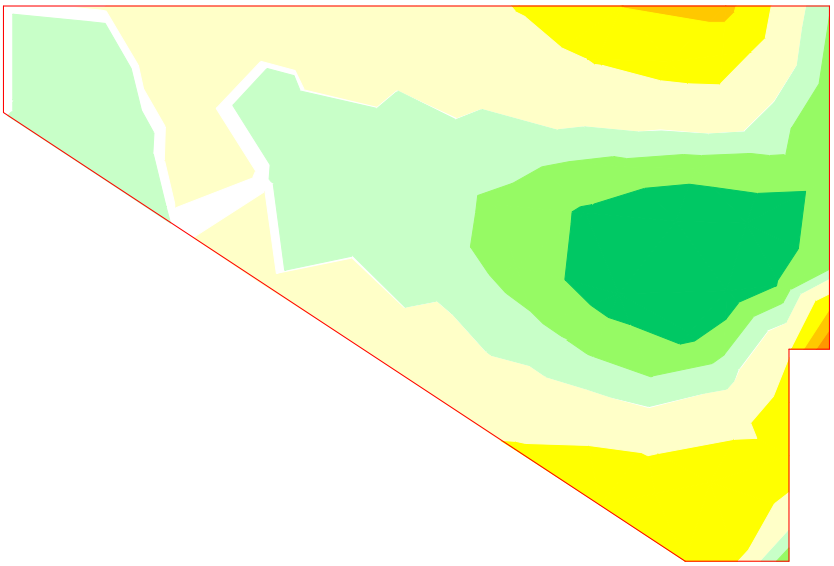


4.5.4 Aleta 1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

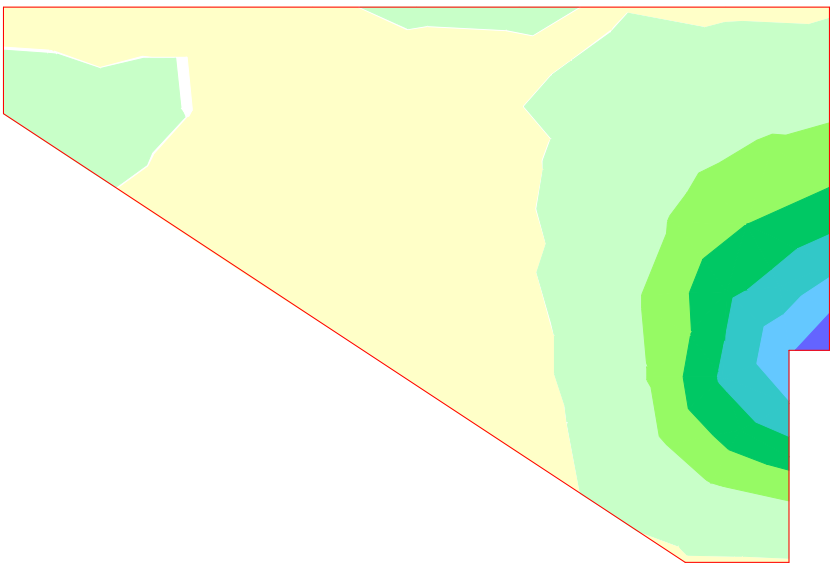
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

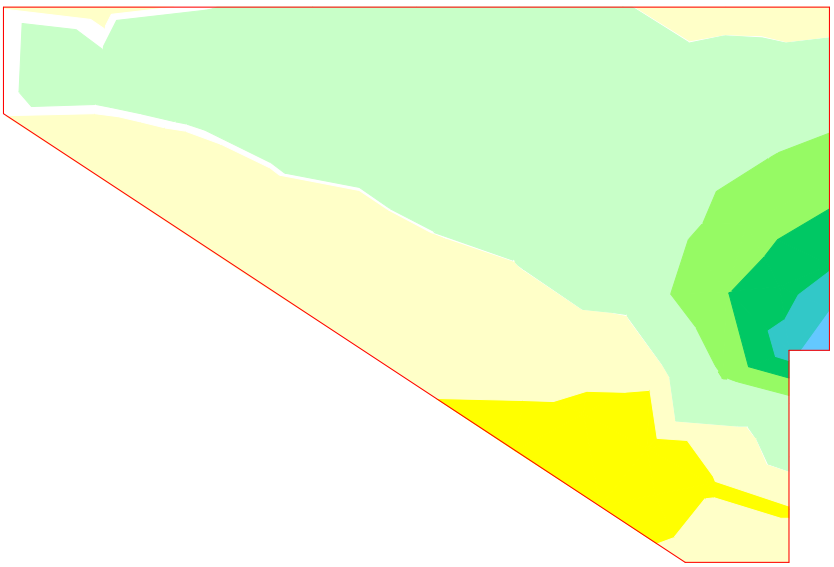
Peso propio. Tablero

Cortante eje horizontal

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

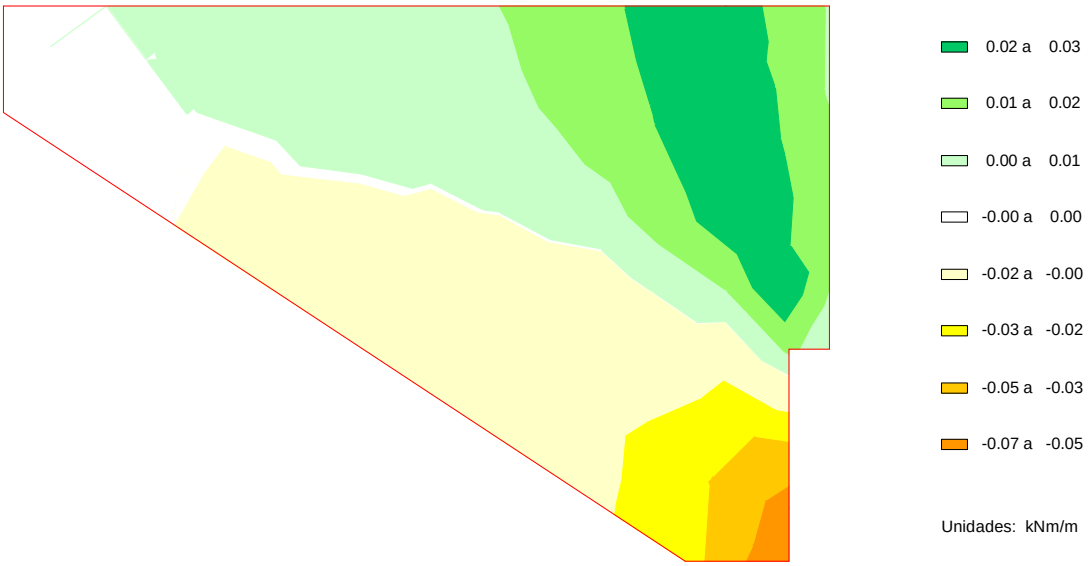
Cortante eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

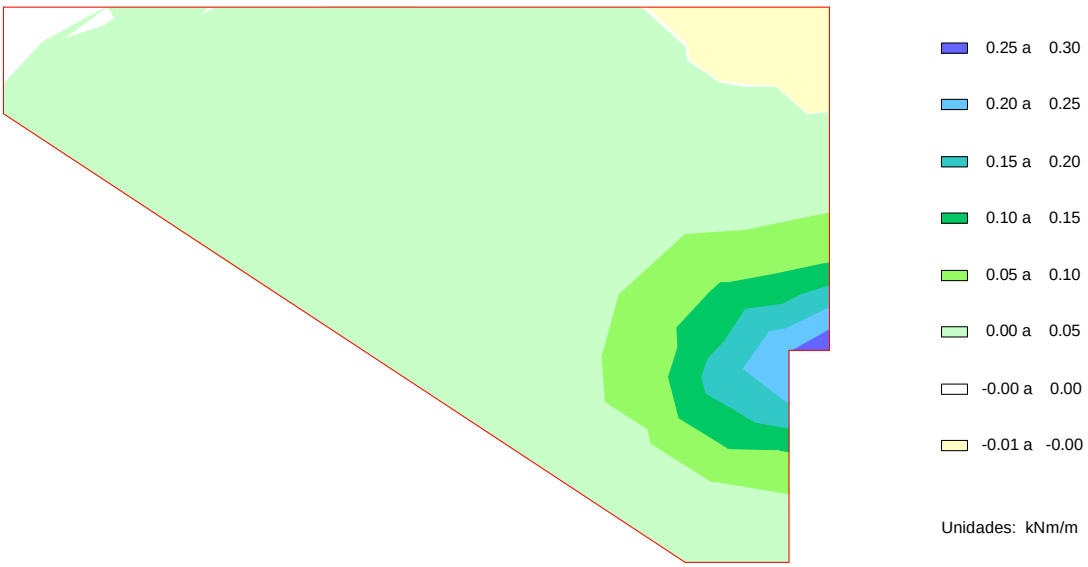
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

Momento de eje horizontal (armado vertical)

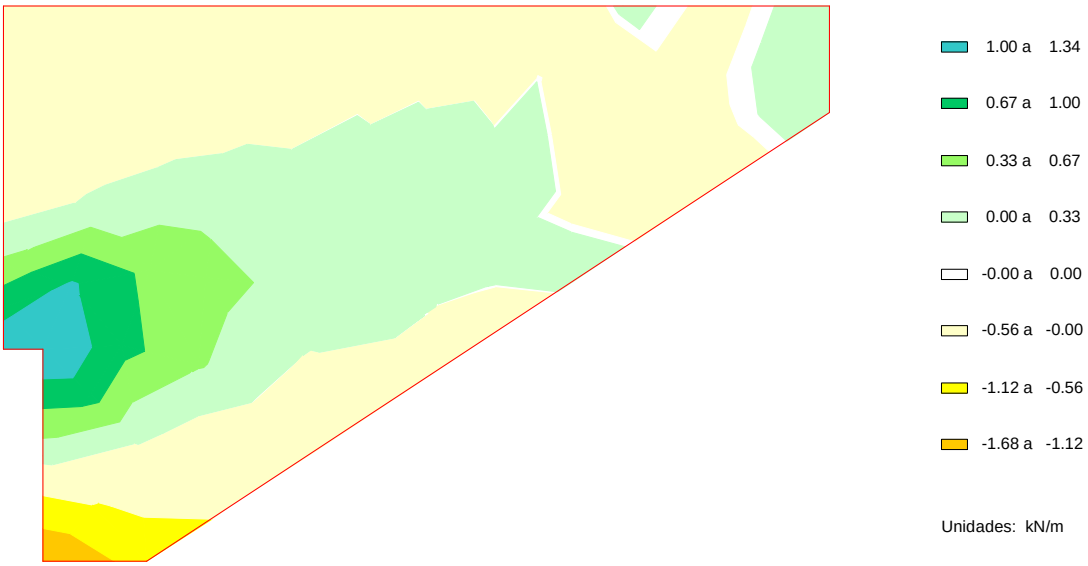


4.5.5 Aleta 2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

Axil eje vertical

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

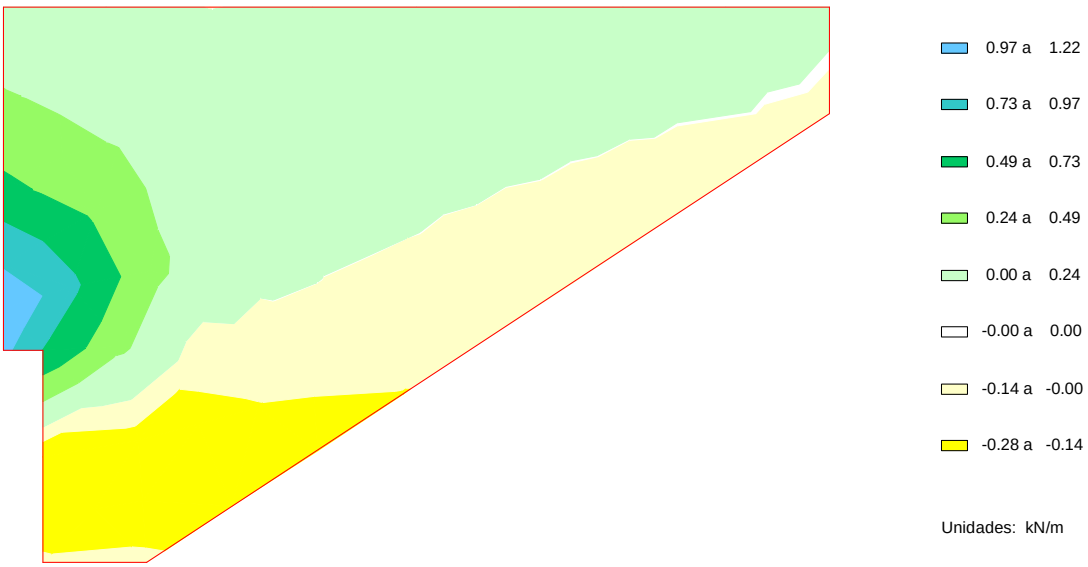
Peso propio. Tablero

Cortante eje horizontal

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

Cortante eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

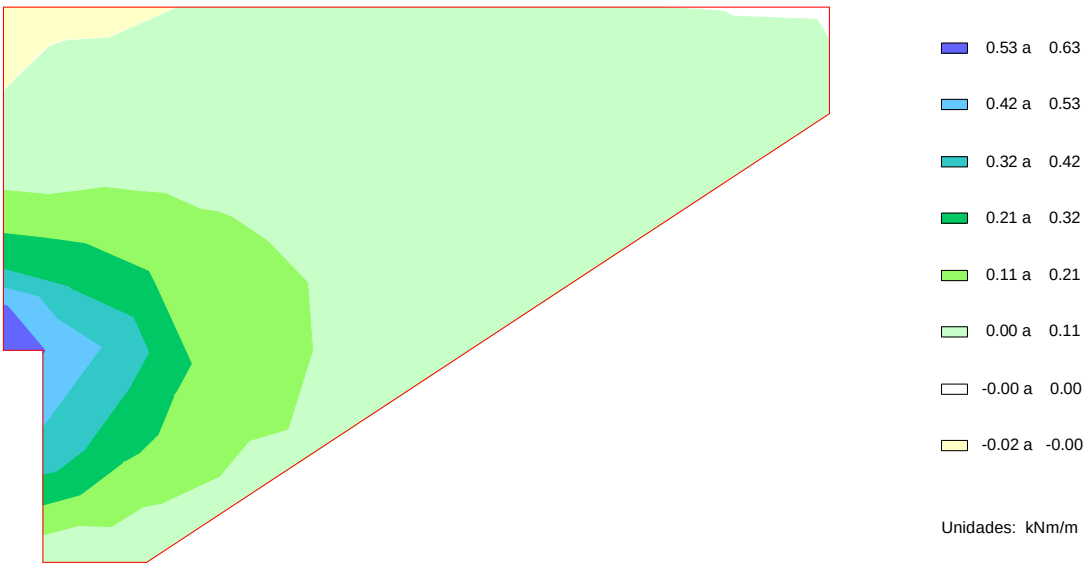
Peso propio. Tablero

Momento de eje vertical (armado horizontal)

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

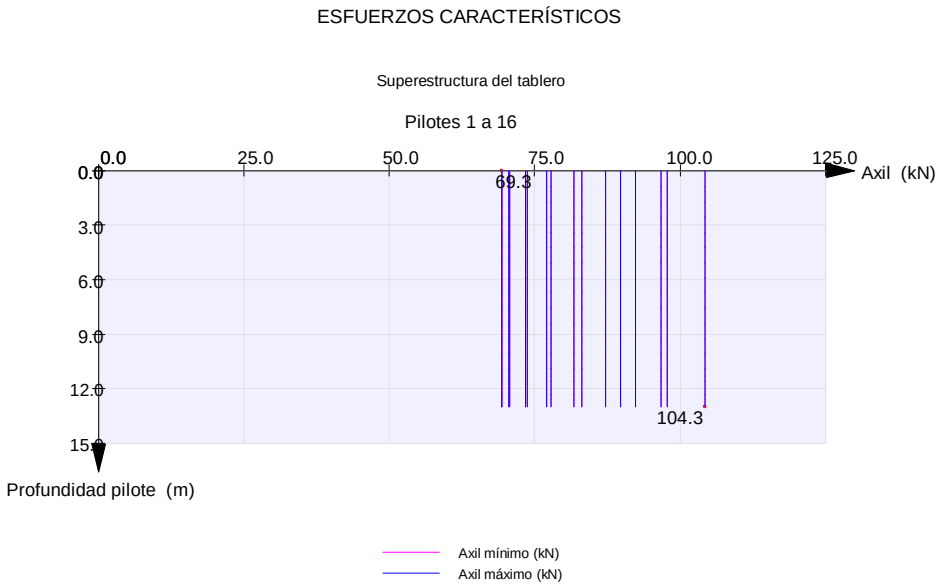
Peso propio. Tablero

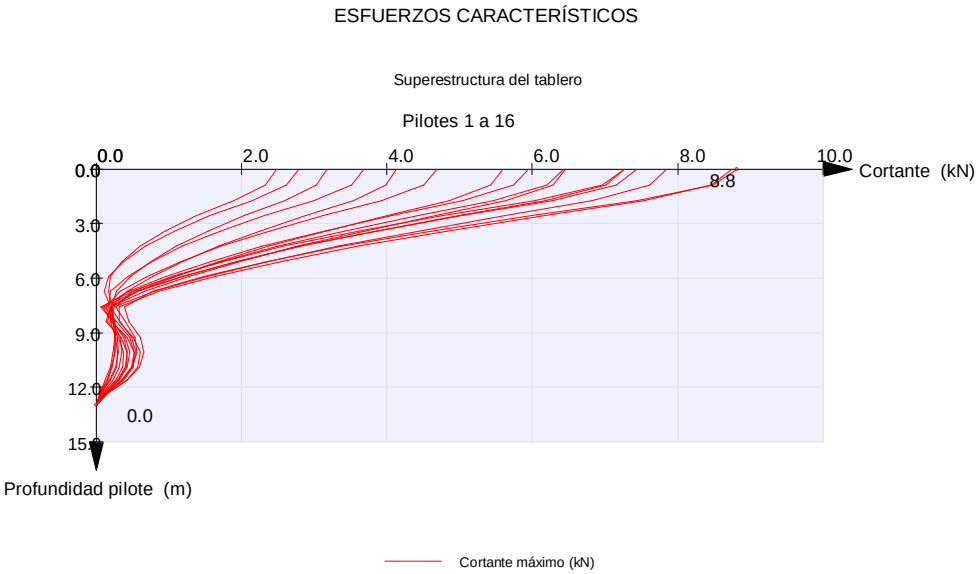
Momento de eje horizontal (armado vertical)

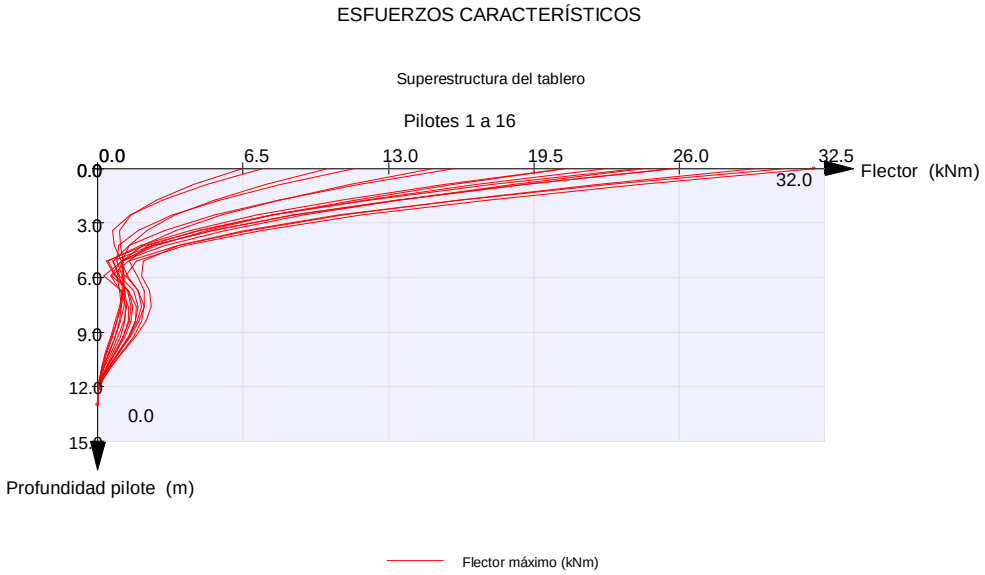


4.6 Superestructura del tablero

4.6.1 Pilotes

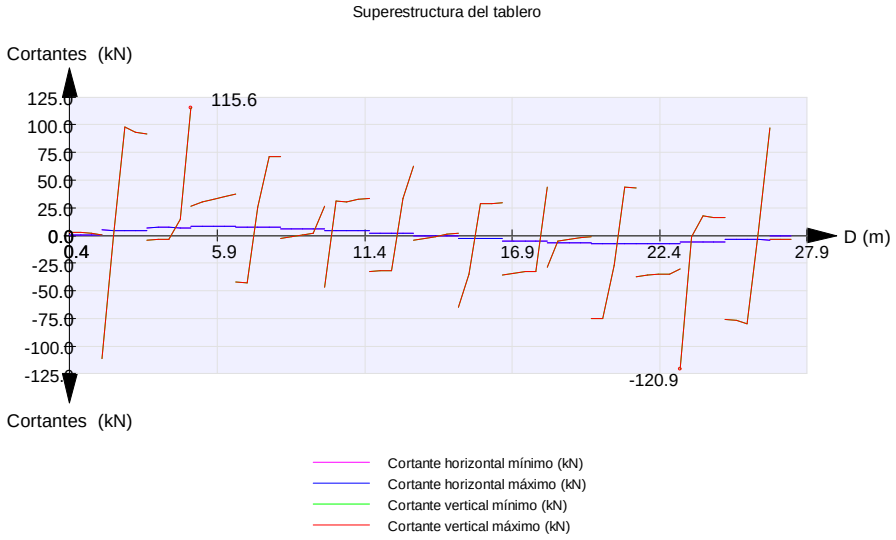

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS
Superestructura del tablero
Pilotes 1 a 16
0.0
25.0
50.0
75.0
100.0
125.0
Axil (kN)
0.0
3.0
6.0
9.0
12.0
15.0
69.3
104.3
Profundidad pilote (m)
Axil mínimo (kN)
Axil máximo (kN)


ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS
Superestructura del tablero
Pilotes 1 a 16
0.0
2.0
4.0
6.0
8.0
10.0
Cortante (kN)
0.0
3.0
6.0
9.0
12.0
15.0
8.8
0.0
Profundidad pilote (m)
Cortante máximo (kN)

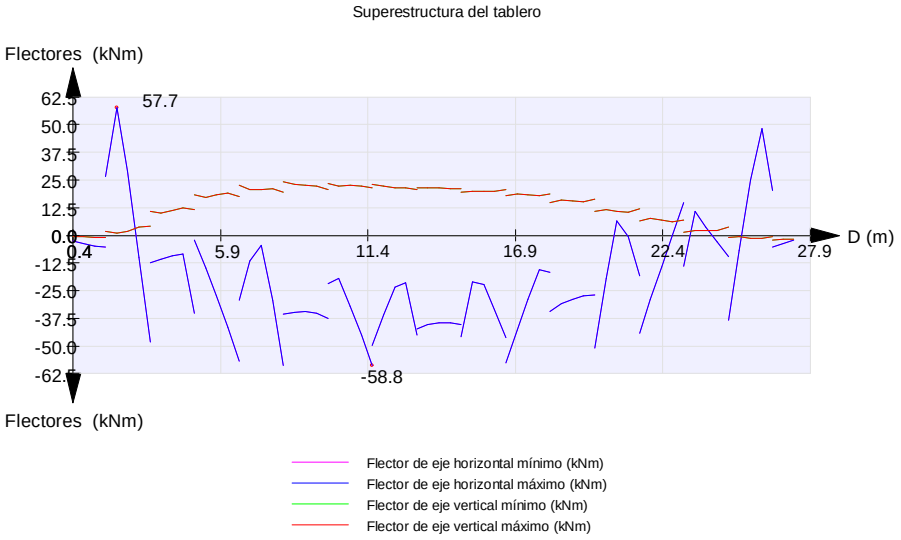


4.6.2 Cargadero

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS



4.6.3 Espaldón

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

Axil eje horizontal

0.00 a 5.22

-0.00 a 0.00

-19.71 a -0.00

-39.43 a -19.71

-59.14 a -39.43

-78.85 a -59.14

-98.56 a -78.85

-118.28 a -98.56

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

Axil eje vertical

2.30 a 4.61

0.00 a 2.30

-0.00 a 0.00

-2.94 a -0.00

-5.89 a -2.94

-8.83 a -5.89

-11.77 a -8.83

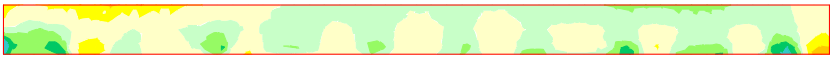
-14.72 a -11.77

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

Cortante eje horizontal



0.21 a 0.28

0.14 a 0.21

0.07 a 0.14

0.00 a 0.07

-0.00 a 0.00

-0.14 a -0.00

-0.29 a -0.14

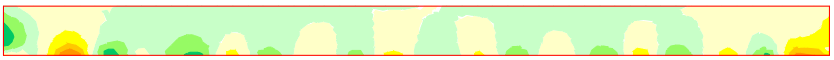
-0.43 a -0.29

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

Cortante eje vertical



0.11 a 0.17

0.06 a 0.11

0.00 a 0.06

-0.00 a 0.00

-0.07 a -0.00

-0.14 a -0.07

-0.21 a -0.14

-0.28 a -0.21

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

Momento de eje vertical (armado horizontal)

0.13 a 0.17
0.09 a 0.13
0.04 a 0.09
0.00 a 0.04
-0.00 a 0.00
-0.06 a -0.00
-0.11 a -0.06
-0.17 a -0.11

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

Momento de eje horizontal (armado vertical)

0.09 a 0.12
0.06 a 0.09
0.03 a 0.06
0.00 a 0.03
-0.00 a 0.00
-0.06 a -0.00
-0.12 a -0.06
-0.18 a -0.12

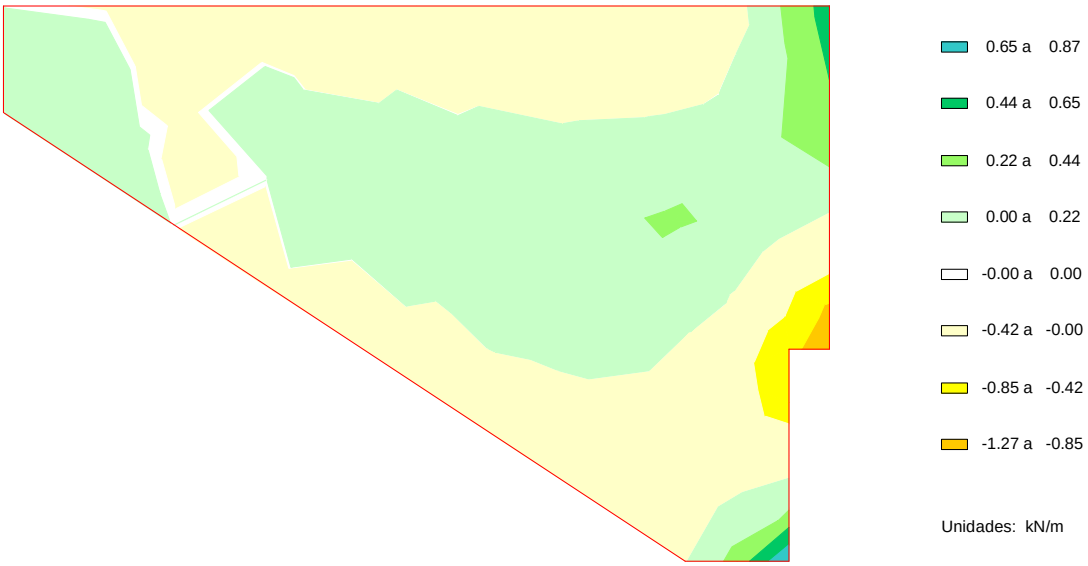
Unidades: kNm/m

4.6.4 Aleta 1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

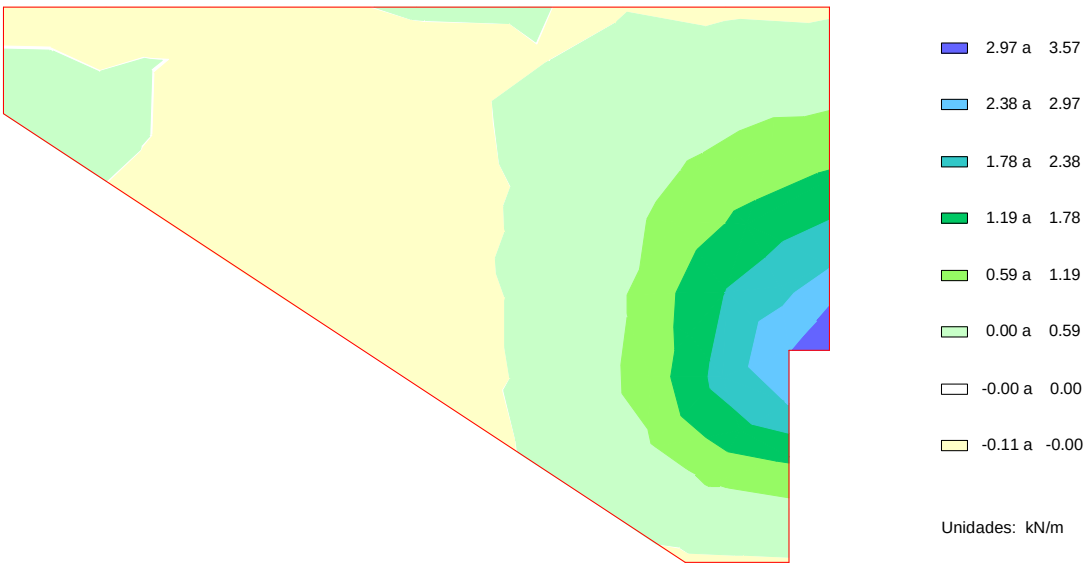
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

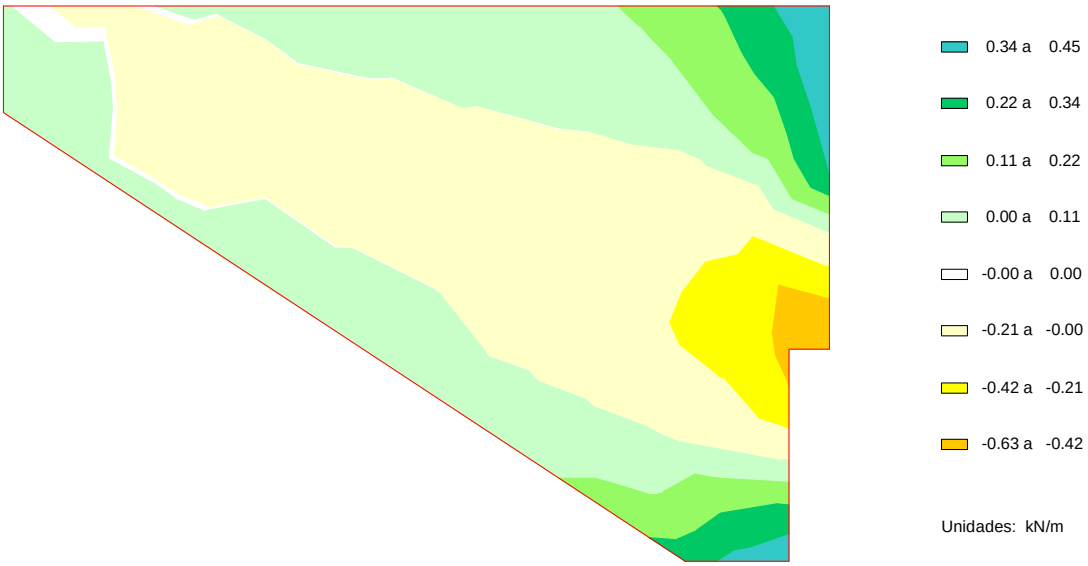
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

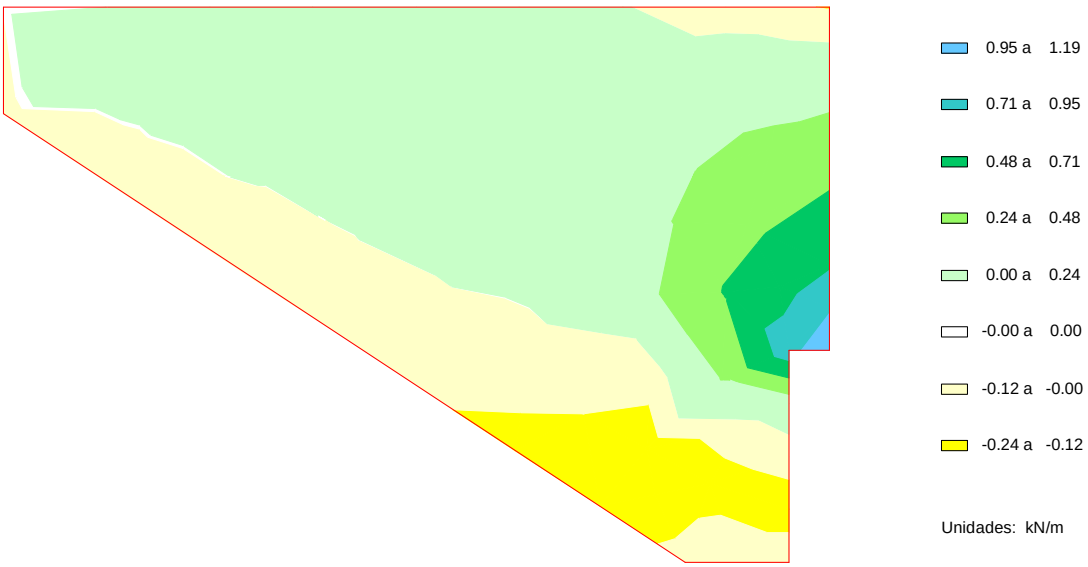
Cortante eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

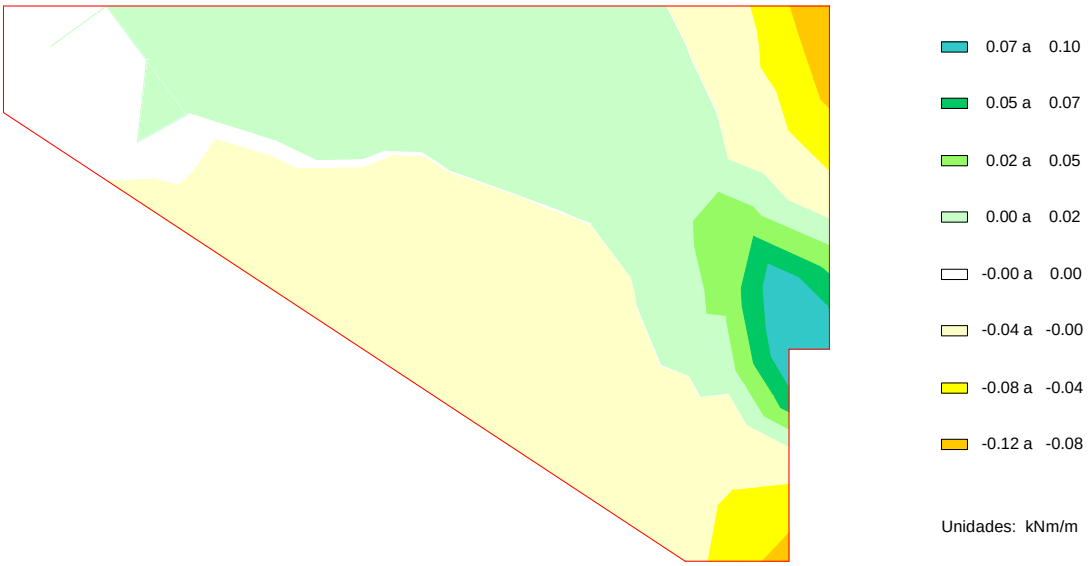
Cortante eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

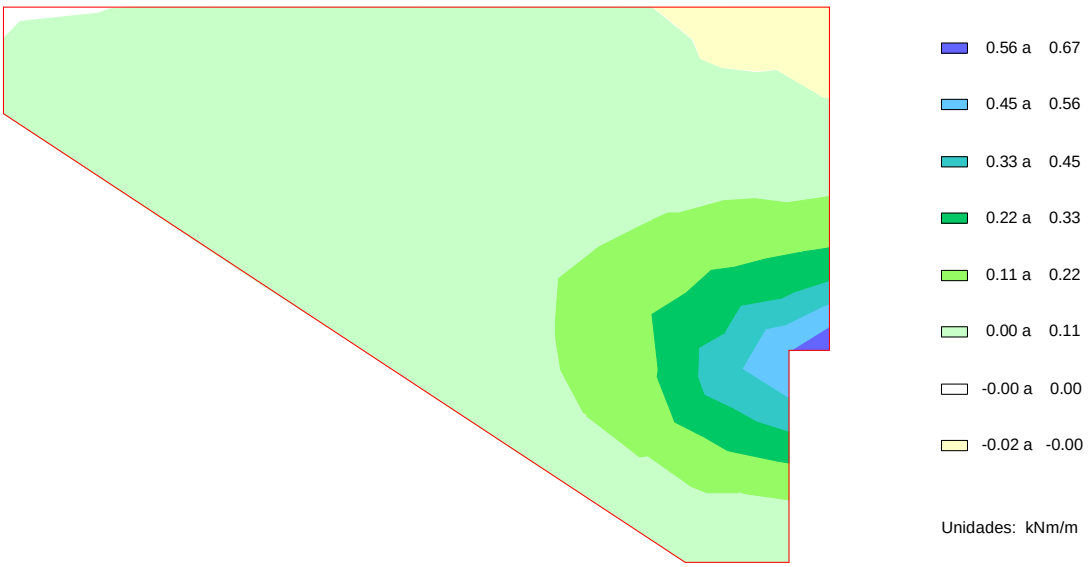
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

Momento de eje horizontal (armado vertical)

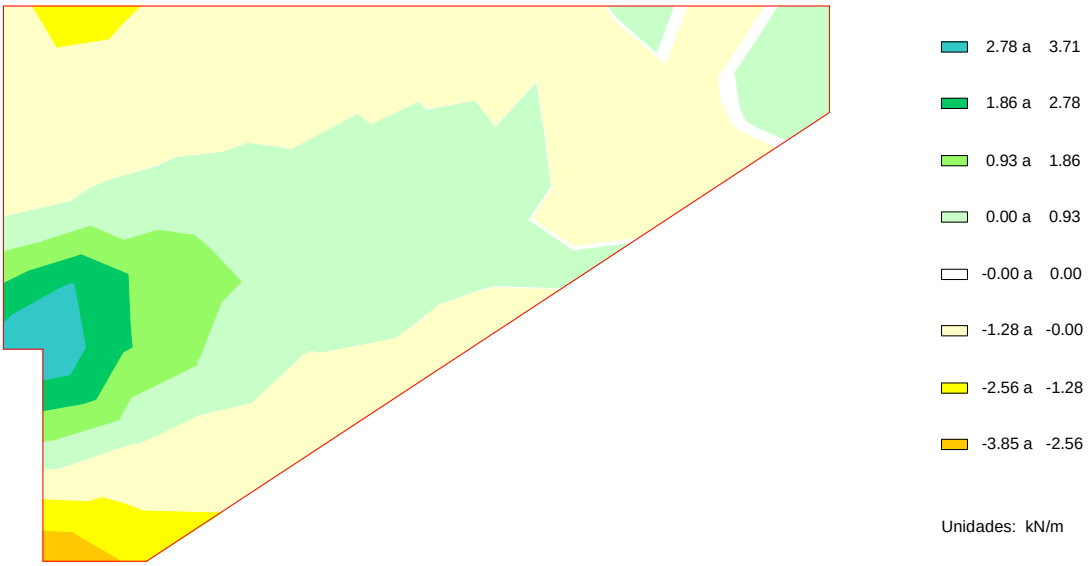


4.6.5 Aleta 2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

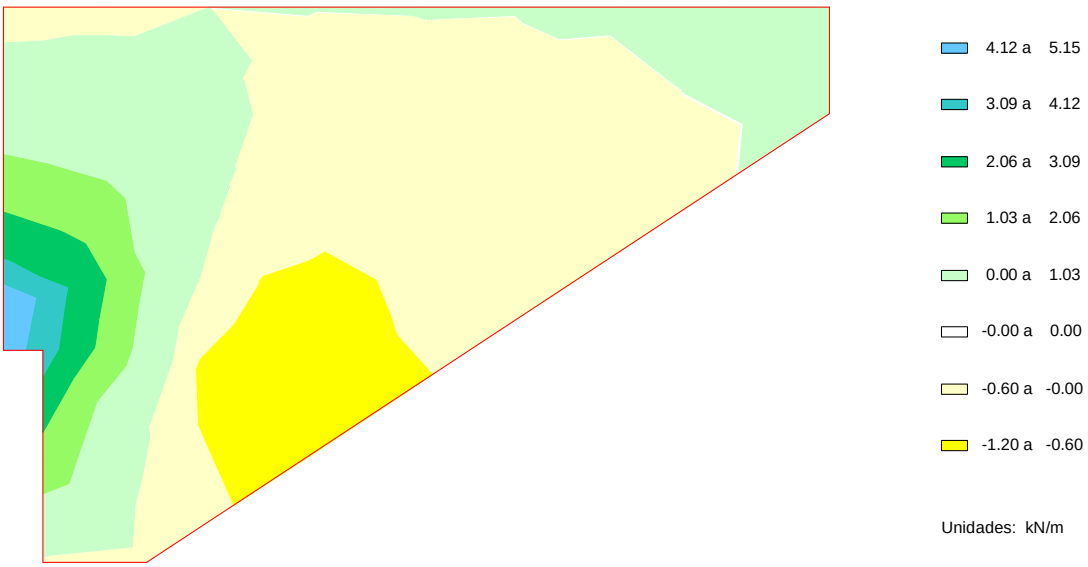
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

Cortante eje horizontal

2.61 a 3.48

1.74 a 2.61

0.87 a 1.74

0.00 a 0.87

-0.00 a 0.00

-0.60 a -0.00

-1.20 a -0.60

-1.80 a -1.20

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

Cortante eje vertical

3.03 a 3.78

2.27 a 3.03

1.51 a 2.27

0.76 a 1.51

0.00 a 0.76

-0.00 a 0.00

-0.39 a -0.00

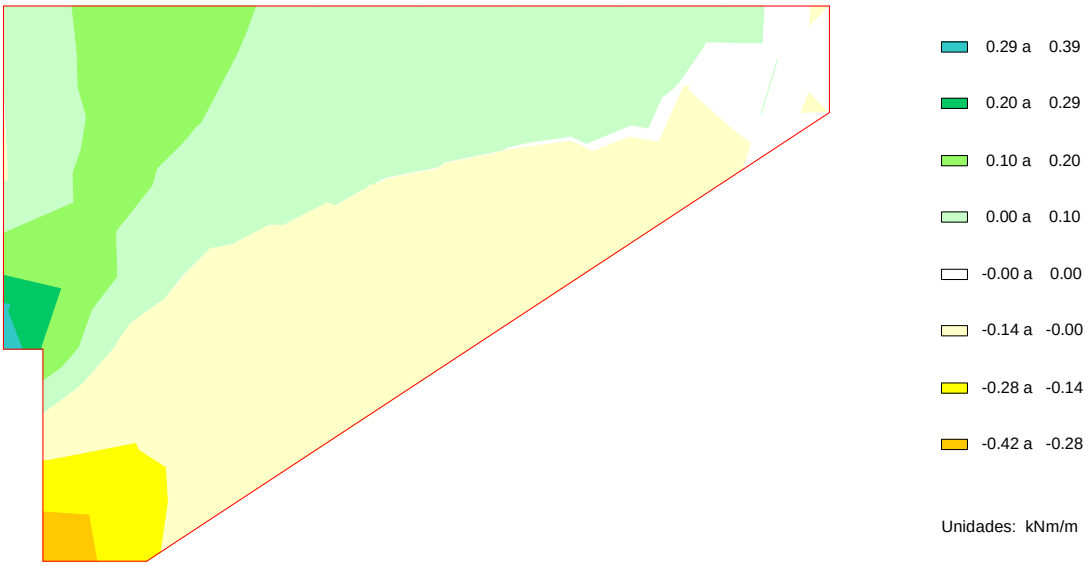
-0.79 a -0.39

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

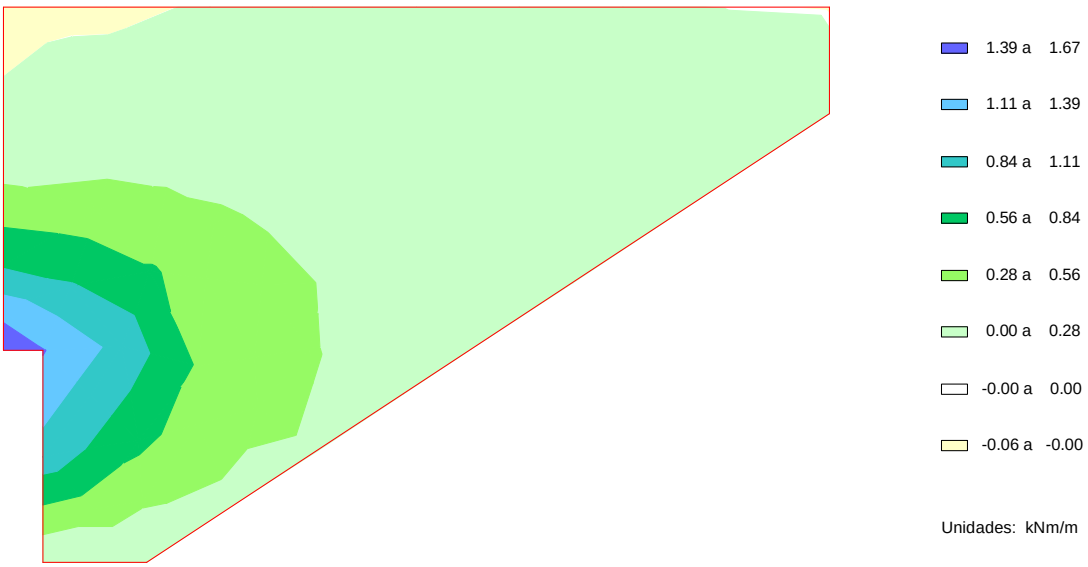
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

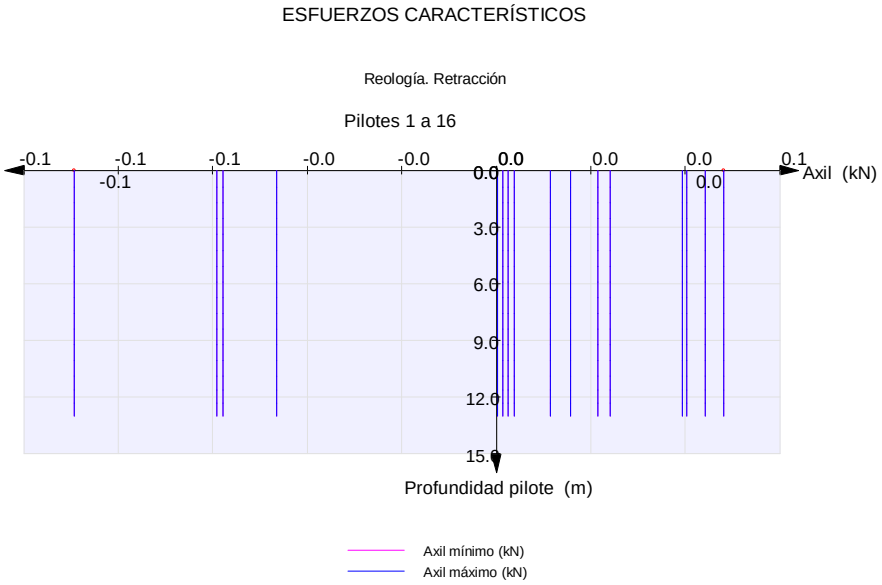
Superestructura del tablero

Momento de eje horizontal (armado vertical)



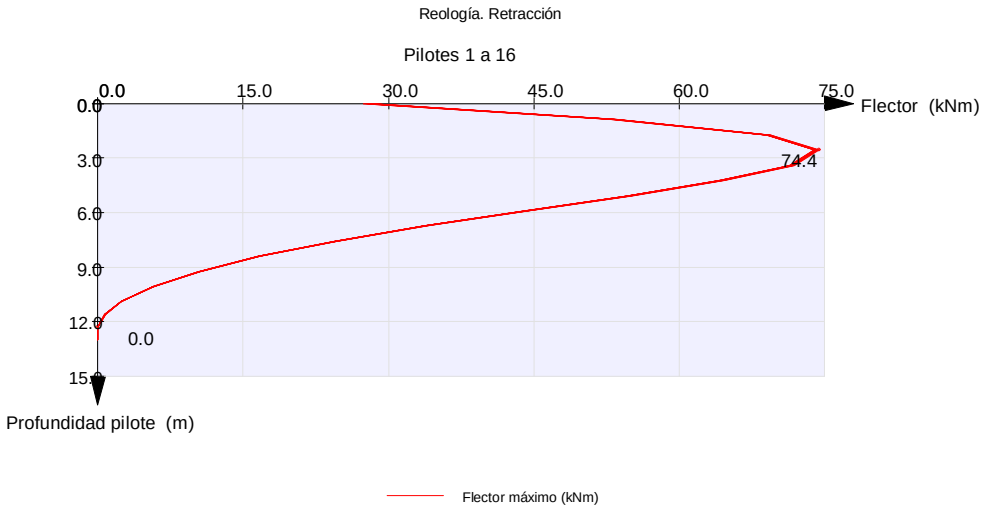
4.7 Reología. Retracción

4.7.1 Pilotes


ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS
Reología. Retracción
Pilotes 1 a 16
-0.1
-0.1
-0.1
-0.1
-0.0
-0.0
0.0
0.0
0.0
0.0
0.0
0.1
Axil (kN)
0.0
3.0
6.0
9.0
12.0
15.0
Profundidad pilote (m)
Axil mínimo (kN)
Axil máximo (kN)

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS
Reología. Retracción
Pilotes 1 a 16
0.0
6.0
12.0
18.0
24.0
30.0
Cortante (kN)
28.4
0.0
3.0
6.0
9.0
12.0
15.0
0.0
Profundidad pilote (m)
Cortante máximo (kN)

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

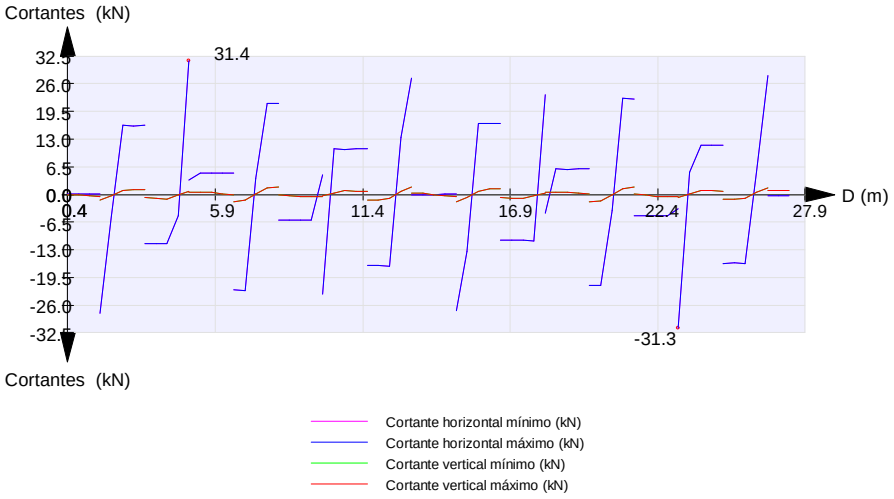


4.7.2 Cargadero

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

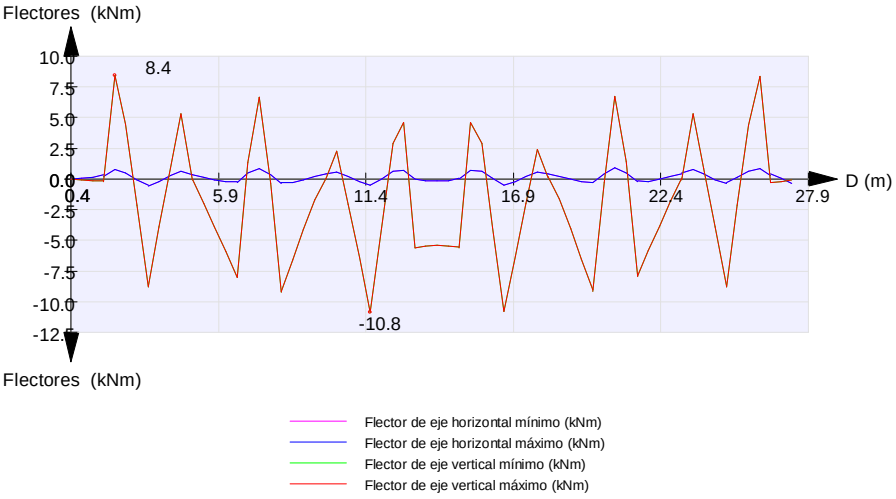
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción



4.7.3 Espaldón

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

Axil eje horizontal

0.75 a 1.00
0.50 a 0.75
0.25 a 0.50
0.00 a 0.25
-0.00 a 0.00
-0.55 a -0.00
-1.10 a -0.55
-1.65 a -1.10

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

Axil eje vertical

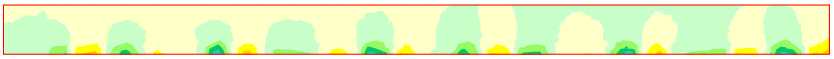
1.46 a 1.95
0.97 a 1.46
0.49 a 0.97
0.00 a 0.49
-0.00 a 0.00
-0.58 a -0.00
-1.16 a -0.58
-1.75 a -1.16

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

Cortante eje horizontal



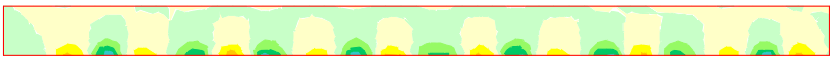
0.34 a 0.46
0.23 a 0.34
0.11 a 0.23
0.00 a 0.11
-0.00 a 0.00
-0.15 a -0.00
-0.31 a -0.15
-0.46 a -0.31

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

Cortante eje vertical



0.13 a 0.18
0.09 a 0.13
0.04 a 0.09
0.00 a 0.04
-0.00 a 0.00
-0.07 a -0.00
-0.14 a -0.07
-0.21 a -0.14

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

Momento de eje vertical (armado horizontal)

0.10 a 0.14
0.07 a 0.10
0.03 a 0.07
0.00 a 0.03
-0.00 a 0.00
-0.04 a -0.00
-0.09 a -0.04
-0.13 a -0.09

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

Momento de eje horizontal (armado vertical)

0.01 a 0.02
0.01 a 0.01
0.00 a 0.01
-0.00 a 0.00
-0.01 a -0.00
-0.02 a -0.01
-0.03 a -0.02
-0.04 a -0.03

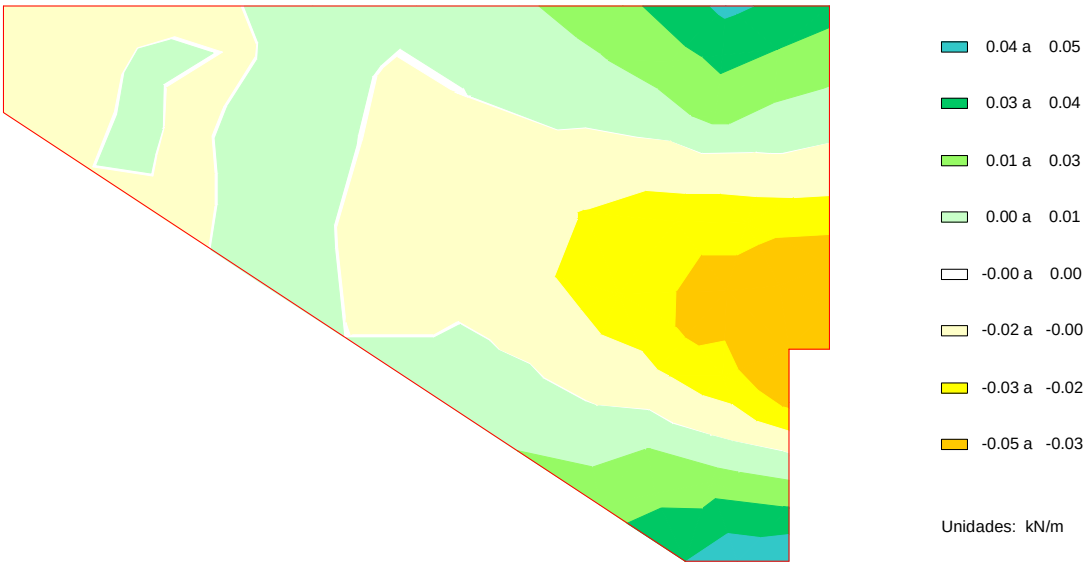
Unidades: kNm/m

4.7.4 Aleta 1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

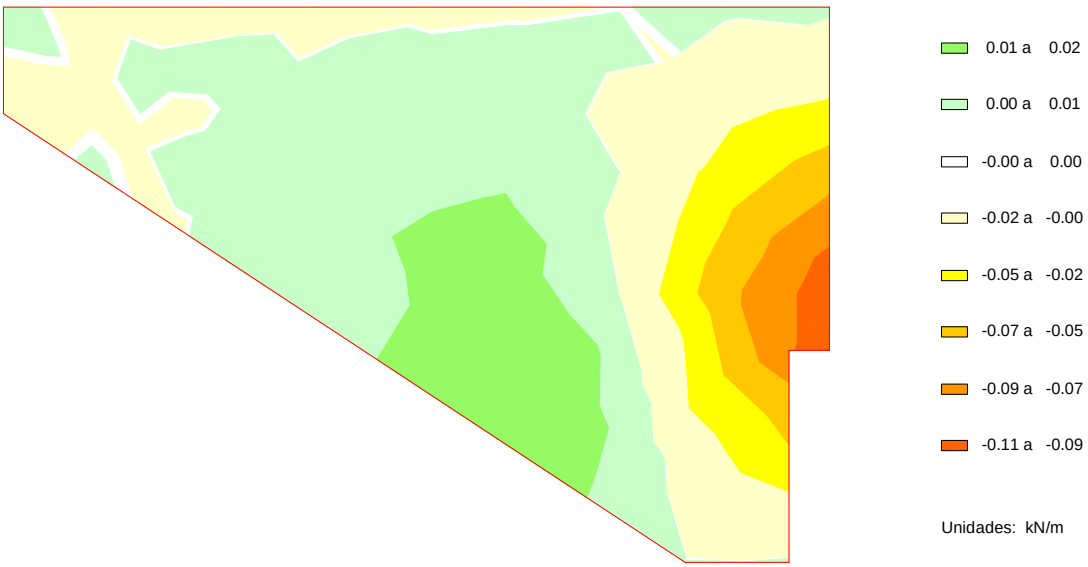
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

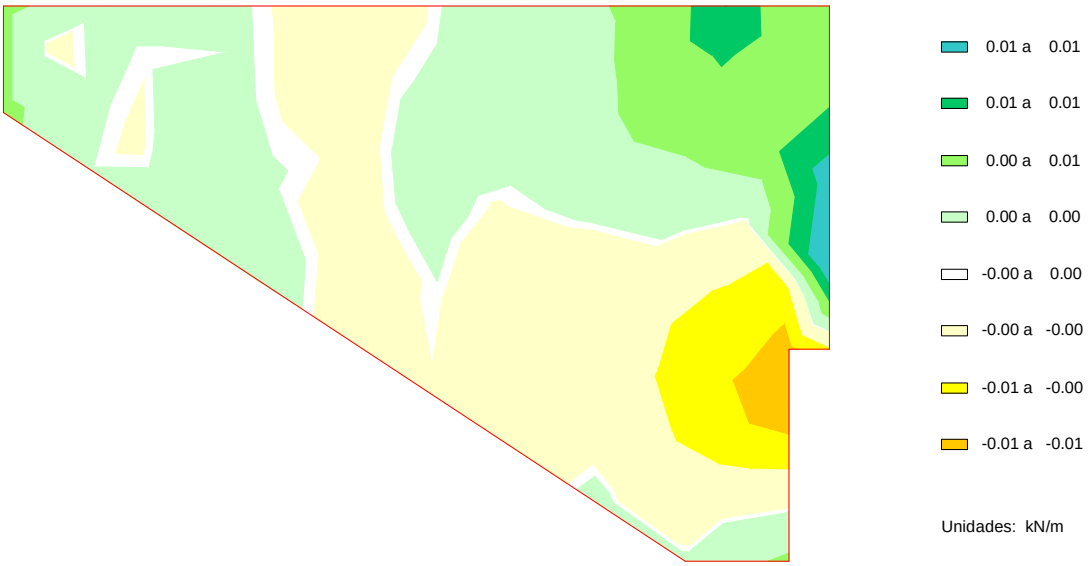
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

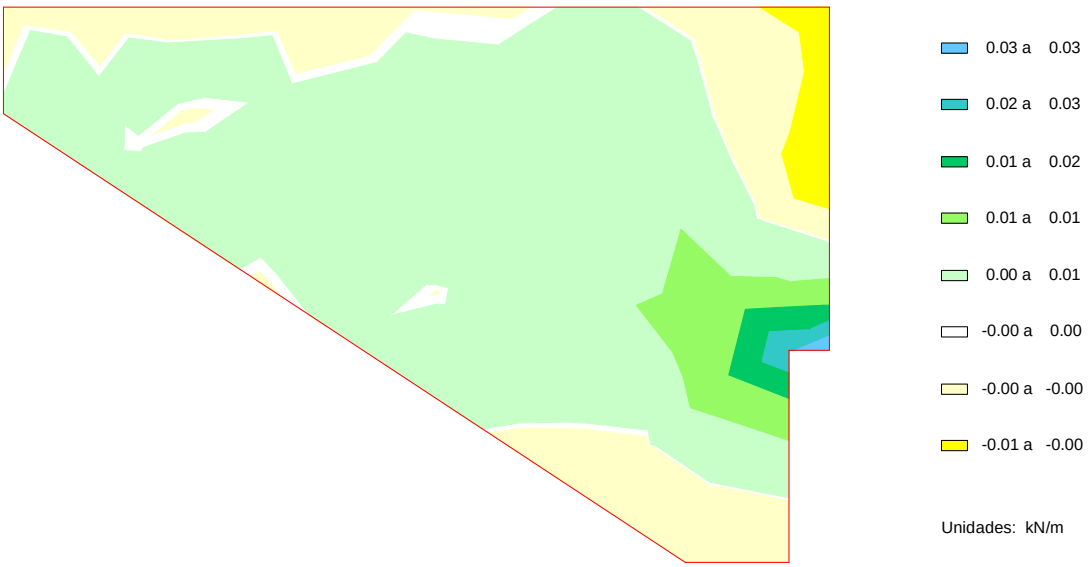
Cortante eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

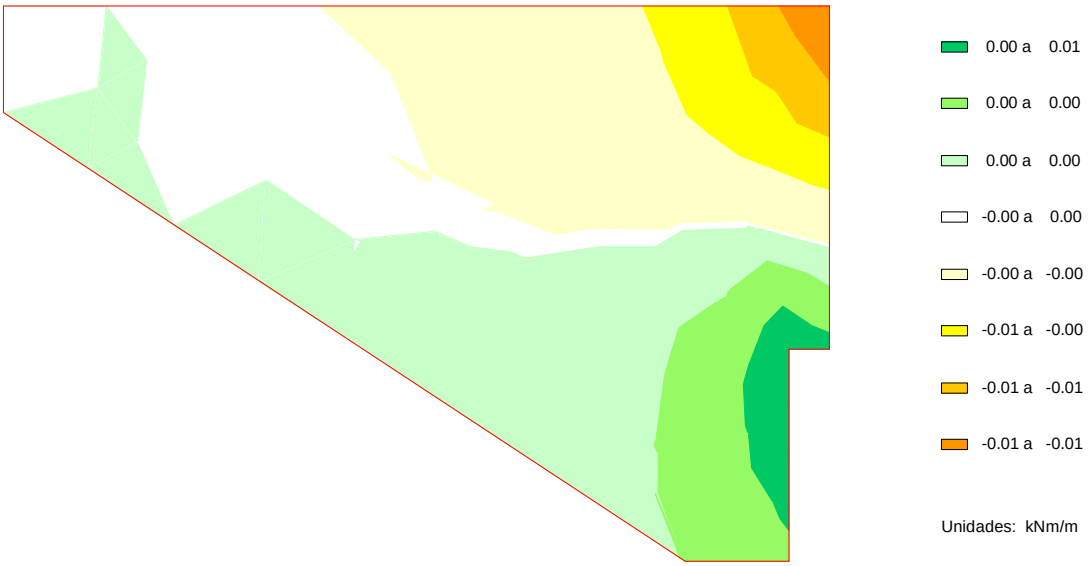
Cortante eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

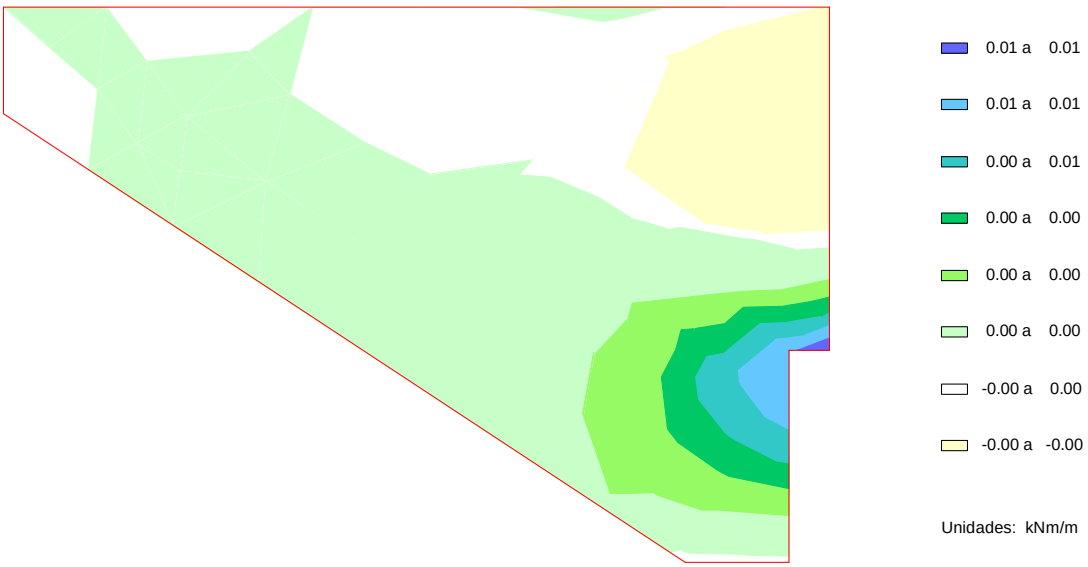
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

Momento de eje horizontal (armado vertical)

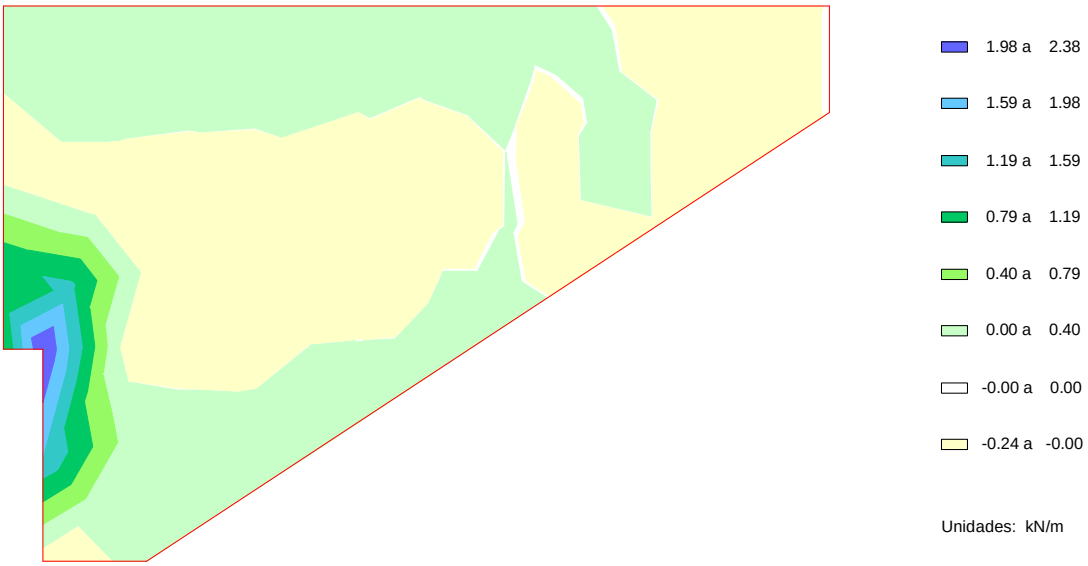


4.7.5 Aleta 2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

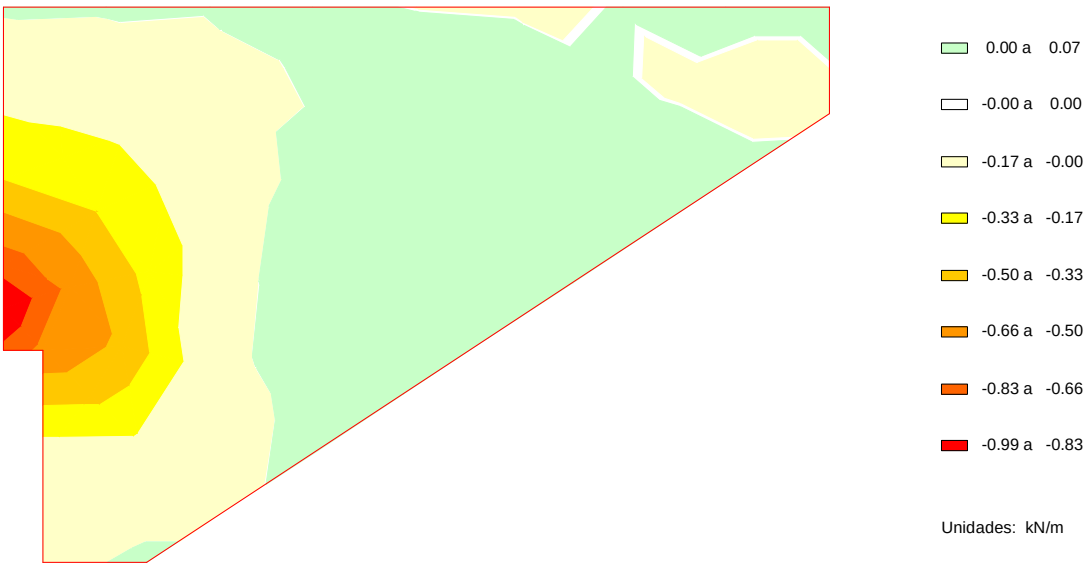
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

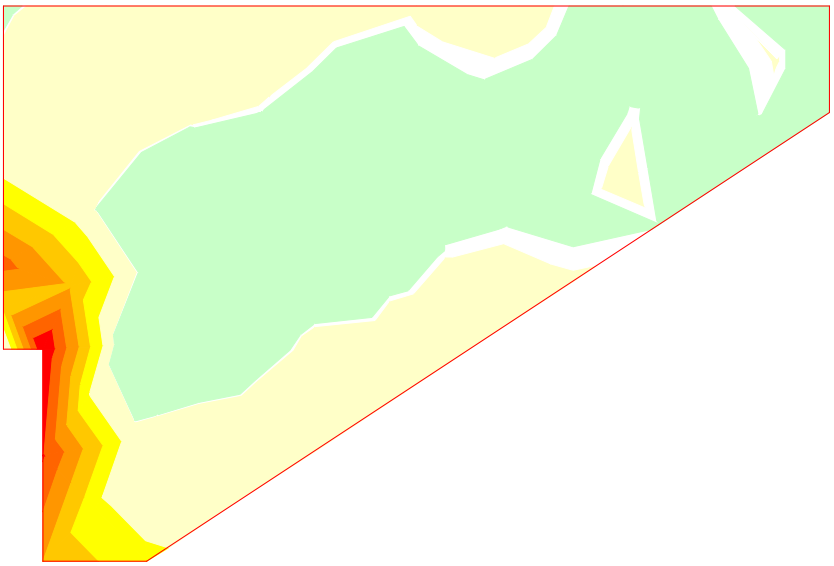
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

Cortante eje horizontal



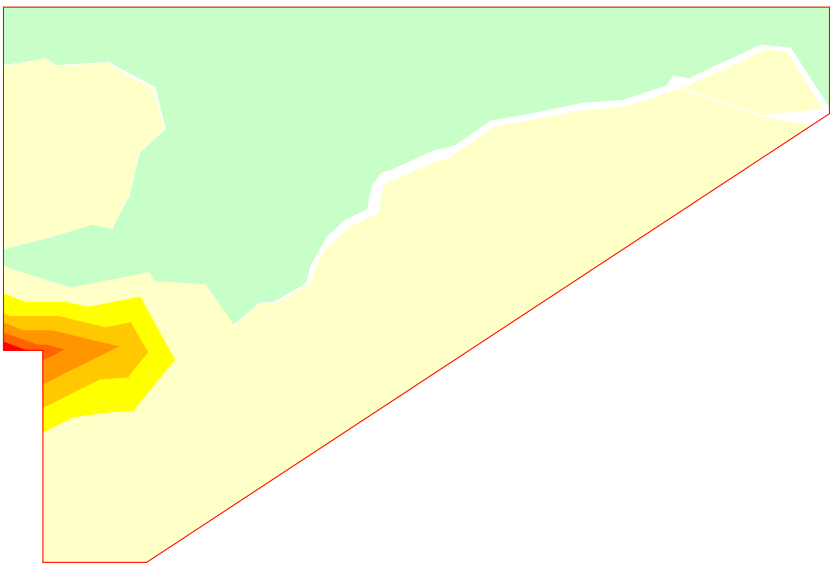
0.00 a 0.02
-0.00 a 0.00
-0.03 a -0.00
-0.06 a -0.03
-0.09 a -0.06
-0.12 a -0.09
-0.15 a -0.12
-0.18 a -0.15

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

Cortante eje vertical



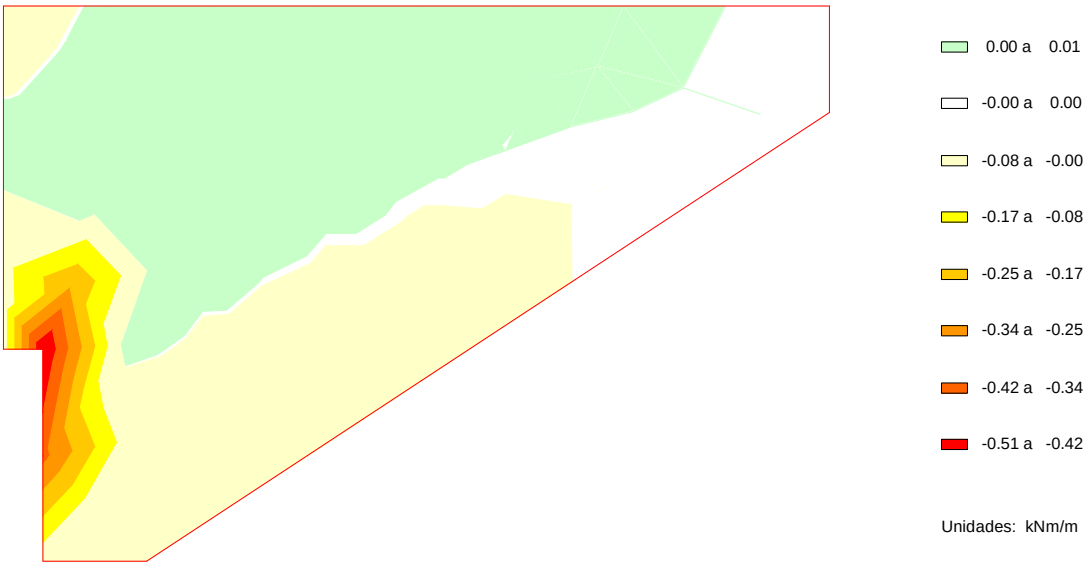
0.00 a 0.03
-0.00 a 0.00
-0.93 a -0.00
-1.87 a -0.93
-2.80 a -1.87
-3.73 a -2.80
-4.67 a -3.73
-5.60 a -4.67

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

Momento de eje vertical (armado horizontal)



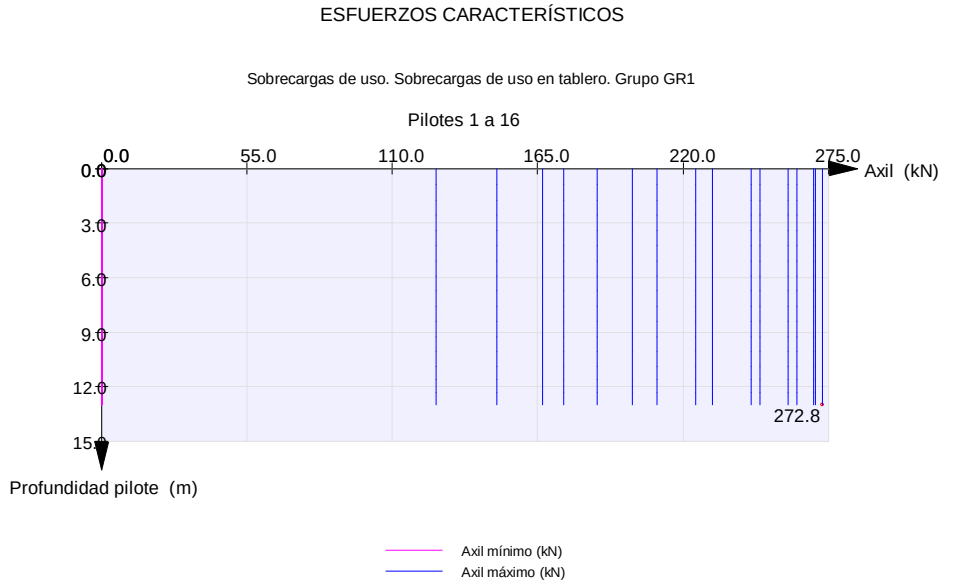
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

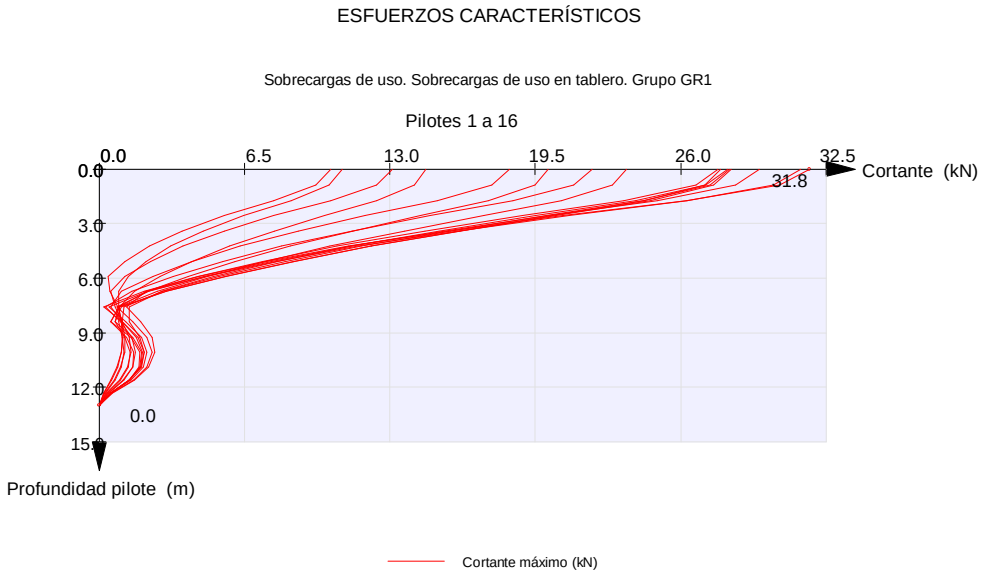
Reología. Retracción

Momento de eje horizontal (armado vertical)

4.8 Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

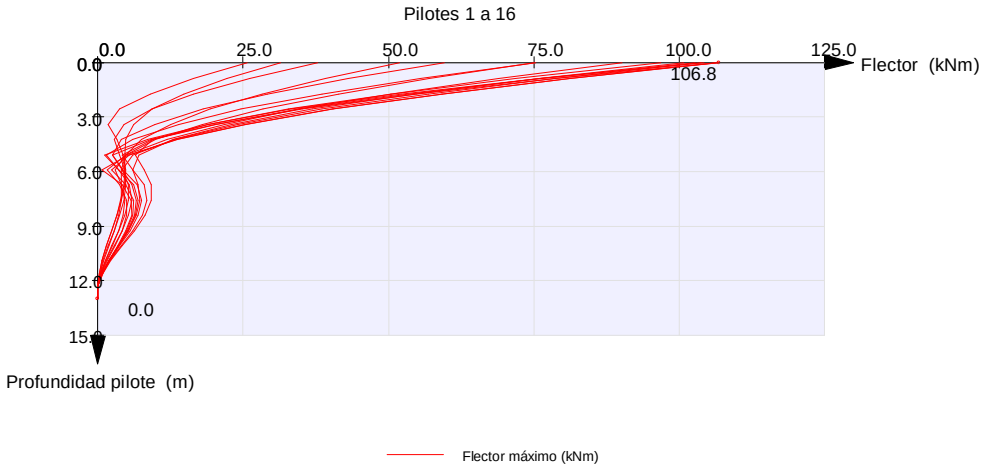
4.8.1 Pilotes


ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1
Pilotes 1 a 16
0.0
55.0
110.0
165.0
220.0
275.0
Axil (kN)
0.0
3.0
6.0
9.0
12.0
15.0
272.8
Profundidad pilote (m)
Axil mínimo (kN)
Axil máximo (kN)


ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1
Pilotes 1 a 16
0.0
6.5
13.0
19.5
26.0
32.5
Cortante (kN)
0.0
3.0
6.0
9.0
12.0
15.0
31.8
0.0
Profundidad pilote (m)
Cortante máximo (kN)

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

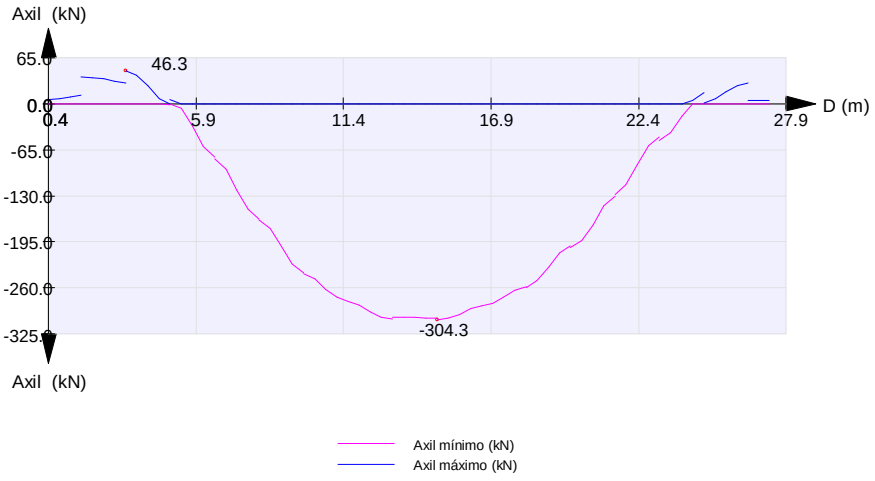
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1



4.8.2 Cargadero

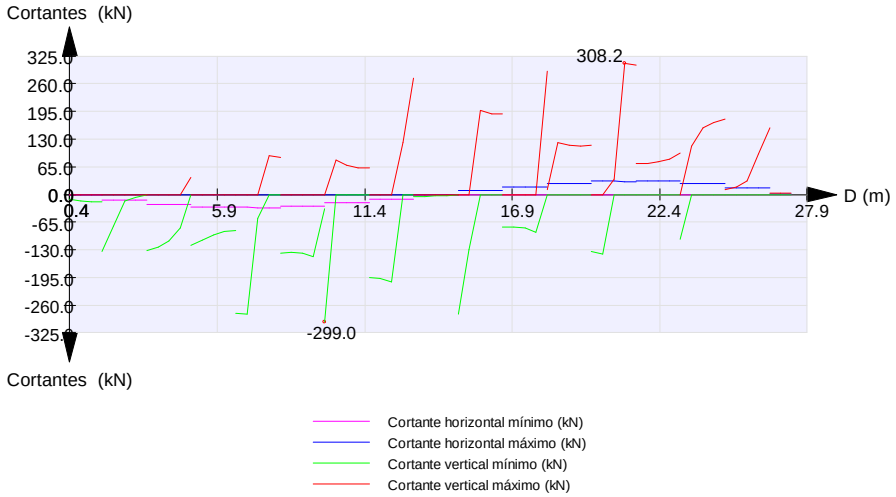
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

4.8.3 Espaldón

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Axil eje horizontal

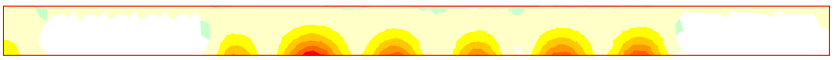
-0.00 a 0.00
-4.02 a -0.00
-8.03 a -4.02
-12.05 a -8.03
-16.07 a -12.05
-20.09 a -16.07
-24.10 a -20.09
-28.12 a -24.10

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Axil eje vertical



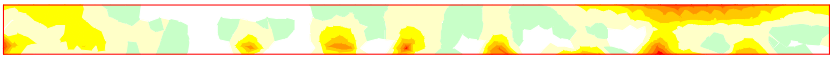
0.00 a 0.09
-0.00 a 0.00
-4.41 a -0.00
-8.82 a -4.41
-13.23 a -8.82
-17.64 a -13.23
-22.05 a -17.64
-26.45 a -22.05

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Cortante eje horizontal



0.00 a 0.10
-0.00 a 0.00
-0.14 a -0.00
-0.28 a -0.14
-0.42 a -0.28
-0.56 a -0.42
-0.70 a -0.56
-0.84 a -0.70

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Cortante eje vertical

0.05 a 0.09
0.00 a 0.05
-0.00 a 0.00
-0.13 a -0.00
-0.26 a -0.13
-0.39 a -0.26
-0.51 a -0.39
-0.64 a -0.51

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Momento de eje vertical (armado horizontal)

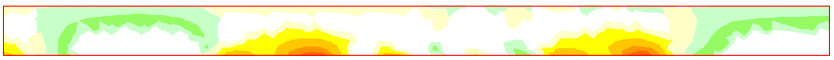
0.03 a 0.07
0.00 a 0.03
-0.00 a 0.00
-0.05 a -0.00
-0.10 a -0.05
-0.15 a -0.10
-0.21 a -0.15
-0.26 a -0.21

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Momento de eje horizontal (armado vertical)



0.05 a 0.09
0.00 a 0.05
-0.00 a 0.00
-0.08 a -0.00
-0.16 a -0.08
-0.25 a -0.16
-0.33 a -0.25
-0.41 a -0.33

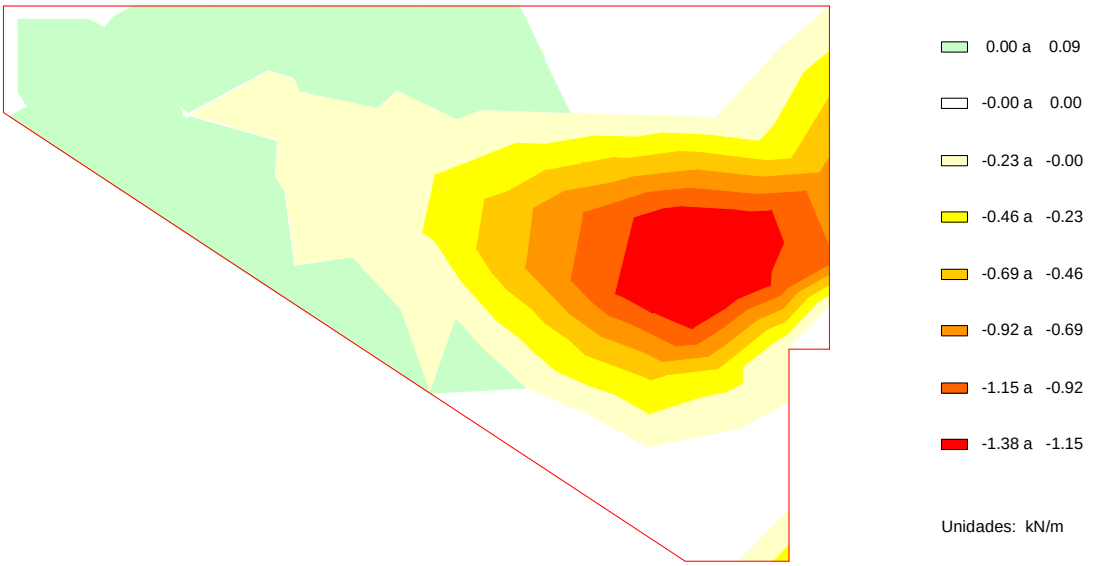
Unidades: kNm/m

4.8.4 Aleta 1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

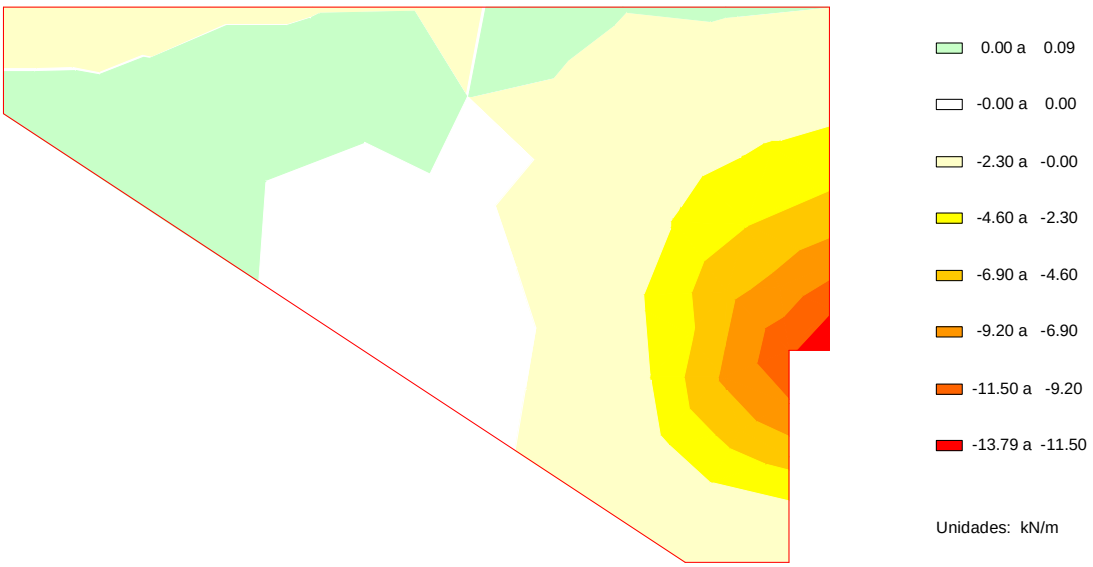
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

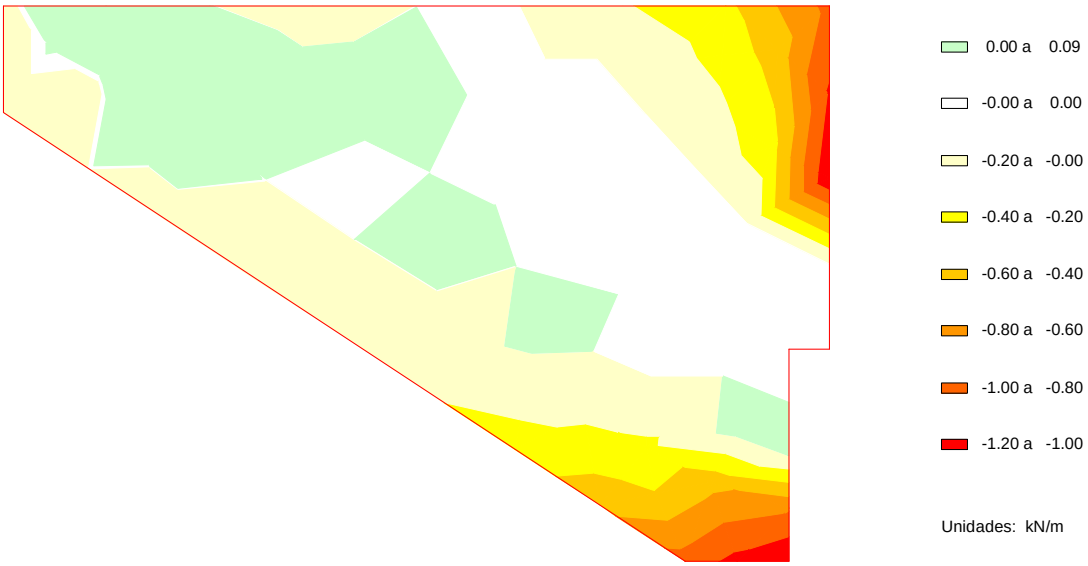
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

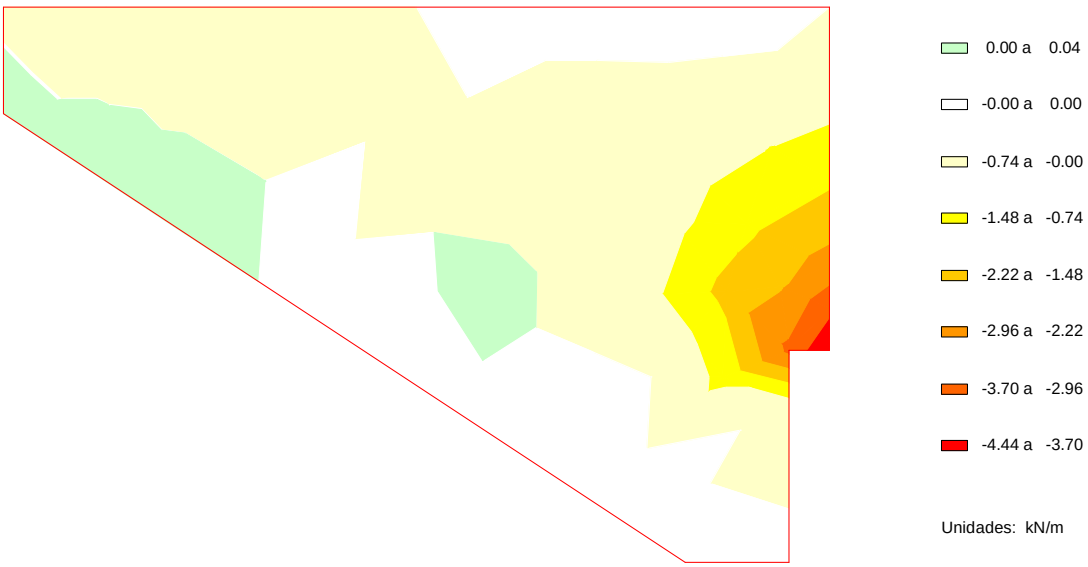
Cortante eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

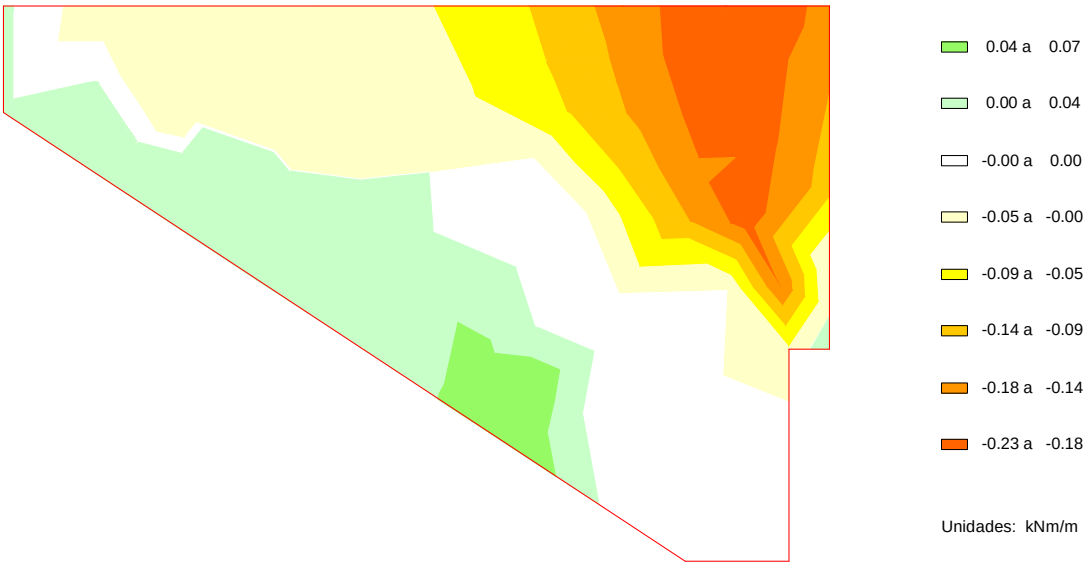
Cortante eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

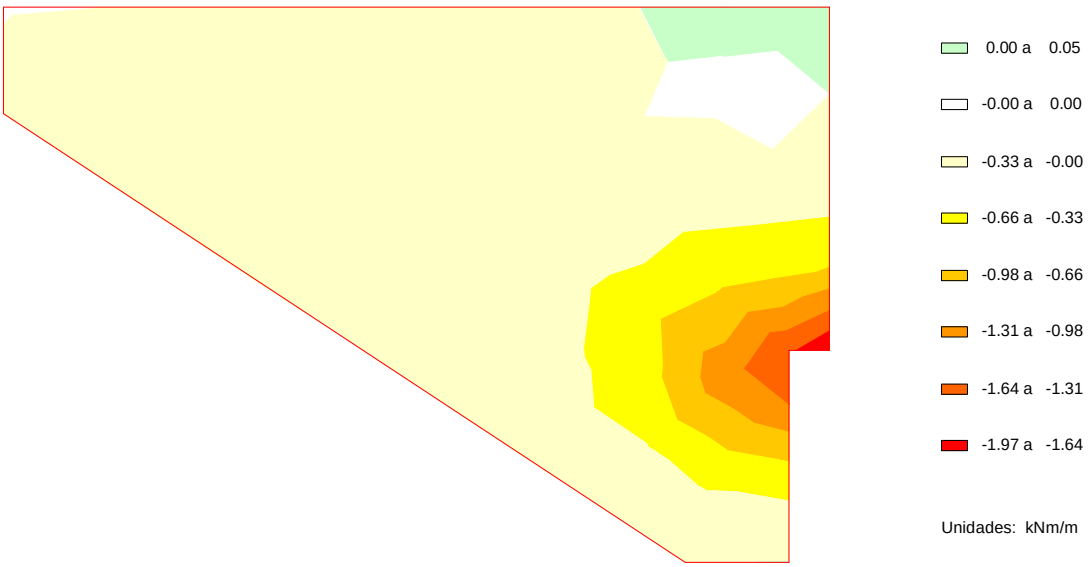
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Momento de eje horizontal (armado vertical)

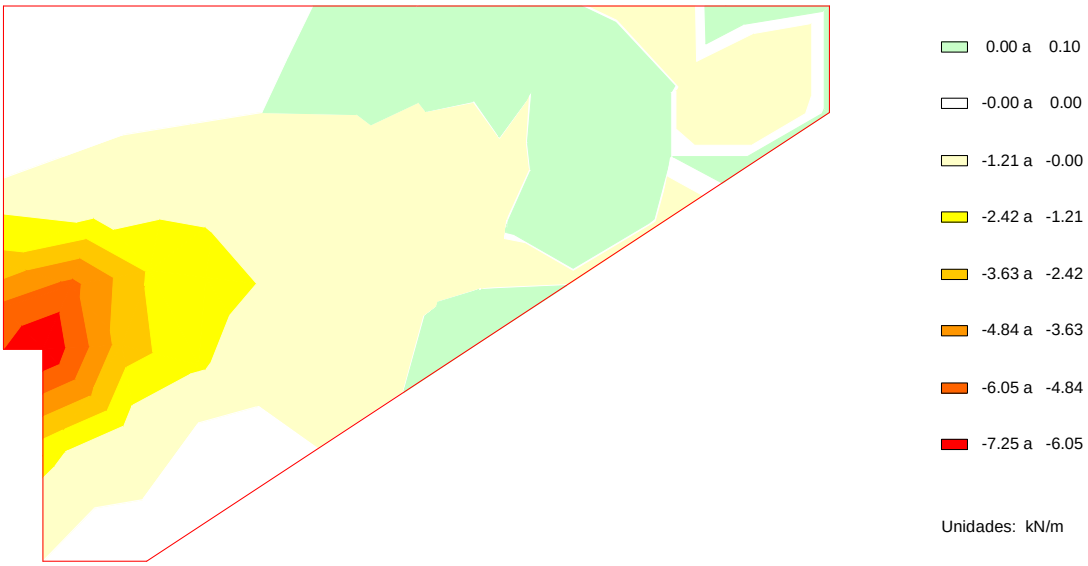


4.8.5 Aleta 2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

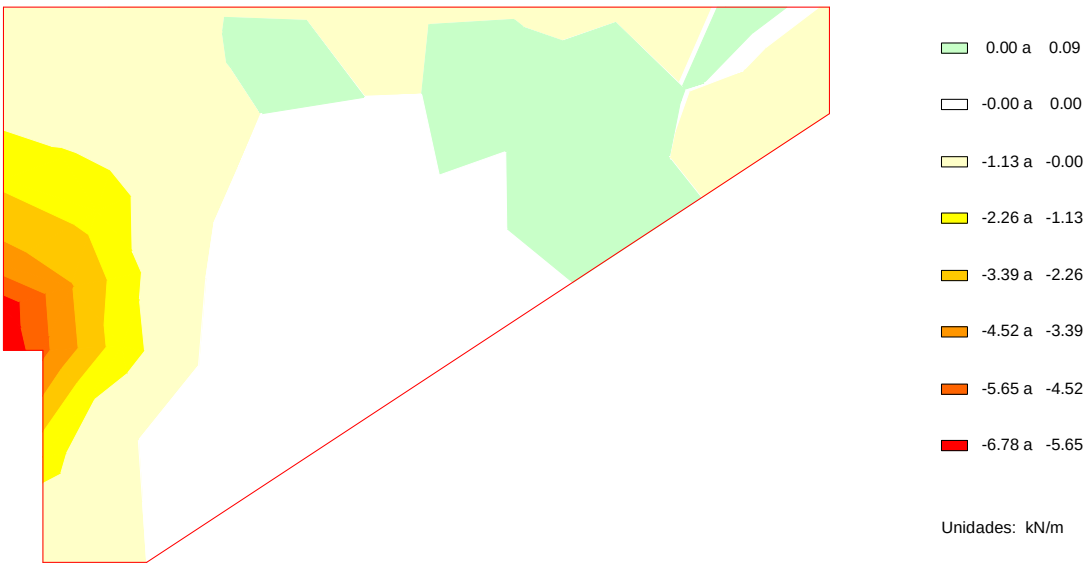
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

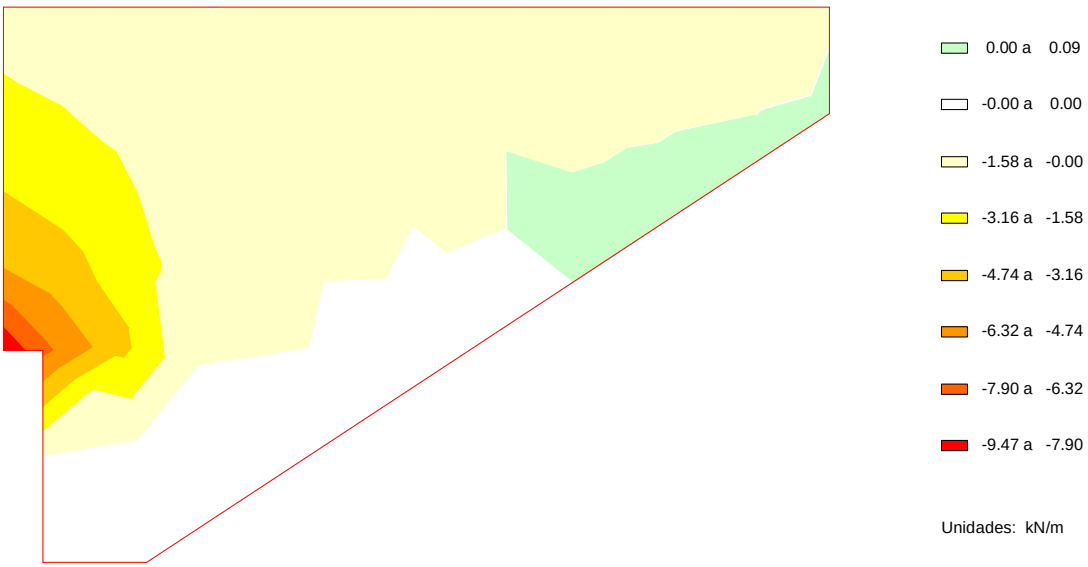
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Cortante eje horizontal

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

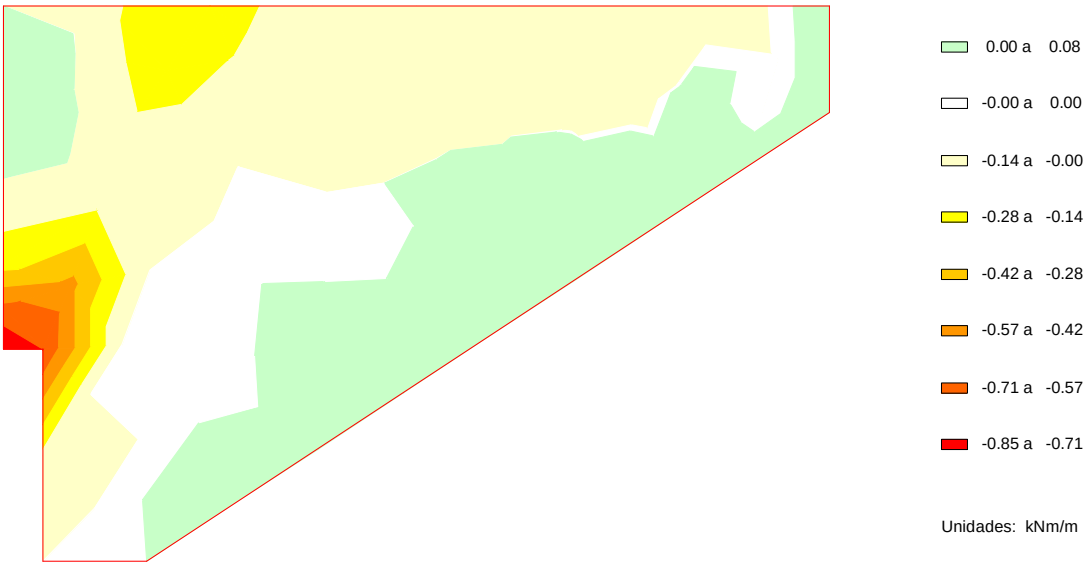
Cortante eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

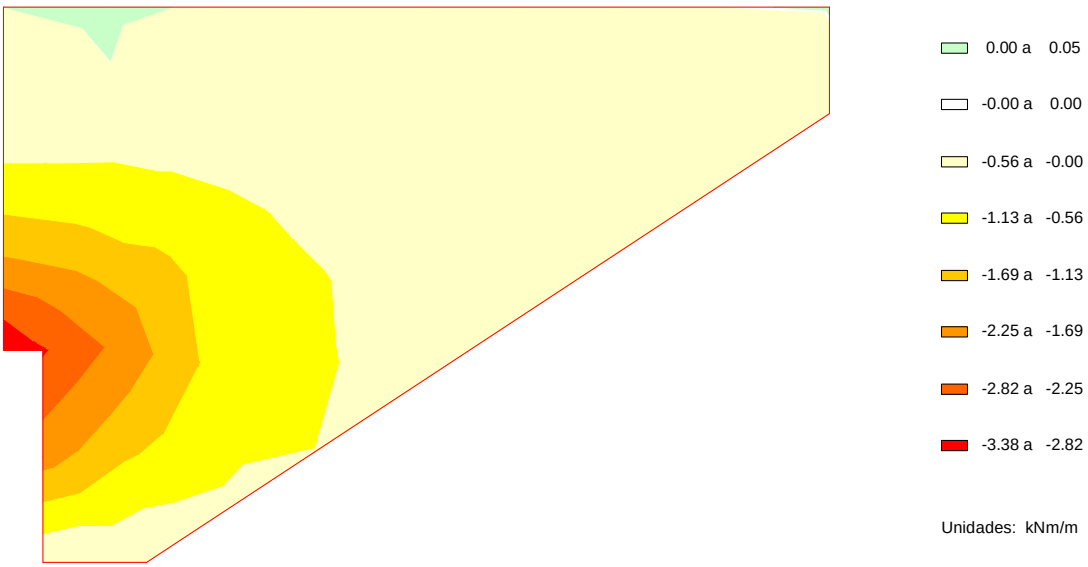
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

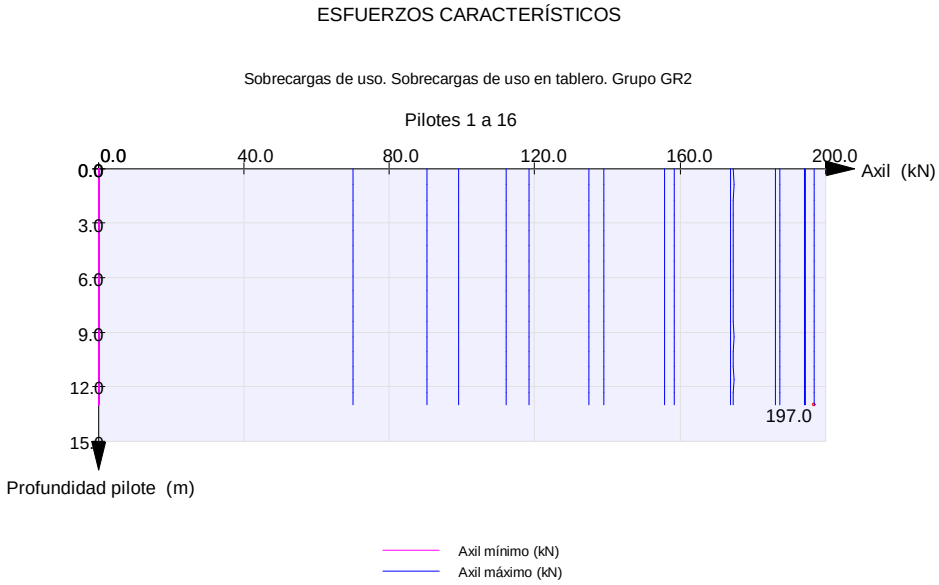
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

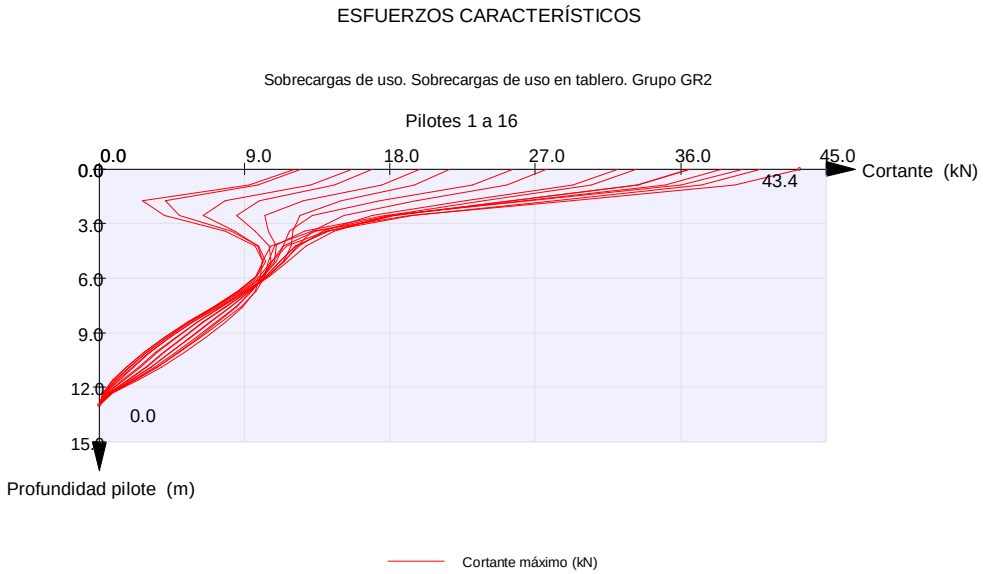
Momento de eje horizontal (armado vertical)



4.9 Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

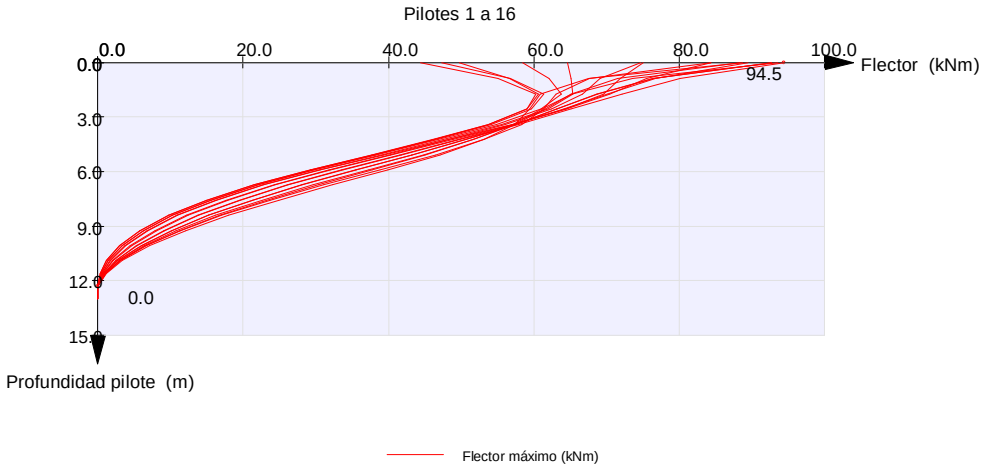
4.9.1 Pilotes


ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2
Pilotes 1 a 16
0.0
40.0
80.0
120.0
160.0
200.0
Axil (kN)
0.0
3.0
6.0
9.0
12.0
15.0
197.0
Profundidad pilote (m)
Axil mínimo (kN)
Axil máximo (kN)


ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2
Pilotes 1 a 16
0.0
9.0
18.0
27.0
36.0
45.0
Cortante (kN)
0.0
3.0
6.0
9.0
12.0
15.0
43.4
0.0
Profundidad pilote (m)
Cortante máximo (kN)

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

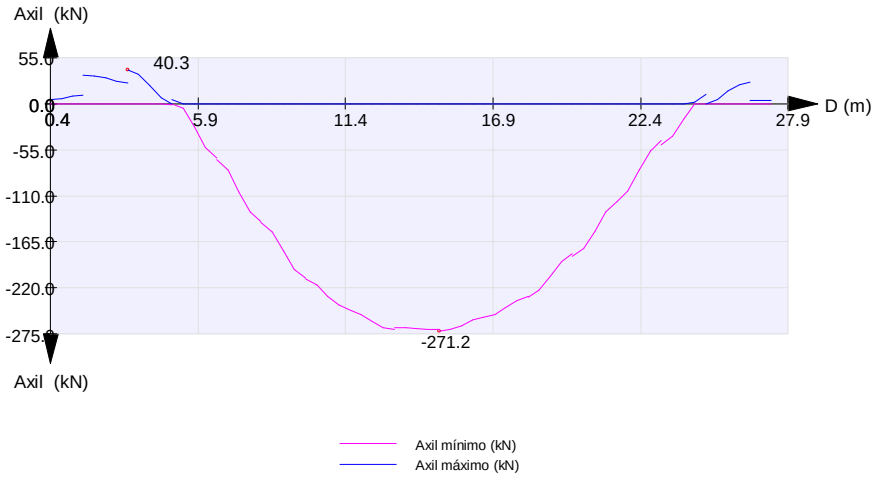
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2



4.9.2 Cargadero

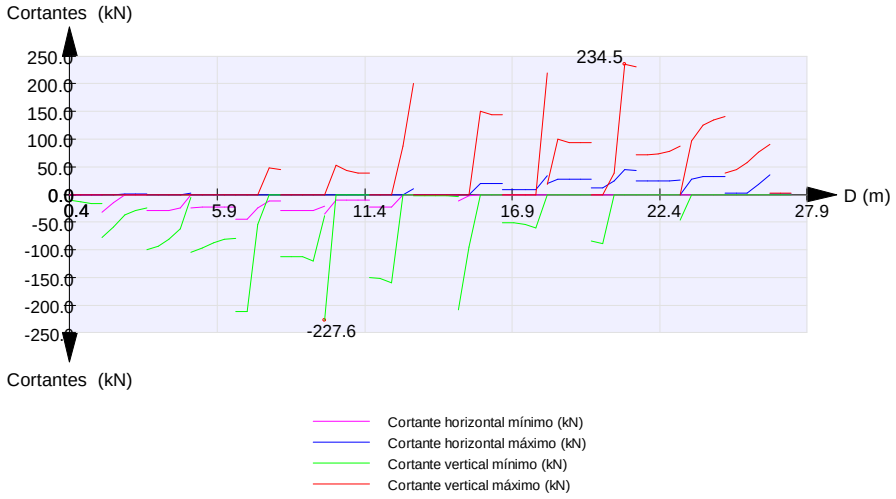
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

4.9.3 Espaldón

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Axil eje horizontal

-0.00 a 0.00

-3.58 a -0.00

-7.15 a -3.58

-10.73 a -7.15

-14.31 a -10.73

-17.89 a -14.31

-21.46 a -17.89

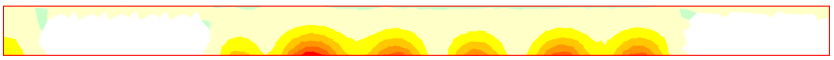
-25.04 a -21.46

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Axil eje vertical



0.00 a 0.10

-0.00 a 0.00

-3.46 a -0.00

-6.91 a -3.46

-10.37 a -6.91

-13.83 a -10.37

-17.28 a -13.83

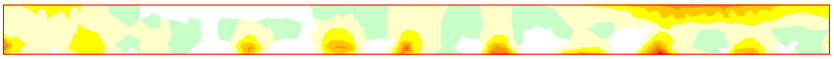
-20.74 a -17.28

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Cortante eje horizontal



0.00 a 0.09
-0.00 a 0.00
-0.16 a -0.00
-0.31 a -0.16
-0.47 a -0.31
-0.62 a -0.47
-0.78 a -0.62
-0.94 a -0.78

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Cortante eje vertical

0.05 a 0.10
0.00 a 0.05
-0.00 a 0.00
-0.12 a -0.00
-0.24 a -0.12
-0.36 a -0.24
-0.48 a -0.36
-0.60 a -0.48

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

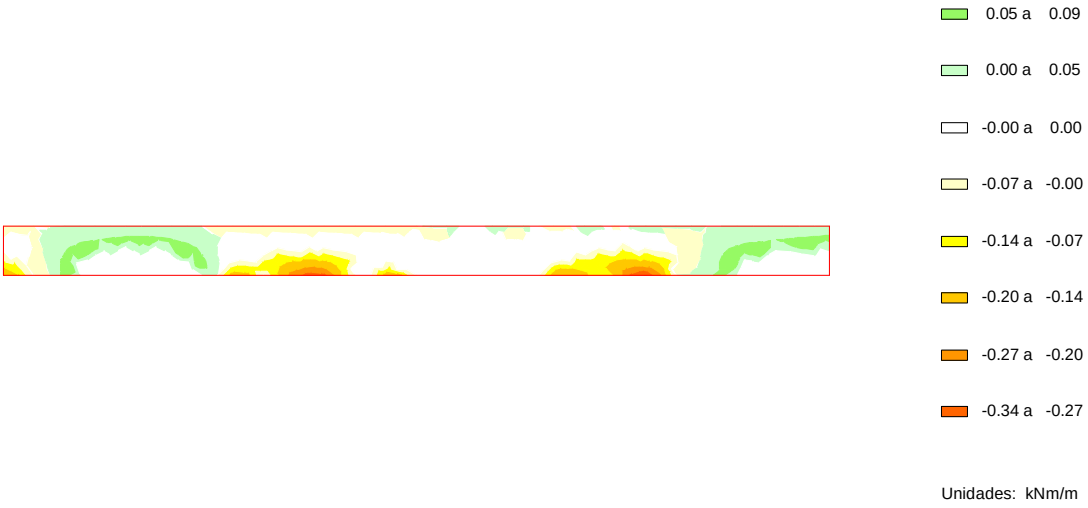
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Momento de eje vertical (armado horizontal)

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Momento de eje horizontal (armado vertical)

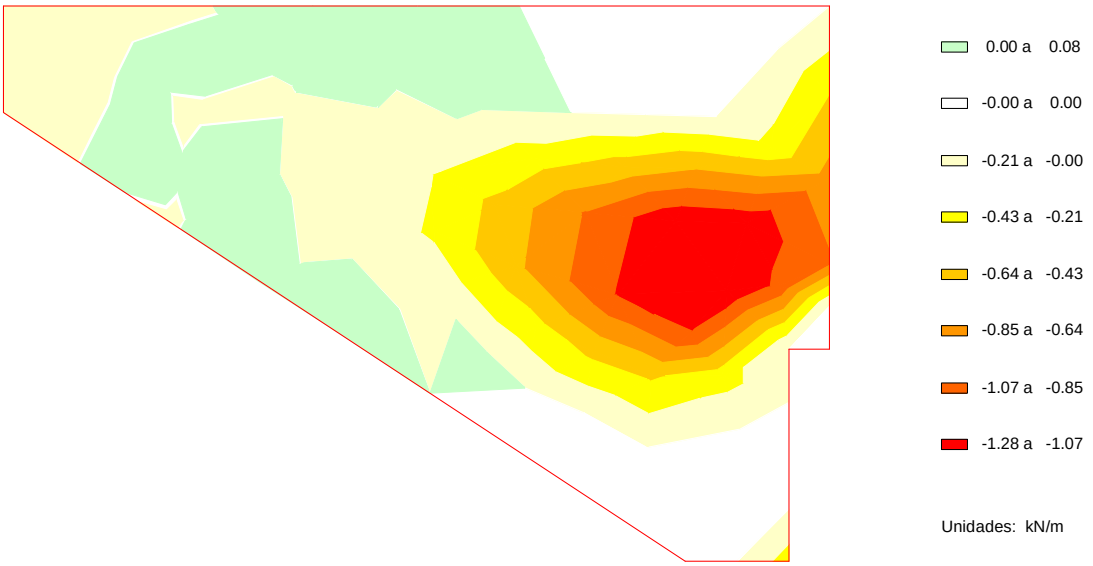


4.9.4 Aleta 1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

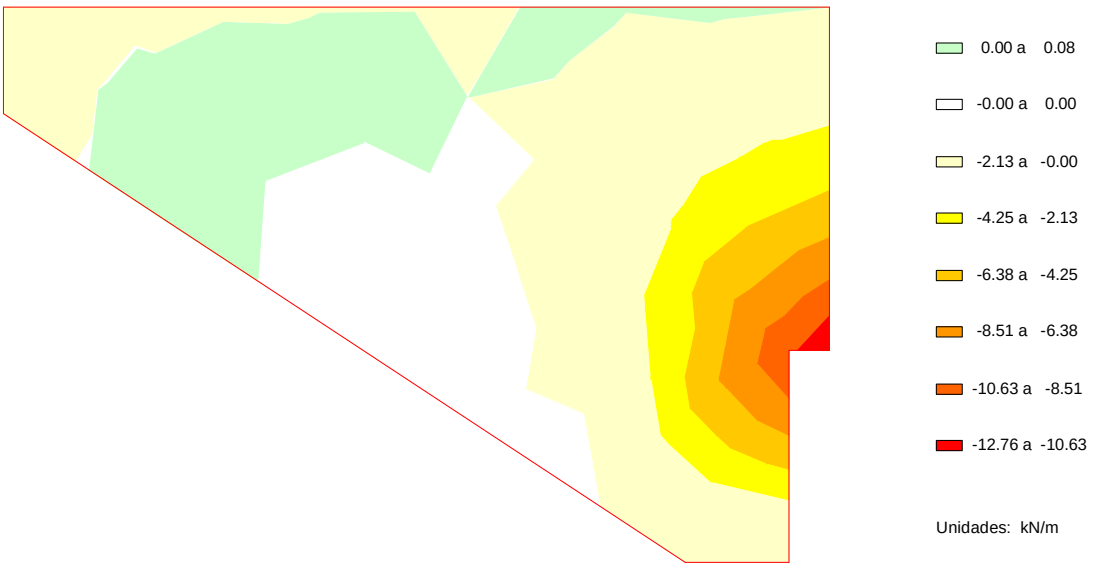
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

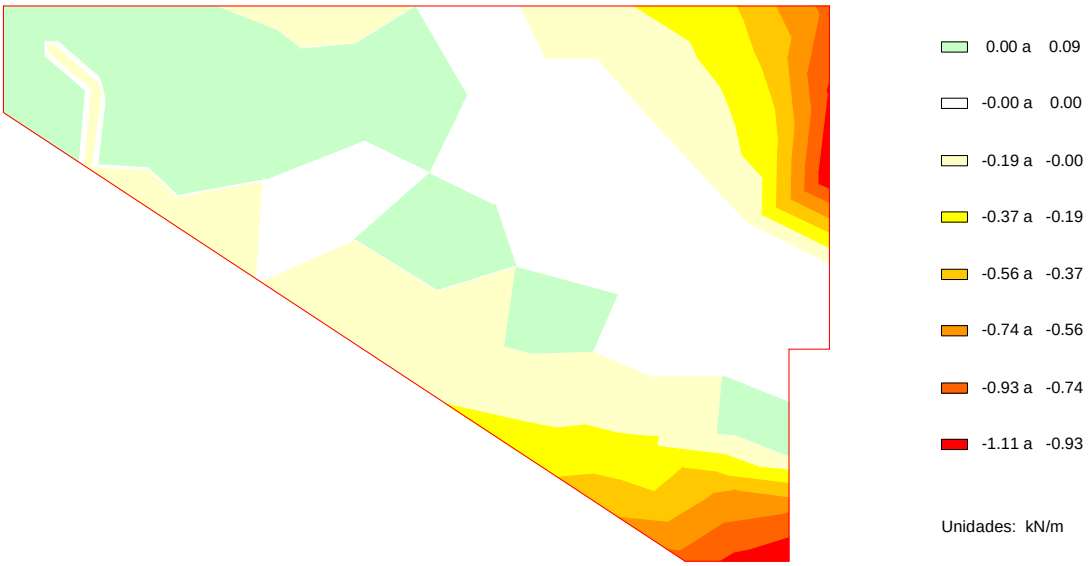
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

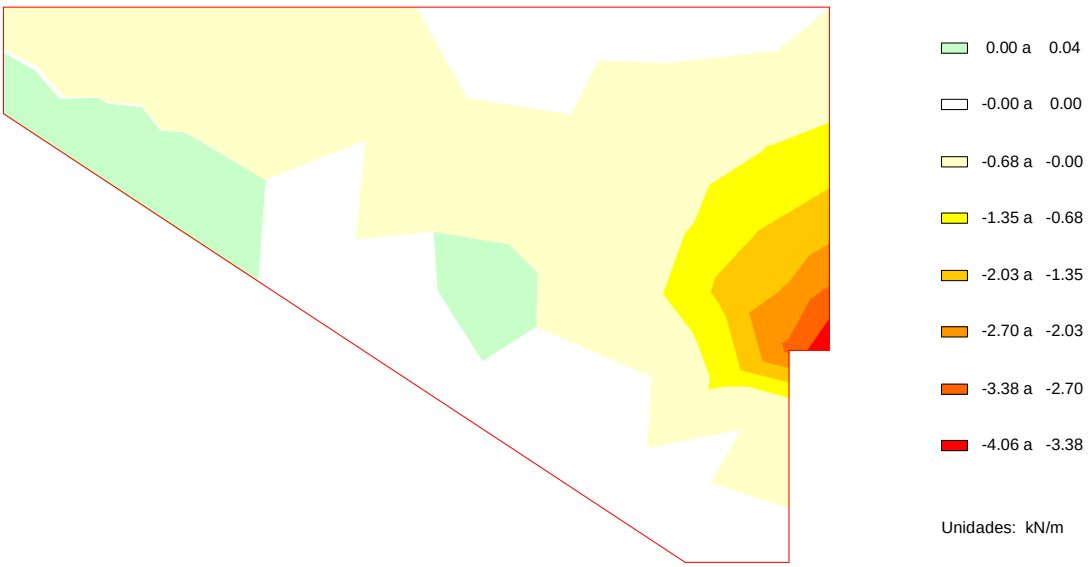
Cortante eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

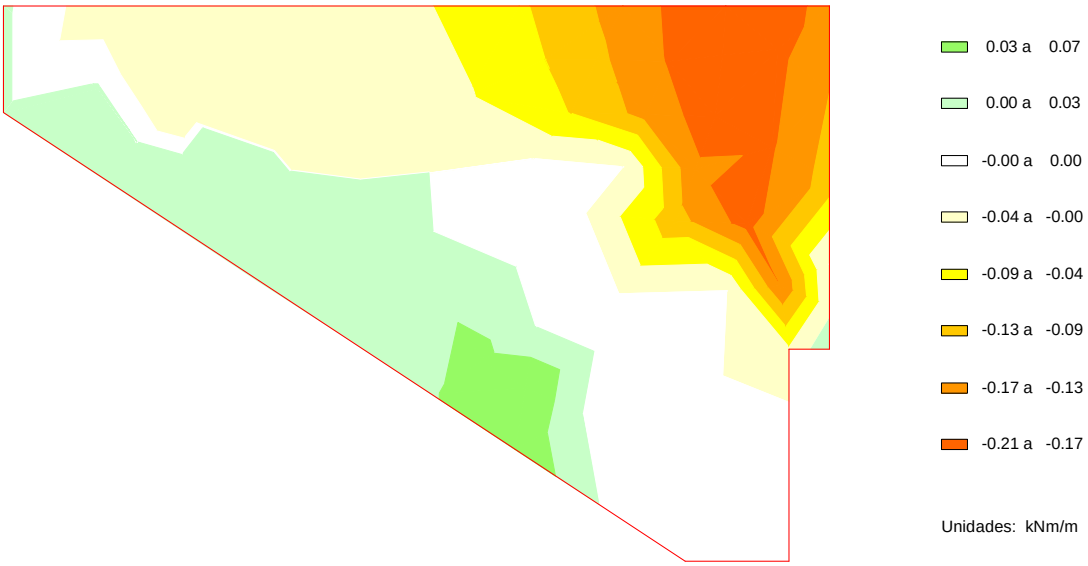
Cortante eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

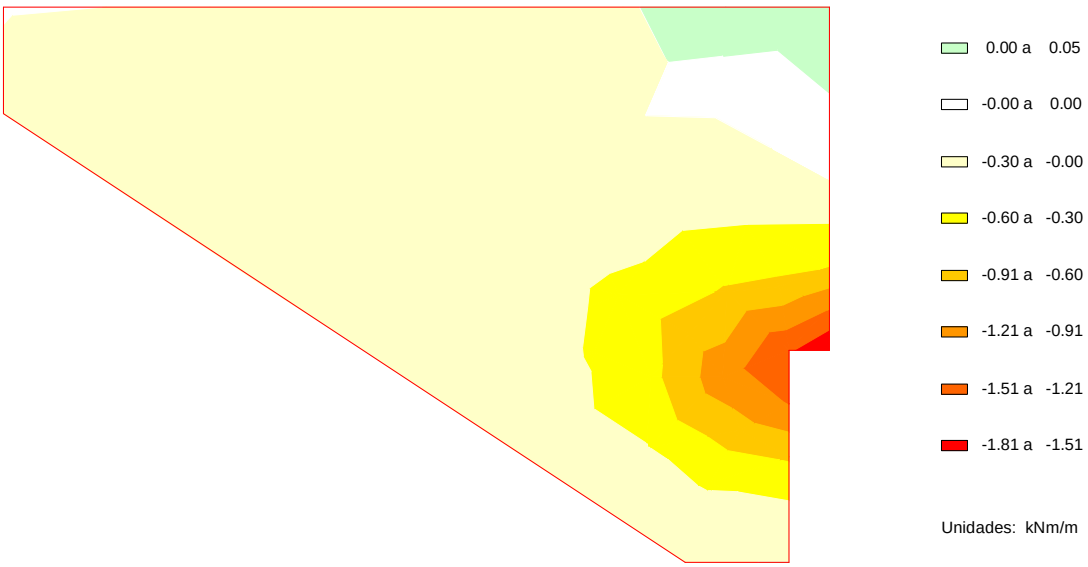
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Momento de eje horizontal (armado vertical)

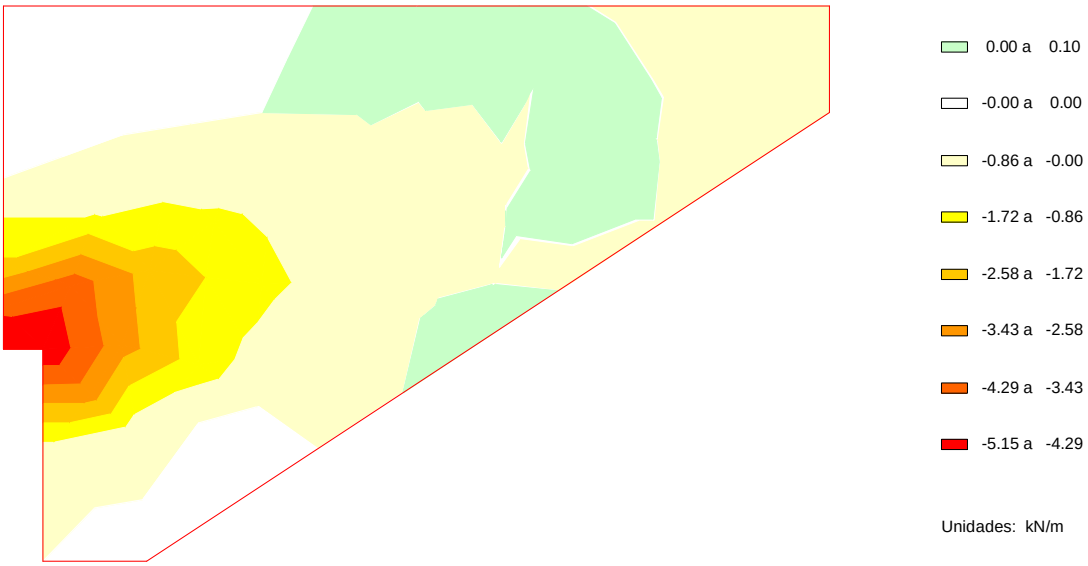


4.9.5 Aleta 2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

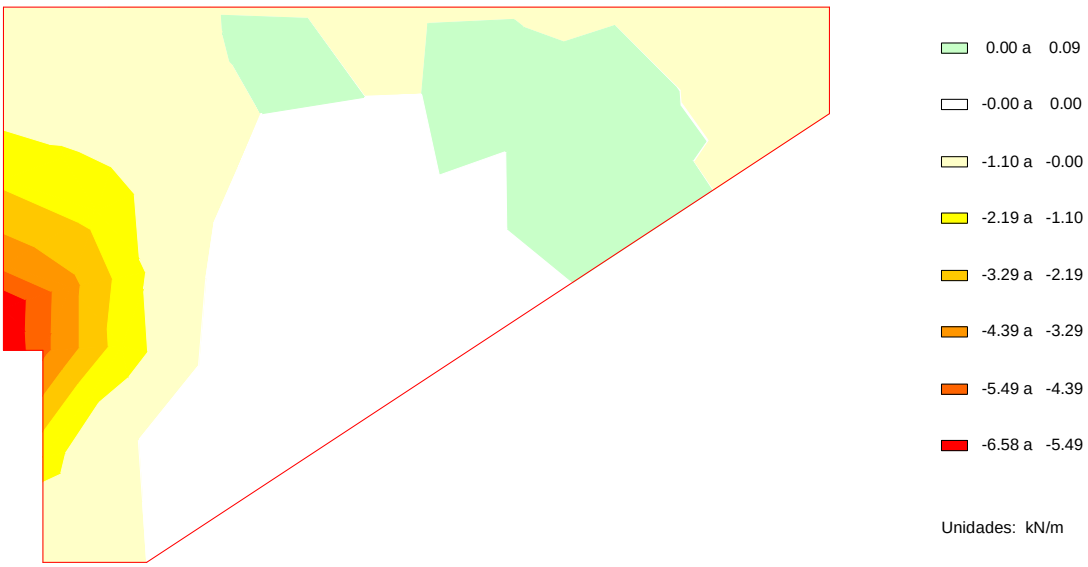
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

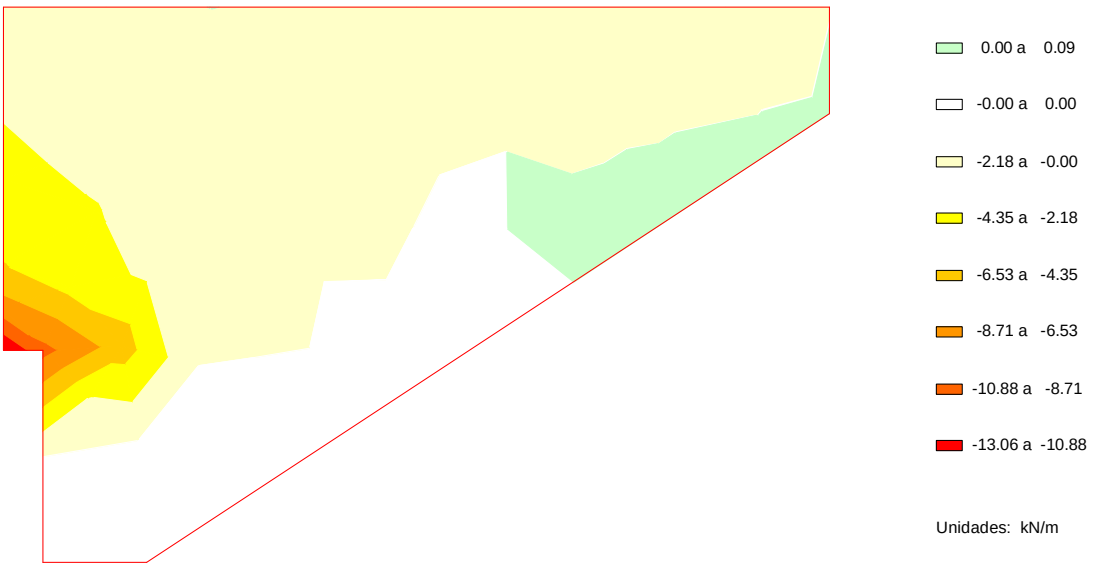
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Cortante eje horizontal

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

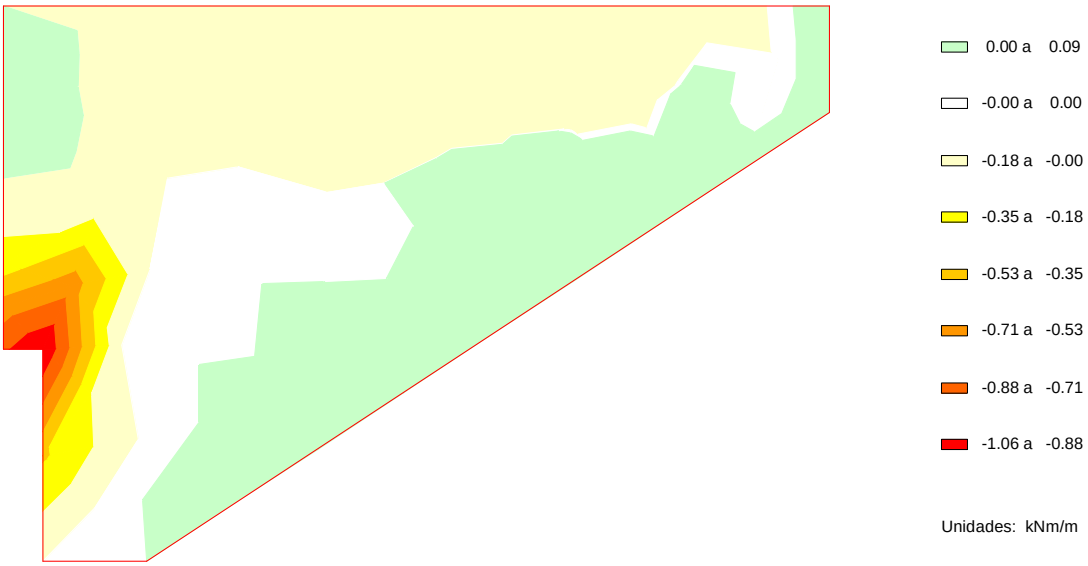
Cortante eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

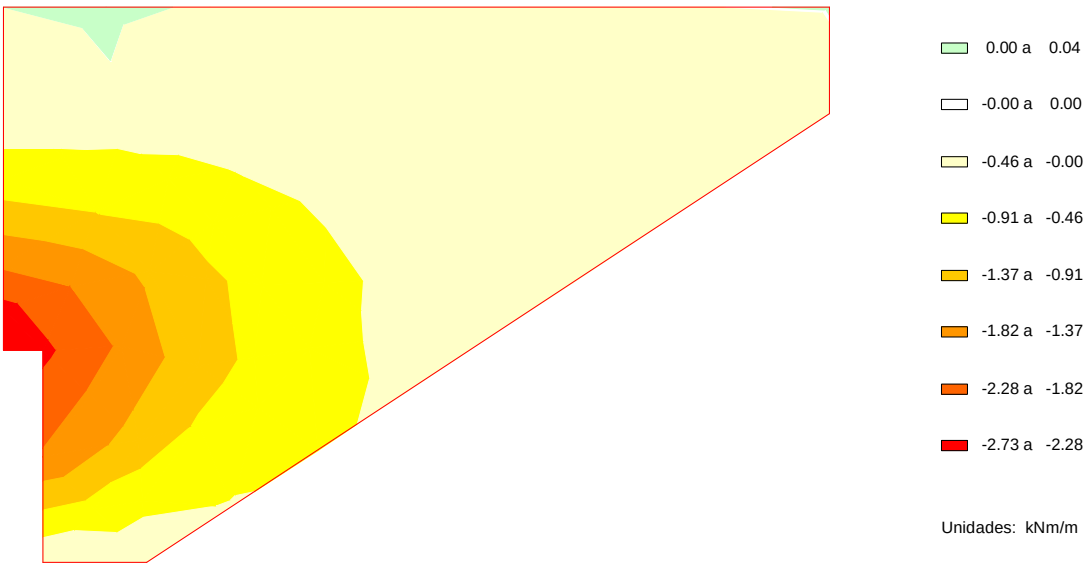
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

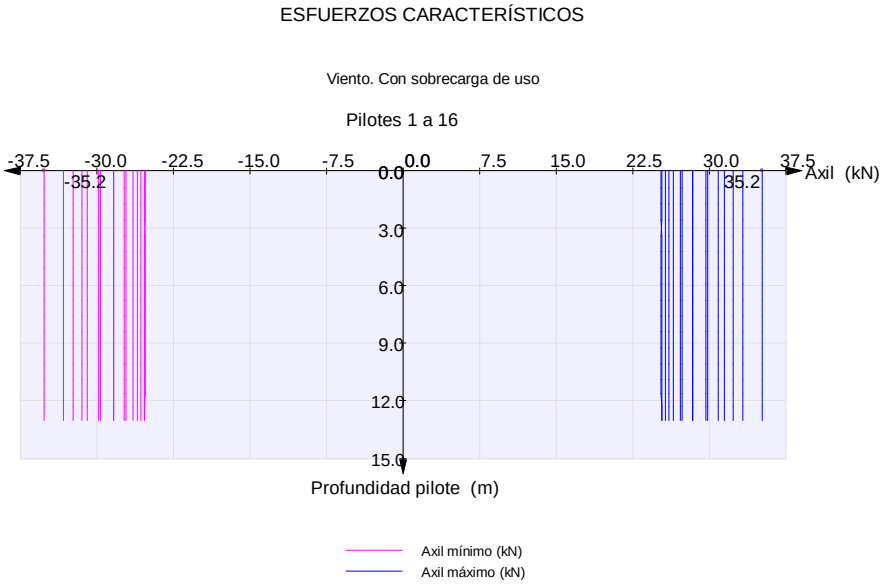
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Momento de eje horizontal (armado vertical)



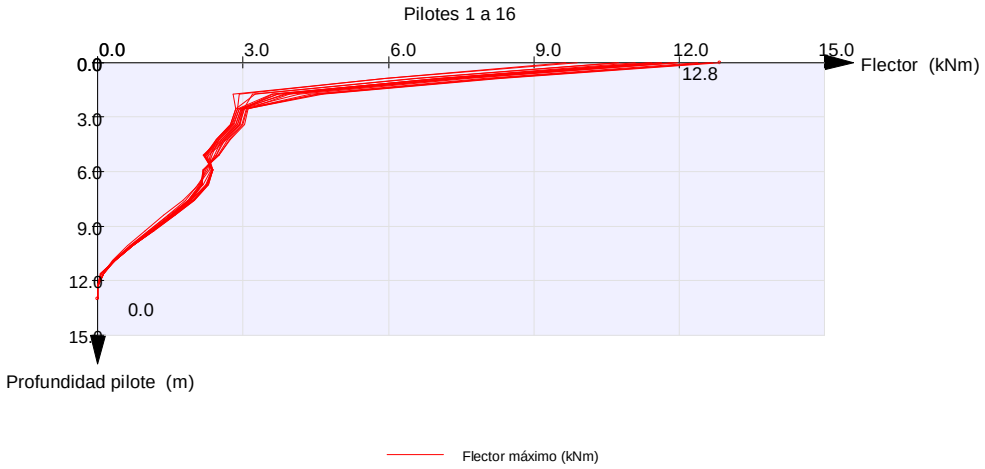
4.10 Viento. Con sobrecarga de uso

4.10.1 Pilotes



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

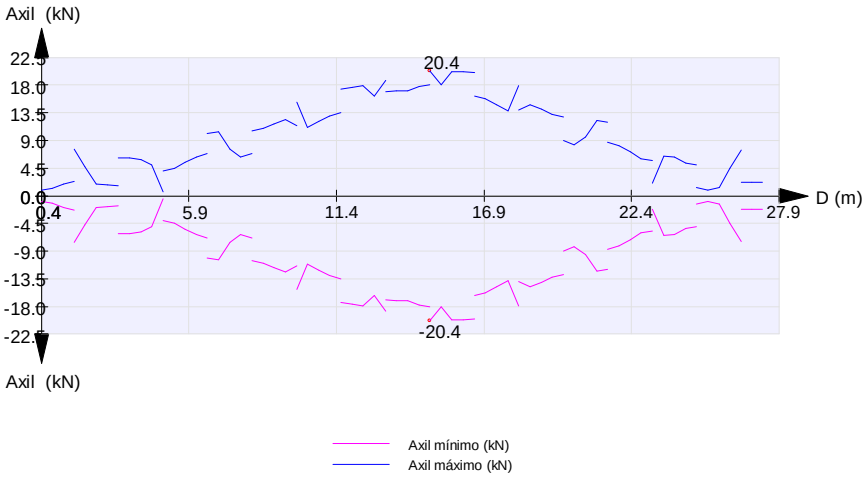
Viento. Con sobrecarga de uso



4.10.2 Cargadero

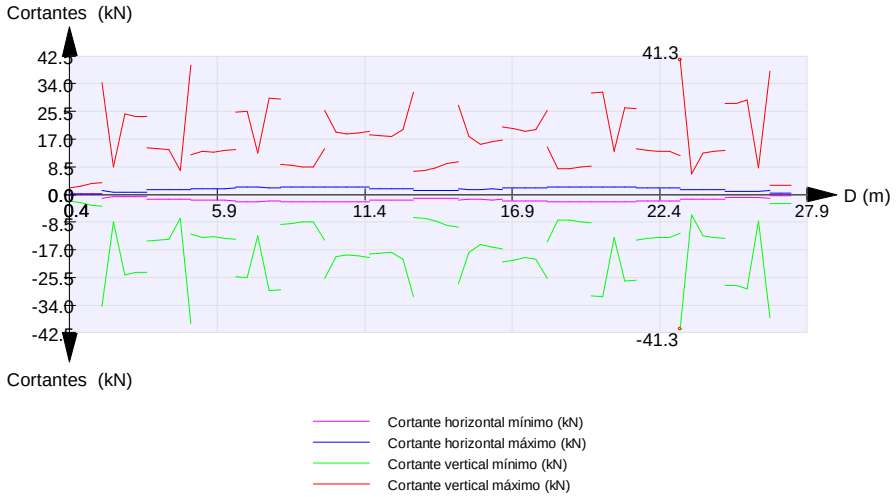
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso



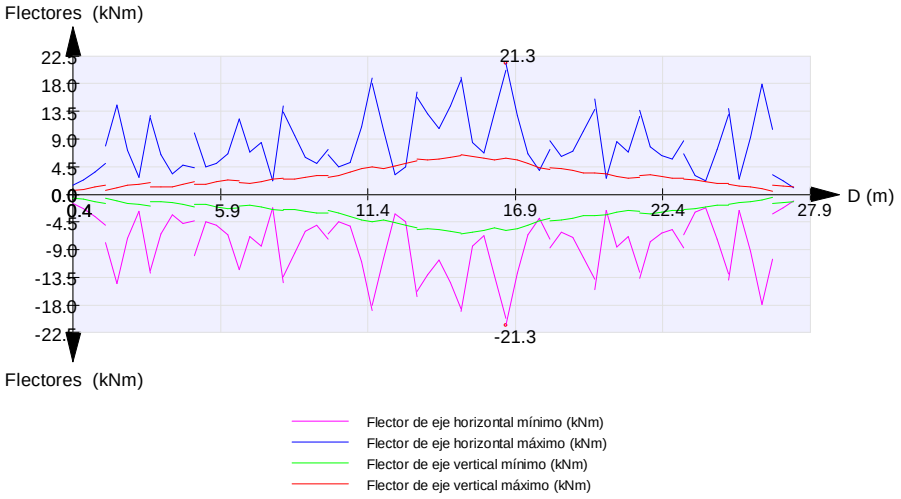
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

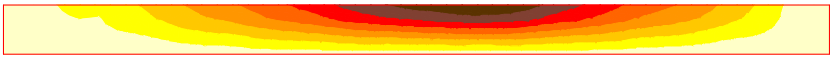


4.10.3 Espaldón

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Axil eje horizontal. Valor mínimo



-3.60 a -0.11

-7.08 a -3.60

-10.57 a -7.08

-14.06 a -10.57

-17.55 a -14.06

-21.04 a -17.55

-24.53 a -21.04

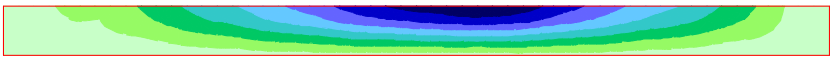
-28.02 a -24.53

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Axil eje horizontal. Valor máximo



24.52 a 28.02

21.01 a 24.52

17.51 a 21.01

14.01 a 17.51

10.51 a 14.01

7.01 a 10.51

3.50 a 7.01

0.00 a 3.50

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Axil eje vertical. Valor mínimo

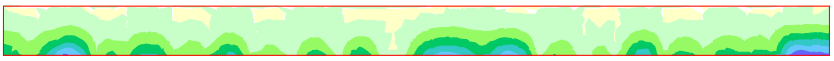
0.00 a 0.03
-0.00 a 0.00
-0.44 a -0.00
-0.88 a -0.44
-1.32 a -0.88
-1.76 a -1.32
-2.21 a -1.76
-2.65 a -2.21

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Axil eje vertical. Valor máximo



2.21 a 2.65
1.76 a 2.21
1.32 a 1.76
0.88 a 1.32
0.44 a 0.88
0.00 a 0.44
-0.00 a 0.00
-0.04 a -0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Cortante eje horizontal. Valor mínimo

0.04 a 0.07

0.00 a 0.04

-0.00 a 0.00

-0.05 a -0.00

-0.10 a -0.05

-0.16 a -0.10

-0.21 a -0.16

-0.26 a -0.21

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Cortante eje horizontal. Valor máximo

0.21 a 0.26

0.16 a 0.21

0.10 a 0.16

0.05 a 0.10

0.00 a 0.05

-0.00 a 0.00

-0.04 a -0.00

-0.07 a -0.04

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Cortante eje vertical. Valor mínimo

0.07 a 0.09

0.04 a 0.07

0.02 a 0.04

0.00 a 0.02

-0.00 a 0.00

-0.04 a -0.00

-0.08 a -0.04

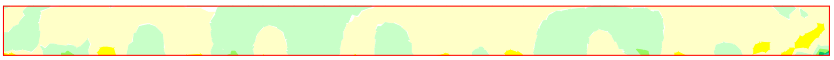
-0.12 a -0.08

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Cortante eje vertical. Valor máximo



0.12 a 0.17

0.08 a 0.12

0.04 a 0.08

0.00 a 0.04

-0.00 a 0.00

-0.03 a -0.00

-0.06 a -0.03

-0.09 a -0.06

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor mínimo

0.05 a 0.06
0.03 a 0.05
0.02 a 0.03
0.00 a 0.02
-0.00 a 0.00
-0.01 a -0.00
-0.02 a -0.01
-0.03 a -0.02

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor máximo

0.10 a 0.12
0.07 a 0.10
0.05 a 0.07
0.02 a 0.05
0.00 a 0.02
-0.00 a 0.00
-0.01 a -0.00
-0.03 a -0.01

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor mínimo

0.05 a 0.06
0.04 a 0.05
0.03 a 0.04
0.02 a 0.03
0.01 a 0.02
0.00 a 0.01
-0.00 a 0.00
-0.01 a -0.00

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor máximo

0.05 a 0.06
0.04 a 0.05
0.03 a 0.04
0.02 a 0.03
0.01 a 0.02
0.00 a 0.01
-0.00 a 0.00
-0.01 a -0.00

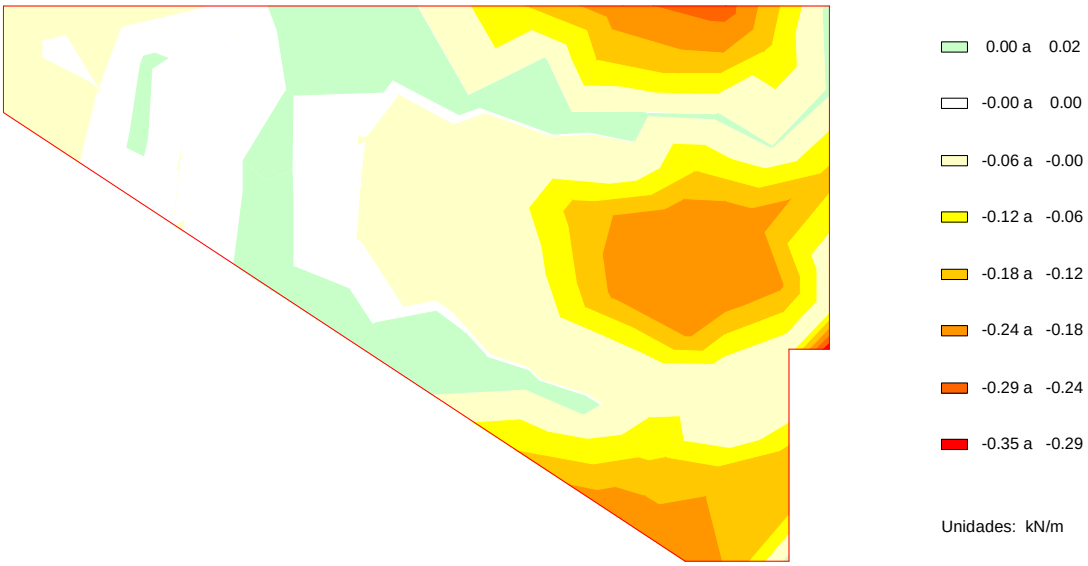
Unidades: kNm/m

4.10.4 Aleta 1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

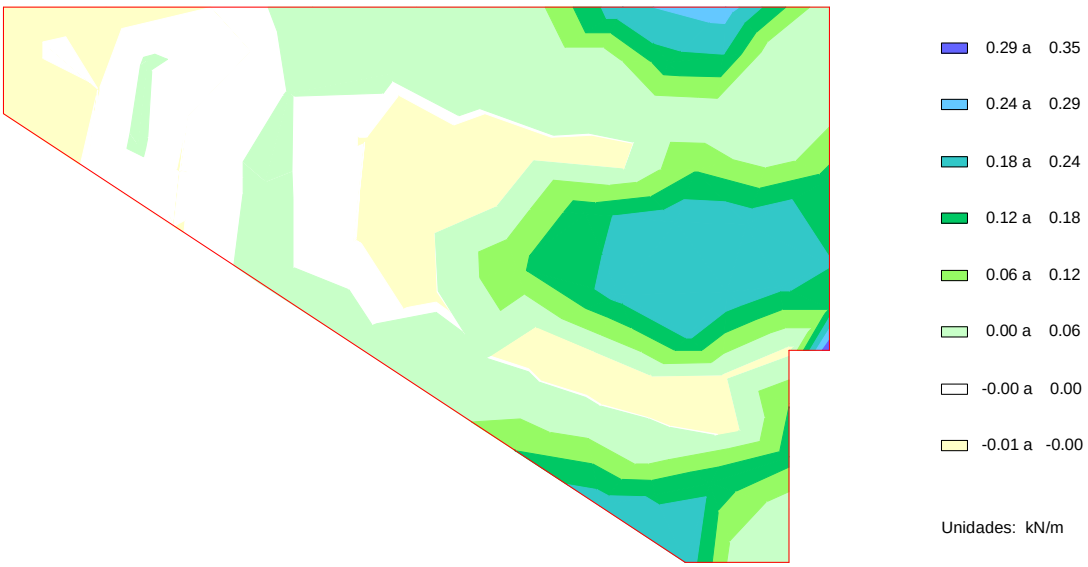
Axil eje horizontal. Valor mínimo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

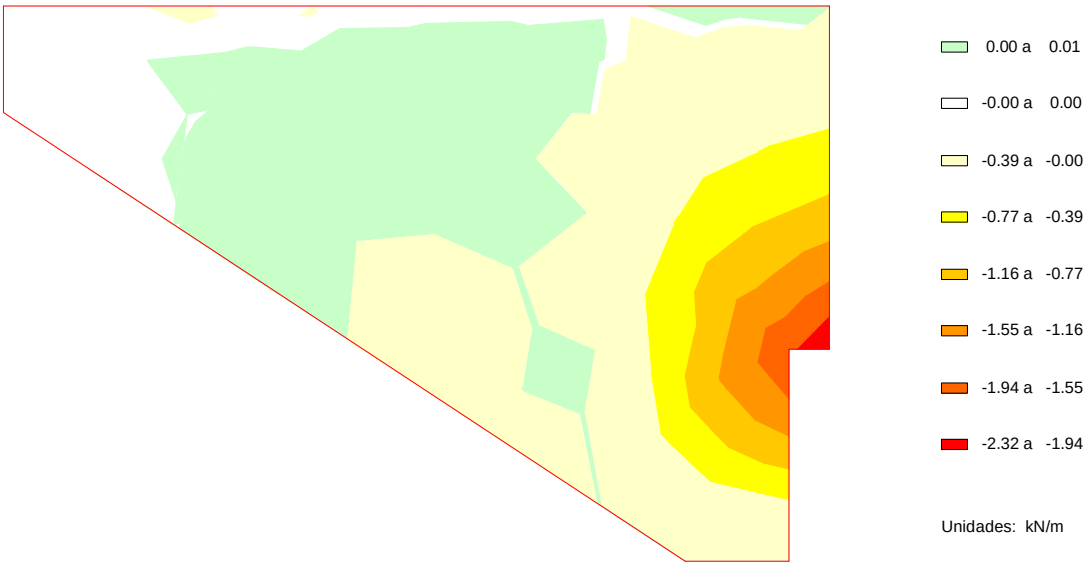
Axil eje horizontal. Valor máximo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

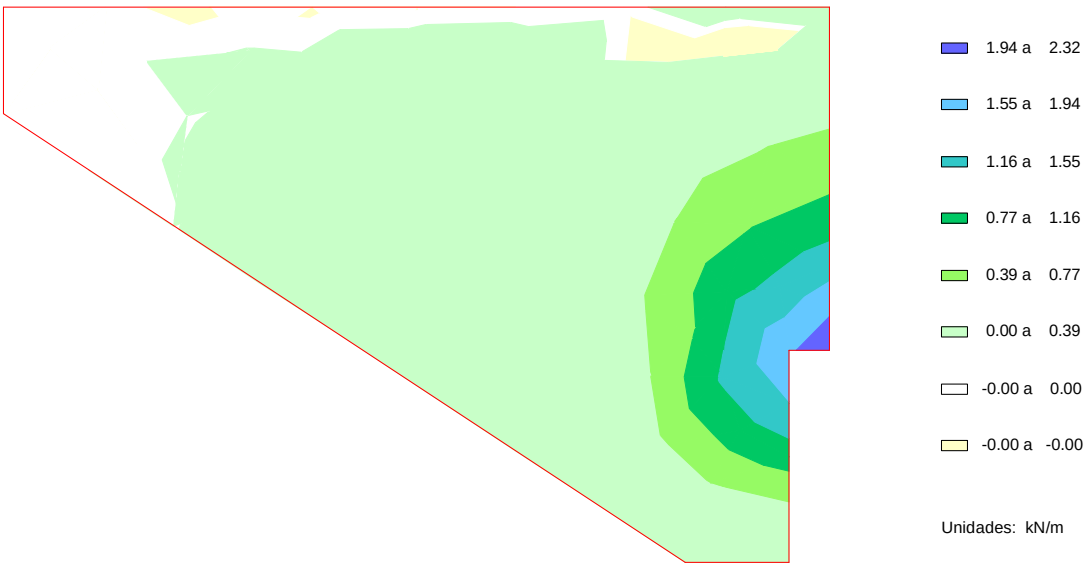
Axil eje vertical. Valor mínimo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

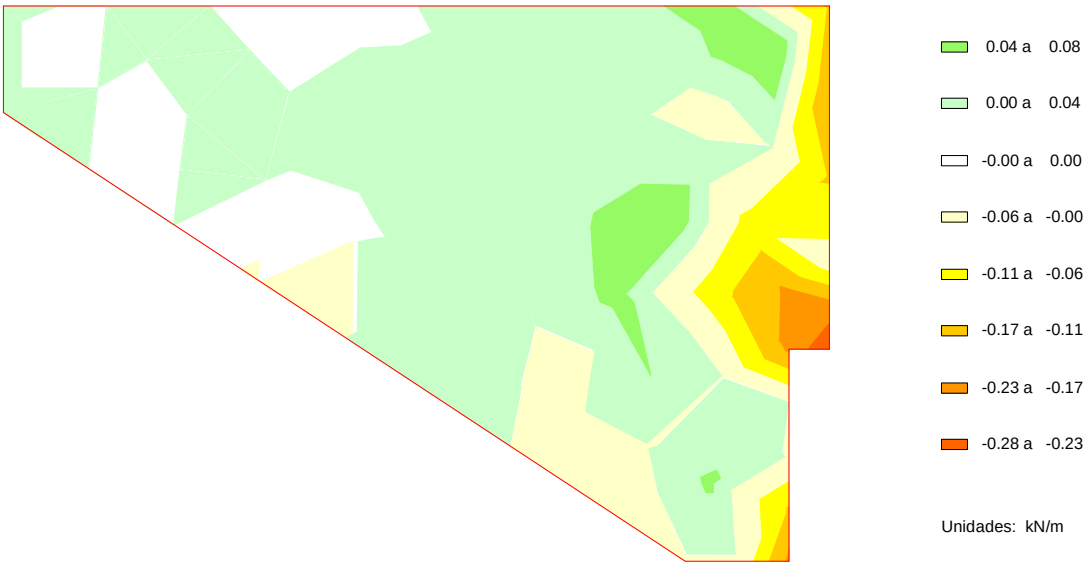
Axil eje vertical. Valor máximo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

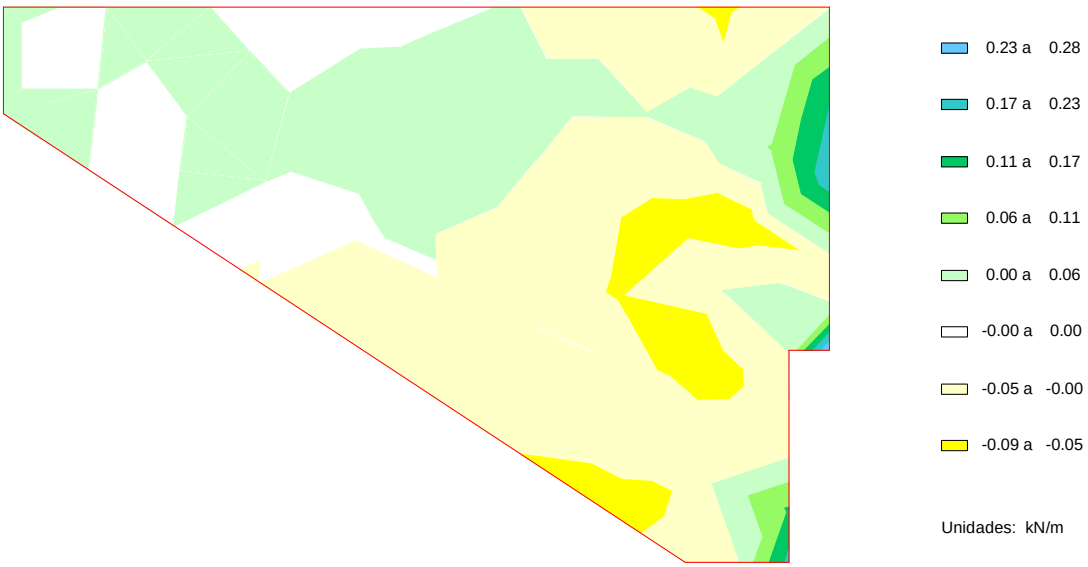
Cortante eje horizontal. Valor mínimo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

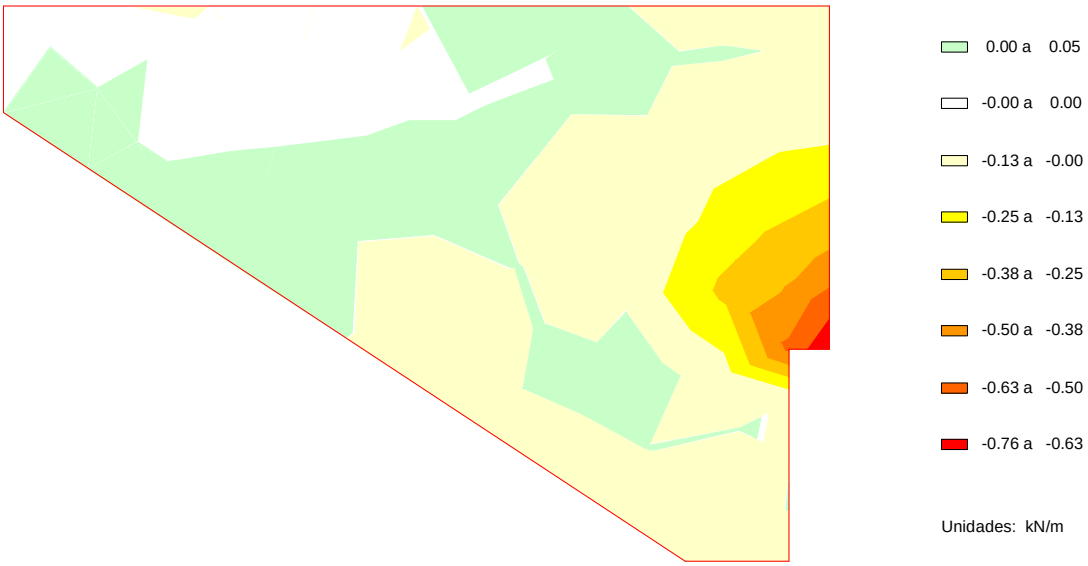
Cortante eje horizontal. Valor máximo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

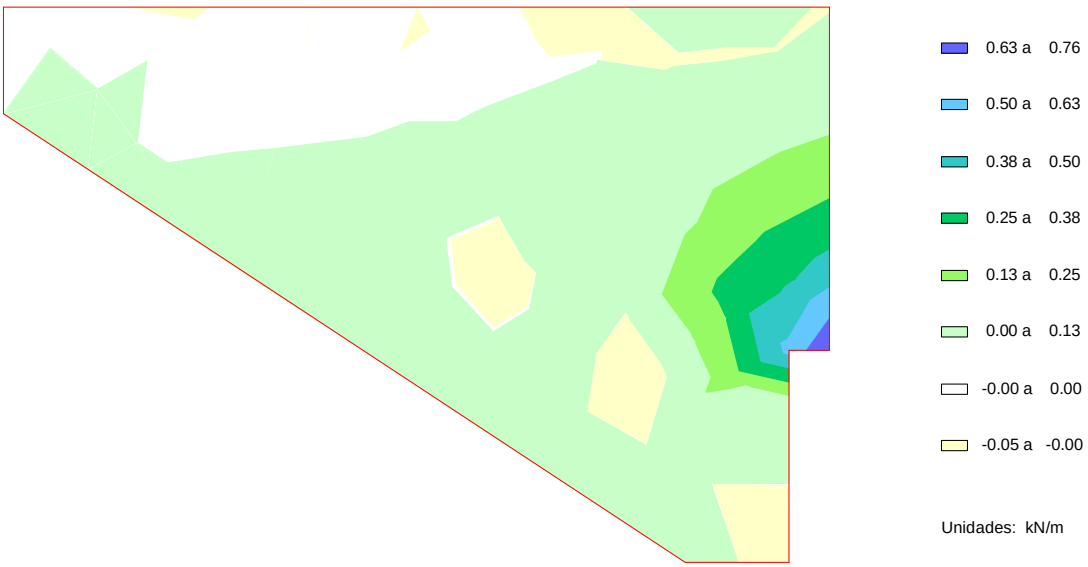
Cortante eje vertical. Valor mínimo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

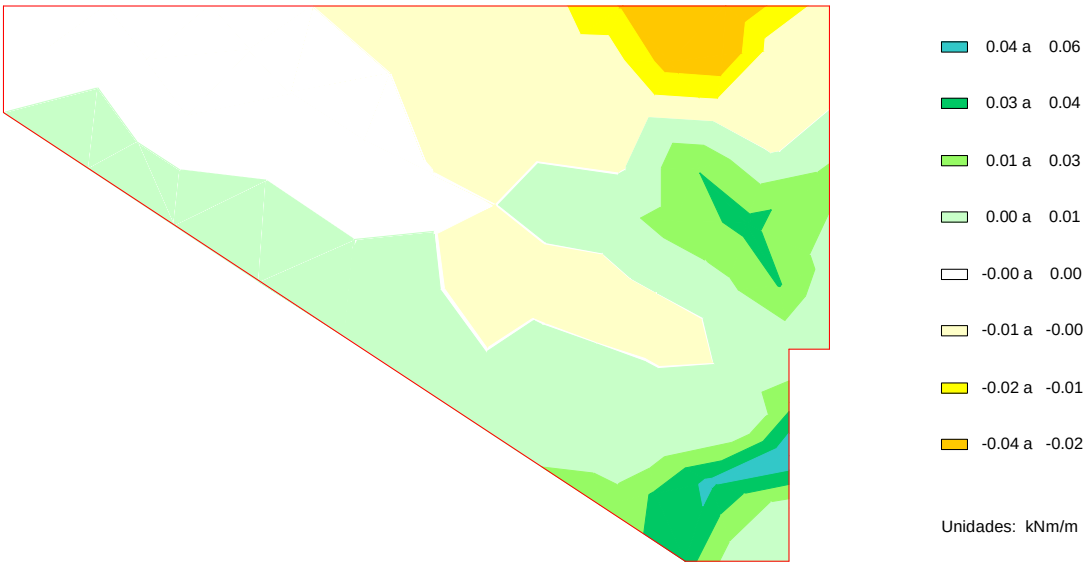
Cortante eje vertical. Valor máximo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

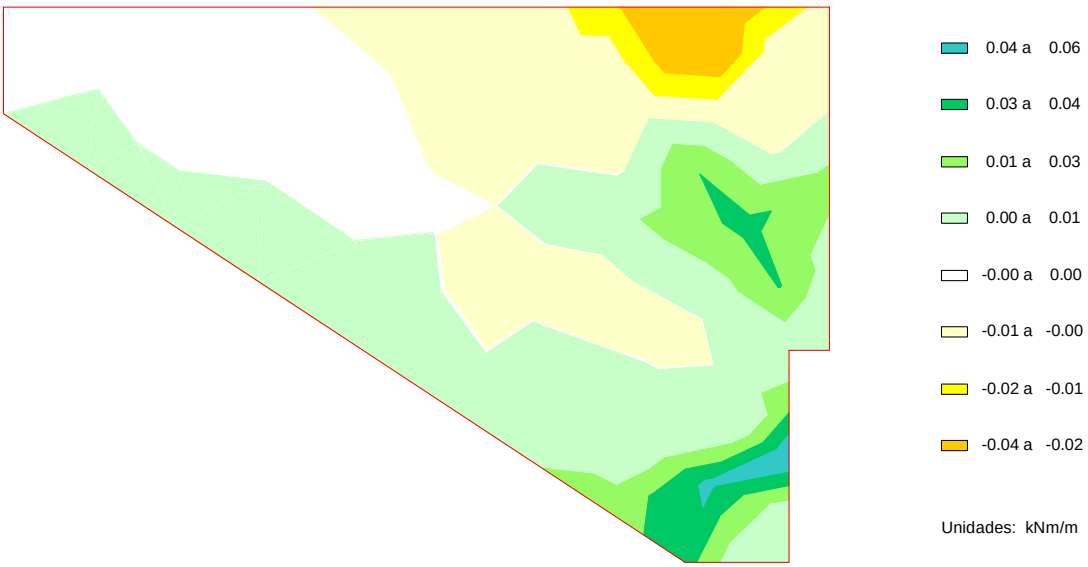
Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor mínimo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

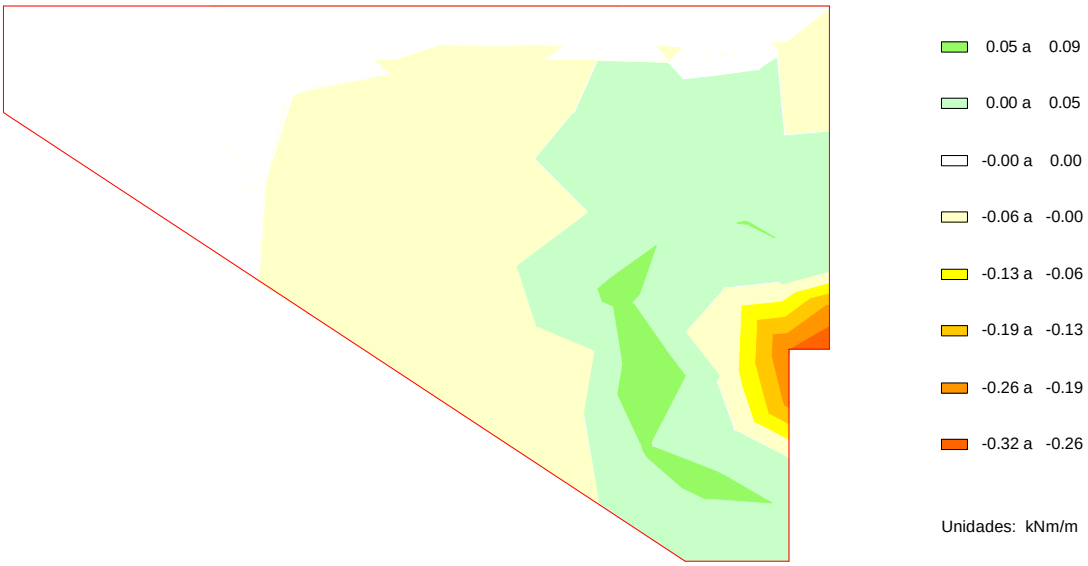
Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor máximo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

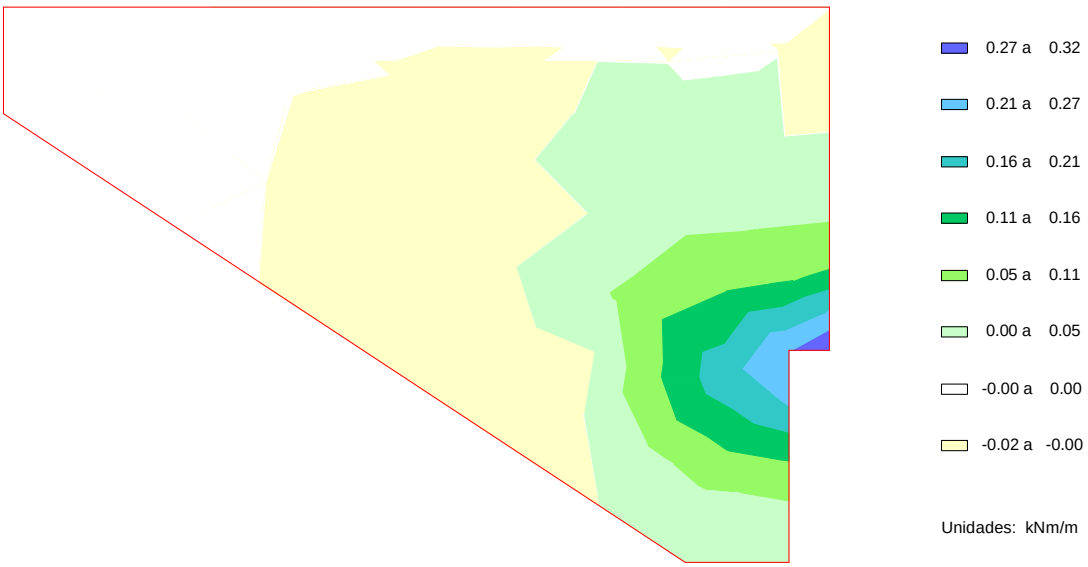
Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor mínimo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor máximo

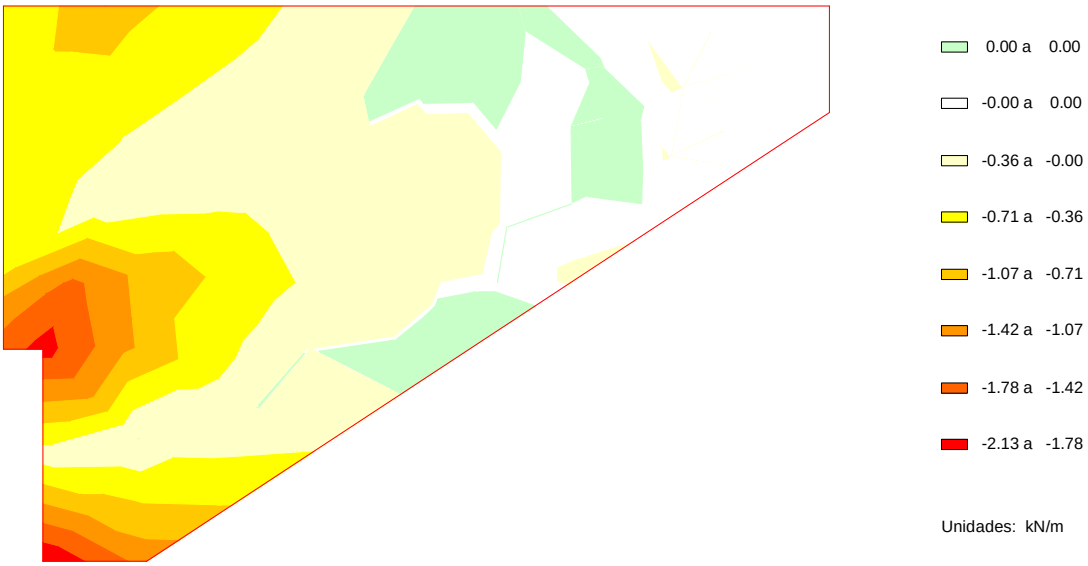


4.10.5 Aleta 2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

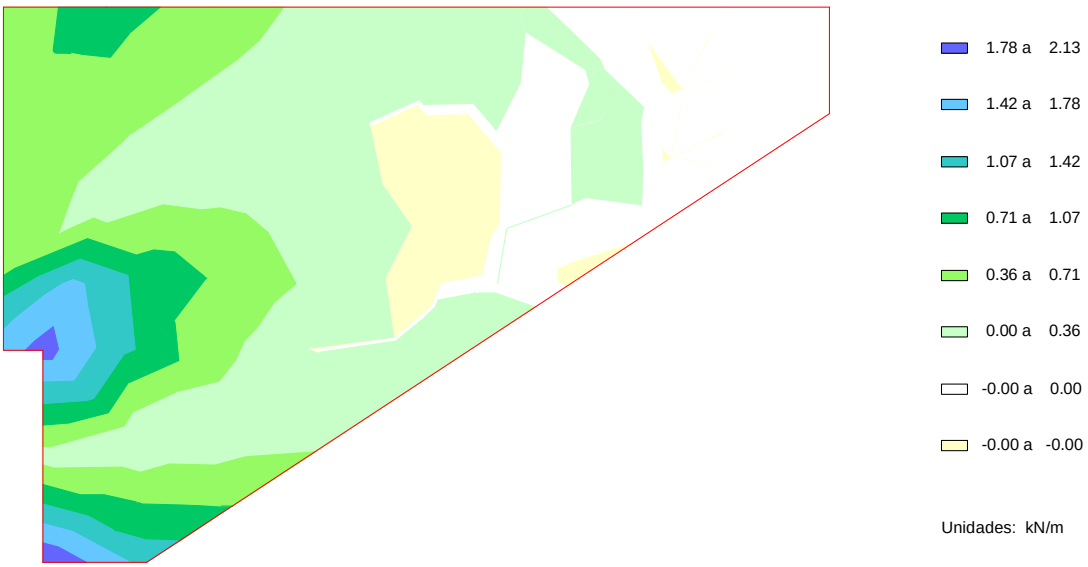
Axil eje horizontal. Valor mínimo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

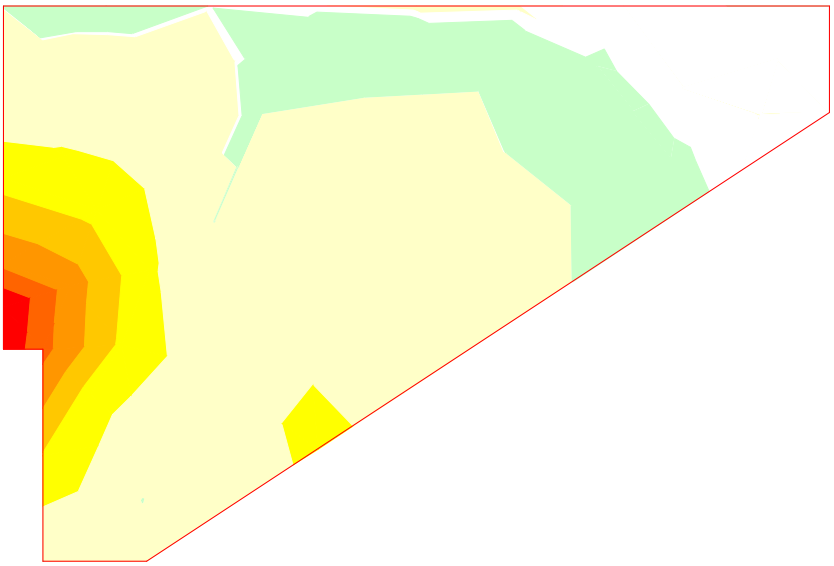
Axil eje horizontal. Valor máximo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Axil eje vertical. Valor mínimo



0.00 a 0.01

-0.00 a 0.00

-0.60 a -0.00

-1.20 a -0.60

-1.81 a -1.20

-2.41 a -1.81

-3.01 a -2.41

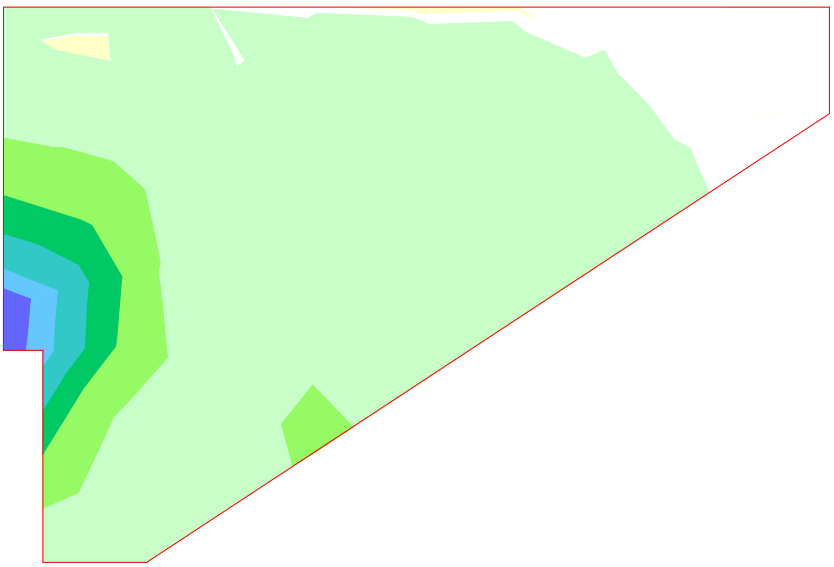
-3.61 a -3.01

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Axil eje vertical. Valor máximo



3.01 a 3.61

2.41 a 3.01

1.81 a 2.41

1.20 a 1.81

0.60 a 1.20

0.00 a 0.60

-0.00 a 0.00

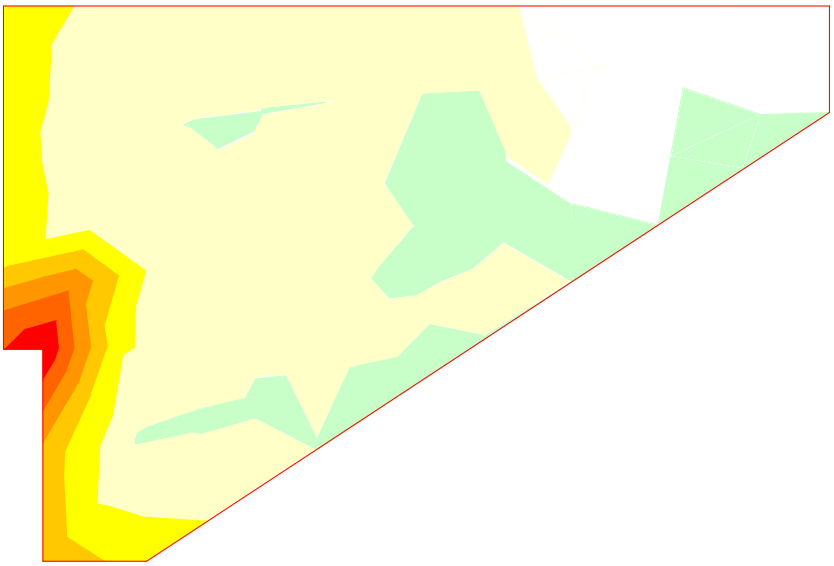
-0.00 a -0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Cortante eje horizontal. Valor mínimo



0.00 a 0.04

-0.00 a 0.00

-0.32 a -0.00

-0.64 a -0.32

-0.96 a -0.64

-1.28 a -0.96

-1.61 a -1.28

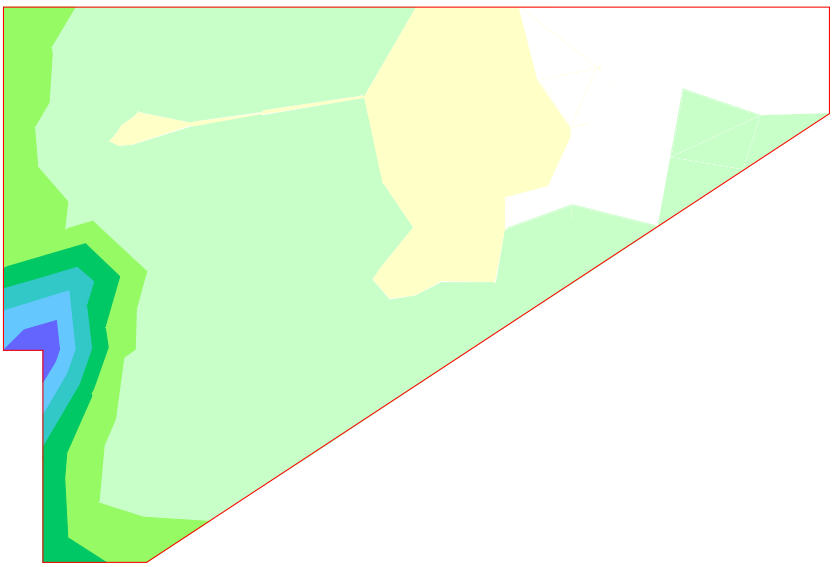
-1.93 a -1.61

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Cortante eje horizontal. Valor máximo



1.61 a 1.93

1.28 a 1.61

0.96 a 1.28

0.64 a 0.96

0.32 a 0.64

0.00 a 0.32

-0.00 a 0.00

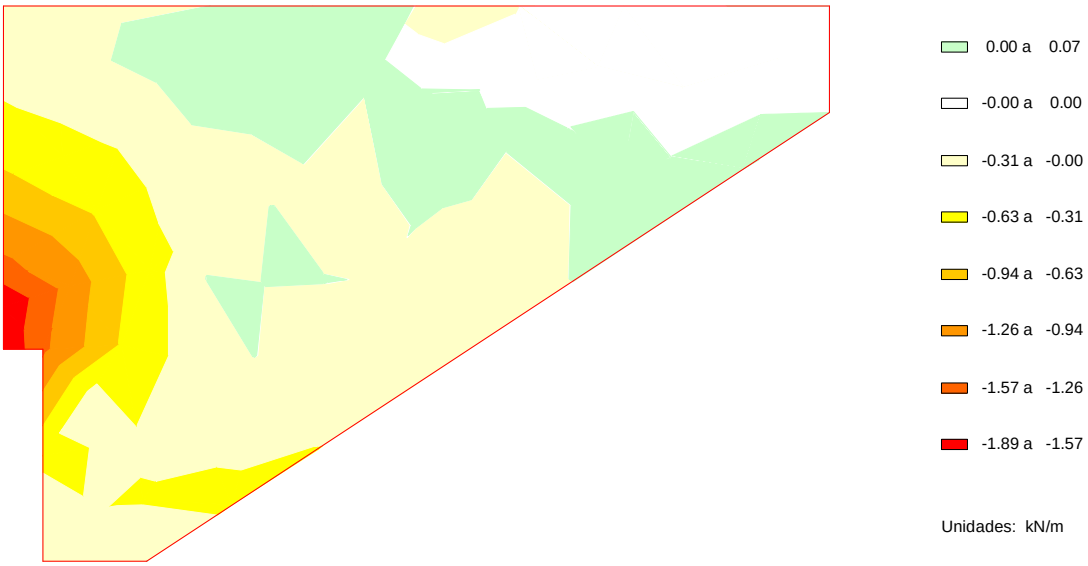
-0.04 a -0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

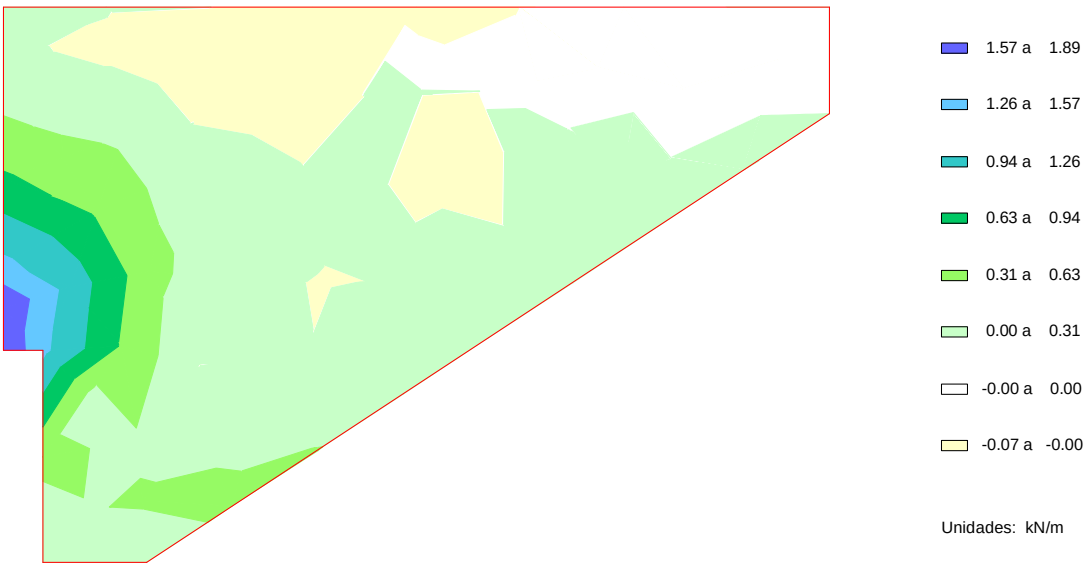
Cortante eje vertical. Valor mínimo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

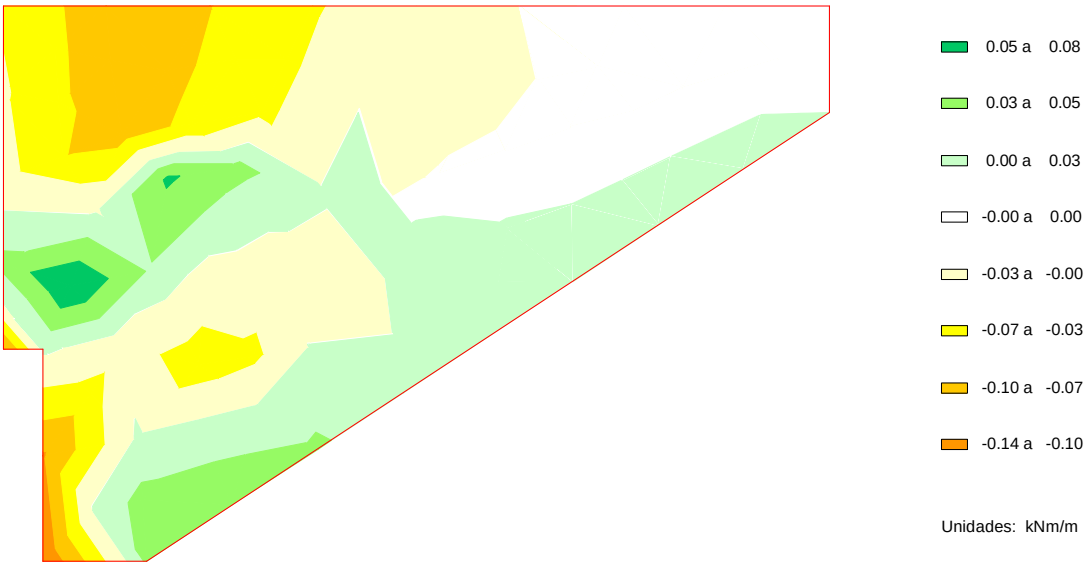
Cortante eje vertical. Valor máximo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

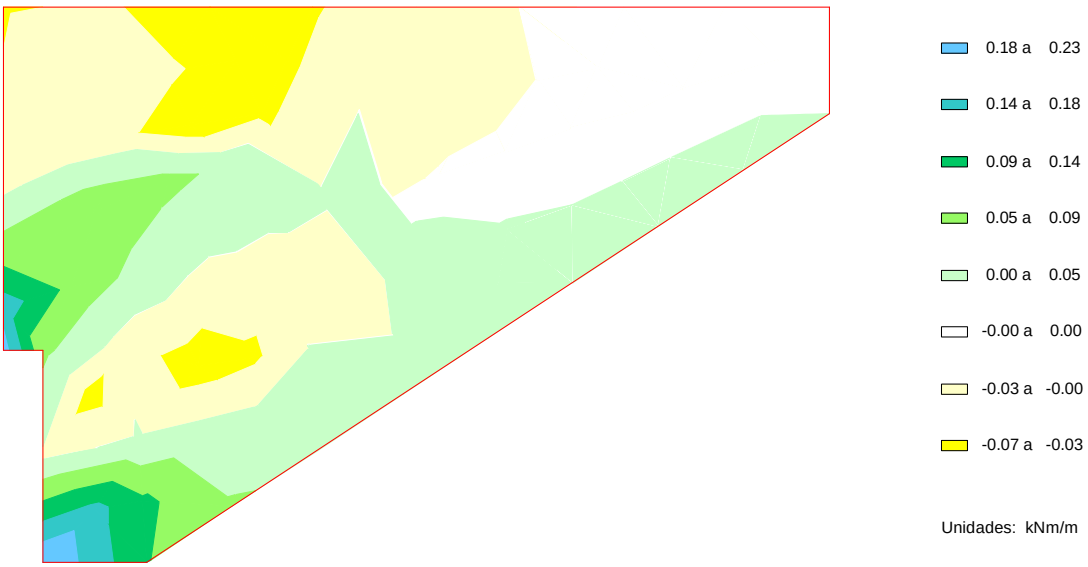
Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor mínimo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

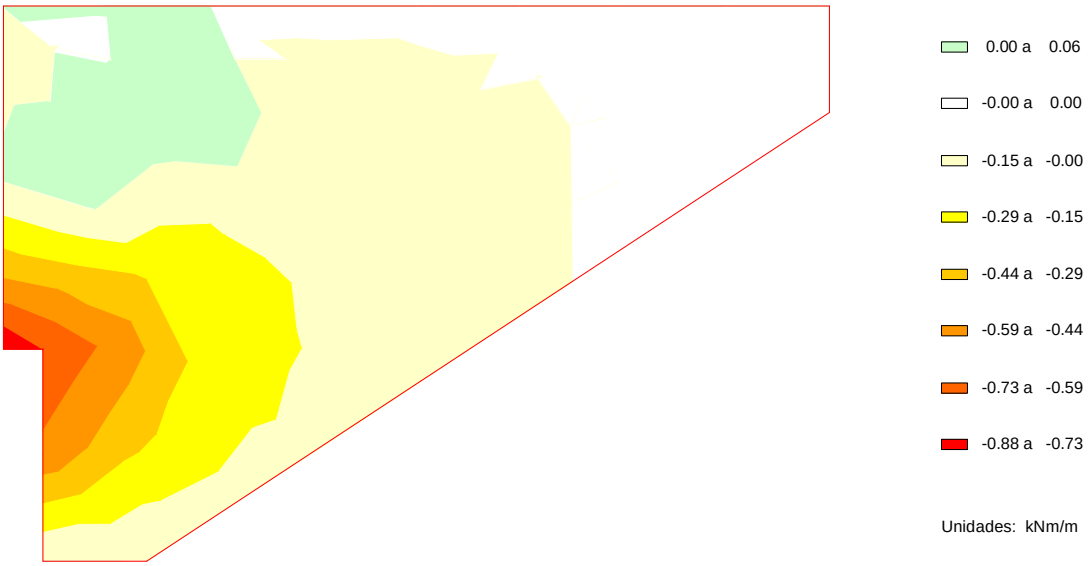
Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor máximo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

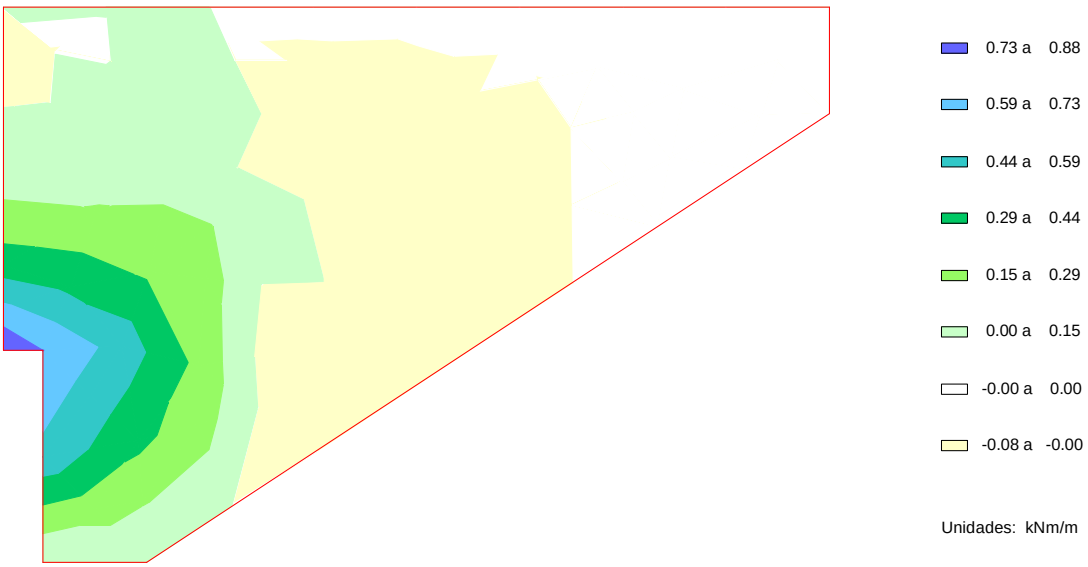
Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor mínimo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor máximo



5 ESTADO LÍMITE DE HUNDIMIENTO

5.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Pilote más cargado : 1.

Coordenadas pilote más cargado :
X : 1.562 m
Y : -0.800 m

Carga máxima	:	529.83	kN
Carga de hundimiento por fuste	:	1679.65	kN
Carga de hundimiento por punta	:	936.29	kN
Carga de hundimiento	:	2615.95	kN
Factor de seguridad admisible	:	3.000	
Carga admisible, Q_{adm}	:	871.98	kN
Factor de seguridad , FS	:	4.937	

FS = 4.937 >= FS_{adm} = 3.000 -> Cumple

5.2 Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio

Pilote más cargado : 9.

Coordenadas pilote más cargado :
X : 14.837 m
Y : -0.800 m

Carga máxima	:	738.69	kN
Carga de hundimiento por fuste	:	1679.65	kN
Carga de hundimiento por punta	:	936.29	kN
Carga de hundimiento	:	2615.95	kN
Factor de seguridad admisible	:	2.600	
Carga admisible, Q_{adm}	:	1006.13	kN
Factor de seguridad , FS	:	3.541	

FS = 3.541 >= FS_{adm} = 2.600 -> Cumple

5.3 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Verifica la comprobación.

Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio. Verifica la comprobación.

6 ESTADO LíMITE DE ASIENTOS

6.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Asiento máximo	:	9.7	mm
Asiento admisible	:	25.0	mm

6.2 Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio

Asiento máximo	:	13.5	mm
Asiento admisible	:	25.0	mm

6.3 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Verifica la comprobación.

Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio. Verifica la comprobación.

7 ESTADO LÍMITE DE ARRANQUE DE LOS PILOTES

7.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Pilote más traccionado : 9.

Coordenadas pilote más traccionado :
X : 14.837 m
Y : -0.800 m

Carga mínima	:	439.16	kN
Carga de arranque	:	-1167.75	kN
Factor de seguridad admisible	:	3.000	
Carga admisible, Q_{adm}	:	-389.25	kN
Factor de seguridad , FS	:	100.000	

FS = 100.000 >= FS_{adm} = 3.000 -> Cumple

7.2 Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio

Pilote más traccionado : 9.

Coordenadas pilote más traccionado :
X : 14.837 m
Y : -0.800 m

Carga mínima	:	423.95	kN
Carga de arranque	:	-1167.75	kN
Factor de seguridad admisible	:	2.600	
Carga admisible, Q_{adm}	:	-449.13	kN
Factor de seguridad , FS	:	100.000	

FS = 100.000 >= FS_{adm} = 2.600 -> Cumple

7.3 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Verifica la comprobación.

Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio. Verifica la comprobación.

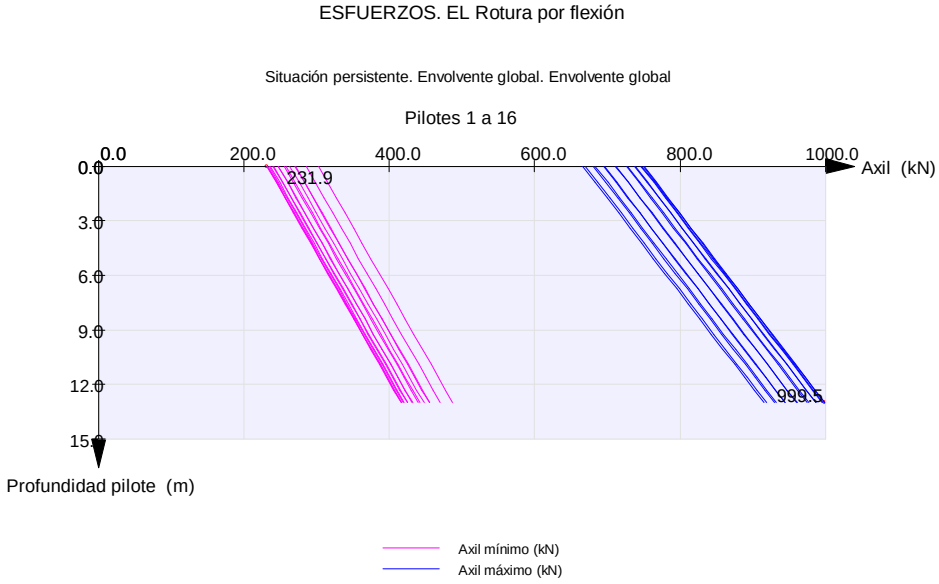
8 ESTADO LÍMITE DE FLEXIÓN

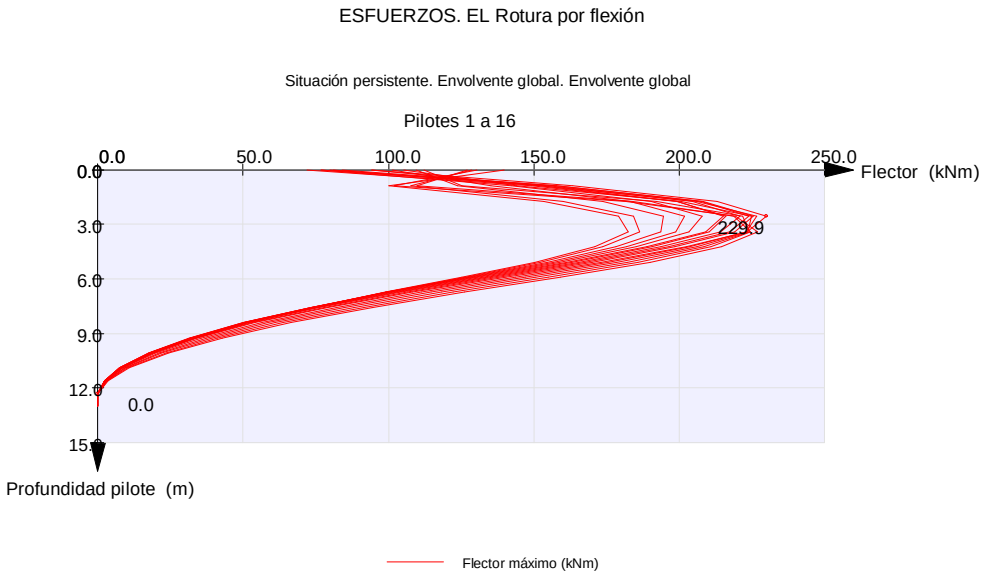
8.1 Pilotes

8.1.1 Esfuerzos de cálculo

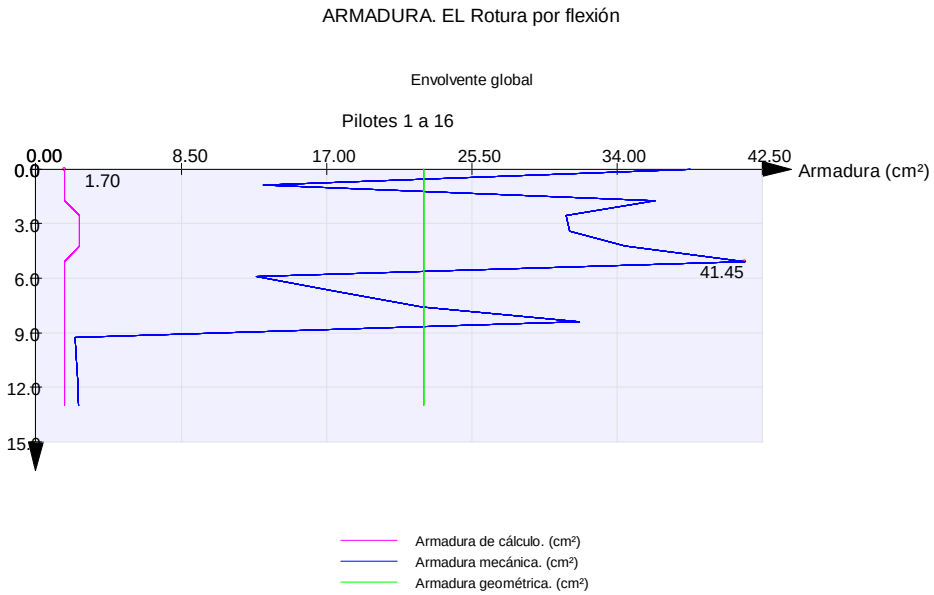
Criterio de signos:

Los axiles positivos comprimen al pilote.





8.1.2 Armaduras

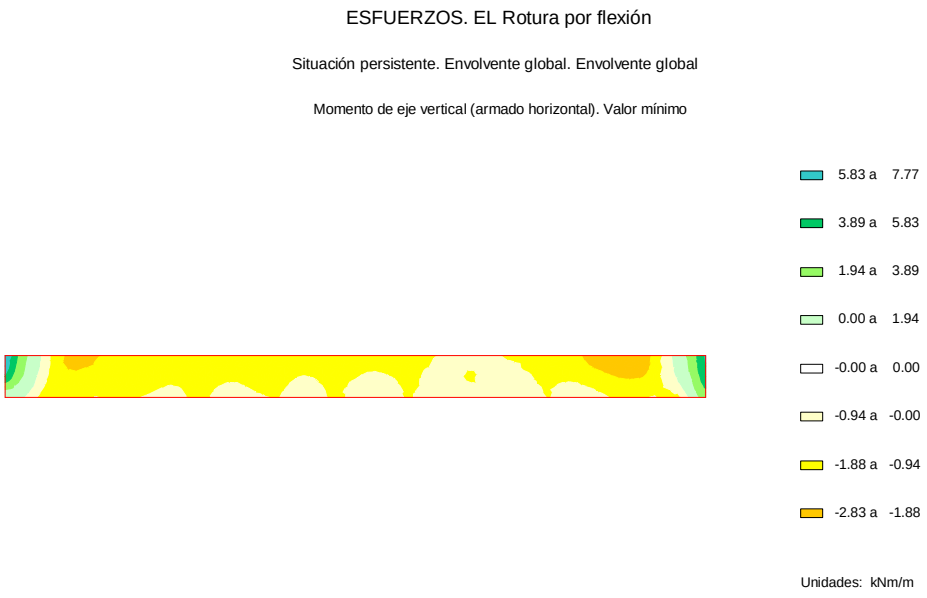


8.2 Espaldón

8.2.1 Esfuerzos de cálculo

Criterio de signos:

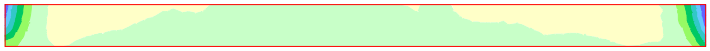
Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores positivos traccionan el trasdós del espaldón.



ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor máximo



18.60 a 22.33
14.88 a 18.60
11.16 a 14.88
7.44 a 11.16
3.72 a 7.44
0.00 a 3.72
-0.00 a 0.00
-1.23 a -0.00

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor mínimo

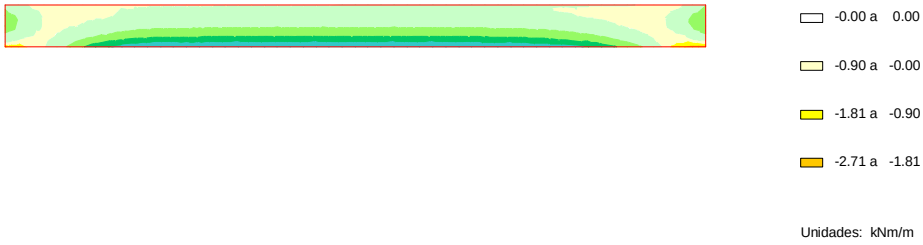
0.55 a 1.09
0.00 a 0.55
-0.00 a 0.00
-1.39 a -0.00
-2.78 a -1.39
-4.18 a -2.78
-5.57 a -4.18
-6.96 a -5.57

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor máximo



8.2.2 Armaduras

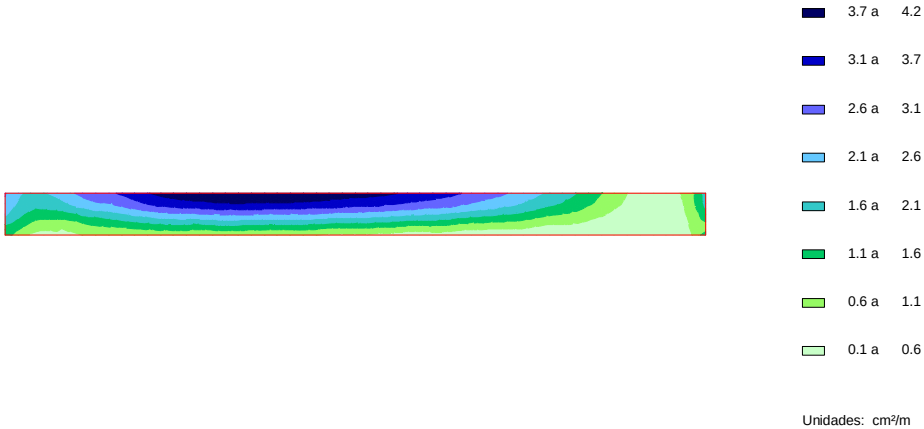
Cuantías de cálculo :

EL Rotura por flexión

Envolvente global

Espaldón. Armadura horizontal interior. cm²/m

Armaduras de cálculo

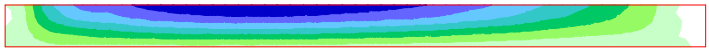


EL Rotura por flexión

Envolvente global

Espaldón. Armadura horizontal exterior. cm²/m

Armaduras de cálculo



3.7 a 4.3

3.1 a 3.7

2.5 a 3.1

1.8 a 2.5

1.2 a 1.8

0.6 a 1.2

0.0 a 0.6

-0.0 a 0.0

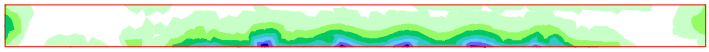
Unidades: cm²/m

EL Rotura por flexión

Envolvente global

Espaldón. Armadura vertical interior. cm²/m

Armaduras de cálculo



0.9 a 1.0

0.7 a 0.9

0.6 a 0.7

0.4 a 0.6

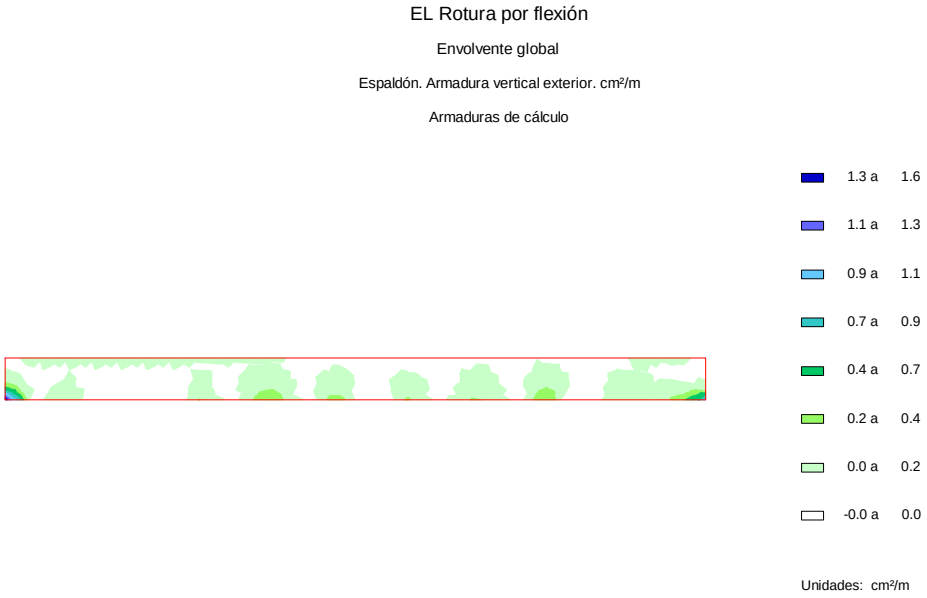
0.3 a 0.4

0.1 a 0.3

0.0 a 0.1

-0.0 a 0.0

Unidades: cm²/m



Cuantías máximas de cálculo :

Armadura horizontal en cara interior	:	4.2 cm^2/m
Armadura horizontal en cara exterior	:	4.3 cm^2/m
Armadura vertical en cara interior	:	1.0 cm^2/m
Armadura vertical en cara exterior	:	1.6 cm^2/m

Cuantías mecánicas :

Armadura horizontal en cara interior	:	5.4 cm^2/m
Armadura horizontal en cara exterior	:	5.3 cm^2/m
Armadura vertical en cara interior	:	5.8 cm^2/m
Armadura vertical en cara exterior	:	5.8 cm^2/m

Cuantías geométricas :

Armadura horizontal en cara interior	:	1.4 cm^2/m
Armadura horizontal en cara exterior	:	1.4 cm^2/m
Armadura vertical en cara interior	:	2.7 cm^2/m
Armadura vertical en cara exterior	:	2.7 cm^2/m

8.3 Cargadero

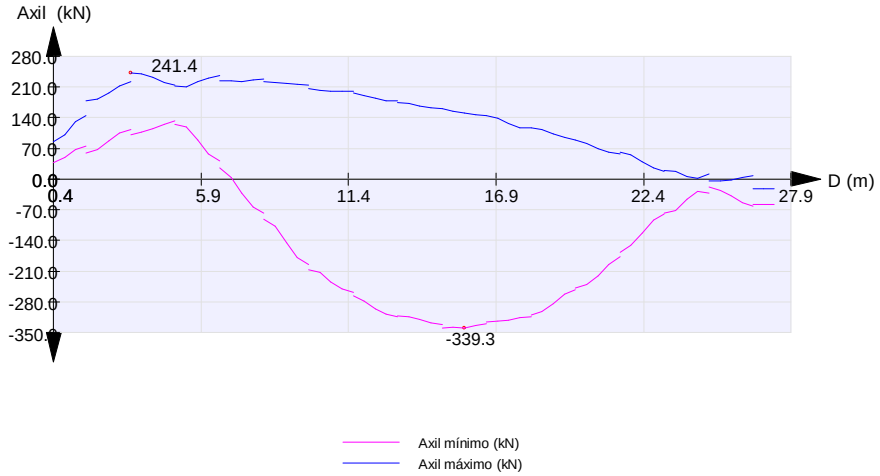
8.3.1 Esfuerzos de cálculo

Criterio de signos:

Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores de eje vertical positivos comprimen la cara posterior del cargadero.
Los flectores de eje horizontal positivos comprimen la cara superior del cargadero.

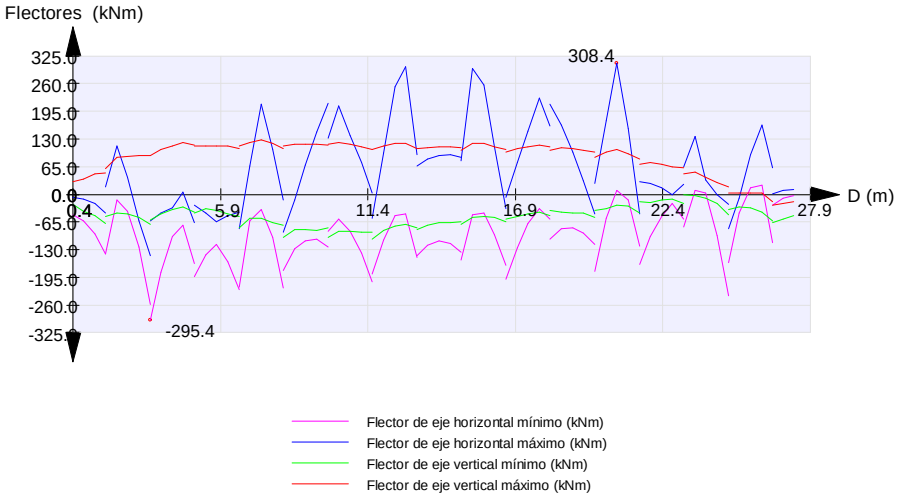
ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global



ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

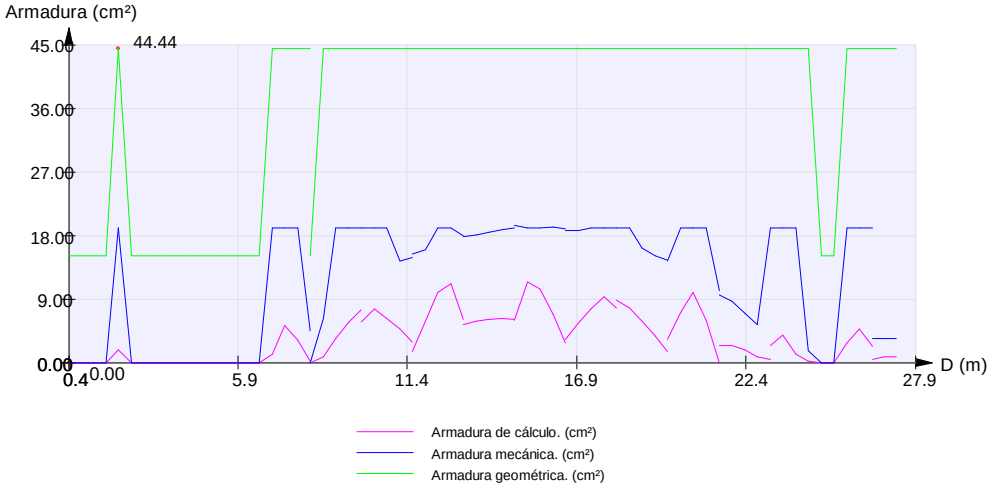


8.3.2 Armaduras

ARMADURA. EL Rotura por flexión

Envolvente global

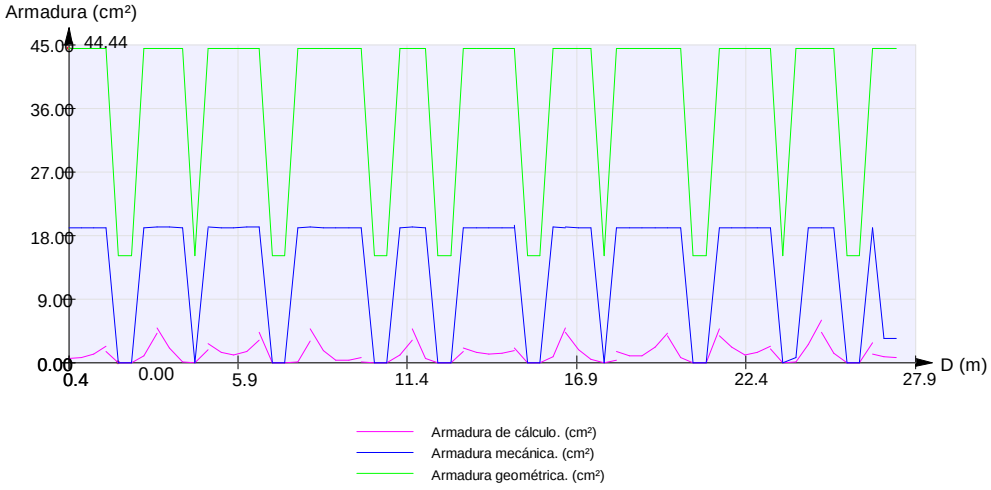
Armadura en la cara inferior



ARMADURA. EL Rotura por flexión

Envolvente global

Armadura en la cara superior



8.4 Aleta 1

8.4.1 Esfuerzos de cálculo

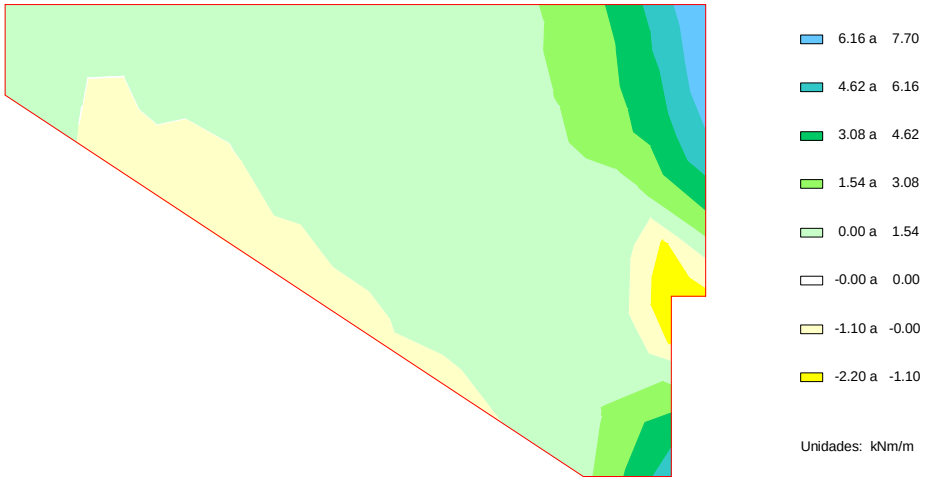
Criterio de signos:

Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores positivos traccionan la cara interior de la aleta.

ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

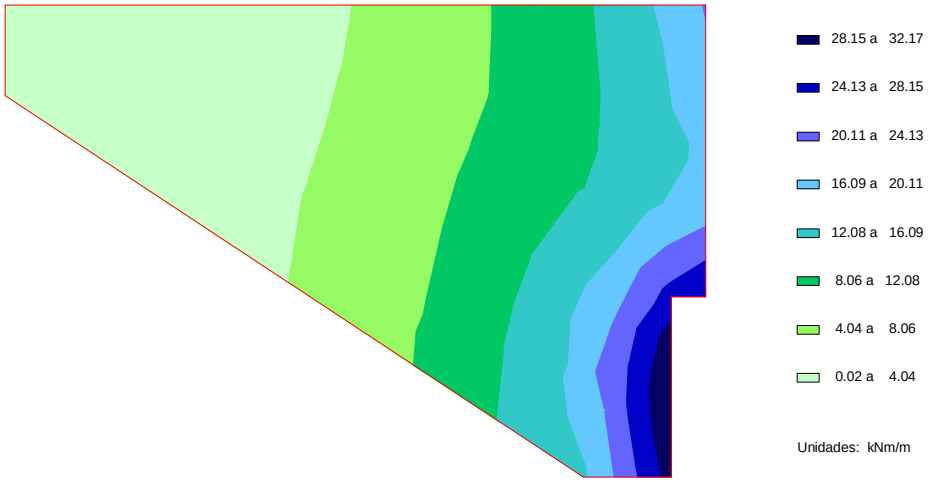
Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

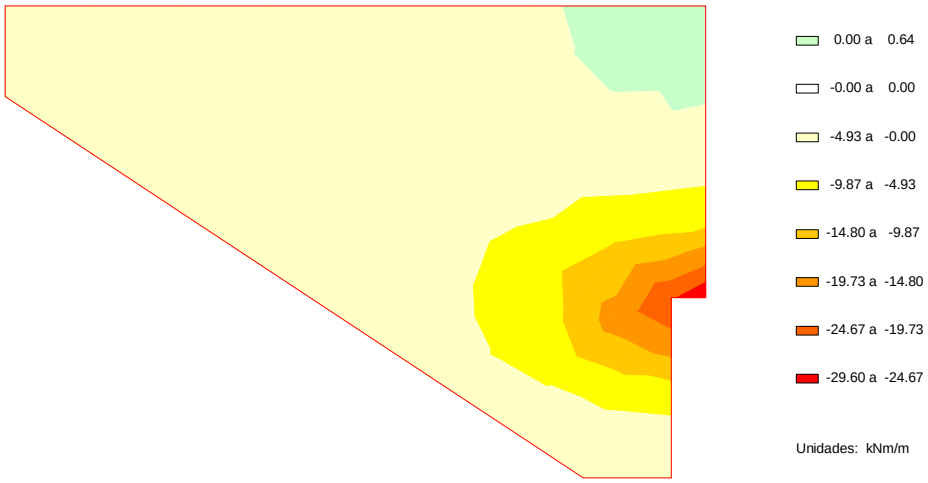
Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor máximo



ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

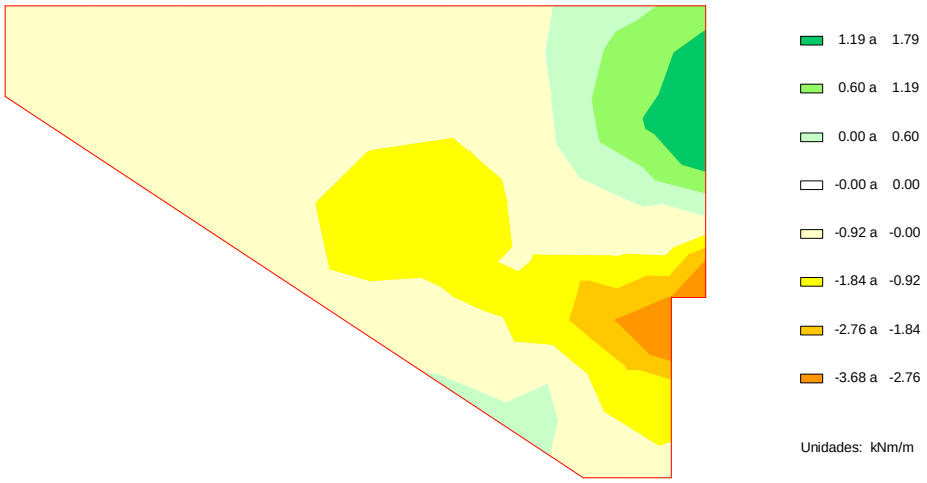
Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor máximo



8.4.2 Armaduras

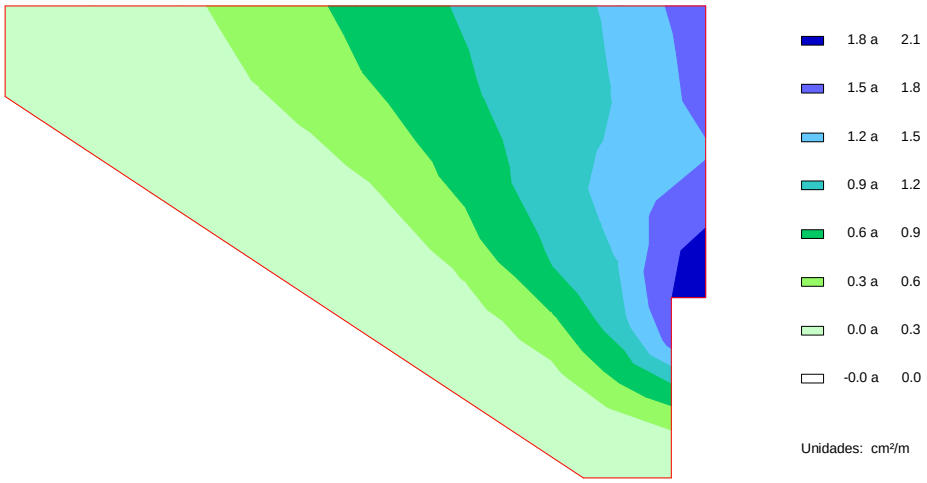
Cuantías de cálculo :

EL Rotura por flexión

Envolvente global

Aletas. Armadura horizontal interior. cm²/m

Armaduras de cálculo

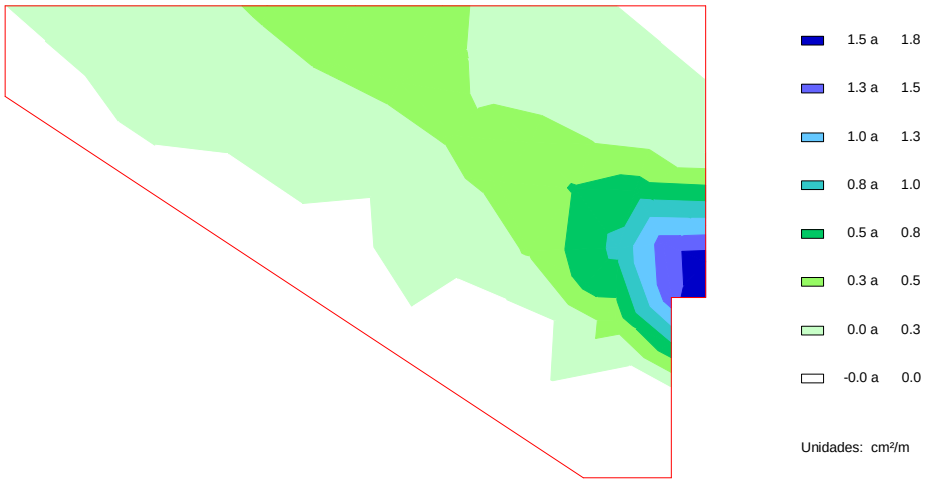


EL Rotura por flexión

Envolvente global

Aletas. Armadura horizontal exterior. cm²/m

Armaduras de cálculo

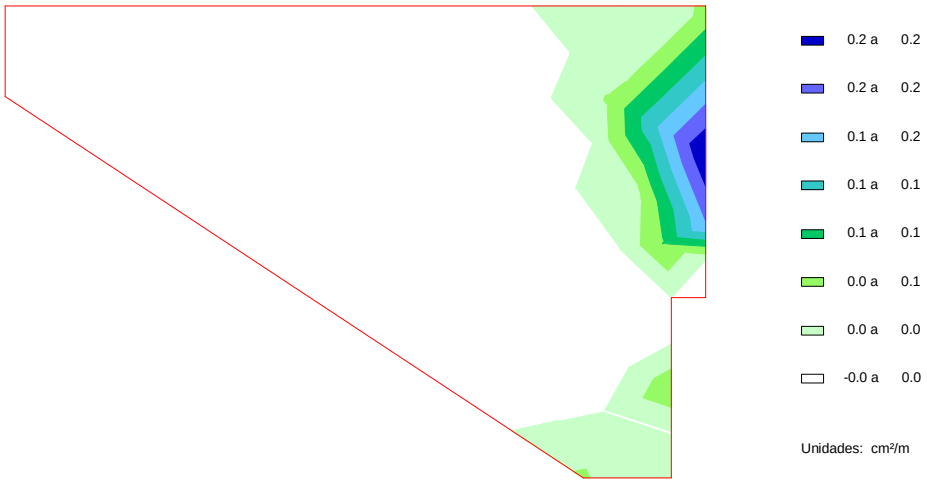


EL Rotura por flexión

Envolvente global

Aletas. Armadura vertical interior. cm²/m

Armaduras de cálculo

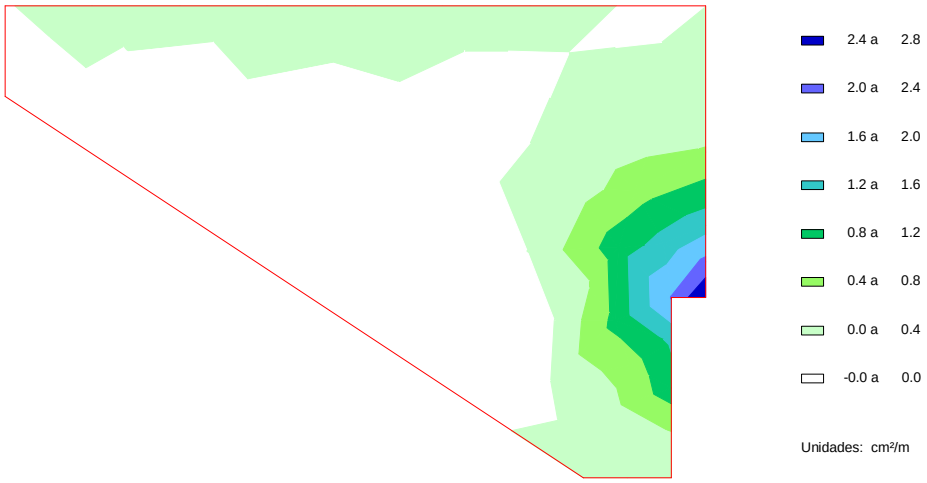


EL Rotura por flexión

Envolvente global

Aletas. Armadura vertical exterior. cm²/m

Armaduras de cálculo



Cuantías máximas de cálculo :

Voladizo aleta 1

Armadura horizontal en cara interior	:	2.1 cm^2/m
Armadura horizontal en cara exterior	:	1.8 cm^2/m
Armadura vertical en cara interior	:	0.2 cm^2/m
Armadura vertical en cara exterior	:	2.8 cm^2/m

Cuantías mecánicas :

Voladizo aleta 1

Armadura horizontal en cara interior	:	6.9 cm^2/m
Armadura horizontal en cara exterior	:	0.0 cm^2/m
Armadura vertical en cara interior	:	7.2 cm^2/m
Armadura vertical en cara exterior	:	7.2 cm^2/m

Cuantías geométricas :

Voladizo aleta 1

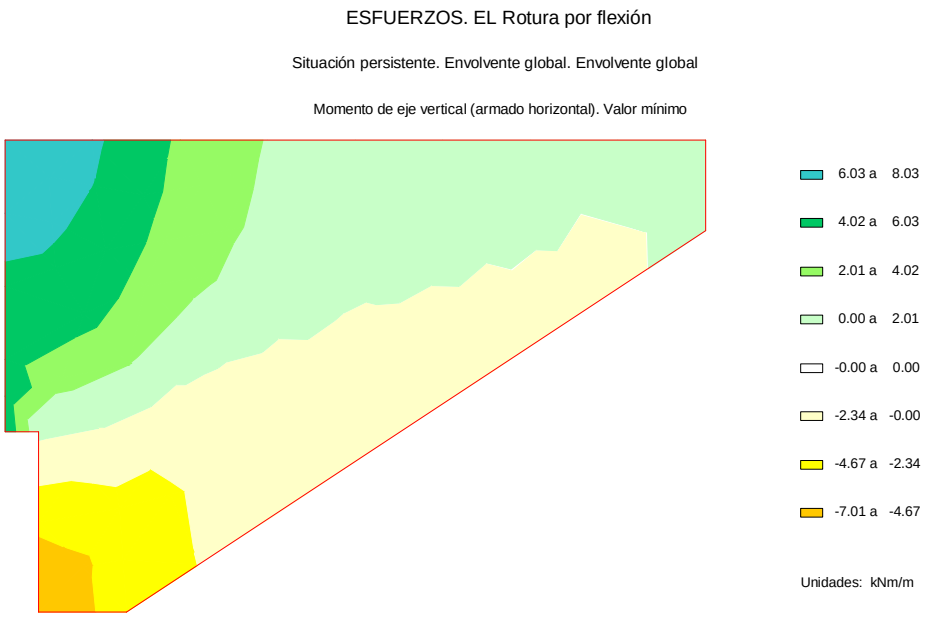
Armadura horizontal en cara interior	:	2.5 cm^2/m
Armadura horizontal en cara exterior	:	2.5 cm^2/m
Armadura vertical en cara interior	:	4.5 cm^2/m
Armadura vertical en cara exterior	:	4.5 cm^2/m

8.5 Aleta2

8.5.1 Esfuerzos de cálculo

Criterio de signos:

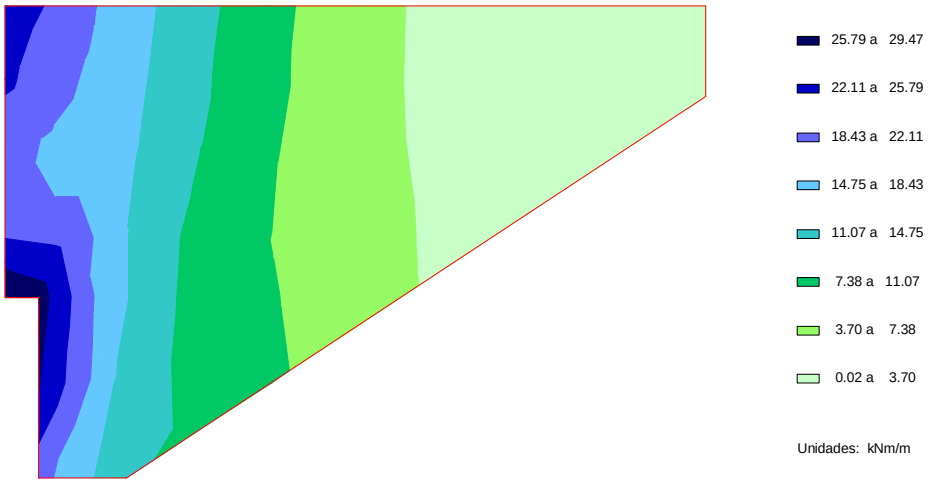
Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores positivos traccionan la cara interior de la aleta.



ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

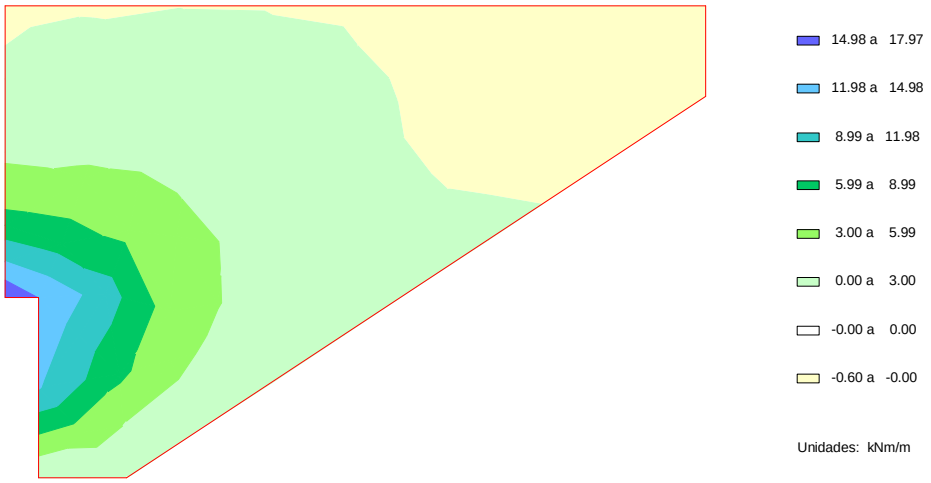
Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor máximo



ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

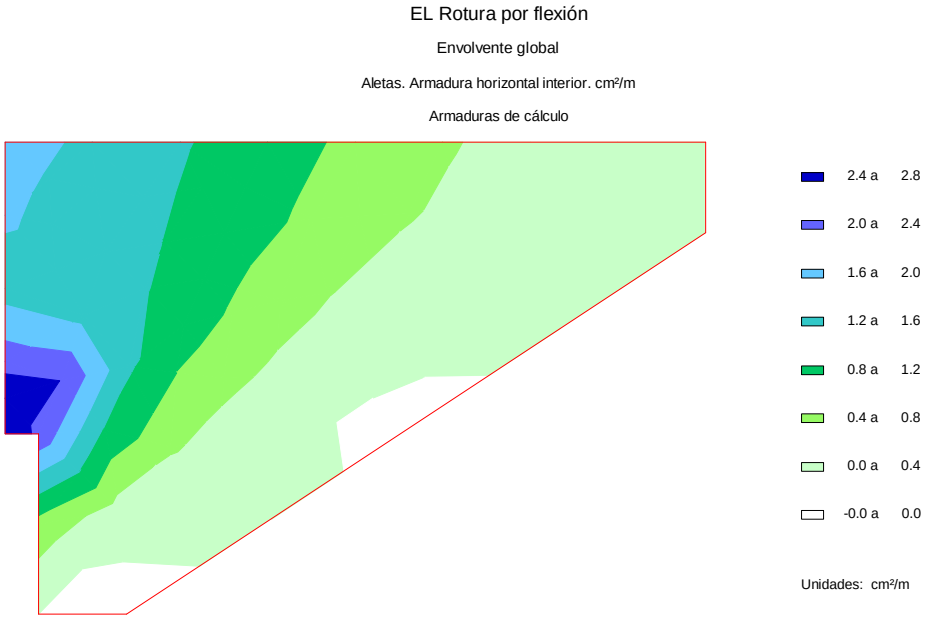
Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor mínimo



8.5.2 Armaduras

Cuantías de cálculo :

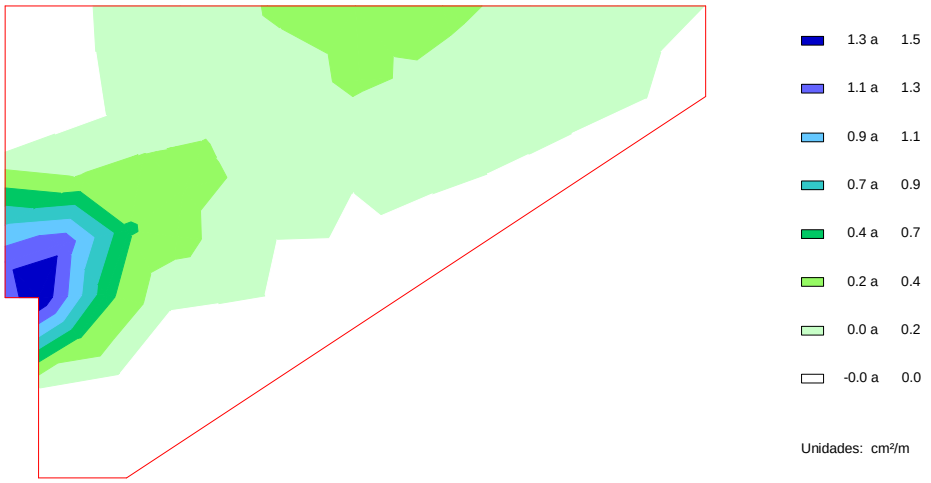


EL Rotura por flexión

Envolvente global

Aletas. Armadura horizontal exterior. cm²/m

Armaduras de cálculo

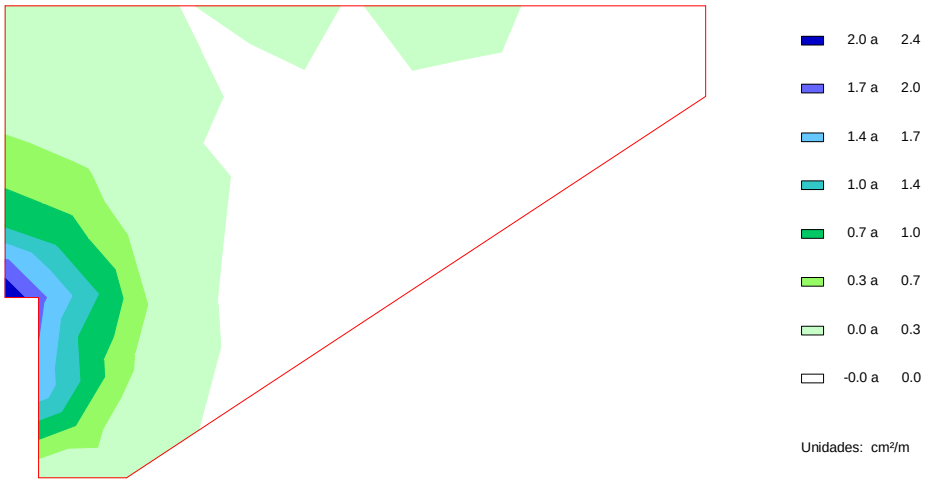


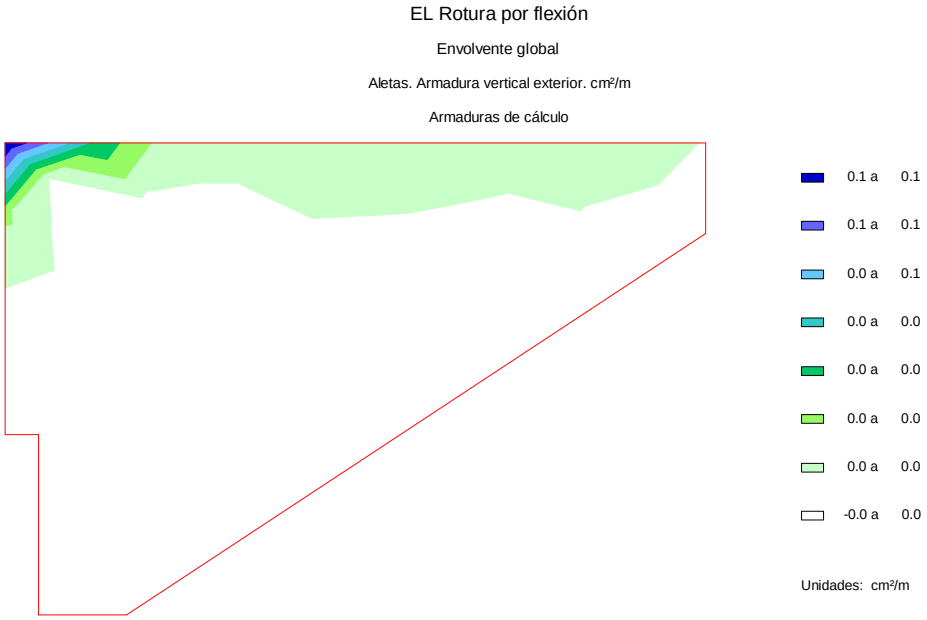
EL Rotura por flexión

Envolvente global

Aletas. Armadura vertical interior. cm²/m

Armaduras de cálculo





Cuantías máximas de cálculo :

Voladizo aleta 2

Armadura horizontal en cara interior	:	2.8 cm^2/m
Armadura horizontal en cara exterior	:	1.5 cm^2/m
Armadura vertical en cara interior	:	2.4 cm^2/m
Armadura vertical en cara exterior	:	0.1 cm^2/m

Cuantías mecánicas :

Voladizo aleta 2

Armadura horizontal en cara interior	:	6.9 cm^2/m
Armadura horizontal en cara exterior	:	0.0 cm^2/m
Armadura vertical en cara interior	:	7.2 cm^2/m
Armadura vertical en cara exterior	:	7.2 cm^2/m

Cuantías geométricas :

Voladizo aleta 2

Armadura horizontal en cara interior	:	2.5 cm^2/m
Armadura horizontal en cara exterior	:	2.5 cm^2/m
Armadura vertical en cara interior	:	4.5 cm^2/m
Armadura vertical en cara exterior	:	4.5 cm^2/m

8.6 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Aleta 1. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Aleta 2. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Cargadero. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Pilotes. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Espaldón. Verifica la comprobación.

Pilotes :

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Pilotes. Verifica la comprobación.

Espaldón

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Espaldón. Verifica la comprobación.

Cargadero

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Cargadero. Verifica la comprobación.

Aleta 1 :

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Aleta 1. Verifica la comprobación.

Aleta 2 :

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Aleta 2. Verifica la comprobación.

9 ESTADO LíMITE DE TORSIóN

9.1 Cargadero

9.1.1 Esfuerzos de cálculo

D : Distancia al inicio del cargadero (m)

Criterio de signos:

Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores de eje vertical positivos comprimen la cara posterior del cargadero.
Los flectores de eje horizontal positivos comprimen la cara superior del cargadero.

9.1.2 Dimensionamiento de armaduras

9.2 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Cargadero. Verifica la comprobación.

Muro frontal :

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Cargadero. Verifica la comprobación.

10 ESTADO LíMITE DE FISURACIóN

10.1 Pilotes

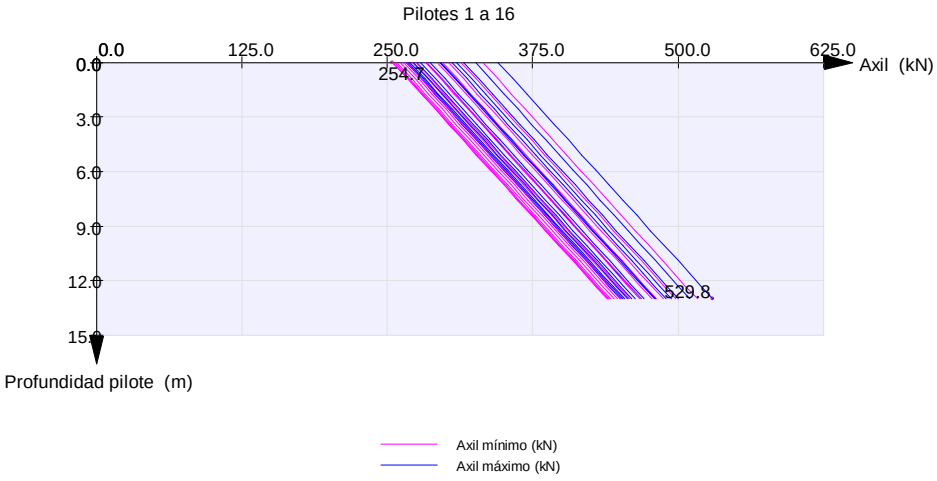
10.1.1 Esfuerzos de cálculo

Criterio de signos:

Los axiles positivos comprimen al pilote.

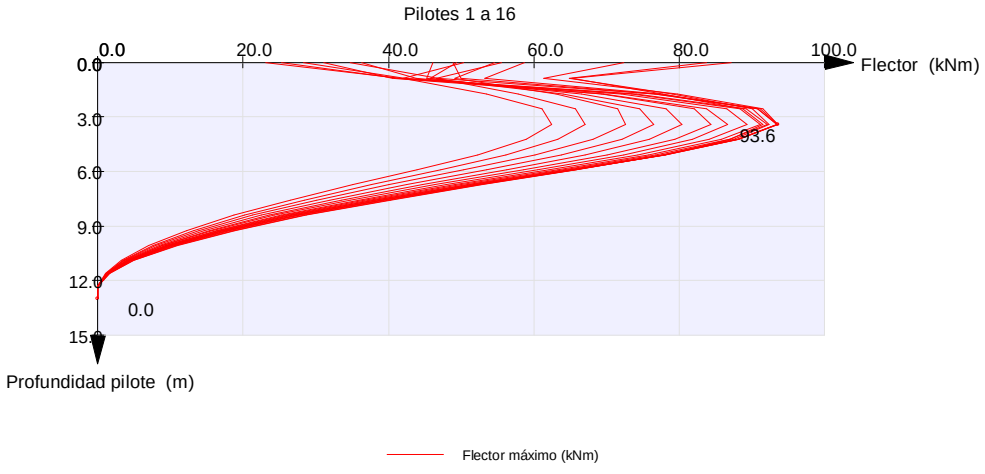
ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio



ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio



10.1.2 Cálculo de E.L. de fisuración

Pilotes. Armadura longitudinal principal

Recubrimiento geométrico: 0.070 m

Capa	Recubrimiento mecánico (m)
1	0.100

Zona A

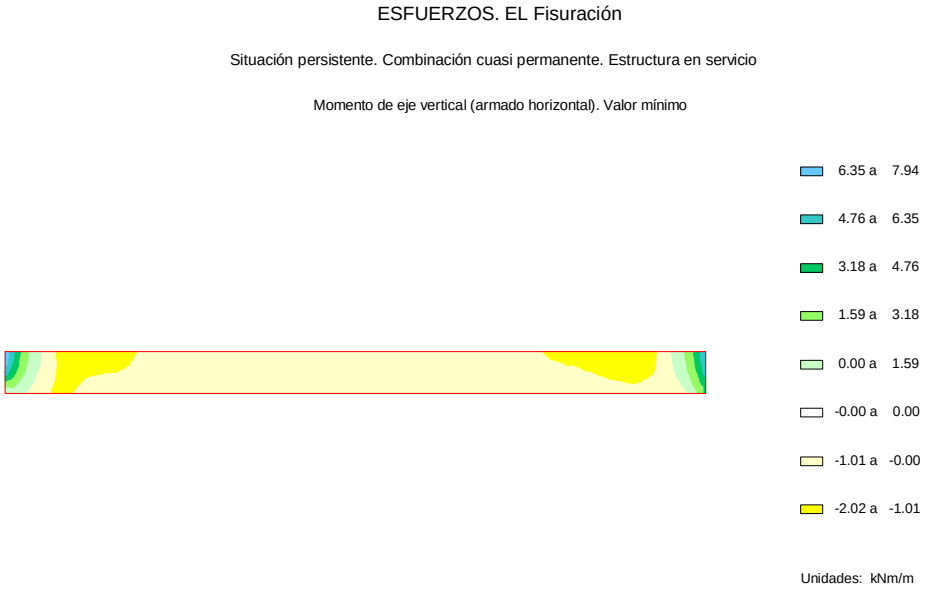
Hipótesis	Axil (kN)	Flector (kNm)	Arm. dispuesta	Abertura de fisura (mm)	Abertura admisible (mm)	Cumple
1	254.7	12.3	9 Ø25 a 0.250 m	0.00	0.30	Sí
2	529.8	0.0	9 Ø25 a 0.250 m	0.00	0.30	Sí
3	358.0	93.6	9 Ø25 a 0.250 m	0.00	0.30	Sí

10.2 Espaldón

10.2.1 Esfuerzos de cálculo

Criterio de signos:

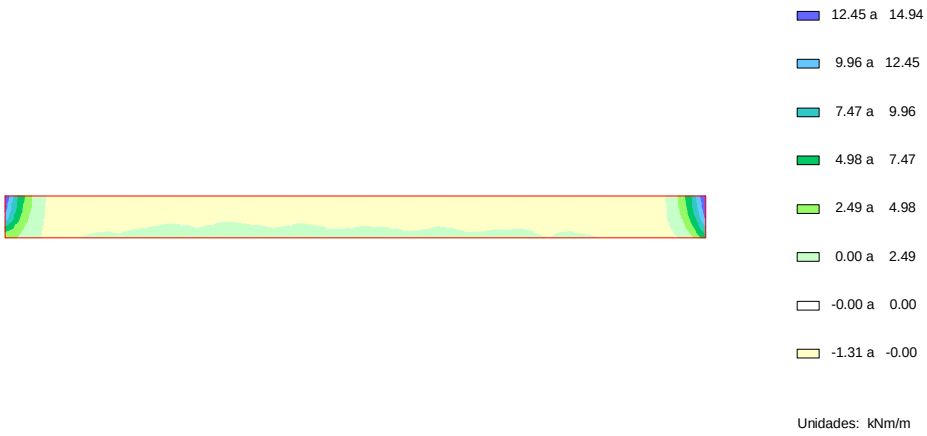
Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores positivos traccionan el trasdós del espaldón.



ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

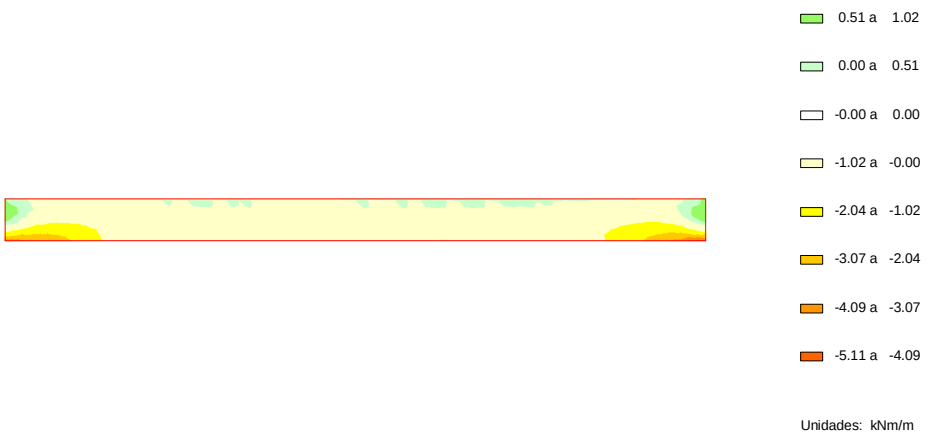
Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor máximo



ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

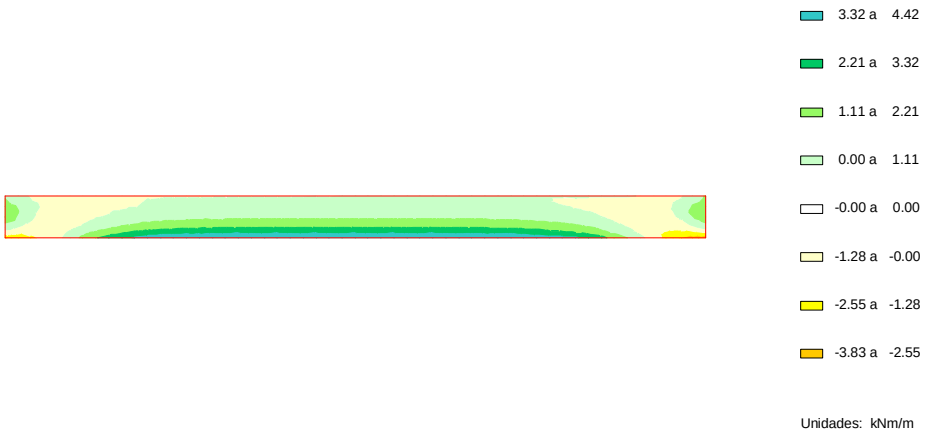
Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor máximo



10.2.2 Cálculo de E.L. de fisuración

Espaldón. Armadura vertical. Cara trasera

Recubrimiento mecánico: 0.075 m
Recubrimiento geométrico: 0.065 m

Hipótesis	Ancho (m)	Canto (m)	As. flexión Vertical interior (cm^2)	As. flexión Vertical exterior (cm^2)	Arm. dispuesta	N_k (kN)	M_k (kNm)	w_k (mm)	w_{ac} (mm)
1	1.000	0.300	5.80	5.79	6 Ø12 a 0.175 m	-39.4	-4.0	0.01	0.3
2	1.000	0.300	5.80	5.79	6 Ø12 a 0.175 m	26.2	-2.9	0.00	0.3
3	1.000	0.300	5.80	5.79	6 Ø12 a 0.175 m	18.5	4.4	0.01	0.3
4	1.000	0.300	5.80	5.79	6 Ø12 a 0.175 m	18.9	4.4	0.01	0.3

w_k: abertura de fisura en la fibra de la vertical interior

El momento positivo comprime la fibra de la vertical exterior

Sí cumple.

Espaldón. Armadura horizontal. Cara trasera

Recubrimiento mecánico: 0.055 m
Recubrimiento geométrico: 0.045 m

Hipótesis	Ancho (m)	Canto (m)	As. flexión Horizontal interior (cm^2)	As. flexión Horizontal exterior (cm^2)	Arm. dispuesta	N_k (kN)	M_k (kNm)	w_k (mm)
1	1.000	0.300	5.36	5.31	5 Ø12 a 0.200 m	-260.5	-0.5	0.20
2	1.000	0.300	5.36	5.31	5 Ø12 a 0.200 m	49.3	3.4	0.00
3	1.000	0.300	5.36	5.31	5 Ø12 a 0.200 m	25.2	15.0	0.06
4	1.000	0.300	5.36	5.31	5 Ø12 a 0.200 m	25.3	14.9	0.06

w_k: abertura de fisura en la fibra de la horizontal interior

El momento positivo comprime la fibra de la horizontal exterior

Sí cumple.

Espaldón. Armadura vertical. Cara frontal

Recubrimiento mecánico:	0.075	m
Recubrimiento geométrico:	0.065	m

Hipótesis	Ancho (m)	Canto (m)	As. flexión Vertical interior (cm^2)	As. flexión Vertical exterior (cm^2)	Arm. dispuesta	N_k (kN)	M_k (kNm)	w_k (mm)	w_{ac} (mm)
1	1.000	0.300	5.80	5.79	6 Ø12 a 0.175 m	-39.4	-4.0	0.05	0.3
2	1.000	0.300	5.80	5.79	6 Ø12 a 0.175 m	26.2	-2.9	0.00	0.3
3	1.000	0.300	5.80	5.79	6 Ø12 a 0.175 m	-8.4	-5.1	0.03	0.3
4	1.000	0.300	5.80	5.79	6 Ø12 a 0.175 m	-8.0	-5.1	0.03	0.3

w_k: abertura de fisura en la fibra de la vertical exterior

El momento positivo comprime la fibra de la vertical exterior

Sí cumple.

Espaldón. Armadura horizontal. Cara frontal

Recubrimiento mecánico:	0.055	m
Recubrimiento geométrico:	0.045	m

Hipótesis	Ancho (m)	Canto (m)	As. flexión Horizontal interior (cm^2)	As. flexión Horizontal exterior (cm^2)	Arm. dispuesta	N_k (kN)	M_k (kNm)	w_k (mm)
1	1.000	0.300	5.36	5.31	5 Ø12 a 0.200 m	-260.5	-0.5	0.20
2	1.000	0.300	5.36	5.31	5 Ø12 a 0.200 m	49.3	3.4	0.00
3	1.000	0.300	5.36	5.31	5 Ø12 a 0.200 m	-52.4	-2.0	0.05
4	1.000	0.300	5.36	5.31	5 Ø12 a 0.200 m	-50.6	-2.0	0.05

w_k: abertura de fisura en la fibra de la horizontal exterior

El momento positivo comprime la fibra de la horizontal exterior

Sí cumple.

10.3 Cargadero

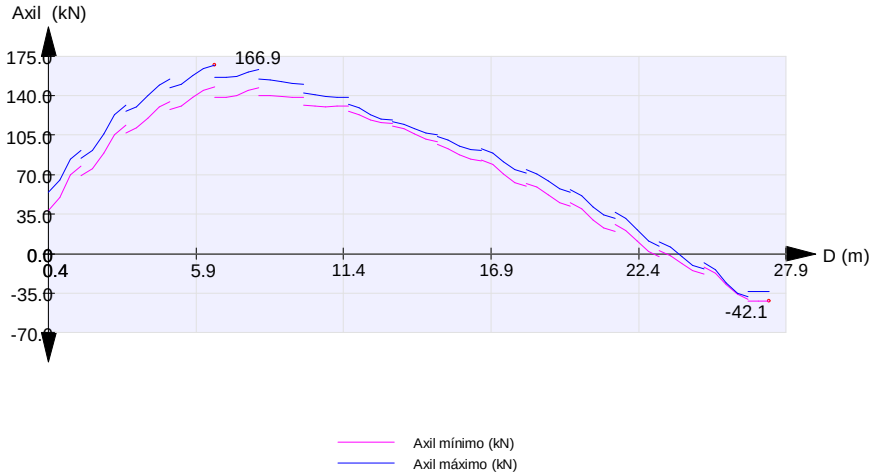
10.3.1 Esfuerzos de cálculo

Criterio de signos:

Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores de eje vertical positivos comprimen la cara posterior del cargadero.
Los flectores de eje horizontal positivos comprimen la cara superior del cargadero.

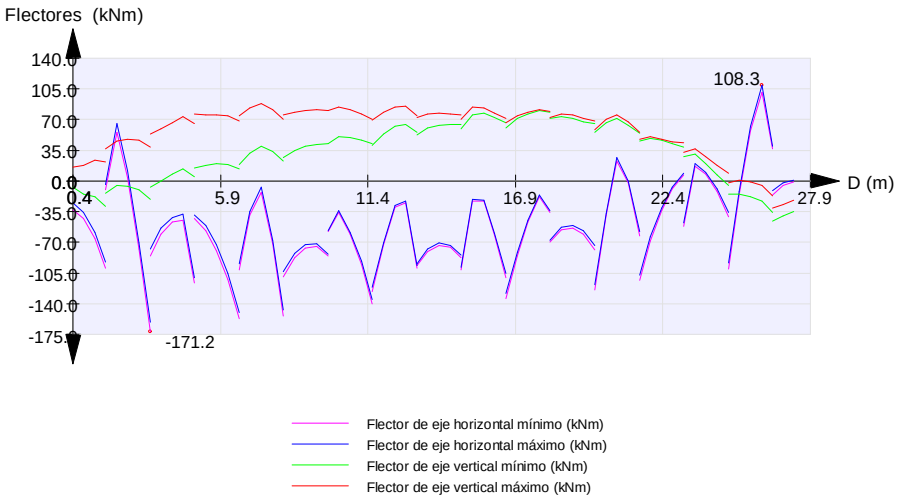
ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio



ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio



10.3.2 Cálculo de E.L. de fisuración

Armadura del despiece

Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara inferior : 10 Ø25
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara superior : 10 Ø25
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara interior : Ø25 a 0.100
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara exterior : Ø25 a 0.100

10.3.2.1 Resultados del cálculo por secciones

Hip.	Id.	N	$M_{y'}$	$M_{z'}$	w_k	w_k admisible

		(kN)	(kNm)	(kNm)	(mm)	(mm)	
1	Sec. 1	0.0	-33.3	0.0	1000000.00	0.30	No cumple
2	Sec. 2	0.0	-42.7	17.5	1000000.00	0.30	No cumple
3	Sec. 3	0.0	-65.2	23.8	1000000.00	0.30	No cumple
4	Sec. 4	0.0	0.0	36.2	1000000.00	0.30	No cumple
5	Sec. 5	0.0	59.6	45.7	1000000.00	0.30	No cumple
6	Sec. 6	0.0	0.0	47.1	1000000.00	0.30	No cumple
7	Sec. 7	0.0	-77.0	46.2	1000000.00	0.30	No cumple
8	Sec. 8	0.0	-85.6	53.2	1000000.00	0.30	No cumple
9	Sec. 9	0.0	-60.8	58.9	1000000.00	0.30	No cumple
10	Sec. 10	0.0	-46.7	66.4	1000000.00	0.30	No cumple
11	Sec. 11	0.0	-44.3	72.2	1000000.00	0.30	No cumple
12	Sec. 12	0.0	-43.1	75.8	1000000.00	0.30	No cumple
13	Sec. 13	0.0	-56.3	75.0	1000000.00	0.30	No cumple
14	Sec. 14	0.0	-79.2	75.4	1000000.00	0.30	No cumple
15	Sec. 15	0.0	-112.2	74.0	1000000.00	0.30	No cumple
16	Sec. 16	0.0	-101.0	74.2	1000000.00	0.30	No cumple
17	Sec. 17	0.0	-38.4	83.5	1000000.00	0.30	No cumple
18	Sec. 18	0.0	0.0	88.5	1000000.00	0.30	No cumple
19	Sec. 19	0.0	-71.5	81.4	1000000.00	0.30	No cumple
20	Sec. 20	0.0	-109.1	74.8	1000000.00	0.30	No cumple
21	Sec. 21	0.0	-87.6	78.3	1000000.00	0.30	No cumple
22	Sec. 22	0.0	-76.6	80.2	1000000.00	0.30	No cumple
23	Sec. 23	0.0	-74.5	80.8	1000000.00	0.30	No cumple
24	Sec. 24	0.0	-57.5	80.6	1000000.00	0.30	No cumple
25	Sec. 25	0.0	-34.9	84.5	1000000.00	0.30	No cumple
26	Sec. 26	0.0	-61.1	80.8	1000000.00	0.30	No cumple
27	Sec. 27	0.0	-95.1	76.3	1000000.00	0.30	No cumple
28	Sec. 28	0.0	-125.9	69.2	1000000.00	0.30	No cumple
29	Sec. 29	0.0	-72.7	77.9	1000000.00	0.30	No cumple
30	Sec. 30	0.0	-28.6	83.9	1000000.00	0.30	No cumple
31	Sec. 31	0.0	0.0	84.8	1000000.00	0.30	No cumple
32	Sec. 32	0.0	-96.4	72.6	1000000.00	0.30	No cumple
33	Sec. 33	0.0	-80.0	76.1	1000000.00	0.30	No cumple
34	Sec. 34	0.0	-73.1	76.9	1000000.00	0.30	No cumple
35	Sec. 35	0.0	-75.3	76.3	1000000.00	0.30	No cumple
36	Sec. 36	0.0	-100.6	70.7	1000000.00	0.30	No cumple
37	Sec. 37	0.0	0.0	84.2	1000000.00	0.30	No cumple
38	Sec. 38	0.0	0.0	83.3	1000000.00	0.30	No cumple
39	Sec. 39	0.0	-60.9	77.3	1000000.00	0.30	No cumple
40	Sec. 40	0.0	-132.6	66.0	1000000.00	0.30	No cumple
41	Sec. 41	0.0	-84.0	73.9	1000000.00	0.30	No cumple
42	Sec. 42	0.0	-46.8	77.3	1000000.00	0.30	No cumple
43	Sec. 43	0.0	0.0	81.1	1000000.00	0.30	No cumple
44	Sec. 44	0.0	-69.8	71.9	1000000.00	0.30	No cumple
45	Sec. 45	0.0	-55.2	75.9	1000000.00	0.30	No cumple
46	Sec. 46	0.0	-53.3	74.7	1000000.00	0.30	No cumple
47	Sec. 47	0.0	-60.5	71.3	1000000.00	0.30	No cumple
48	Sec. 48	0.0	-124.1	58.3	1000000.00	0.30	No cumple
49	Sec. 49	0.0	-39.1	70.0	1000000.00	0.30	No cumple
50	Sec. 50	0.0	0.0	74.9	1000000.00	0.30	No cumple
51	Sec. 51	0.0	0.0	66.9	1000000.00	0.30	No cumple
52	Sec. 52	0.0	-113.1	47.0	1000000.00	0.30	No cumple
53	Sec. 53	0.0	-68.1	50.1	1000000.00	0.30	No cumple
54	Sec. 54	0.0	-34.2	47.6	1000000.00	0.30	No cumple
55	Sec. 55	0.0	0.0	44.5	1000000.00	0.30	No cumple
56	Sec. 56	0.0	-49.2	32.4	1000000.00	0.30	No cumple
57	Sec. 57	0.0	0.0	36.7	1000000.00	0.30	No cumple
58	Sec. 58	0.0	0.0	27.3	1000000.00	0.30	No cumple
59	Sec. 59	0.0	-100.5	0.0	1000000.00	0.30	No cumple
60	Sec. 60	0.0	59.5	-18.0	1000000.00	0.30	No cumple
61	Sec. 61	0.0	106.0	-23.5	1000000.00	0.30	No cumple
62	Sec. 62	0.0	0.0	-46.0	1000000.00	0.30	No cumple
63	Sec. 63	0.0	0.0	-40.3	1000000.00	0.30	No cumple
64	Sec. 64	0.0	0.0	-34.5	1000000.00	0.30	No cumple

Hip.	Id.	Armadura resultante

1	Sec. 1	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
2	Sec. 2	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
3	Sec. 3	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
4	Sec. 4	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
5	Sec. 5	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
6	Sec. 6	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
7	Sec. 7	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
8	Sec. 8	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
9	Sec. 9	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
10	Sec. 10	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
11	Sec. 11	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
12	Sec. 12	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
13	Sec. 13	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
14	Sec. 14	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
15	Sec. 15	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
16	Sec. 16	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
17	Sec. 17	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
18	Sec. 18	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
19	Sec. 19	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
20	Sec. 20	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
21	Sec. 21	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
22	Sec. 22	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
23	Sec. 23	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
24	Sec. 24	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
25	Sec. 25	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
26	Sec. 26	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
27	Sec. 27	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
28	Sec. 28	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
29	Sec. 29	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
30	Sec. 30	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
31	Sec. 31	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
32	Sec. 32	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
33	Sec. 33	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
34	Sec. 34	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
35	Sec. 35	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
36	Sec. 36	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
37	Sec. 37	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
38	Sec. 38	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
39	Sec. 39	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
40	Sec. 40	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
41	Sec. 41	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
42	Sec. 42	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
43	Sec. 43	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
44	Sec. 44	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
45	Sec. 45	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
46	Sec. 46	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
47	Sec. 47	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
48	Sec. 48	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
49	Sec. 49	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
50	Sec. 50	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
51	Sec. 51	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
52	Sec. 52	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
53	Sec. 53	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
54	Sec. 54	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
55	Sec. 55	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
56	Sec. 56	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
57	Sec. 57	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
58	Sec. 58	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
59	Sec. 59	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
60	Sec. 60	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
61	Sec. 61	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
62	Sec. 62	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
63	Sec. 63	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
64	Sec. 64	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
65	Sec. 65	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
66	Sec. 66	10Ø25 + 10Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25

10.3.2.2 Resultados del cálculo en la sección más desfavorable

Sección más desfavorable: Sec. 40

Condicionantes de las armaduras

Armadura	$As_{flexión}$ (cm^2)	$\phi_{mín.}$ (mm)	$\phi_{máx.}$ (mm)	Sep.mín. (mm)	Sep.máx. (mm)
1	62.72	25.0	25.0	175	175
2	62.72	25.0	25.0	175	175
3	44.44	25.0	25.0	100	100
4	44.44	25.0	25.0	100	100

Esfuerzos de cálculo :

Hipótesis	N (kN)	$M_{y'}$ (kNm)	$M_{z'}$ (kNm)
1	0.0	-129.1	60.5
2	0.0	-132.6	66.0
3	0.0	-133.7	61.3
4	0.0	-128.0	65.2

Armadura de la sección

Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara inferior :	10 Ø25
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara superior :	10 Ø25
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara interior :	9 Ø25
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara exterior :	8 Ø25

Resultados de la hipótesis pésima

La hipótesis pésima es la hipótesis 2

Esfuerzos de cálculo :

N 0.0 kN
$M_{y'}$ -132.6 kNm
$M_{z'}$ 66.0 kNm

Parámetros de cálculo :

Esfuerzos de fisuración :

N_{fis} 0.0 kN
$M_{y' fis}$ 0.0 kNm
$M_{z' fis}$ 0.0 kNm

Coeficiente β	:	1.700	
Coeficiente K_1	:	0.000	
Coeficiente K_2	:	0.500	
Recubrimiento geométrico, C	:	0	mm
Separación armaduras, S	:	0	mm
Área eficaz, $A_{c, ef}$	:	0.0	mm^2
Área de armadura en $A_{c, ef}$	:	0.0	mm^2
Diámetro, ϕ	:	0	mm
Separación media fisuras, s_m	:	0	mm
Tensión en la armadura más traccionada, σ_s	:	0.00	MPa
Tensión armadura en fisuración, σ_{sr}	:	0.00	MPa
Deformación media, ε_{sm}	:	0.00000	
Abertura de fisura admisible	:	0.30	mm

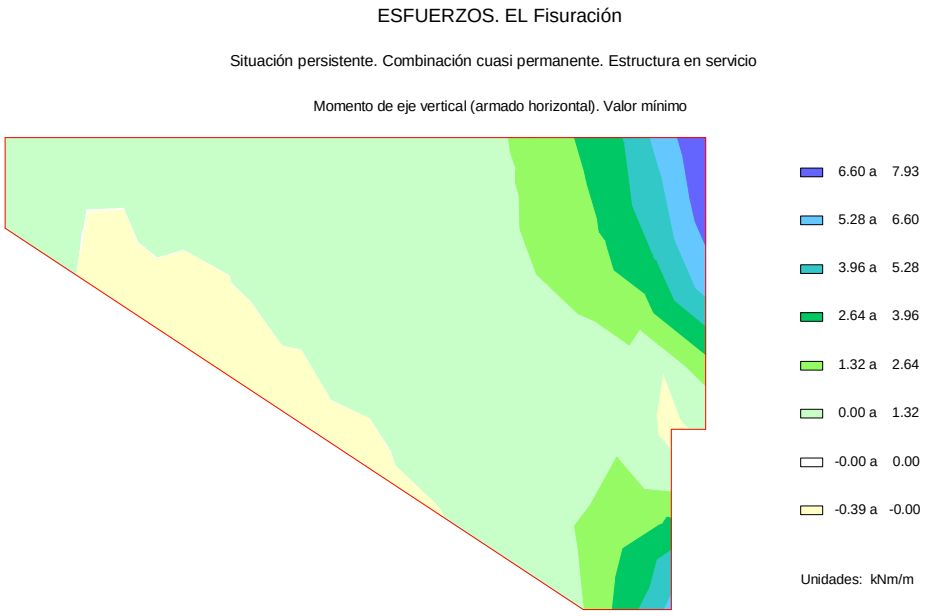
Abertura de fisura, w_k: 1000000.00 mm

10.4 Aleta 1

10.4.1 Esfuerzos de cálculo

Criterio de signos:

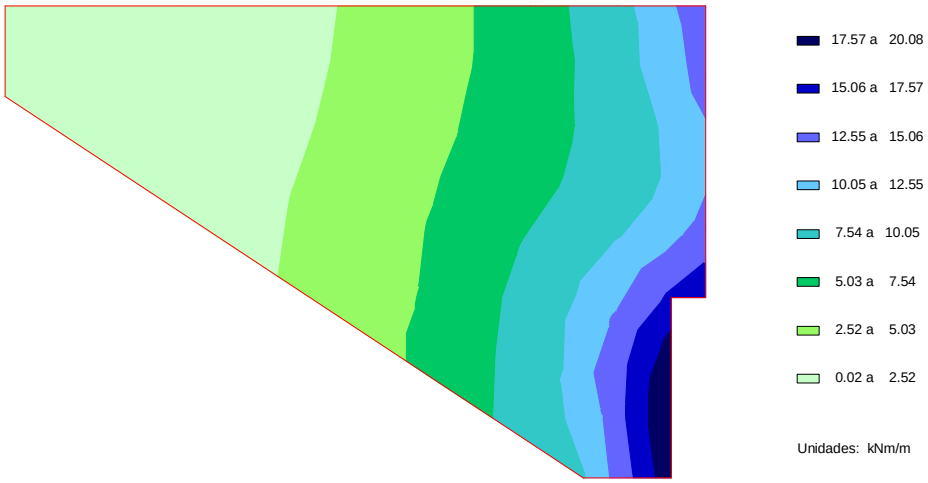
Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores positivos traccionan la cara interior de la aleta.



ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

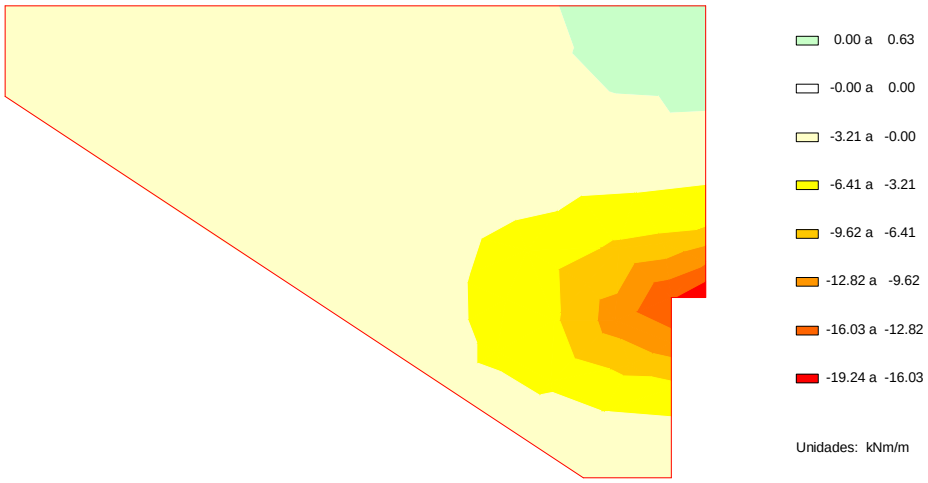
Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor máximo



ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

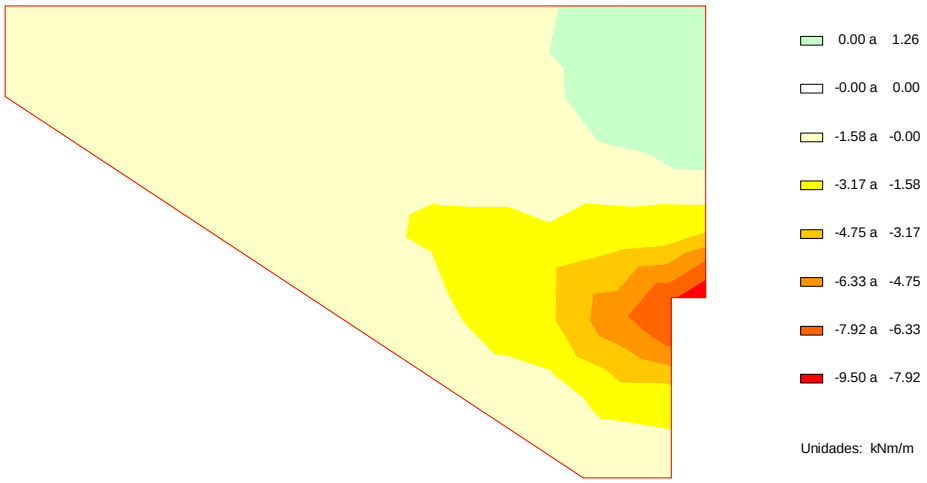
Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor máximo



10.4.2 Cálculo de E.L. de fisuración

Aleta 1. Voladizo. Armadura vertical. Cara exterior.

Recubrimiento mecánico:	0.075	m
Recubrimiento geométrico:	0.065	m

Hipótesis	Ancho (m)	Canto (m)	As. flexión Vertical interior (cm^2)	As. flexión Vertical exterior (cm^2)	Arm. dispuesta	N_k (kN)	M_k (kNm)	w_k (mm)	w_{ac} (mm)
1	1.000	0.500	7.19	7.20	7 Ø12 a 0.150 m	-49.6	-19.3	0.09	0.3
2	1.000	0.500	7.19	7.20	7 Ø12 a 0.150 m	49.8	-2.7	0.00	0.3
3	1.000	0.500	7.19	7.20	7 Ø12 a 0.150 m	-49.6	-19.3	0.09	0.3
4	1.000	0.500	7.19	7.20	7 Ø12 a 0.150 m	-49.4	-19.2	0.09	0.3

w_k: abertura de fisura en la fibra de la vertical exterior

El momento positivo comprime la fibra de la vertical exterior

Sí cumple.

Aleta 1. Voladizo. Armadura vertical. Cara interior.

Recubrimiento mecánico:	0.075	m
Recubrimiento geométrico:	0.065	m

Hipótesis	Ancho (m)	Canto (m)	As. flexión Vertical interior (cm^2)	As. flexión Vertical exterior (cm^2)	Arm. dispuesta	N_k (kN)	M_k (kNm)	w_k (mm)	w_{ac} (mm)
1	1.000	0.500	7.19	7.20	7 Ø12 a 0.150 m	-49.6	-19.3	0.01	0.3
2	1.000	0.500	7.19	7.20	7 Ø12 a 0.150 m	49.8	-2.7	0.00	0.3
3	1.000	0.500	7.19	7.20	7 Ø12 a 0.150 m	-0.4	1.3	0.00	0.3
4	1.000	0.500	7.19	7.20	7 Ø12 a 0.150 m	-0.4	1.3	0.00	0.3

w_k: abertura de fisura en la fibra de la vertical interior

El momento positivo comprime la fibra de la vertical exterior

Sí cumple.

Aleta 1. Armadura horizontal. Cara exterior.

Recubrimiento mecánico: 0.055 m
Recubrimiento geométrico: 0.045 m

Hipótesis	Ancho	Canto	As. flexión Horizontal interior	As. flexión Horizontal exterior	Arm. dispuesta	N_k	M_k	w_k
	(m)	(m)	(cm^2)	(cm^2)		(kN)	(kNm)	(mm)
1	1.000	0.500	6.91	2.50	3 Ø12 a 0.350 m	-108.3	1.0	0.16
2	1.000	0.500	6.91	2.50	3 Ø12 a 0.350 m	213.1	5.7	0.00
3	1.000	0.500	6.91	2.50	3 Ø12 a 0.350 m	-82.5	-0.4	0.12
4	1.000	0.500	6.91	2.50	3 Ø12 a 0.350 m	-82.5	-0.4	0.12

w_k: abertura de fisura en la fibra de la horizontal exterior

El momento positivo comprime la fibra de la horizontal exterior

Sí cumple.

Aleta 1. Armadura horizontal. Cara interior.

Recubrimiento mecánico: 0.055 m
Recubrimiento geométrico: 0.045 m

Hipótesis	Ancho	Canto	As. flexión Horizontal interior	As. flexión Horizontal exterior	Arm. dispuesta	N_k	M_k	w_k
	(m)	(m)	(cm^2)	(cm^2)		(kN)	(kNm)	(mm)
1	1.000	0.500	6.91	2.50	7 Ø12 a 0.150 m	-108.3	1.0	0.06
2	1.000	0.500	6.91	2.50	7 Ø12 a 0.150 m	213.1	5.7	0.00
3	1.000	0.500	6.91	2.50	7 Ø12 a 0.150 m	115.7	20.1	0.00
4	1.000	0.500	6.91	2.50	7 Ø12 a 0.150 m	115.7	20.1	0.00

w_k: abertura de fisura en la fibra de la horizontal interior

El momento positivo comprime la fibra de la horizontal exterior

Sí cumple.

10.5 Aleta2

10.5.1 Esfuerzos de cálculo

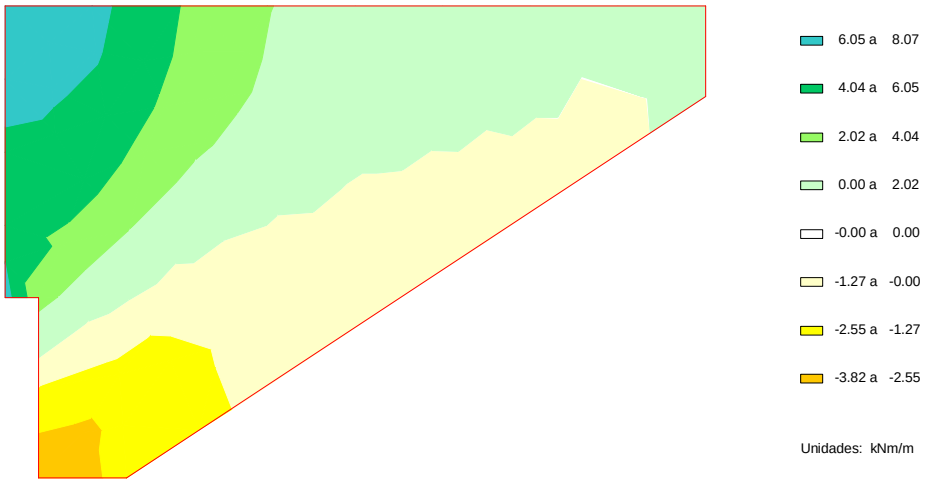
Criterio de signos:

Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores positivos traccionan la cara interior de la aleta.

ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

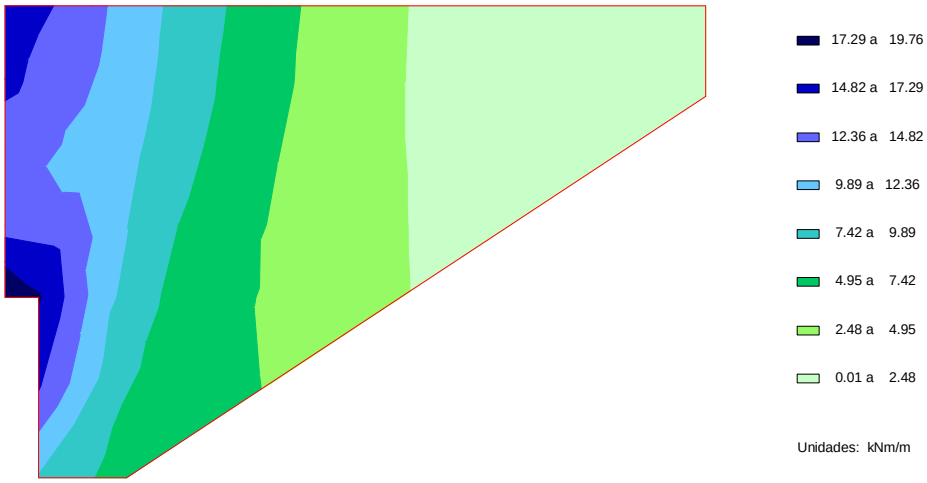
Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

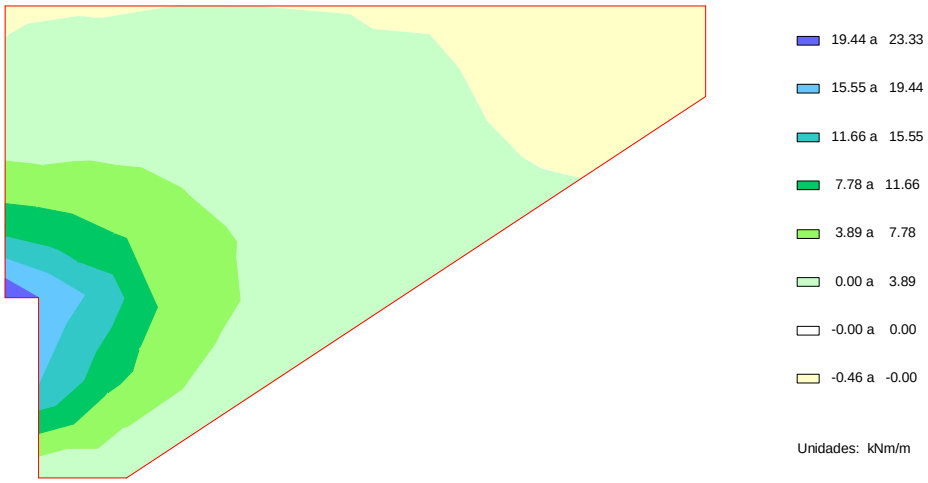
Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor máximo



ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

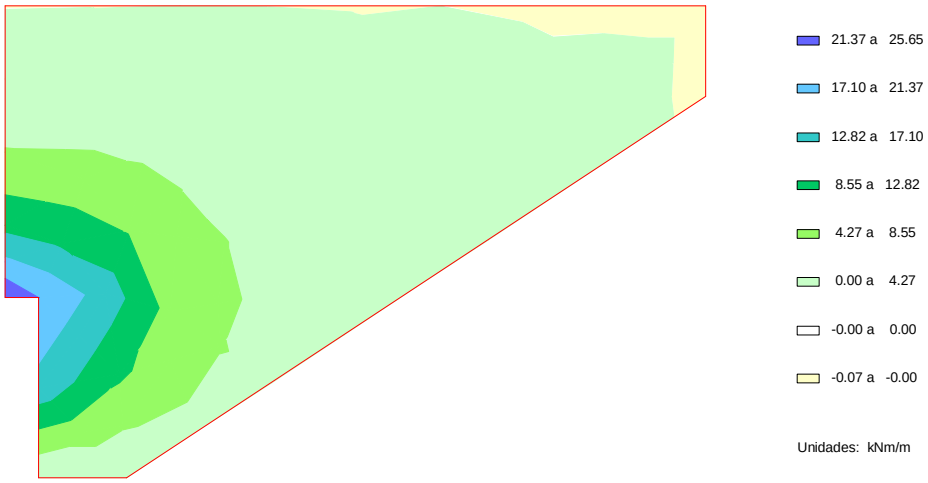
Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor máximo



10.5.2 Cálculo de E.L. de fisuración

Aleta 2. Voladizo. Armadura vertical. Cara exterior.

Recubrimiento mecánico:	0.075	m
Recubrimiento geométrico:	0.065	m

Hipótesis	Ancho (m)	Canto (m)	As. flexión Vertical interior (cm^2)	As. flexión Vertical exterior (cm^2)	Arm. dispuesta	N_k (kN)	M_k (kNm)	w_k (mm)	w_{ac} (mm)
1	1.000	0.500	7.21	7.18	7 Ø12 a 0.150 m	-32.6	15.9	0.00	0.3
2	1.000	0.500	7.21	7.18	7 Ø12 a 0.150 m	43.9	2.5	0.00	0.3
3	1.000	0.500	7.21	7.18	7 Ø12 a 0.150 m	-2.3	-0.5	0.00	0.3

4	1.000	0.500	7.21	7.18	7 Ø12 a 0.150 m	-2.3	-0.5	0.00	0.

w_k: abertura de fisura en la fibra de la vertical exterior

El momento positivo comprime la fibra de la vertical exterior

Sí cumple.

Aleta 2. Voladizo. Armadura vertical. Cara interior.

Recubrimiento mecánico: 0.075 m
Recubrimiento geométrico: 0.065 m

Hipótesis	Ancho	Canto	As. flexión Vertical interior	As. flexión Vertical exterior	Arm. dispuesta	N_k	M_k	w_k	w_{ac}
	(m)	(m)	(cm^2)	(cm^2)		(kN)	(kNm)	(mm)	(mm)
1	1.000	0.500	7.21	7.18	7 Ø12 a 0.150 m	-32.6	15.9	0.07	0.
2	1.000	0.500	7.21	7.18	7 Ø12 a 0.150 m	43.9	2.5	0.00	0.
3	1.000	0.500	7.21	7.18	7 Ø12 a 0.150 m	-25.9	25.6	0.09	0.
4	1.000	0.500	7.21	7.18	7 Ø12 a 0.150 m	-25.9	25.6	0.09	0.

w_k: abertura de fisura en la fibra de la vertical interior

El momento positivo comprime la fibra de la vertical exterior

Sí cumple.

Aleta 2. Armadura horizontal. Cara exterior.

Recubrimiento mecánico: 0.055 m
Recubrimiento geométrico: 0.045 m

Hipótesis	Ancho	Canto	As. flexión Horizontal interior	As. flexión Horizontal exterior	Arm. dispuesta	N_k	M_k	w_k
	(m)	(m)	(cm^2)	(cm^2)		(kN)	(kNm)	(mm)
1	1.000	0.500	6.89	2.50	3 Ø12 a 0.350 m	-94.3	6.0	0.11
2	1.000	0.500	6.89	2.50	3 Ø12 a 0.350 m	192.4	-3.8	0.00
3	1.000	0.500	6.89	2.50	3 Ø12 a 0.350 m	192.2	-3.8	0.00
4	1.000	0.500	6.89	2.50	3 Ø12 a 0.350 m	192.4	-3.8	0.00

w_k: abertura de fisura en la fibra de la horizontal exterior

El momento positivo comprime la fibra de la horizontal exterior

Sí cumple.

Aleta 2. Armadura horizontal. Cara interior.

Recubrimiento mecánico: 0.055 m
Recubrimiento geométrico: 0.045 m

Hipótesis	Ancho	Canto	As. flexión Horizontal interior	As. flexión Horizontal exterior	Arm. dispuesta	N_k	M_k	w_k
	(m)	(m)	(cm^2)	(cm^2)		(kN)	(kNm)	(mm)
1	1.000	0.500	6.89	2.50	7 Ø12 a 0.150 m	-94.3	6.0	0.08
2	1.000	0.500	6.89	2.50	7 Ø12 a 0.150 m	192.4	-3.8	0.00
3	1.000	0.500	6.89	2.50	7 Ø12 a 0.150 m	-77.4	19.7	0.09
4	1.000	0.500	6.89	2.50	7 Ø12 a 0.150 m	-77.2	19.8	0.09

w_k: abertura de fisura en la fibra de la horizontal interior

El momento positivo comprime la fibra de la horizontal exterior

Sí cumple.

10.6 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Pilotes. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Encepado. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Cargadero. No se ha encontrado solución en el cálculo a fisuración.
Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Cargadero. No verifica la comprobación.
Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Aleta 1. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Aleta 2. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Losa de transición. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Espaldón. Verifica la comprobación.

Pilotes :

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Pilotes. Verifica la comprobación.

Espaldón

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Espaldón. Verifica la comprobación.

Cargadero

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Cargadero. No se ha encontrado solución en el cálculo a fisuración.
Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Cargadero. No verifica la comprobación.

Aleta 1 :

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Aleta 1. Verifica la comprobación.

Aleta 2 :

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Aleta 2. Verifica la comprobación.

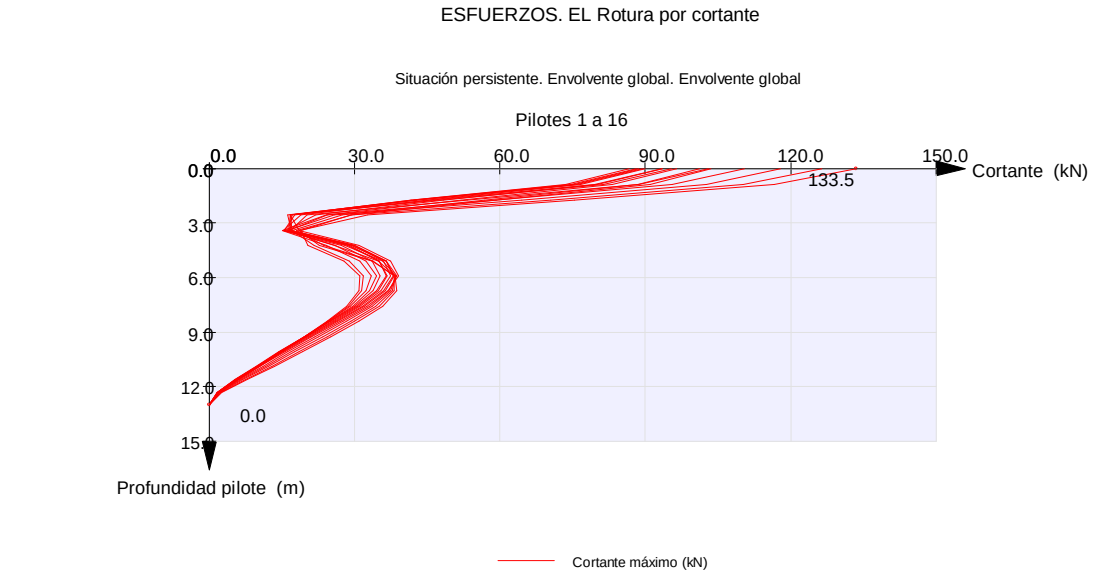
11 ESTADO LíMITE DE CORTANTE

11.1 Pilotes

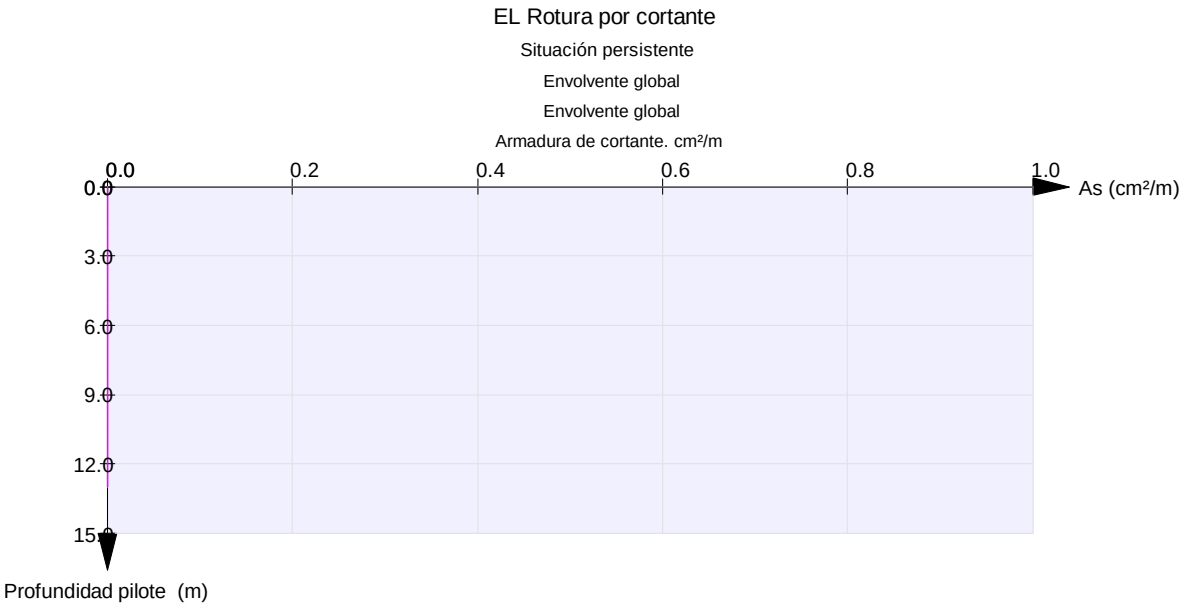
11.1.1 Esfuerzos de cálculo

Criterio de signos:

Los axiles positivos comprimen al pilote.



11.1.2 Armaduras de cortante



Comprobación de las bielas de compresión

$K = V_d / V_{u1}$

11.2 Espaldón

11.2.1 Esfuerzos de cálculo

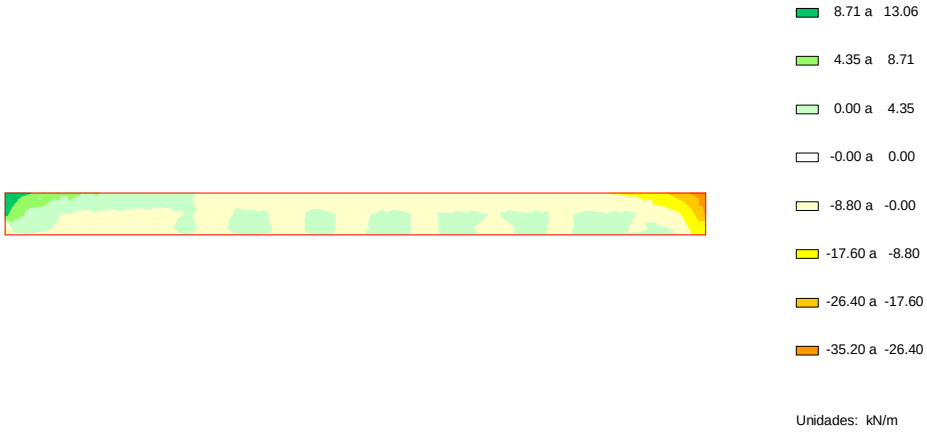
Criterio de signos:

Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores positivos traccionan el trasdós del espaldón.

ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

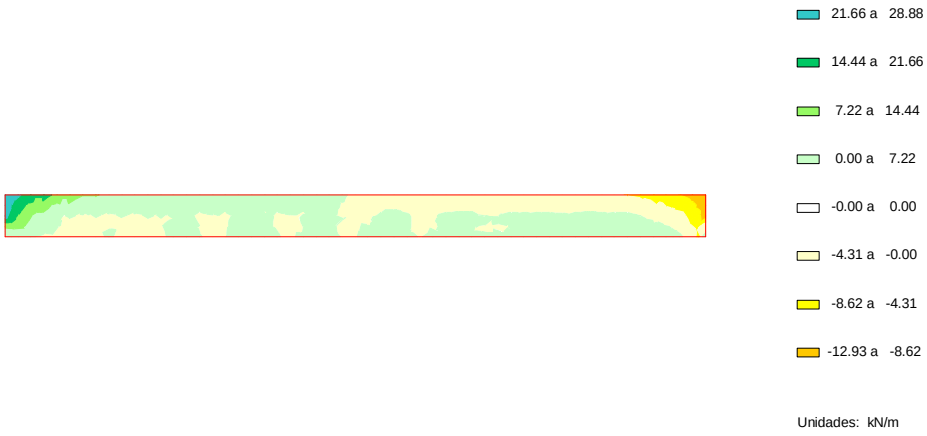
Cortante eje horizontal. Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

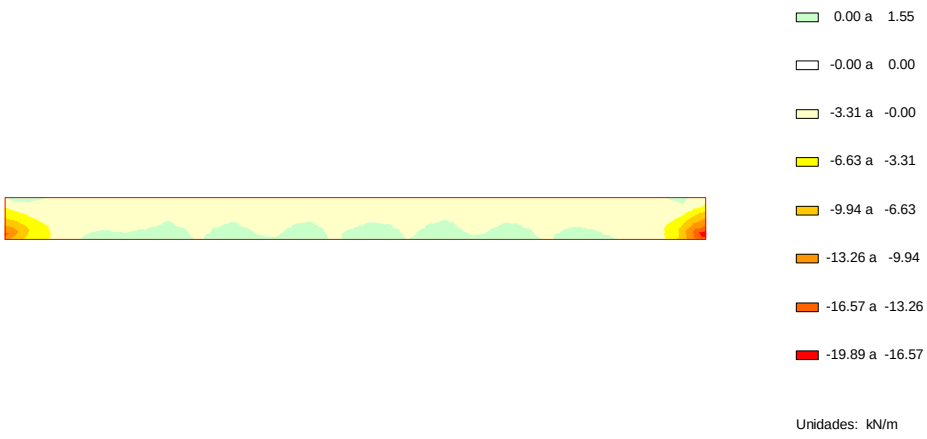
Cortante eje horizontal. Valor máximo



ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

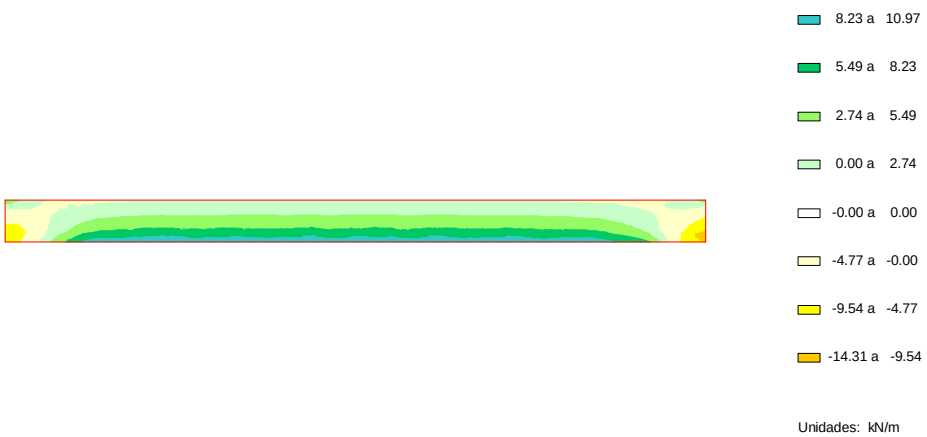
Cortante eje vertical. Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Cortante eje vertical. Valor máximo



11.2.2 Armaduras de cortante

EL Rotura por cortante

Situación persistente

Envolvente global

Envolvente global

Armadura de cortante. cm²/m²

Unidades: cm²/m²

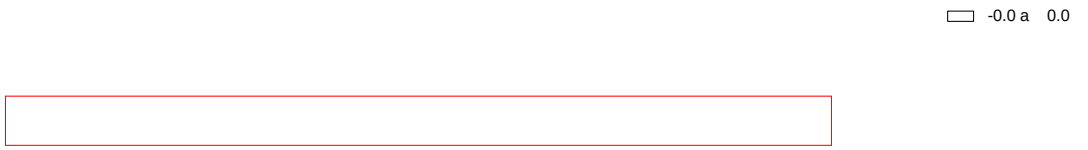
EL Rotura por cortante

Situación persistente

Envolvente global

Envolvente global

Armadura mínima de cortante. cm²/m²



Unidades: cm²/m²

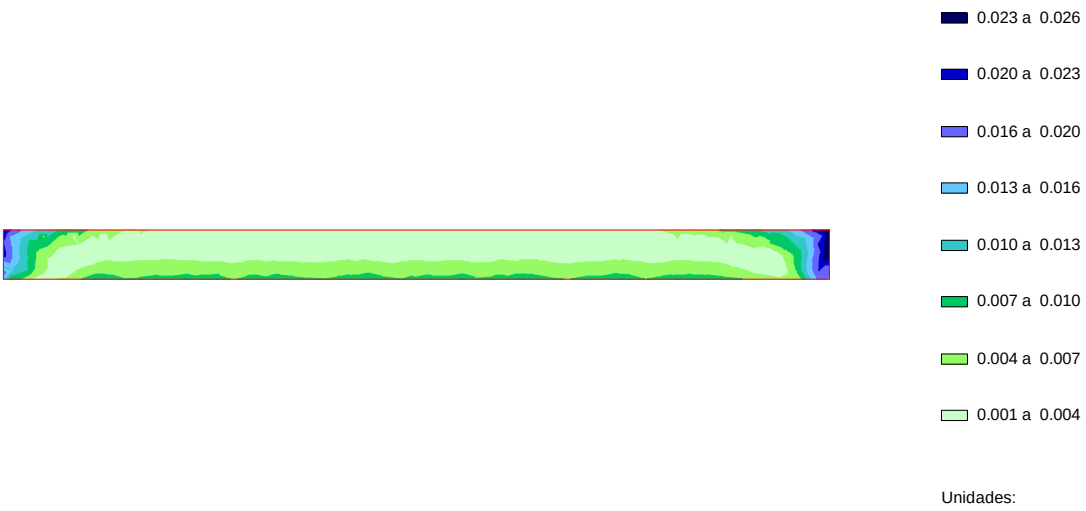
EL Rotura por cortante

Situación persistente

Envolvente global

Envolvente global

Resultado de la comprobación relativa a las bielas de compresión



11.3 Cargadero

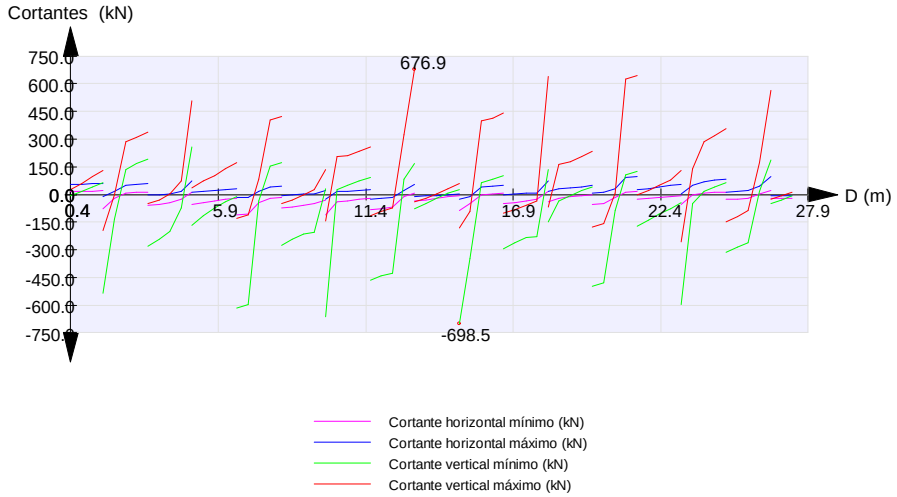
11.3.1 Esfuerzos de cálculo

Criterio de signos:

Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores de eje vertical positivos comprimen la cara posterior del cargadero.
Los flectores de eje horizontal positivos comprimen la cara superior del cargadero.

ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global



11.3.2 Armaduras de cortante

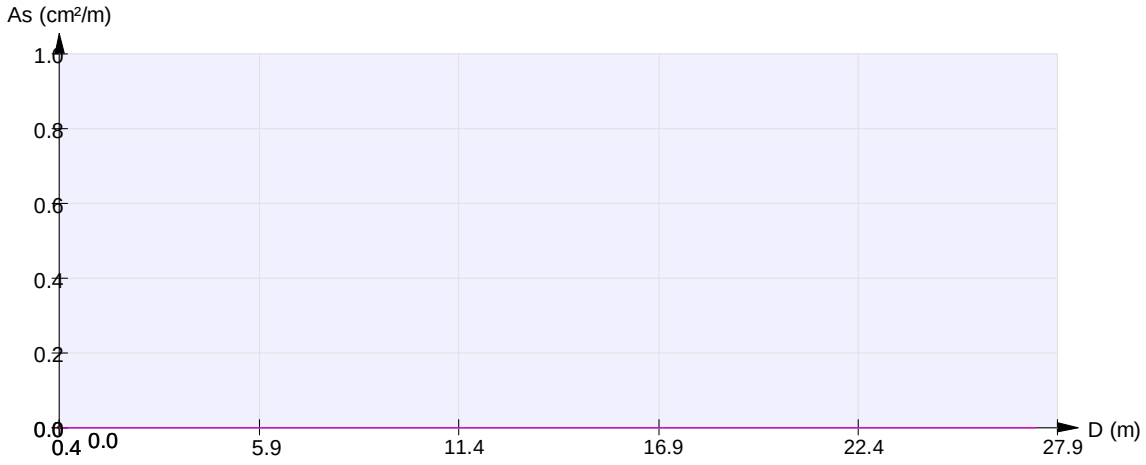
EL Rotura por cortante

Situación persistente

Envolvente global

Envolvente global

Armadura de cortante. cm²/m



Comprobación de las bielas de compresión

$K = ((V_{dx} / V_{u1x})^2 + (V_{dy} / V_{u1y})^2)^{1/2}$

11.4 Aleta 1

11.4.1 Esfuerzos de cálculo

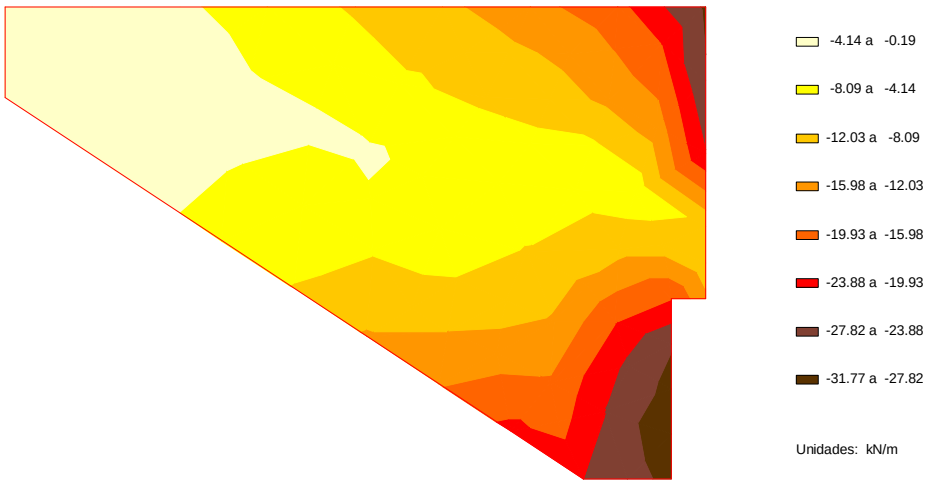
Criterio de signos:

Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores positivos traccionan la cara interior de la aleta.

ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

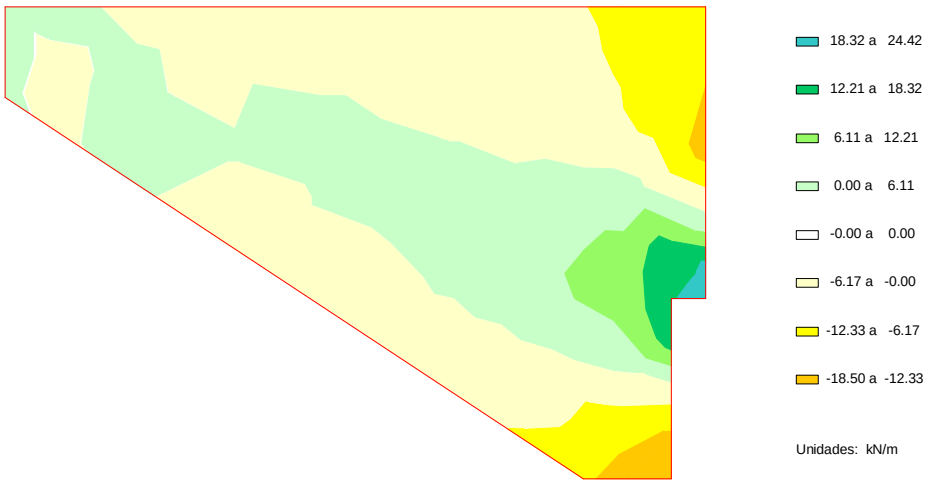
Cortante eje horizontal. Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

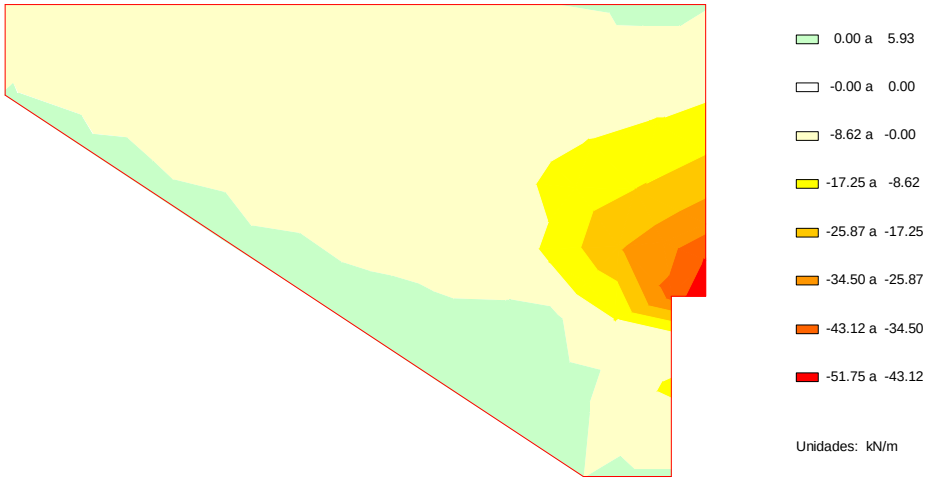
Cortante eje horizontal. Valor máximo



ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

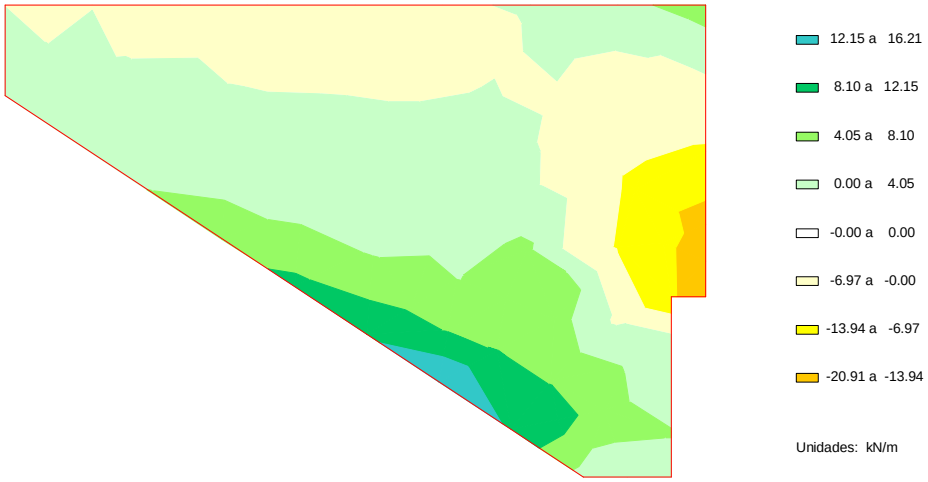
Cortante eje vertical. Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Cortante eje vertical. Valor máximo



11.4.2 Armaduras de cortante

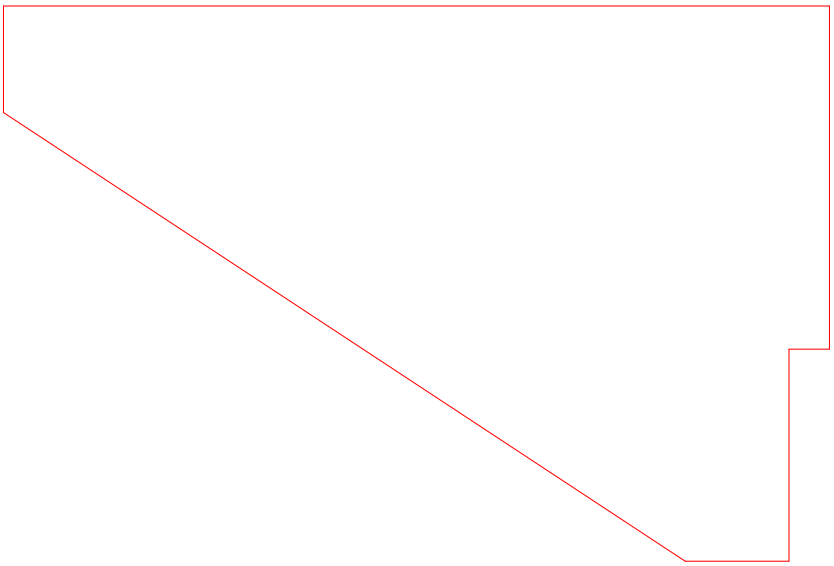
EL Rotura por cortante

Situación persistente

Envolvente global

Envolvente global

Armadura de cortante. cm²/m²



-0.0 a 0.0

Unidades: cm²/m²

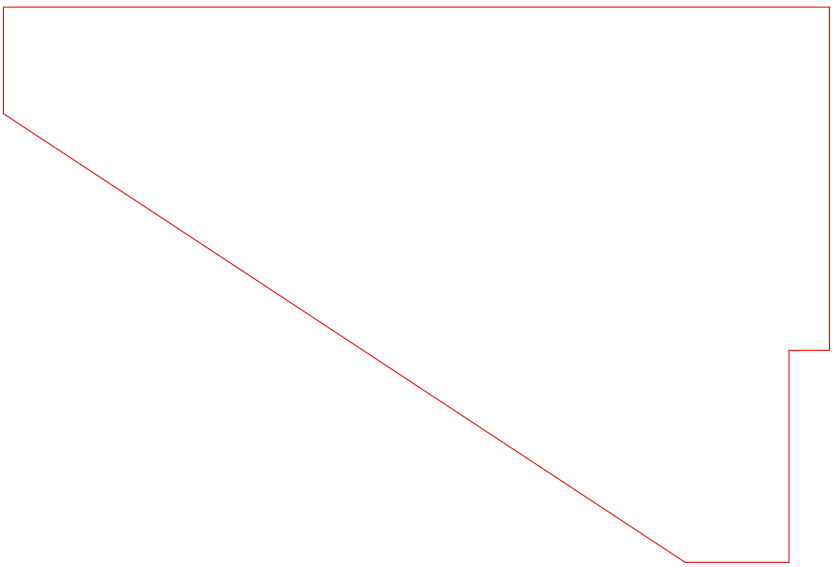
EL Rotura por cortante

Situación persistente

Envolvente global

Envolvente global

Armadura mínima de cortante. cm²/m²



-0.0 a 0.0

Unidades: cm²/m²

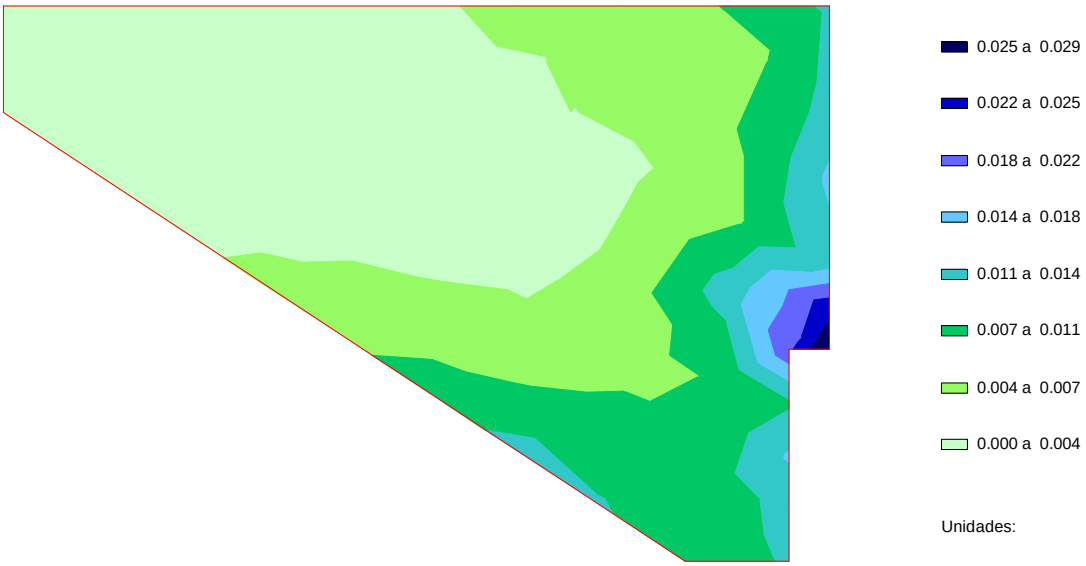
EL Rotura por cortante

Situación persistente

Envolvente global

Envolvente global

Resultado de la comprobación relativa a las bielas de compresión



11.5 Aleta2

11.5.1 Esfuerzos de cálculo

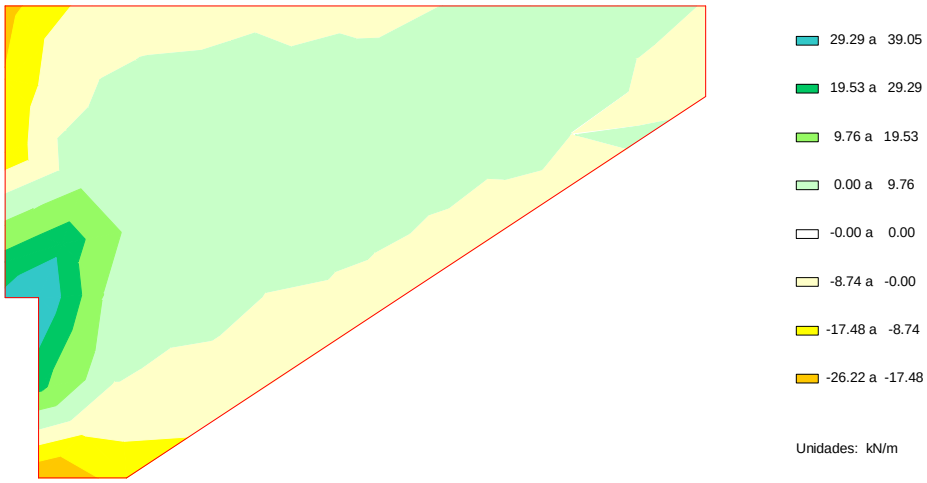
Criterio de signos:

Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores positivos traccionan la cara interior de la aleta.

ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

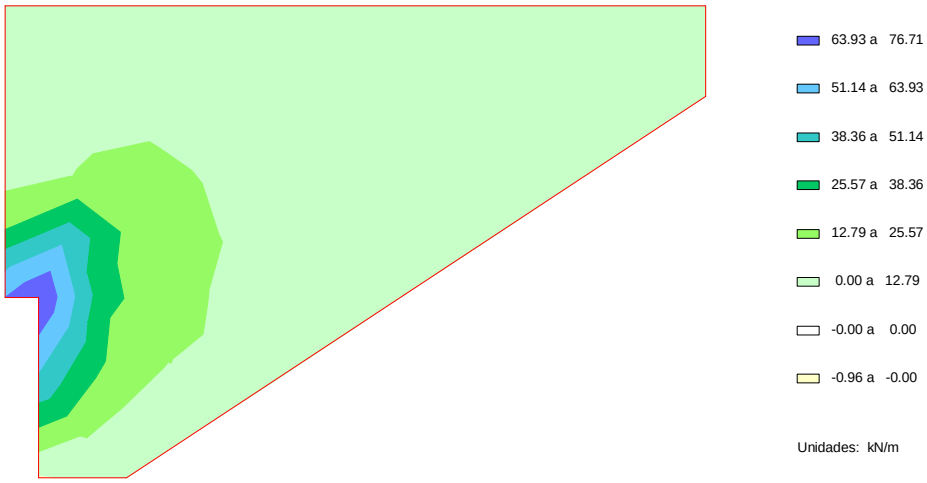
Cortante eje horizontal. Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

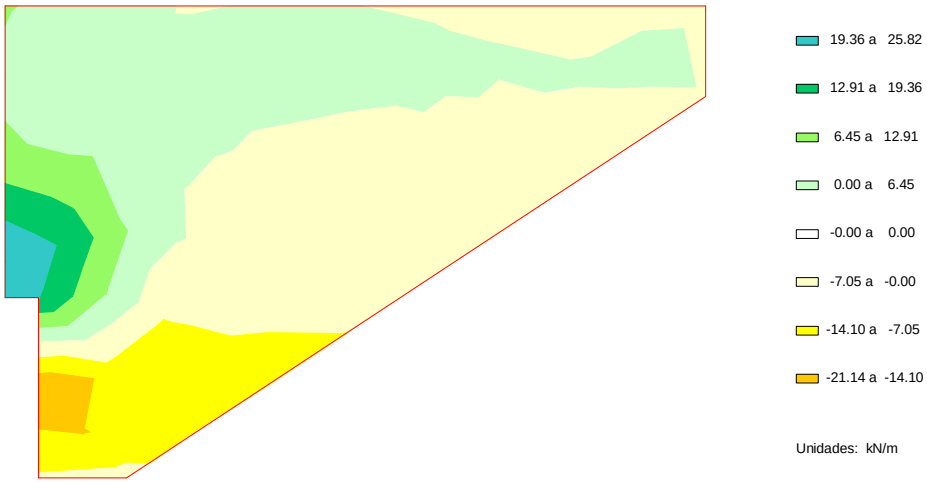
Cortante eje horizontal. Valor máximo



ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

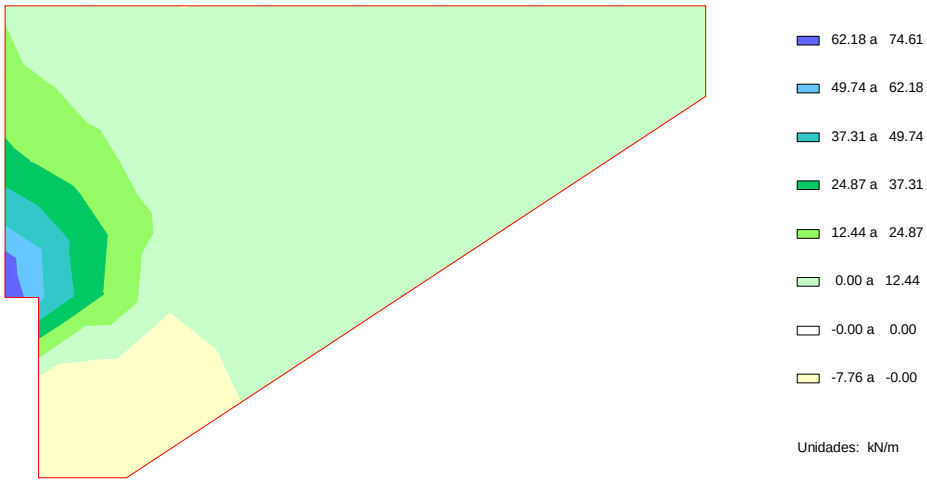
Cortante eje vertical. Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Cortante eje vertical. Valor máximo



11.5.2 Armaduras de cortante

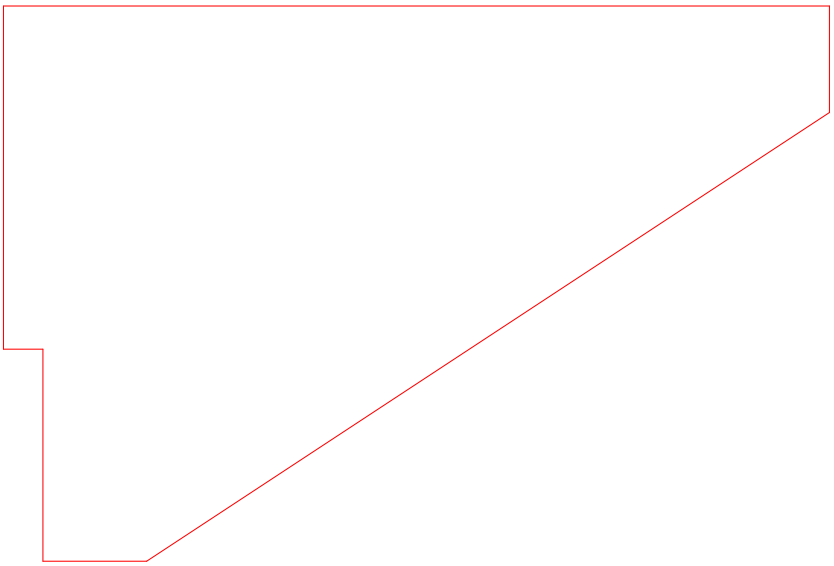
EL Rotura por cortante

Situación persistente

Envolvente global

Envolvente global

Armadura de cortante. cm²/m²



-0.0 a 0.0

Unidades: cm²/m²

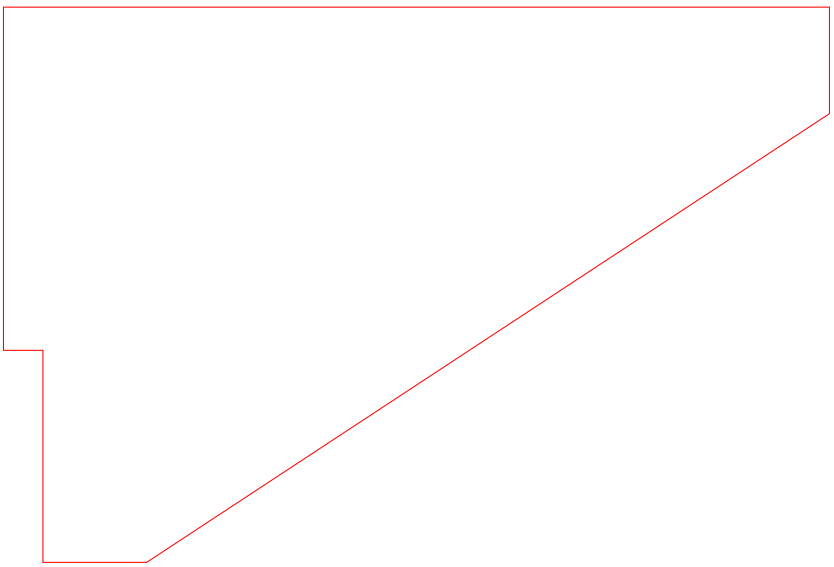
EL Rotura por cortante

Situación persistente

Envolvente global

Envolvente global

Armadura mínima de cortante. cm²/m²



-0.0 a 0.0

Unidades: cm²/m²

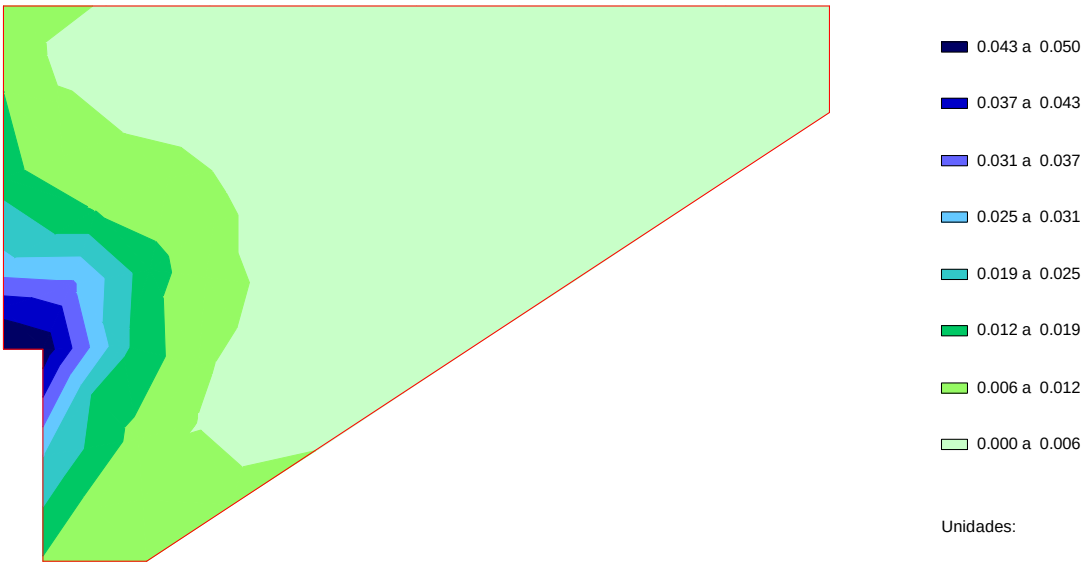
EL Rotura por cortante

Situación persistente

Envolvente global

Envolvente global

Resultado de la comprobación relativa a las bielas de compresión



11.6 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Aleta 1. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Aleta 2. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Cargadero. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Pilotes. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Espaldón. Verifica la comprobación.

Pilotes :

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Pilotes. Verifica la comprobación.

Espaldón

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Espaldón. Verifica la comprobación.

Cargadero

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Cargadero. Verifica la comprobación.

Aleta 1 :

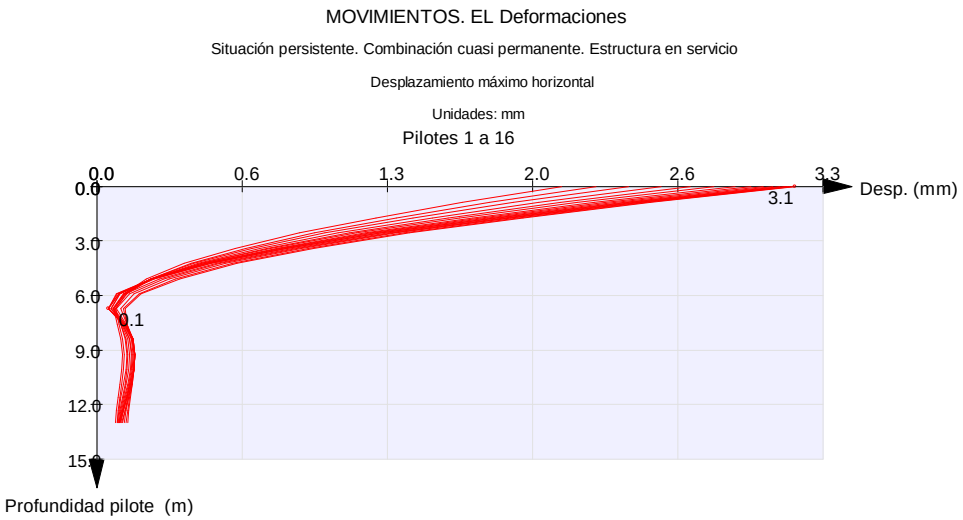
Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Aleta 1. Verifica la comprobación.

Aleta 2 :

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Aleta 2. Verifica la comprobación.

12 ESTADO LíMITE DE DEFORMACIONES

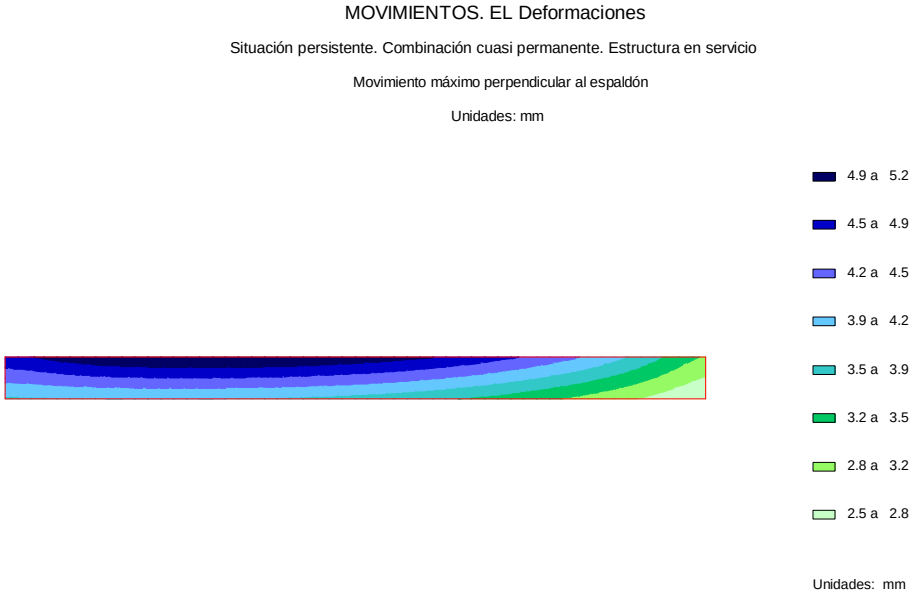
12.1 Pilotes


MOVIMIENTOS. EL Deformaciones
Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio
Desplazamiento máximo horizontal
Unidades: mm
Pilotes 1 a 16
0.0
0.6
1.3
2.0
2.6
3.3
Desp. (mm)
0.0
3.0
6.0
9.0
12.0
15.
3.1
0.1
Profundidad pilote (m)

MOVIMIENTOS. EL Deformaciones
Situación persistente. Combinación frecuente. Estructura en servicio
Desplazamiento máximo horizontal
Unidades: mm
Pilotes 1 a 16
0.0
0.7
1.4
2.1
2.8
3.5
Desp. (mm)
0.0
3.0
6.0
9.0
12.0
15.
3.3
0.1
Profundidad pilote (m)

12.2 Muro espaldón

12.2.1 Deformaciones



MOVIMIENTOS. EL Deformaciones

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Descenso máximo

Unidades: mm

-8.0 a -7.8
-8.3 a -8.0
-8.5 a -8.3
-8.8 a -8.5
-9.0 a -8.8
-9.3 a -9.0
-9.5 a -9.3
-9.8 a -9.5

Unidades: mm

MOVIMIENTOS. EL Deformaciones

Situación persistente. Combinación frecuente. Estructura en servicio

Movimiento máximo perpendicular al espaldón

Unidades: mm

4.9 a 5.2
4.6 a 4.9
4.3 a 4.6
4.0 a 4.3
3.7 a 4.0
3.4 a 3.7
3.1 a 3.4
2.8 a 3.1

Unidades: mm

MOVIMIENTOS. EL Deformaciones

Situación persistente. Combinación frecuente. Estructura en servicio

Descenso máximo

Unidades: mm

-11.1 a -11.0
-11.2 a -11.1
-11.2 a -11.2
-11.3 a -11.2
-11.4 a -11.3
-11.4 a -11.4
-11.5 a -11.4
-11.5 a -11.5

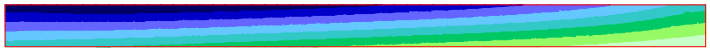
Unidades: mm

MOVIMIENTOS. EL Deformaciones

Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio

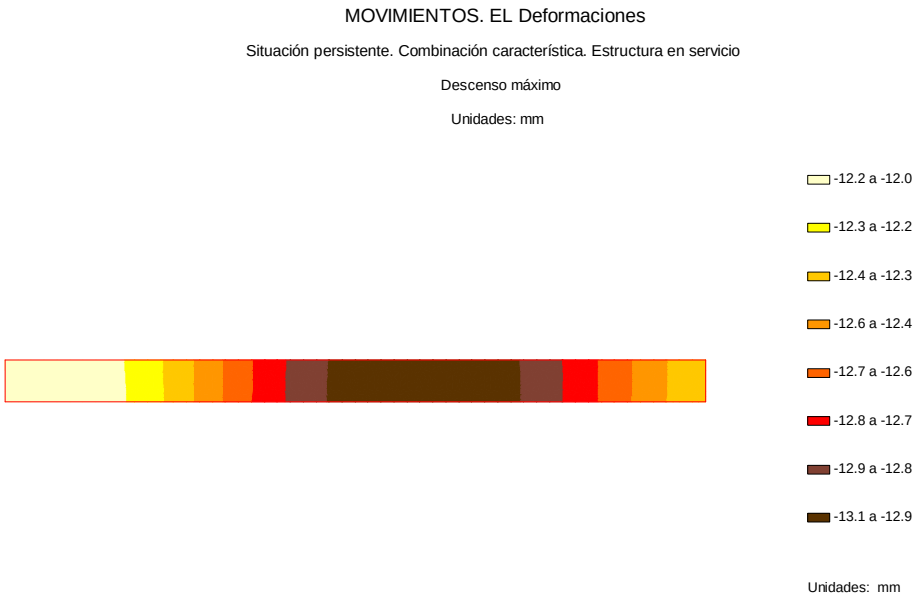
Movimiento máximo perpendicular al espaldón

Unidades: mm



7.6 a 8.0
7.2 a 7.6
6.8 a 7.2
6.4 a 6.8
6.0 a 6.4
5.6 a 6.0
5.2 a 5.6
4.8 a 5.2

Unidades: mm



12.2.2 Cálculo de E.L. de deformaciones

12.2.2.1 Desplazamientos. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Desplazamiento máximo horizontal en coronación	:	5.2	mm
Desplazamiento horizontal en coronación admisible	:	50.0	mm
Desplazamiento máximo vertical en coronación	:	9.8	mm
Desplazamiento vertical en coronación admisible	:	50.0	mm

12.2.2.2 Desplazamientos. Situación persistente. Combinación frecuente. Estructura en servicio

Desplazamiento máximo horizontal en coronación	:	5.2	mm
Desplazamiento horizontal en coronación admisible	:	50.0	mm
Desplazamiento máximo vertical en coronación	:	11.5	mm
Desplazamiento vertical en coronación admisible	:	50.0	mm

12.2.2.3 Desplazamientos. Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio

Desplazamiento máximo horizontal en coronación	:	8.0	mm
Desplazamiento horizontal en coronación admisible	:	50.0	mm
Desplazamiento máximo vertical en coronación	:	13.1	mm
Desplazamiento vertical en coronación admisible	:	50.0	mm

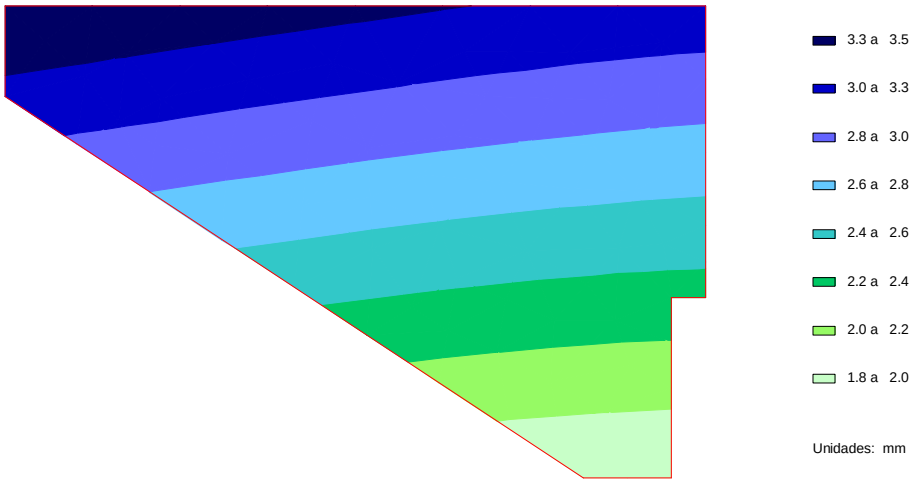
12.3 Aleta 1

MOVIMIENTOS. EL Deformaciones

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Movimiento máximo perpendicular a la aleta

Unidades: mm

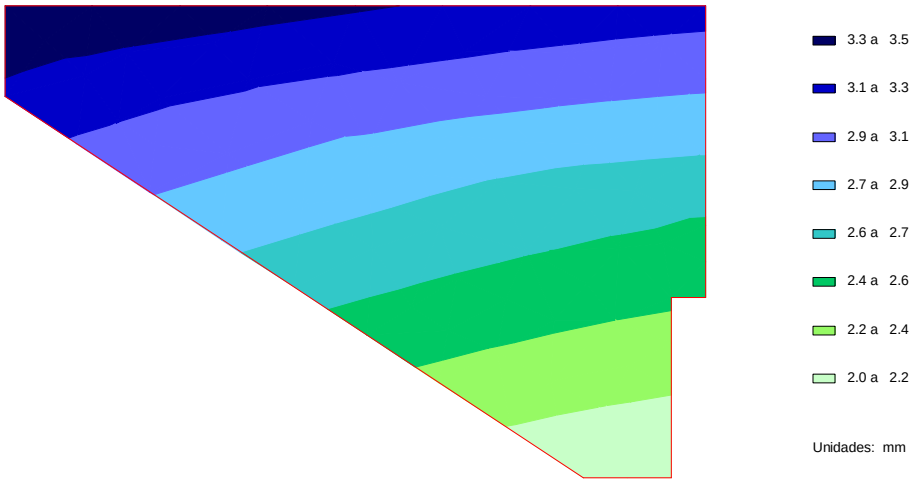


MOVIMIENTOS. EL Deformaciones

Situación persistente. Combinación frecuente. Estructura en servicio

Movimiento máximo perpendicular a la aleta

Unidades: mm

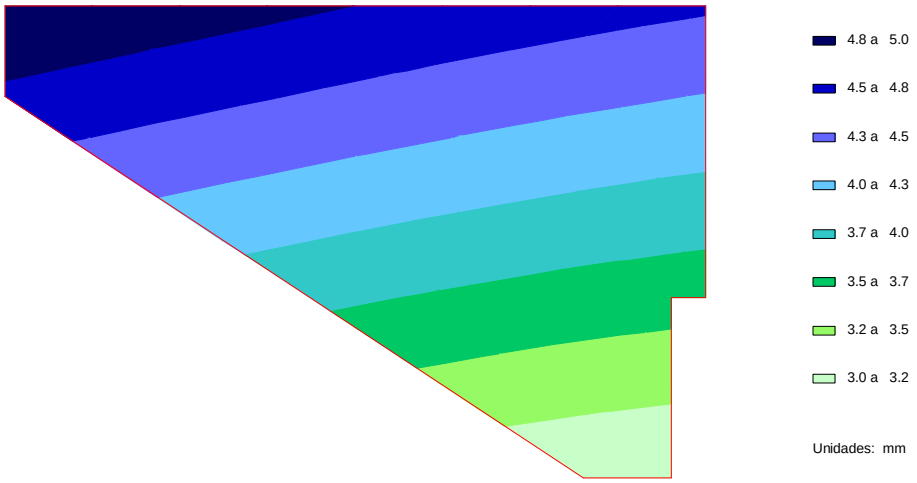


MOVIMIENTOS. EL Deformaciones

Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio

Movimiento máximo perpendicular a la aleta

Unidades: mm



12.4 Aleta2

MOVIMIENTOS. EL Deformaciones

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Movimiento máximo perpendicular a la aleta

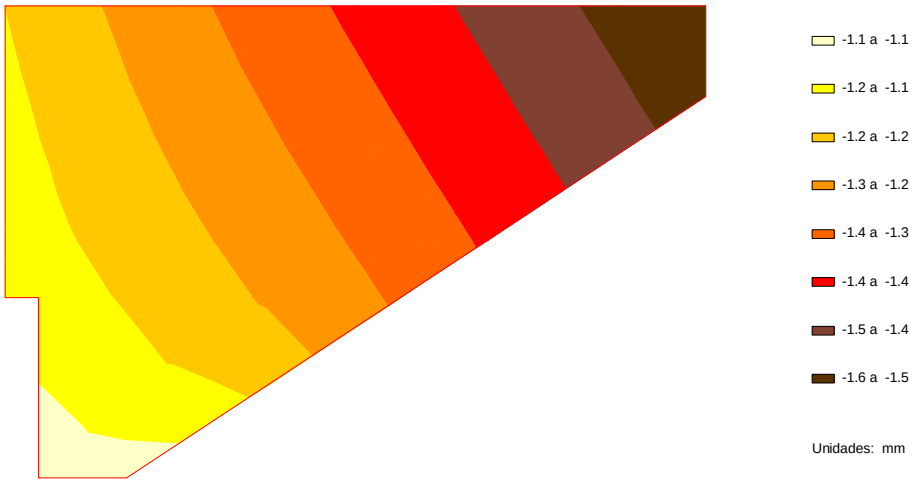
Unidades: mm

MOVIMIENTOS. EL Deformaciones

Situación persistente. Combinación frecuente. Estructura en servicio

Movimiento máximo perpendicular a la aleta

Unidades: mm

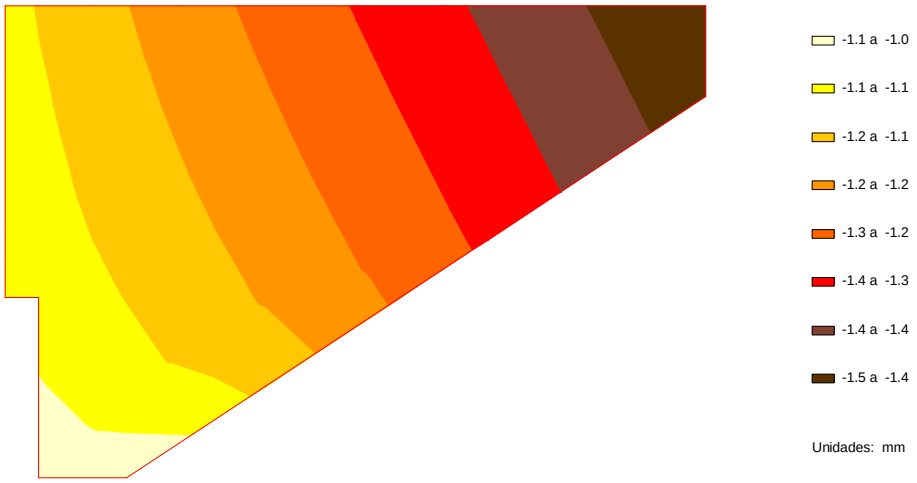


MOVIMIENTOS. EL Deformaciones

Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio

Movimiento máximo perpendicular a la aleta

Unidades: mm



12.5 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Verifica la comprobación.

Situación persistente. Combinación frecuente. Estructura en servicio. Verifica la comprobación.

Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio. Verifica la comprobación.

13 ESTADO LíMITE DE DESPIECE

13.1 Resumen de verificaciones

Generación del armado. Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara inferior. Posición del despiece incorrecta.
Generación del armado. Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara superior. Posición del despiece incorrecta.
Generación del armado. Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara interior. Posición del despiece incorrecta.
Generación del armado. Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara exterior. Posición del despiece incorrecta.
Generación del armado. Murete lateral 2. Armadura horizontal. Cara exterior. La armadura no cabe en la sección o no cumple con el recubrimiento.
Generación del armado. Murete lateral 2. Armadura horizontal. Cara exterior. La armadura no cabe en la sección o no cumple con el recubrimiento.
Generación del armado. No verifica la comprobación.

Programa: CivilEstudio

Versión: 34 - 6
Barcelona, 2018

CivilEstudio, software propiedad de CivilCAD Consultores, S.L.
Autores: L.M.Callís, J.M.Roig, I.Callís, P.Reinés
Licencia de uso concedida a: Most Enginyers, S.L.
Número de usuario: 12202

Proyecto:

Nombre del proyecto: *PRECÀLCUL DE LES ESTRUCTURES DEL PROJECTE D'OBRES BÀSIQUES D'URBANITZACIÓ DEL PLA DIRECTOR URBANÍSTIC DEL CENTRE DIRECCIONAL DE CERDANYOLA DEL VALLÈS*
Nombre de la estructura: *3 V.7.1 Pont sobre el torrent de Magrans a l'eix 7*
Nombre del elemento estructural: *Estrep flotant*
Tipo de estructura: *Cargadero cimentado mediante pilotes*
Funcionalidad de la estructura: *Estructura de Carretera*
Clase de estructura: *Cargadero sin encepado*
Vida útil: *100 años*

Normativas:

Ámbito: *Normas españolas*

Unidades:

Sistema *S.I.*

Despiece:

Sistema Métrico Europeo

Módulo del programa:

Módulo Estribo flotante
Nombre del archivo de proyecto: *v71_v1.efl*
Ruta de acceso: *p:\parc de l'alba\estructures\3. v-7.1\civilcad estrep*

Informe:

Tipo de informe: *Mediciones*
Informe generado el día 19-12-2020 a las 23:17:11.

Incidencias :

Incidencia nº 1 :
Tarea :
Generación del modelo de cálculo
Causa :

Incidencia nº 2 :
Tarea :
Cálculo: fisuración
Causa :
La armadura necesaria es superior a la armadura máxima del despiece (diámetro máximo y separación mínima).

Incidencia nº 3 :
Tarea :
Generación del despiece
Causa :
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara inferior. Posición del despiece incorrecta.
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara superior. Posición del despiece incorrecta.
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara interior. Posición del despiece incorrecta.
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara exterior. Posición del despiece incorrecta.
Murete lateral 2. Armadura horizontal. Cara exterior. La armadura no cabe en la sección o no cumple con el recubrimiento.

Índice

1 MEDICIONES

1 MEDICIONES

Alzado

Muro frontal

Unidad: Superficie de encofrado plano visto

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Estribo. cara anterior	1	27.684	27.68
Espaldón. Cara exterior	1	42.440	42.44
Murete 1. Cara 2	1	2.070	2.07
Murete 2. Cara 2	1	2.070	2.07

Total:	74.263	m^2

Unidad: Superficie de encofrado plano oculto

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Cara trasdós estribo	1	66.736	66.74
Cara frontal de la capa de nivelación	1	2.713	2.71
Cara posterior de la capa de nivelación	1	2.713	2.71
Cara lateral 1 de la capa de nivelación	1	0.220	0.22
Cara lateral 2 de la capa de nivelación	1	0.220	0.22

Total:	72.603	m^2

Unidad: Volumen de hormigón no estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Capa de nivelación	1	4.884	4.88

Total:	4.884	m^3

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Alzado sin aletas	1	56.403	56.40

Total:	56.403	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Muro frontal	1	5575.4	5575.39
Espaldón	1	1040.2	1040.21
Muretes laterales	1	174.9	174.89

Total:	6790.5	kg

Aleta 1

Unidad: Superficie de encofrado plano visto

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Cara lateral izquierda del estribo	1	10.744	10.74

Total:	10.744	m^2

Unidad: Superficie de encofrado plano oculto

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Aleta 1. Cara interior del voladizo	1	7.049	7.05
Aleta 1. Cara del extremo del voladizo	1	0.250	0.25
Aleta 1. Cara inclinada del voladizo	1	1.894	1.89

Total:	9.194	m^2

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Aleta 1	1	3.535	3.53

Total:	3.535	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Aleta 1	1	199.7	199.69

Total:	199.7	kg

Aleta 2

Unidad: Superficie de encofrado plano visto

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Cara lateral derecha del estribo	1	10.744	10.74

Total:	10.744	m^2

Unidad: Superficie de encofrado plano oculto

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Aleta 2. Cara interior del voladizo	1	5.222	5.22
Aleta 2. Cara del extremo del voladizo	1	0.250	0.25
Aleta 2. Cara inclinada del voladizo	1	1.894	1.89

Total:	7.366	m^2

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Aleta 2	1	3.078	3.08

Total:	3.078	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Aleta 2	1	176.0	176.00

Total:	176.0	kg

Cimentación

Pilotes

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Pilote 1	1	10.782	10.78
Pilote 2	1	10.782	10.78
Pilote 3	1	10.782	10.78
Pilote 4	1	10.782	10.78
Pilote 5	1	10.782	10.78
Pilote 6	1	10.782	10.78
Pilote 7	1	10.782	10.78
Pilote 8	1	10.782	10.78
Pilote 9	1	10.782	10.78
Pilote 10	1	10.782	10.78
Pilote 11	1	10.782	10.78
Pilote 12	1	10.782	10.78
Pilote 13	1	10.782	10.78
Pilote 14	1	10.782	10.78
Pilote 15	1	10.782	10.78
Pilote 16	1	10.782	10.78

Total:	172.505	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Pilotes	1	23882.9	23882.88

Total:	23882.9	kg

Acabados

Muro frontal

Programa: CivilEstudio

Versión: 34 - 6
Barcelona, 2018

CivilEstudio, software propiedad de CivilCAD Consultores, S.L.
Autores: L.M.Callís, J.M.Roig, I.Callís, P.Reinés
Licencia de uso concedida a: Most Enginyers, S.L.
Número de usuario: 12202

Proyecto:

Nombre del proyecto: *PRECÀLCUL DE LES ESTRUCTURES DEL PROJECTE D'OBRES BÀSIQUES D'URBANITZACIÓ DEL PLA DIRECTOR URBANÍSTIC DEL CENTRE DIRECCIONAL DE CERDANYOLA DEL VALLÈS*
Nombre de la estructura: *3 V.7.1 Pont sobre el torrent de Magrans a l'eix 7*
Nombre del elemento estructural: *Estrep flotant COSTAT BAIX 3.5*
Tipo de estructura: *Cargadero cimentado mediante pilotes*
Funcionalidad de la estructura: *Estructura de Carretera*
Clase de estructura: *Cargadero sin encepado*
Vida útil: *100 años*

Normativas:

Ámbito: *Normas españolas*

Unidades:

Sistema *S.I.*

Despiece:

Sistema Métrico Europeo

Módulo del programa:

Módulo Estribo flotante
Nombre del archivo de proyecto: *v71_v1_baix.efl*
Ruta de acceso: *p:\parc de l'alba\estructures\3. v-7.1\civilcad estrep*

Informe:

Tipo de informe: *Mediciones*
Informe generado el día 19-12-2020 a las 23:46:55.

Incidencias :

Incidencia nº 1 :
Tarea :
Generación del modelo de cálculo
Causa :

Incidencia nº 2 :
Tarea :
Cálculo: fisuración
Causa :
La armadura necesaria es superior a la armadura máxima del despiece (diámetro máximo y separación mínima).

Incidencia nº 3 :
Tarea :
Generación del despiece
Causa :
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara inferior. Posición del despiece incorrecta.
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara superior. Posición del despiece incorrecta.
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara interior. Posición del despiece incorrecta.
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara exterior. Posición del despiece incorrecta.
Murete lateral 2. Armadura horizontal. Cara exterior. La armadura no cabe en la sección o no cumple con el recubrimiento.

Índice

1 MEDICIONES

1 MEDICIONES

Alzado

Muro frontal

Unidad: Superficie de encofrado plano visto

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Estribo. cara anterior	1	27.073	27.07
Espaldón. Cara exterior	1	43.051	43.05
Murete 1. Cara 2	1	0.481	0.48
Murete 2. Cara 2	1	0.481	0.48

Total:	71.085	m^2

Unidad: Superficie de encofrado plano oculto

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Cara trasdós estribo	1	66.736	66.74
Cara frontal de la capa de nivelación	1	2.713	2.71
Cara posterior de la capa de nivelación	1	2.713	2.71
Cara lateral 1 de la capa de nivelación	1	0.220	0.22
Cara lateral 2 de la capa de nivelación	1	0.220	0.22

Total:	72.603	m^2

Unidad: Volumen de hormigón no estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Capa de nivelación	1	4.884	4.88

Total:	4.884	m^3

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Alzado sin aletas	1	55.609	55.61

Total:	55.609	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Muro frontal	1	5575.4	5575.39
Espaldón	1	1040.2	1040.21
Muretes laterales	1	53.9	53.85

Total:	6669.5	kg

Aleta 1

Unidad: Superficie de encofrado plano visto

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Cara lateral izquierda del estribo	1	9.155	9.15

Total:	9.155	m^2

Unidad: Superficie de encofrado plano oculto

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Aleta 1. Cara interior del voladizo	1	7.049	7.05
Aleta 1. Cara del extremo del voladizo	1	0.250	0.25
Aleta 1. Cara inclinada del voladizo	1	1.894	1.89

Total:	9.194	m^2

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Aleta 1	1	3.535	3.53

Total:	3.535	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Aleta 1	1	196.9	196.93

Total:	196.9	kg

Aleta 2

Unidad: Superficie de encofrado plano visto

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Cara lateral derecha del estribo	1	9.155	9.15

Total:	9.155	m^2

Unidad: Superficie de encofrado plano oculto

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Aleta 2. Cara interior del voladizo	1	5.222	5.22
Aleta 2. Cara del extremo del voladizo	1	0.250	0.25
Aleta 2. Cara inclinada del voladizo	1	1.894	1.89

Total:	7.366	m^2

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Aleta 2	1	3.078	3.08

Total:	3.078	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Aleta 2	1	171.4	171.36

Total:	171.4	kg

Cimentación

Pilotes

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Pilote 1	1	7.377	7.38
Pilote 2	1	7.377	7.38
Pilote 3	1	7.377	7.38
Pilote 4	1	7.377	7.38
Pilote 5	1	7.377	7.38
Pilote 6	1	7.377	7.38
Pilote 7	1	7.377	7.38
Pilote 8	1	7.377	7.38
Pilote 9	1	7.377	7.38
Pilote 10	1	7.377	7.38
Pilote 11	1	7.377	7.38
Pilote 12	1	7.377	7.38
Pilote 13	1	7.377	7.38
Pilote 14	1	7.377	7.38
Pilote 15	1	7.377	7.38
Pilote 16	1	7.377	7.38

Total:	118.030	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Pilotes	1	9444.9	9444.95

Total:	9444.9	kg

Acabados

Muro frontal

DIMENSIONAMENT DEL CARREGADOR

1. CARACTERÍSTIUES PRINCIPALS

Canto del encepado $h_e := 1\ m$

$r_{mec} := 45\ mm + 12\ mm + \frac{25\ mm}{2} = 69.5\ mm$

Ancho del encepado $b_e := 1.6\ m$

Separación entre vigas $s_{vigas} := 2.675\ m$

Diámetro pilote $D := 85\ cm$

Hormigón $f_{ck} := 30\ MPa$ $f_{cd} := f_{ck} \cdot 1.5^{-1} = 20\ MPa$

$f_{ctm} := 0.3 \cdot \left(f_{ck} \cdot MPa^{-1}\right)^{\frac{2}{3}}\ MPa = 2.896\ MPa$ $f_{ydc} := 400\ MPa$

$$f_{ctm.flcomp}(N) := \max\left(\left(1.6 - \frac{\max(h_e, b_e)}{100\ cm}\right) \cdot f_{ctm}, f_{ctm}\right) - \frac{N}{h_e \cdot b_e}$$

$$f_{ct\_ed.flcomp}(N) := \frac{0.7 \cdot f_{ctm.flcomp}(N)}{1.5}$$

Armadura prevista por cara

$\phi_{barra\_tracc} := 25\ mm$ $n_{barras\_tracc} := 10$

Armadura de cortante

$\phi_v := 16\ mm$ $cada := 20\ cm$ $n_{rv} := 2$

2. REACCIÓ SOBRE RECOLZAMENT PÈSSIM

Carga vertical

$N_{k\_apoyo} := 1307\ kN$

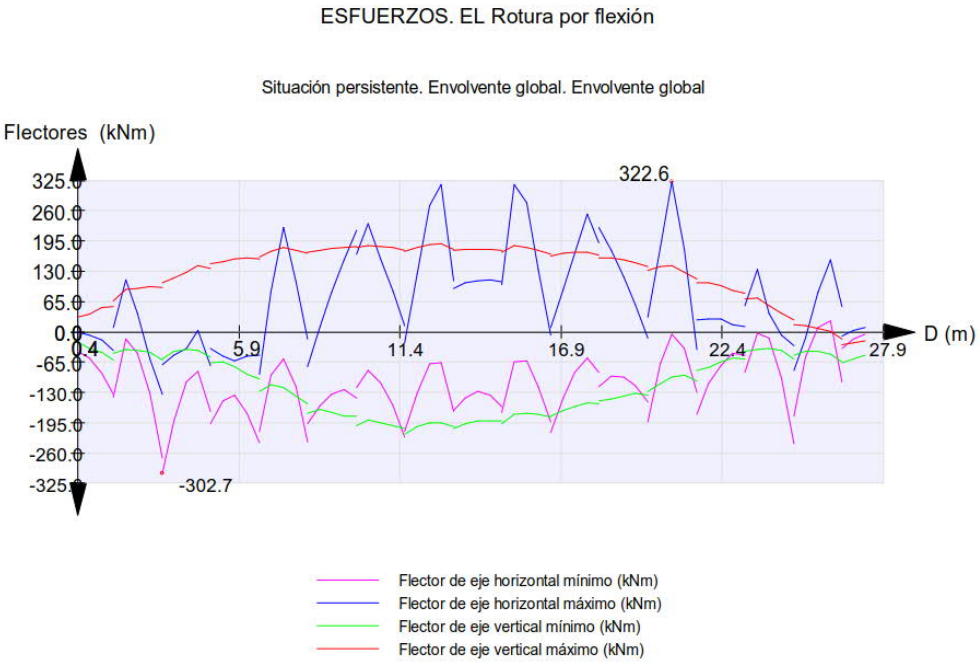
$V_{k\_apoyo} := 34\ kN + 2\ kN + 45\ kN = 81\ kN$

3. ESFORÇOS EN CARREGADOR

[axil positiu indica tracció]

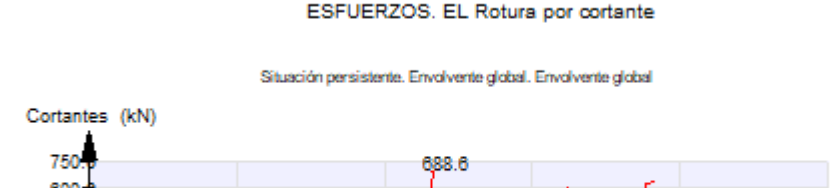
3.1 Esforços en E.L.U.

$N_{ed} := 380\ \mathbf{kN}$

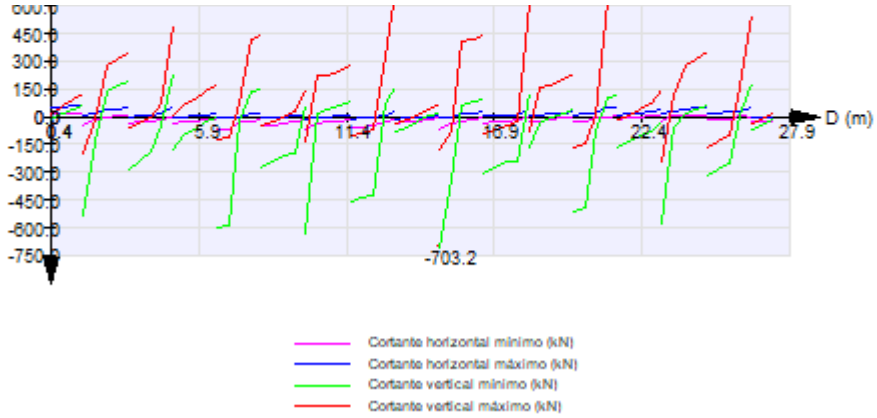


$M_{ed\_vertical} := 250\ \mathbf{kN \cdot m}$

$M_{ed\_horizontal} := 325\ \mathbf{kN \cdot m}$



$V_{ed} := 710\ \mathbf{kN}$

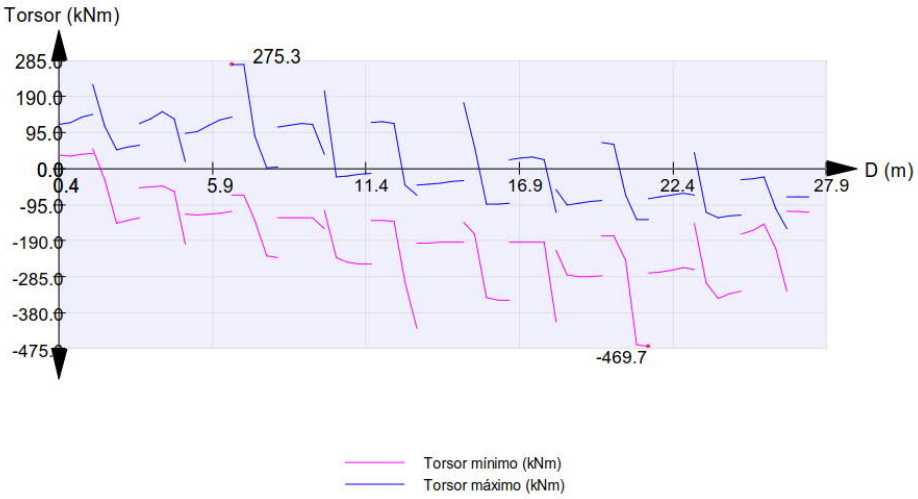


Momento torsor de diseño

ESFUERZOS. EL Rotura por torsión

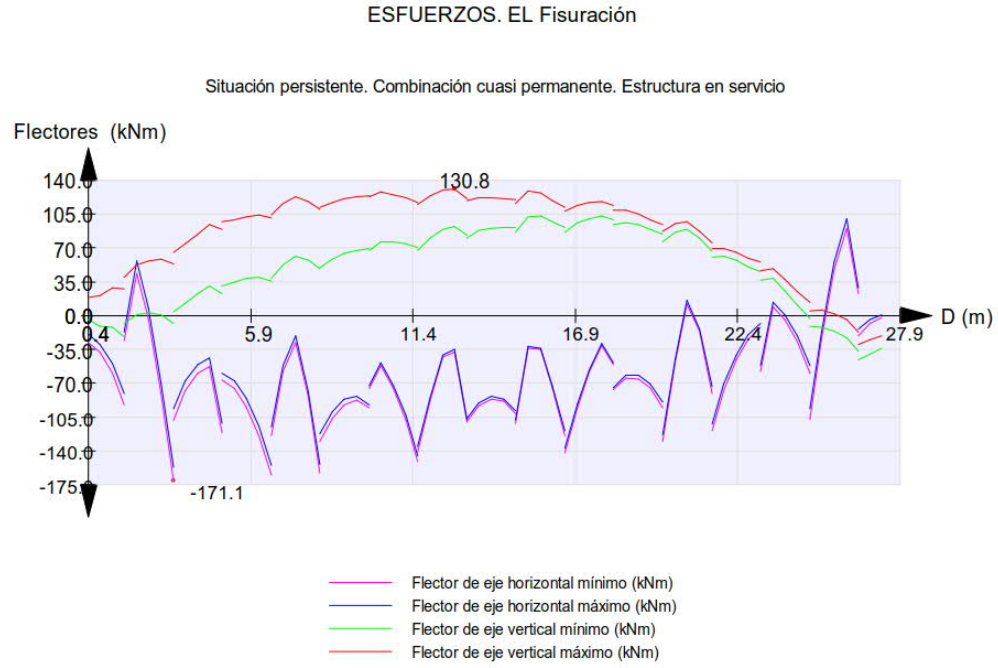
$T_{ed} := 470\ kN \cdot m$

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global



3.2 Esforços en E.L.S.

$N_k := 41\ \mathbf{kN}$



$M_{k\_vertical} := 131\ \mathbf{kN \cdot m}$

$M_{k\_horizontal} := 175\ \mathbf{kN \cdot m}$

Momento torsor en servicio

$$T_k := \frac{T_{ed}}{1.5} = 313.333\ \mathbf{m \cdot kN}$$

4. ANÀLISI E.L.S. FISSURACIÓ CARREGADOR

$$\sigma_{tracc\_k} := \frac{N_k}{h_e \cdot b_e} + \frac{6 \cdot M_{k\_vertical}}{b_e \cdot h_e^{\,2}} + \frac{6 \cdot M_{k\_horizontal}}{h_e \cdot b_e^{\,2}} = 0.927\ \text{MPa} \quad << \quad f_{ctm.flcomp}(N_k) = 2.871\ \text{MPa}$$

$$\text{if}\left(\sigma_{tracc\_k} \le f_{ctm.flcomp}(N_k), \text{“NO FISURA”}, \text{“FISURA”}\right) = \text{“NO FISURA”}$$

$$Ratio_{ELS.fissuració} := \frac{\sigma_{tracc\_k}}{f_{ctm.flcomp}(N_k)} = 0.323 \quad < 1 \quad \text{ok}$$

5. ANÀLISI E.L.U. FLEXIÓ CARREGADOR

$$\sigma_{tracc\_ed} := \frac{N_{ed}}{h_e \cdot b_e} + \frac{6 \cdot M_{ed\_vertical}}{b_e \cdot h_e^{\,2}} + \frac{6 \cdot M_{ed\_horizontal}}{h_e \cdot b_e^{\,2}} = 1.937\ \text{MPa} \quad << \quad f_{ct\_ed.flcomp}(N_{ed}) = 1.241\ \text{MPa}$$

$$\text{if}\left(\sigma_{tracc\_ed} \le f_{ct\_ed.flcomp}(N_{ed}), \text{“VERIFICA COMO HM”}, \text{“NO”}\right) = \text{“NO”}$$

$$Ratio_{ELU.flexión} := \frac{\sigma_{tracc\_ed}}{f_{ct\_ed.flcomp}(N_{ed})} = 1.561 \quad > 1 \quad \text{verificar\_armaduras}$$

6. ANÀLISI E.L.U. TALLANT CARREGADOR

$$A_{s'} := \frac{\pi}{4} \cdot \phi_{barra\_tracc}^{\,2} \cdot n_{barras\_tracc} = 49.087\ \text{cm}^2$$

$$d := h_e - r_{mec} = 0.931\ \text{m}$$

$$\xi := \min\left(1 + \sqrt{\frac{200\ \text{mm}}{d}}, 2\right) = 1.464$$

$$\sigma'_{cd}(N) := \frac{-N}{h_e \cdot b_e}$$

Cuantía de armadura en la cara de tracción:

$$\rho_l := \max\left(\frac{A_{s'}}{d \cdot b_e}, 0.02\right) = 0.02$$

$$V_{cu}(N) := \left(\frac{0.18}{1.5} \cdot \xi \cdot \left(100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck} \cdot \text{MPa}^{-1}\right)^{\frac{1}{3}} + 0.15 \cdot \sigma'_{cd}(N) \cdot \text{MPa}^{-1}\right) \cdot b_e \cdot d \cdot \text{MPa}$$

$$V_{cu.min}(N) := \left(\frac{0.075}{1.5} \cdot \xi^{\frac{3}{2}} \cdot \left(f_{ck} \cdot \text{MPa}^{-1}\right)^{\frac{1}{2}} + 0.15 \cdot \sigma'_{cd}(N) \cdot \text{MPa}^{-1}\right) \cdot b_e \cdot d \cdot \text{MPa}$$

Capacidad del hormigón por tracción en piezas sin armadura de cortante

$V_{cu}(N) := \text{if}\left(V_{cu}(N) < V_{cu.min}(N)\right.$

$$V_{cu}(N) := \text{if } V_{cu}(N) \le V_{cu.min}(N) \;\; \| \; V_{cu.min}(N) \;\; \text{else} \;\; \| \; V_{cu}(N)$$

$V_{ed} = 710\ \text{kN}$ $\quad V_{cu}(N_{ed}) = 970.635\ \text{kN}$

$$Ratio\_VU2 := \frac{V_{ed}}{V_{cu}(N_{ed})} = 0.731$$

Análisis de secciones con armadura de cortante

Se considera un ángulo respecto la directriz de la pieza con el armado de cortante $\alpha := 90\ °$
Se considera un ángulo de las bielas $\theta := 45\ °$

$$V_{cu}(N) := \max\left(\left(\frac{0.15}{1.5}\cdot\xi\cdot\left(100\cdot\rho_l\cdot f_{ck}\cdot \text{MPa}^{-1}\right)^{\frac{1}{3}} + 0.15\cdot\sigma'_{cd}(N)\cdot\text{MPa}^{-1}\right)\cdot b_e\cdot d\cdot\text{MPa}, V_{cu.min}(N)\right)$$

$V_{cu}(N_{ed}) = 800.022\ \text{kN}$

$$V_{su} := \frac{0.9\cdot d\cdot n_{rv}\cdot\pi\cdot\frac{\phi_v^{\,2}}{4}}{cada}\, f_{ydc}\cdot\sin(\alpha)\cdot(\cot(\alpha)+\cot(\theta)) = 673.517\ \text{kN}$$

$$Ratio\_cort := \frac{V_{ed}}{V_{cu}(N_{ed}) + V_{su}} = 0.482 \quad < 1 \qquad \text{ok}$$

$$armadura\_cortante := \text{if } Ratio\_VU2 \le 1 \;\; \| \; \text{“No necesaria”} \;\; \text{else if } Ratio\_cort \le 1 \;\; \| \; Ratio\_cort \;\; \text{else if } Ratio\_cort > 1 \;\; \| \; \text{“No verifica cortante”} = \text{“No necesaria”}$$

Verificacion_cortante = “OK. No necesita armadura de cortante”

$$A_{V.min} := \text{if } \phi_v = 0 \;\; \| \; 0\cdot\frac{\text{cm}^2}{\text{m}} \;\; \text{else} \;\; \| \; \frac{f_{ctm}\cdot b_e}{7.5\cdot f_{ydc}} = 15.448\ \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

$$A_{V.dispuesta} := \frac{b_e}{cada\cdot\text{m}}\cdot n_{rv}\cdot\pi\cdot\frac{\phi_v^{\,2}}{4} = 32.17\ \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

Verificacion_armadura.minima.cortante = “OK.”

7. ANÀLISI E.L.U. ARMADURA TIRANT INFERIOR

Coeficiente de mayoración de acciones $\gamma_A := 1.5$

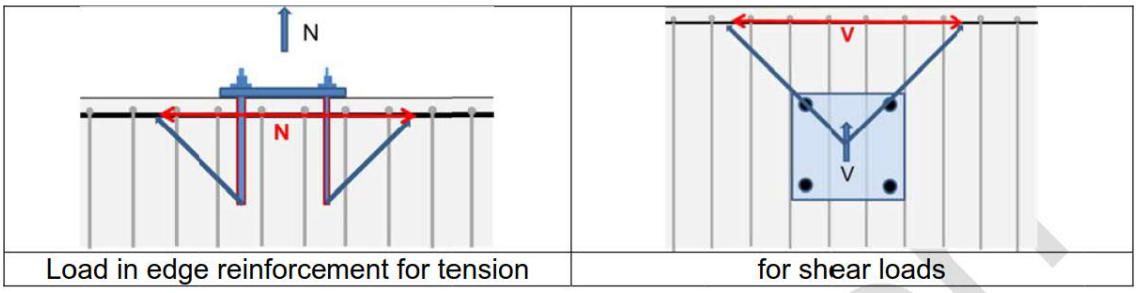
Reacción de cálculo de una viga

$R_{ed} := N_{k\_apoyo} \cdot \gamma_A = 1960.5$ **kN**

$V_{ed} := V_{k\_apoyo} \cdot \gamma_A = 121.5$ **kN**

Ángulo de una biela: $\alpha := \operatorname{atan}\left(\frac{h_e}{0.5 \cdot s_{vigas}}\right) = 36.784$ °

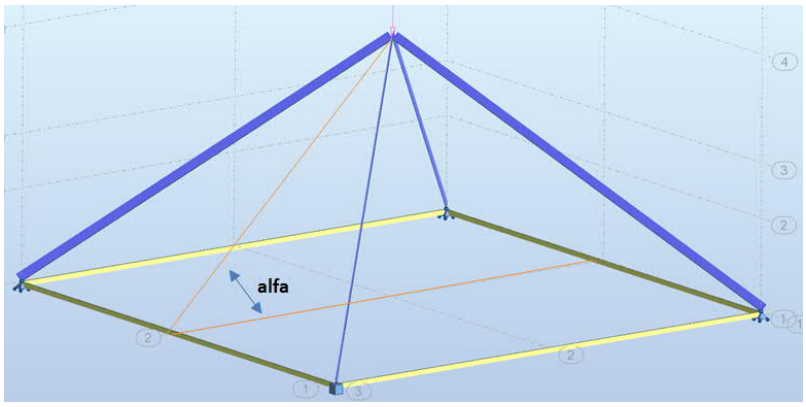
- A surface or edge reinforcement perpendicular to the anchor load is required to take up the splitting forces. The stress induced into this edge reinforcement can be estimated by a 45° strut and tie model:



Load in edge reinforcement for tension | for shear loads

Tipo de análisis para la tracción $analisis_{tracc} := \text{“2D”}$ ["2D", "3D"]

Tipo de análisis para el cortante $analisis_{cort} := \text{“2D”}$ ["2D", "3D"]



Celosía espacial con ángulo plano de bielas:
$\alpha = 36.784$ °

$\alpha' := \operatorname{atan}\left(\frac{\tan(\alpha)}{\sqrt{2}}\right) = 27.864$ °

$V := V_{ed} = 121.5$ **kN**

$N := R_{ed} = \left(1.961 \cdot 10^3\right)$ **kN**

Tracción estimada en el tirante:

$$T_{tracc} := \text{if } analisis_{tracc} = \text{“2D”} \left\| 0.5\ N \cdot \tan(\alpha)^{-1} \right.$$

Compresión estimada en la biela:

$$C_{tracc} := \text{if } analisis_{tracc} = \text{“2D”} \left\| 0.5\ N \cdot \sin(\alpha)^{-1} \right.$$

else
$0.25\ N \cdot \tan(\alpha)^{-1}$

else
$0.25\ N \cdot \sin(\alpha')^{-1}$

$T_{cort} := 0.5\ V \cdot \tan(\alpha)^{-1}$

$C_{cort} := 0.5\ V \cdot \sin(\alpha)^{-1}$

$T_{tracc} = (1.311 \cdot 10^3)\ kN$

$C_{tracc} = (1.637 \cdot 10^3)\ kN$

$T_{cort} = 81.253\ kN$

$C_{cort} = 101.453\ kN$

$C := \max(C_{tracc}, C_{cort}) = 1637.019\ kN$

Tensiones en biela:

ancho biela: $a_{biela} := D = 85\ cm$

canto biela: $h_{biela} := 0.5 \cdot D \cdot \sin(\alpha) = 25.449\ cm$

$\sigma_{biela} := \frac{C}{a_{biela} \cdot h_{biela}} = 7.568\ MPa$

$\sigma_{2c} := 0.7 \cdot f_{cd} = 14\ MPa$

$Ratio_{biela} := \frac{\sigma_{biela}}{\sigma_{2c}} = 54.055\%$ ok

Armadura requerida en tirante:

Tensión considerada de trabajo: $f_{y\_considerada} := 200\ MPa \cdot \gamma_A = 300\ MPa$

$A_{S.nec\_traccion} := \frac{T_{tracc}}{f_{y\_considerada}} = 43.703\ cm^2$

$A_{S.nec\_cortante} := \frac{T_{cort}}{f_{y\_considerada}} = 2.708\ cm^2$

MÁXIMO DIÁMETRO DE LAS BARRAS PARA CONTROLAR LA FISURACIÓN

Tensión del acero[1] [N/mm²]	*Diámetro máximo de la barra [mm]*		
	w_k = 0,4 mm	w_k = 0,3 mm	w_k = 0,2 mm
160	40	32	25
200	32	25	16
240	20	16	12
280	16	12	8
320	12	10	6
360	10	8	5
400	8	6	4
450	6	5	–

[1] La tensión del acero se calcula en sección fisurada bajo la combinación de acciones relevante

Propuesta de armadura a disponer para prevenir roturas en el hormigón por la presencia del anclaje:

$\phi_{barra\_tracc} = 25\ mm$ $n_{barras\_tracc} = 10$

$\phi_{barra\_cort} := \phi_{barra\_tracc} = 25\ mm$ $n_{barras\_cort} := 1$

$A_{s\_min\_geo} := h_e \cdot b_e \cdot \frac{2.8}{1000} = 44.8\ cm^2$

$A_{S\_dispuesto\_tirante\_tracc} := \frac{\pi}{4} \cdot \phi_{barra\_tracc}^2 \cdot n_{barras\_tracc} = 49.087\ cm^2$

$A_{S\_dispuesto\_tirante\_cort} := \frac{\pi}{4} \cdot \phi_{barra\_cort}^2 \cdot n_{barras\_cort} = 4.909\ cm^2$

$Ratio_{tirante\_traccion\_anclaje} := \frac{A_{S.nec\_traccion}}{A_{S\_dispuesto\_tirante\_tracc}} = 89.031\%$ ok

$Ratio_{tirante\_cortante\_anclaje} := \frac{A_{S.nec\_cortante}}{A_{S\_dispuesto\_tirante\_cort}} = 55.176\%$ ok

$Ratio_{armadura\_minima} := \frac{A_{s\_min\_geo}}{A_{S\_dispuesto\_tirante\_tracc}} = 91.266\%$ ok

8. ANÀLISI E.L.U. ARMADURA TORSIÓ

Análisis de fisuración

Canto de la sección $h := h_e = 1$ m
Ancho de la sección $b := b_e = 1.6$ m
Recubrimiento armaduras $r := r_{mec} = 0.07$ m
Hormigón $f_{ck} = 30$ MPa
Acero $f_{yk} := 500$ MPa

$f_{ctm} = 2.896$ MPa

$f_{ctk} := 0.7 \cdot f_{ctm} = 2.028$ MPa

Área $A := b \cdot h = 1.6$ m²
Perímetro $u := 2 \cdot (b + h) = 5.2$ m
Espesor eficaz de la sección: $h_e := \max\left(\frac{A}{u}, 2 \cdot r\right) = 0.308$ m

$h_{med} := h - h_e = 0.692$ m $\quad b_{med} := b - h_e = 1.292$ m

Perímetro de la línea media $u_e := 2 \cdot (h_{med} + b_{med}) = 3.969$ m

Área de la línea media $A_e := h_{med} \cdot b_{med} = 0.895$ m²

Módulo a torsión $J_{t1} := \frac{4 \cdot A_e^2}{u_e} = 0.807$ m³

Módulo a torsión $J_{t2} := \frac{b^2 \cdot h}{3} = 0.853$ m³

Momento de fisuración a torsión $M_{fis\_torsion} := f_{ctm} \cdot \min(J_{t1}, J_{t2}) = (2.336 \cdot 10^3)$ m·kN

$Ratio_{fisuración} := \frac{T_k}{M_{fis\_torsion}} = 0.134$

$fisuración_{torsión}$ = “no fisura” OK

Análisis en E.L.U torsión según EHE-08

Armadura longitudinal considerada para torsión

ϕ_{barra} (mm)	num_{barras}
25	4
25	4

$A_l := \frac{num_{barras}}{4} \cdot \pi \cdot \phi_{barra}^2 = 39.27\ cm^2$

Diámetro previsto para armado transversal: $\phi_t := \phi_v = 16\ mm$
Cercos de $\phi_t = 16\ mm$ cada $s_t := cada = 20\ cm$
Número de barras en un cerco $n_c := 1$

Acero corrugado B500s con $f_{yd} := \frac{f_{yk}}{1.15} = 434.783\ MPa$ i $f_{yd.c} := 400\ MPa$

Resistencia de cálculo a compresión de hormigón: $f_{cd} := \frac{f_{ck}}{1.5} = 20\ MPa$

Ángulo de las armaduras con el eje de la pieza $\alpha_{armadura} := 90\ °$

Agotamiento de bielas a compresión Tu1

$f_{1cd} := 0.6 \cdot f_{cd} = 12\ MPa$ $K := 1$ $\alpha := 0.6$

Ángulo de las bielas del hormigón $\theta := atan(1) = 45\ °$ $\cot(\theta) = 1$

$T_{u1} := 2 \cdot K \cdot \alpha \cdot f_{1cd} \cdot A_e \cdot h_e \cdot \frac{\cot(\theta)}{1 + \cot(\theta)^2} = (1.982 \cdot 10^3)\ kN \cdot m$

Agotamiento de armadura transversal Tu2

Área de las armaduras utilizadas como cercos $A_t := \phi_t^2 \cdot n_c \cdot \frac{\pi}{4} = 201.062\ mm^2$

$T_{u2} := 2 \cdot A_e \cdot \frac{A_t}{s_t} \cdot f_{yd.c} \cdot \cot(\theta) = 719.54\ kN \cdot m$

Agotamiento de armadura longitudinal Tu3

$T_{u3} := \frac{2 \cdot A_e}{u_e} \cdot A_l \cdot f_{yd.c} \cdot \tan(\theta) = 708.123\ m \cdot kN$

Torsor resistente

$T_u := \min(T_{u1}, T_{u2}, T_{u3}) = 708.123\ m \cdot kN$

$$Ratio_{E.L.U.} := \frac{T_{ed}}{T_u} = 0.664$$

Disposiciones mínimas de separaciones

$$s_{min\_1} := \frac{u_e}{8} = 0.496\ m$$

$$s_{min\_2} := \begin{cases} \text{if } T_{ed} \le \frac{T_u}{5} \\ \quad \min\left(0.75 \cdot \min\left(h_{med}, b_{med}\right) \cdot \left(1 + \cot\left(\alpha_{armadura}\right)\right), \min\left(\min\left(h_{med}, b_{med}\right), 600\ mm\right)\right) \\ \text{else if } T_{ed} \le \frac{2 \cdot T_u}{3} \\ \quad \min\left(0.6 \cdot \min\left(h_{med}, b_{med}\right) \cdot \left(1 + \cot\left(\alpha_{armadura}\right)\right), \min\left(\min\left(h_{med}, b_{med}\right), 450\ mm\right)\right) \\ \text{else} \\ \quad \min\left(0.3 \cdot \min\left(h_{med}, b_{med}\right) \cdot \left(1 + \cot\left(\alpha_{armadura}\right)\right), \min\left(\min\left(h_{med}, b_{med}\right), 300\ mm\right)\right) \end{cases}$$

$$s_{min\_2} = 0.415\ m$$

$$s_{min} := \min\left(s_{min\_1}, s_{min\_2}\right) = 41.538\ cm$$

$$cumplimiento_{separaciones} := \text{if}\left(s_t \le s_{min}, \text{“ok”}, \text{“NO verifica”}\right) = \text{“ok”}$$

E.L.U. I E.L.S. FLEXO-TRACCIÓ

1. CARACTERÍSTICAS SECCIONALES Y MECÁNICAS

Canto de la sección: $h := 100\ cm$
Ancho de la sección: $b := 160\ cm$
Recubrimiento nominal armadura de compresión: $r_c := 45\ mm$
Recubrimiento nominal armadura de tracción: $r_t := 45\ mm$
Recubrimiento lateral: $r_l := 0\ mm$
Diámetro de la armadura de tracción: $\phi_t := 25\ mm$
Diámetro de la armadura de compresión: $\phi_c := 25\ mm$ Número de barras comprimidas: $n_c := 10$
Diámetro cercos de cortante: $\phi_v := 16\ mm$ cada $:= 20\ cm$ Número de ramas: $n_{rv} := 2 = 2$
La armadura de cortante afecta al recubrimiento? $af_v := 1$ (poner 1 si afecta, 0 si no afecta)
Disposición de filas de armado propuestas:

$filas := [1]$ $n_{barra\_fila} := [10]$ $\Phi := [25] \cdot mm$ $y_{barra\_fila} := r_t + \phi_v \cdot af_v + [0.5 \cdot \phi_t] = [7.35]\ cm$

Disposición de armadura de refuerzo en cara traccionada barras $\Phi_{ref} := 0\ mm$
intercalando $n_{int} := 0$ barra entre armado principal de tracción propuesto

---

Número total de barras (no cuenta refuerzo): $n_t := |n_{barra\_fila} \cdot id| = 10$
Número total de filas: $n_{filas} := id \cdot id = 1$

Separación armadura traccionada: $sep := "CALC"$ (poner "CALC" si se quiere considerar la calculada)
Hormigón empleado $f_{ck} := 30\ MPa$ $f_{ck\_els} := 30\ MPa$ $\gamma_c := 1.5$
Acero pasivo $f_{yk} := 500\ MPa$ $\gamma_s := 1.15$
Coeficiente de cansancio del hormigón: $\alpha_{cc} := 1$ Tamaño árido $tma := 20\ mm$
Control indirecto del hormigón? $contr := "NO"$ (poner "NO si control Estadístico (usual)" sino poner "SI" ., ver Art.86.5.6 EHE-08)
Anchura característica de fisura máxima: $w_{max} := 0.3\ mm$
Edad del hormigón para la verificación seccional: $edad := 28\ day$

Datos del tipo de cemento utilizado:
Coeficiente del tipo de cemento $s_s := 0.25$ (si cemento normal s=0.25; si cemento rápido s=0.2, si cemento lento s=0.38)
Coeficiente de retracción $\alpha_{ds1} := 4$ (si cemento normal α_{ds1} =4; si cemento rápido α_{ds1} =6, si cemento lento α_{ds1} =3)
Coeficiente de retracción $\alpha_{ds2} := 0.12$ (si cemento normal α_{ds2} =0.12; si cemento rápido α_{ds2} =0.11; si cemento lento α_{ds2} =0.13)

Parámetros adicionales de cálculo
Considerar axil en cálculo del momento de fisuración? $axil := "SI"$
Considerar resistencia a flexión o flexotraccion del hormigón? $flex := 1$ (poner 0 si flexión, poner 1 si flexotraccion)
Angulo bielas de compresión 45º en cortante? $bielas := "SI"$ (poner "SI" asume 45º. Poner "NO" calcula el ángulo)
Tipo de elemento? $elemento := "VIGA"$ ("VIGA","LOSA","PILAR","MURO") $juntas := 9\ m$ (solo en muro)

Solicitación para considerar armadura mínima mecánica? $sol := "FLEX"$ ("FLEX","COMP","TRAC")

Parámetros auxiliares para el análisis de la fisuración

Coeficiente K1 (0.125 para flexión simple o 0.25 para tracción simple, poner "CALC" para calcular en función de las tensiones del hormigón) $k_1 := "CALC"$

Coeficiente k2 (1 si carga instantánea o posar 0.5 si carga duradera) $k_2 := 0.5$

Coeficiente β (1.7 si fisuración por cargas o 1.3 si fisuración por deformaciones) $\beta := 1.7$

Tener en cuenta inercia homogeneizada en cálculo de Momento de fisuración? $homo := 0$

(poner 0 si sección bruta, poner 1 si sección homogeneizada)

2. ESFUERZOS

E.L.S. cuasi-permanente *E.L.S. característico* *Esfuerzos E.L.U.*

CASO.E.L.S.	N_{k_cp} (kN)	M_{k_cp} (kN·m)	N_{k_car} (kN)	M_{k_car} (kN·m)
"1.ELS"	230	131	230	131
"1.ELS"	-41	130	-41	131

CASO	N_{ed} (kN)	M_{ed} (kN·m)	V_{ed} (kN)
"1.ELU"	325	250	710
"1.ELU"	-380	250	710

* Axil negativo indica tracción

$f := \text{if}(elemento = "LOSA" \vee elemento = "MURO", 0, 1) = 1$

3. PARÁMETROS AUXILIARES DE CÁLCULO

Cálculo del armado dispuesto y cantos útiles

Armadura dispuesta en cara traccionada:

$$A_s := \frac{\pi}{4} \cdot \left(\Phi^2 \cdot n_{barra\_fila} + \Phi_{ref}{}^2 \cdot \left(n_{int} \cdot n_{barra\_fila_0} - f \right) \right) = 49.087\ cm^2$$

Armadura dispuesta en cara comprimida: $A_{s'} := \frac{n_c \cdot \pi}{4} \cdot \phi_c{}^2 = 49.087\ cm^2$

Recubrimiento mecánico armadura de tracción:

$$r_m := \left| \frac{\left| \overrightarrow{\Phi^2 \cdot n_{barra\_fila}} \cdot y_{barra\_fila} \right| + \left(\left(r_t + \phi_v \cdot af_v + \left[0.5 \cdot \Phi_{ref} \right] \right) \cdot \Phi_{ref}{}^2 \cdot \left(n_{int} \cdot n_{barra\_fila_0} - f \right) \right)}{\left| \overrightarrow{\Phi^2 \cdot n_{barra\_fila}} \cdot id \right| + \Phi_{ref}{}^2 \cdot \left(n_{int} \cdot n_{barra\_fila_0} - f \right)} \right|$$

Recubrimiento mecánico armadura de tracción: $r_m = 7.35\ cm$

Recubrimiento mecánico armadura de compresión: $r_{m'} := r_c + \phi_v \cdot af_v + \phi_c \cdot 0.5 = 7.35\ cm$

Canto útil armadura de tracción: $d := h - r_m = 92.65\ cm$

Canto útil armadura de compresión: $d' := r_{m'} = 7.35\ cm$

Cálculo de las resistencias de cálculo de los materiales a los $edad = 28\ day$ *:*

Resistencia característica del hormigón a $edad = 28\ day$:

$$f_{ck.j} := f_{ck} \cdot e^{s_s \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28\ day}{edad}}\right)} = 30\ MPa \qquad f_{ck.j\_els} := f_{ck\_els} \cdot e^{s_s \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28\ day}{edad}}\right)} = 30\ MPa$$

$f_{cd} := \alpha_{cc} \cdot f_{ck.j} \cdot \gamma_c^{-1} = 20\ \text{MPa}$

$f_{cv} := \begin{cases} 15\ \text{MPa} & \text{if contr} = \text{“SI”} \\ \begin{cases} f_{ck.j} & \text{if } f_{ck.j} \le 60\ \text{MPa} \\ 60\ \text{MPa} & \text{else} \end{cases} & \text{else} \end{cases} = 30\ \text{MPa}$

$f_{1cd} := \begin{cases} 0.6 \cdot f_{cd} & \text{if } f_{ck} \le 60\ \text{MPa} \\ \begin{cases} \zeta \leftarrow \left(0.9 - \frac{f_{ck.j}}{200\ \text{MPa}}\right) \cdot f_{cd} \\ \begin{cases} 0.5 \cdot f_{cd} & \text{if } \zeta \le 0.5 \cdot f_{cd} \\ \zeta & \text{else} \end{cases} \end{cases} & \text{else} \end{cases} = 12\ \text{MPa}$

$f_{yd} := f_{yk} \cdot \gamma_s^{-1} = 434.783\ \text{MPa}$

$f_{ydc} := \begin{cases} 400\ \text{MPa} & \text{if } f_{yk} > 400\ \text{MPa} \\ f_{yk} \cdot \gamma_s^{-1} & \text{else} \end{cases} = 400\ \text{MPa}$

Deformaciones de rotura contempladas según y valores del diagrama rectangular Art. 39.5 EHE-08

Límite elástico del acero: $E_s := 200\ \text{GPa}$

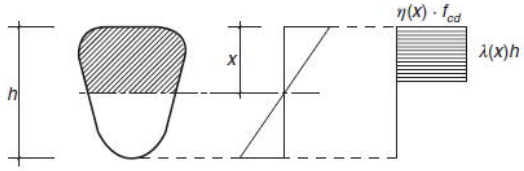
Deformación última del hormigón: $\varepsilon_{cu} := 0.0035$

Deformación de rotura del hormigón a compresión simple: $\varepsilon_{c0} := 0.0020$

Deformación de rotura acero en tracción: $\varepsilon_{s.max} := 0.01$

Deformación del acero al límite elástico: $\varepsilon_{yd} := f_{yd} \cdot (E_s)^{-1} = 0.00217$

Intensidad del bloque de compresión: $\eta := \begin{cases} 1 & \text{if } f_{ck.j} \le 50\ \text{MPa} \\ 1 - \frac{(f_{ck.j} - 50\ \text{MPa})}{200\ \text{MPa}} & \text{else} \end{cases}$



Profundidad del rectángulo de compresiones respecto la fibra neutra:

$\lambda := \begin{cases} 0.8 & \text{if } f_{ck.j} \le 50\ \text{MPa} \\ \text{else} \end{cases}$

$$\left\| 0.8 - \frac{\left(f_{ck.j} - 50\ \mathbf{MPa}\right)}{400\ \mathbf{MPa}} \right|$$

4. CONFECCIÓN DEL DIAGRAMA DE INTERACCIÓN EN E.L.U. A edad = 28 day

$M_u(x) :=$ if $x < 0 \cdot h$

$\sigma_s \leftarrow f_{yd}$

$\sigma_{s'} \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(|x| + d')}{|x| + d} \le f_{yd}$

$E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(|x| + d')}{|x| + d}$

else

f_{yd}

$N_u \leftarrow - A_s \cdot \sigma_s - A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

$Ne \leftarrow - A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$

$M_u \leftarrow Ne - N_u \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right)$

else if $x \le \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{s.max} + \varepsilon_{cu}} \cdot d$

$y \leftarrow \lambda \cdot x$

$\sigma_s \leftarrow f_{yd}$

$\sigma_{s'} \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(x - d')}{d - x} \le f_{yd}$

$E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(x - d')}{d - x}$

else

f_{yd}

$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

$Ne \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} \cdot (d - 0.5 \cdot y) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$

$M_u \leftarrow Ne - N_u \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right)$

else if $x \le \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{yd} + \varepsilon_{cu}} \cdot d$

$y \leftarrow \lambda \cdot x$

$\sigma_s \leftarrow f_{yd}$

$\sigma_{s'} \leftarrow f_{yd}$

$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

$Ne \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} \cdot (d - 0.5 \cdot y) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$

$M_u \leftarrow Ne - N_u \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right)$

else if $x \le d$

$y \leftarrow \lambda \cdot x$

$\sigma_s \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{d - x}{x} \le f_{yd}$

$E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{d - x}{x}$

else

f_{yd}

$\sigma_{s'} \leftarrow f_{yd}$

$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

$Ne \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} \cdot (d - 0.5 \cdot y) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$

$N_u(x) :=$ if $x < 0 \cdot h$

$\sigma_s \leftarrow f_{yd}$

$\sigma_{s'} \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(|x| + d')}{|x| + d} \le f_{yd}$

$E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(|x| + d')}{|x| + d}$

else

f_{yd}

$N_u \leftarrow - A_s \cdot \sigma_s - A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

else if $x \le \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{s.max} + \varepsilon_{cu}} \cdot d$

$y \leftarrow \lambda \cdot x$

$\sigma_s \leftarrow f_{yd}$

$\sigma_{s'} \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(x - d')}{d - x} \le f_{yd}$

$E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(x - d')}{d - x}$

else

f_{yd}

$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

else if $x \le \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{yd} + \varepsilon_{cu}} \cdot d$

$y \leftarrow \lambda \cdot x$

$\sigma_s \leftarrow f_{yd}$

$\sigma_{s'} \leftarrow f_{yd}$

$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

else if $x \le d$

$y \leftarrow \lambda \cdot x$

$\sigma_s \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{d - x}{x} \le f_{yd}$

$E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{d - x}{x}$

else

f_{yd}

$\sigma_{s'} \leftarrow f_{yd}$

$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

else if $x \le h$

$y \leftarrow \lambda \cdot x$

$\sigma_s \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{x - d}{x} \le f_{ydc}$

$E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{x - d}{x}$

else

f_{ydc}

$\sigma_{s'} \leftarrow f_{ydc}$

$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} + A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

$M_u \leftarrow Ne - N_u \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right)$

else if $x \le h$

$y \leftarrow \lambda \cdot x$

$\sigma_s \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{x - d}{x} \le f_{ydc}$; $E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{x - d}{x}$; else ; f_{ydc}

$\sigma_{s'} \leftarrow f_{ydc}$

$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} + A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

$Ne \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} \cdot (d - 0.5 \cdot y) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$

$M_u \leftarrow Ne - N_u \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right)$

else

$y \leftarrow h \cdot \left(1 - (1 - \lambda) \cdot \frac{h}{x}\right)$

$\sigma_s \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{c0} \cdot \frac{x - d}{x - \frac{3 \cdot h}{7}} \le f_{ydc}$; $E_s \cdot \varepsilon_{c0} \cdot \frac{x - d}{x - \frac{3 \cdot h}{7}}$; else ; f_{ydc}

$\sigma_{s'} \leftarrow f_{ydc}$

$N_u \leftarrow \left(1 - (1 - \eta) \cdot \frac{h}{x}\right) \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} + A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

$Ne \leftarrow \left(1 - (1 - \eta) \cdot \frac{h}{x}\right) \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} \cdot (0.5\, y - d') + A_s \cdot \sigma_s \cdot (d - d')$

$M_u \leftarrow -Ne + N_u \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right)$

$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} + A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

else

$y \leftarrow h \cdot \left(1 - (1 - \lambda) \cdot \frac{h}{x}\right)$

$\sigma_s \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{c0} \cdot \frac{x - d}{x - \frac{3 \cdot h}{7}} \le f_{ydc}$; $E_s \cdot \varepsilon_{c0} \cdot \frac{x - d}{x - \frac{3 \cdot h}{7}}$; else ; f_{ydc}

$\sigma_{s'} \leftarrow f_{ydc}$

$N_u \leftarrow \left(1 - (1 - \eta) \cdot \frac{h}{x}\right) \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} + A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

NOTA: Se considera que para los dominios de rotura 4a y5 la tensión de las armaduras comprimidas no excede 400MPa.

Puntos característicos del diagrama de interacción

Los puntos indicados seguidamente son las distintas profundidades de la fibra neutra a medida que se va cambiando de dominio de deformación, desde los rangos $-\infty$ a $+\infty$

$$x_{car} := \begin{bmatrix} -1 \cdot h \\ 0\ \text{m} \\ \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{s.max} + \varepsilon_{cu}} \cdot d \\ \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{yd} + \varepsilon_{cu}} \cdot d \\ d \\ h \\ 100\ h \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1000 \\ 0 \\ 240.204 \\ 571.519 \\ 926.5 \\ 1000 \\ 100000 \end{bmatrix} \text{mm} \qquad i := 0 .. (\text{length}(x_{car}) - 1)$$

$M_{u\_x.car_i} :=$ for $j \in 0 .. (\text{length}(x_{car}) - 1)$; $M_u(x_{car_i})$

$$\begin{bmatrix} 0 \\ 578.081 \\ 4304.283 \end{bmatrix}$$

$N_{u\_x.car_i} :=$ for $j \in 0 .. (\text{length}(x_{car}) - 1)$; $N_u(x_{car_i})$

$$\begin{bmatrix} -4268.468 \\ -2913.063 \\ 6149.215 \end{bmatrix}$$

$$M_{u\_x.car} = \begin{bmatrix} 4304.283 \\ 5791.213 \\ 3979.412 \\ 3289.716 \\ 36.124 \end{bmatrix} m \cdot kN \qquad N_{u\_x.car} = \begin{bmatrix} 6149.215 \\ 14630.89 \\ 25852.634 \\ 27816.05 \\ 35853.172 \end{bmatrix} kN$$

Cálculo de los ratios de trabajo de la sección para cada par de esfuerzos

Discretización: $N := 3000 \quad j := 0 .. N - 1 \quad x_j := -1\,h + \frac{j}{N-1} \cdot 50\,h$

$M_{U_j} := \text{for } z \in 0 .. N-1 \mid M_u(x_j)$

$N_{U_j} := \text{for } z \in 0 .. N-1 \mid N_u(x_j)$

$w := 0 .. \text{length}(M_{ed}) - 1$

$\text{length}(M_{ed}) - 1 = 1$

Distancias eje vertical igualdad de axil

$x_{N_w} := \text{for } t \in 0 .. \text{length}(N_{ed}) - 1 \mid \text{for } z \in 0 .. N-1 \mid \text{if } N_{ed_w} \le N_{U_z} \mid \text{pos} \leftarrow z \mid \text{break} \mid x_{pos}$

$M_u(x_{N_w}) = \begin{bmatrix} 2227.964 \\ 1960.46 \end{bmatrix} m \cdot kN \qquad M_{ed_w} = \begin{bmatrix} 250 \\ 250 \end{bmatrix} m \cdot kN$

$Ratio_{momento_w} := \frac{M_{ed_w}}{M_u(x_{N_w}) + 10^{-6} \cdot m \cdot kN} = \begin{bmatrix} 0.112 \\ 0.128 \end{bmatrix} \qquad N_u(x_{N_w}) = \begin{bmatrix} 754.431 \\ 127.099 \end{bmatrix} kN \qquad N_{ed_w} = \begin{bmatrix} 325 \\ -380 \end{bmatrix} kN$

Distancias eje horizontal izquierdo a igualdad de momento

$x_{M_w} := \text{for } t \in 0 .. \text{length}(M_{ed}) - 1 \mid \text{for } z \in 0 .. N-1 \mid \text{if } M_{ed_w} \le M_{U_z} \mid \text{pos} \leftarrow z \mid \text{break} \mid x_{pos}$

$M_u(x_{M_w}) = \begin{bmatrix} 261.031 \\ 261.031 \end{bmatrix} m \cdot kN \qquad M_{ed_w} = \begin{bmatrix} 250 \\ 250 \end{bmatrix} m \cdot kN$

$Distancia_{axil.1_w} := N_{ed_w} - N_u(x_{M_w}) = \begin{bmatrix} 3981.438 \\ 3276.438 \end{bmatrix} kN \qquad N_u(x_{M_w}) = \begin{bmatrix} -3656.438 \\ -3656.438 \end{bmatrix} kN \qquad N_{ed_w} = \begin{bmatrix} 325 \\ -380 \end{bmatrix} kN$

Distancias eje horizontal derecho a igualdad de momento

$$x_{MMw} := \text{for } t \in 0..\text{length}(M_{ed}) - 1 \left| \begin{array}{l} \text{for } z \in N - 1..0 \\ \quad \text{if } M_{edw} \le M_{Uz} \\ \quad\quad pos \leftarrow z \\ \quad\quad \text{break} \\ x_{pos} \end{array} \right.$$

$$M_u\left(x_{MMw}\right) = \begin{bmatrix} 250.041 \\ 250.041 \end{bmatrix} \text{m} \cdot \text{kN} \qquad M_{edw} = \begin{bmatrix} 250 \\ 250 \end{bmatrix} \text{m} \cdot \text{kN}$$

$$Distancia_{axil.2w} := N_u\left(x_{MMw}\right) - N_{edw} = \begin{bmatrix} 35085.352 \\ 35790.352 \end{bmatrix} \text{kN} \quad N_u\left(x_{MMw}\right) = \begin{bmatrix} 35410.352 \\ 35410.352 \end{bmatrix} \text{kN} \qquad N_{edw} = \begin{bmatrix} 325 \\ -380 \end{bmatrix} \text{kN}$$

$$Ratio_{axilw} := \frac{\max\left(Distancia_{axil.2w}, Distancia_{axil.1w}\right)}{Distancia_{axil.2w} + Distancia_{axil.1w} + 10^{-3}\,\text{N}} = \begin{bmatrix} 0.898 \\ 0.916 \end{bmatrix}$$

$$Ratio_{ELUw} := \left| \begin{array}{l} \text{if } \max\left(Ratio_{momentow}\right) \le 100 \wedge \max\left(Ratio_{axilw}\right) \le 100 \\ \quad \max\left(Ratio_{axilw}, Ratio_{momentow}\right) \\ \text{else if } \max\left(Ratio_{momentow}\right) > 100 \wedge \max\left(Ratio_{axilw}\right) \le 100 \\ \quad Ratio_{axilw} \\ \text{else if } \max\left(Ratio_{momentow}\right) \le 100 \wedge \max\left(Ratio_{axilw}\right) > 100 \\ \quad Ratio_{momentow} \\ \text{else} \\ \quad \min\left(Ratio_{axilw}, Ratio_{momentow}\right) \end{array} \right. = \begin{bmatrix} 89.809\% \\ 91.613\% \end{bmatrix}$$

5. ANÁLISIS DE FISURACIÓN POR FLEXOCOMPRESIÓN EN E.L.S. CASO FLECTOR MÁXIMO PARA edad = 28 day

Las tensiones en servicio se obtendrán a partir de plantear el equilibrio seccional, despreciando la capacidad a tracción del hormigón.

*Se considera un momento de fisuración considerando la influencia del esfuerzo axil si procede (*axil = "SI" *) aunque las tensiones se calcularán sin considerar dicho esfuerzo axil.*

Esfuerzos considerados en caso de flector máximo en E.L.S.

Momento flector: $M_{k1.cp} := M_{k\_cp_0} = 131\ m \cdot kN$

Axil: $N_{k1.cp} := N_{k\_cp_0} = 230\ kN$

Cantos útiles:

Canto útil para armado traccionado: $d = 92.65\ cm$
Canto útil para armado comprimido: $d' = 7.35\ cm$

Parámetros de cálculo del hormigón a los j días:

$$f_{ctm} := 0.3 \cdot \left(f_{ck.j\_els} \cdot MPa^{-1}\right)^{\frac{2}{3}} MPa = 2.896\ MPa$$

Se considera el cálculo a flexo-compresión: flex = 1

$$f_{ctm.flcomp}(N) := \begin{cases} \max\left(\left(1.6 - \frac{h}{100\ cm}\right) \cdot flex \cdot f_{ctm}, f_{ctm}\right) + \frac{N}{b \cdot h} & \text{if axil = "SI"} \\ \max\left(\left(1.6 - \frac{h}{100\ cm}\right) \cdot flex \cdot f_{ctm}, f_{ctm}\right) + \frac{N \cdot 0}{b \cdot h} & \text{else} \end{cases}$$

$$s_t := \begin{cases} \dfrac{b - 2 \cdot r_l - 2 \cdot \phi_v \cdot af_v - \phi_t \cdot \frac{n_t}{n_{filas}}}{\frac{\frac{n_t}{n_{filas}} - 1}{n_{int} + 1}} & \text{if sep = "CALC"} \\ sep & \text{else} \end{cases} = 14.644\ cm$$

$$E_{cm} := 8500 \cdot \sqrt[3]{f_{ck.j\_els} \cdot MPa^{-1} + 8} \cdot MPa = 28.577\ GPa$$

Coeficiente de relación entre módulos elásticos: $n := \frac{E_s}{E_{cm}} = 6.999$

$$I_{bruta} := \frac{b \cdot h^3}{12} = 13333333.333\ cm^4$$

$$cdg_{secc} := \frac{b \cdot h \cdot 0.5 \cdot h + \left(A_{s'} \cdot (h - d') + A_s \cdot r_m\right) \cdot (n - 1)}{b \cdot h + \left(A_{s'} + A_s\right) \cdot (n - 1)} = 0.5\ m$$

$$I_{homo} := I_{bruta} + \left(\begin{array}{l} \frac{\pi \cdot \left(\Phi^4 \cdot n_{barra\_fila} + \phi_c{}^4 \cdot n_c + \Phi_{ref}{}^4 \cdot n_{barra\_fila_0} \cdot (n_{int})\right)}{64} \\ + A_{s'} \cdot \left((h - d') - cdg_{secc}\right)^2 + A_s \cdot \left(d - cdg_{secc}\right)^2 \end{array} \right) \cdot (n - 1) = 14404821.504\ cm^4$$

$$\frac{I_{homo}}{I_{bruta}} = 1.08$$

Cálculo del momento de fisuración:

$$M_{fis}(N) := f_{ctm.flcomp}(N) \cdot \text{if}\left(homo = 0, \frac{b \cdot h^2}{6}, \frac{I_{homo}}{\min\left(\left|cdg_{secc}\right|, \left|h - cdg_{secc}\right|\right)}\right) \qquad homo = 0$$

$$M_{fis}\left(N_{k1.cp}\right) = 810.725 \ \text{m} \cdot \text{kN}$$

Cálculo de fibra neutra y tensiones en hormigón y acero a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones

$$f := 0.5 \cdot d \qquad \sigma_{s'} := 80 \ \text{MPa} \qquad \sigma_s := 100 \ \text{MPa} \qquad \sigma_c := 10 \ \text{MPa}$$

$$N_{k1.cp} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} - A_s \cdot \sigma_s$$

$$M_{k1.cp} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} \cdot \left(d - \frac{f}{3}\right) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$$

$$\sigma_s = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(d - f)}{f}$$

$$\sigma_{s'} = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(f - d')}{f}$$

$$\begin{bmatrix} f \\ \sigma_c \\ \sigma_s \\ \sigma_{s'} \end{bmatrix} := \text{find}\left(f, \sigma_c, \sigma_s, \sigma_{s'}\right) = \begin{bmatrix} 1.092 \ \text{m} \\ 252552.823 \ \text{Pa} \\ -267636.258 \ \text{Pa} \\ 1648549.594 \ \text{Pa} \end{bmatrix}$$

Profundidad de la fibra neutra: $f = 109.182 \ \text{cm} \quad \frac{f}{d} = 1.178$

Compresión en el hormigón: $\sigma_c = 0.253 \ \text{MPa}$

Compresión en armadura de compresión: $\sigma_{s'} = 1.649 \ \text{MPa}$

Tracción en la armadura de tracción: $\sigma_s = -0.268 \ \text{MPa}$

Cálculo de la tracción en armadura traccionada en el momento que fisura la sección, a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones

$$f_r := 0.5 \cdot d \qquad \sigma_{s'r} := 80 \ \text{MPa} \qquad \sigma_{sr} := 100 \ \text{MPa} \qquad \sigma_{cr} := 10 \ \text{MPa}$$

$$N_{k1.cp} = \frac{\sigma_{cr} \cdot f_r \cdot b}{2} + A_{s'} \cdot \sigma_{s'r} - A_s \cdot \sigma_{sr}$$

$$M_{fis}\left(N_{k1.cp}\right) = \frac{\sigma_{cr} \cdot f_r \cdot b}{2} \cdot \left(d - \frac{f_r}{3}\right) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'r} \cdot (d - d')$$

$$\sigma_{sr} = n \cdot \sigma_{cr} \cdot \frac{\left(d - f_r\right)}{f_r}$$

$$\sigma_{s'r} = n \cdot \sigma_{cr} \cdot \frac{\left(f_r - d'\right)}{f_r}$$

$$\begin{bmatrix} f_r \\ \sigma_{cr} \\ \sigma_{sr} \\ \sigma_{s'r} \end{bmatrix} := \text{find}\left(f_r, \sigma_{cr}, \sigma_{sr}, \sigma_{s'r}\right) = \begin{bmatrix} 0.192 \ \text{m} \\ 5395292.975 \ \text{Pa} \\ 144862289.926 \ \text{Pa} \\ 23272391.69 \ \text{Pa} \end{bmatrix}$$

Tensión de la armadura en sección fisurada en instante que fisura el hormigón para M_{fis}: $\sigma_{sr} = 144.862$ MPa

Parámetros auxiliares para el análisis de la fisuración

Coeficiente K1

$$\varepsilon_1 := \frac{\sigma_s}{E_s} = -1.338 \cdot 10^{-6} \qquad \varepsilon_2 := \begin{cases} 0 & \text{if } \sigma_{s'} > 0 \cdot \text{MPa} \\ \frac{-\sigma_{s'}}{E_s} & \text{else} \end{cases} = 0$$

$$k_1 := \begin{cases} \min\left(\frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{8 \cdot \varepsilon_1}, 0.25\right) & \text{if } k_1 = \text{“CALC”} \\ k_1 & \text{else} \end{cases} = 0.125$$

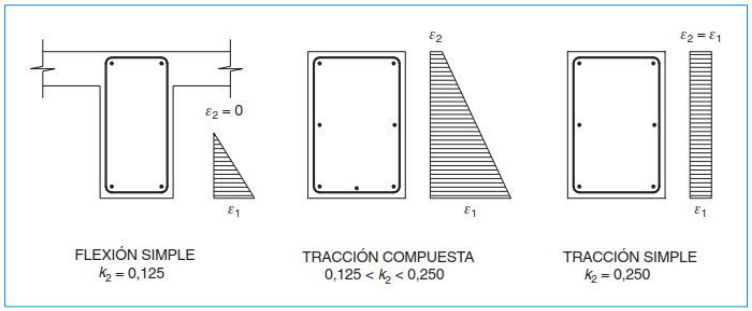


Figura 49.2.4.a.

$$k_1 = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{8\varepsilon_1}$$

Parámetros auxiliares para el análisis de la fisuración

Coeficiente K1 (0.125 para flexión simple o 0.25 para tracción simple) $k_1 = 0.125$

Coeficiente k2 (1 si carga instantánea o posar 0.5 si carga duradera) $k_2 = 0.5$

Coeficiente β (1.7 si fisuración por cargas o 1.3 si fisuración por deformaciones) $\beta = 1.7$

Recubrimiento hasta tocar la barra longitudinal: $c := r_c + \phi_v \cdot af_v = 6.1$ cm

Diámetro de las barras de armado de tracción: $\phi_t = 25$ mm

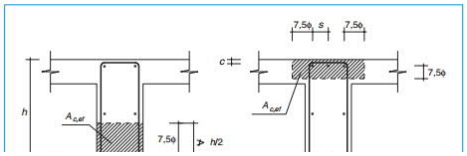
Separación de las barras de armado de tracción: $s_t = 14.644$ cm

Cálculo del área de hormigón en la zona del recubrimiento

Si es viga de alma estrecha en negativos poner "0"
Si es viga de alma estrecha en positivos poner "1"
Si es viga de alma ancha, losa o muro poner "2"

$A_{c.ef} := 2$

$$A_{c.eff} := \begin{cases} A_{c.eff} \leftarrow 7.5 \cdot \phi_t \cdot (b + 2 \cdot 7.5 \cdot \phi_t) & \text{if } A_{c.ef} = 0 \\ \text{else if } A_{c.ef} = 1 & \end{cases} = 4000 \text{ cm}^2$$



else if $A_{c.ef} = 1$

$A_{c.eff} \leftarrow$ if $7.5 \cdot \phi_t \leq \frac{h}{2}$

$A_{c.eff} \leftarrow 7.5 \cdot \phi_t \cdot b$

else

$A_{c.eff} \leftarrow \frac{h}{2} \cdot b$

else if $A_{c.ef} = 2$

$A_{c.eff} \leftarrow$ if $s_t \leq 15 \cdot \phi_t$

$A_{c.eff} \leftarrow \frac{h}{4} \cdot b$

else

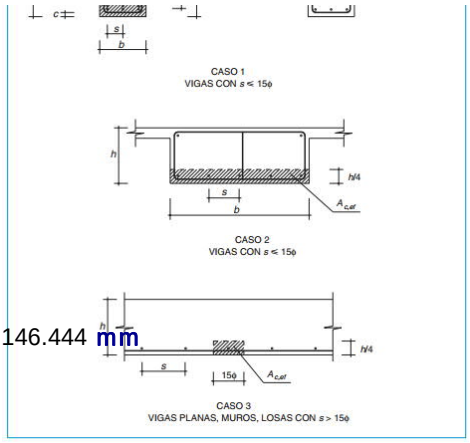
$A_{c.eff} \leftarrow \frac{h}{4} \cdot 15 \cdot \phi_t \cdot n_{barra\_fila_0} \cdot (1 + n_{int})$

$s :=$ if $s_t > 15 \cdot \phi_t = 146.444$ mm

$s \leftarrow 15 \cdot \phi_t$

else

$s \leftarrow s_t$



Área de les armaduras situadas dentro del área eficaz $A_{s.ef} := A_s = 49.087$ cm^2

Cálculo de la separación media de fisuras

$$s_m := 2 \cdot c + 0.2 \cdot s + 0.4 \cdot k_1 \cdot \frac{\phi_t \cdot A_{c.eff}}{A_{s.ef}} = 253.148 \text{ mm}$$

Cálculo del alargamiento medio de las armaduras

$\varepsilon_{sm.o} :=$ if $\sigma_s \geq 0 = 0$

$\frac{\sigma_s}{200 \text{ GPa}} \cdot \left(1 - k_2 \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s}\right)^2\right)$

else

0

$\varepsilon_{sm} :=$ if $\varepsilon_{sm.o} \geq 0.4 \cdot \frac{\sigma_s}{200 \text{ GPa}} = 0$

$\varepsilon_{sm} \leftarrow \varepsilon_{sm.o}$

else

$\varepsilon_{sm} \leftarrow 0.4 \cdot \frac{\sigma_s}{200 \text{ GPa}}$

Cálculo de la apertura característica de fisura

$\omega_{k\_1} :=$ if $M_{k1.cp} > M_{fis}(N_{k1.cp}) = 0$ mm

$\beta \cdot s_m \cdot \varepsilon_{sm}$

else

0 mm

6. ANÁLISIS DE FISURACIÓN POR FLEXOCOMPRESIÓN EN E.L.S. CASO AXIL MÁXIMO PARA edad = 28 day

Las tensiones en servicio se obtendrán a partir de plantear el equilibrio seccional, despreciando la capacidad a tracción del hormigón.

Se considera un momento de fisuración considerando la influencia del esfuerzo axil aunque las tensiones se calcularán sin considerar dicho esfuerzo axil.

Esfuerzos considerados en caso de flector máximo en E.L.S.

Momento flector: $M_{k2.cp} := M_{k\_cp_1} = 130\ m \cdot kN$

Axil: $N_{k2.cp} := N_{k\_cp_1} = -41\ kN$

Cálculo del momento de fisuración en flexo-compresión:

$M_{fis}(N_{k2.cp}) = 765.558\ m \cdot kN$

Cálculo de fibra neutra y tensiones en hormigón y acero a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones

$f := 0.5 \cdot d \qquad \sigma_{s'} := 80\ MPa \qquad \sigma_s := 100\ MPa \qquad \sigma_c := 10\ MPa$

$$N_{k2.cp} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} - A_s \cdot \sigma_s$$

$$M_{k2.cp} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} \cdot \left(d - \frac{f}{3}\right) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$$

$$\sigma_s = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(d - f)}{f}$$

$$\sigma_{s'} = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(f - d')}{f}$$

$$\begin{bmatrix} f \\ \sigma_c \\ \sigma_s \\ \sigma_{s'} \end{bmatrix} := \text{find}(f, \sigma_c, \sigma_s, \sigma_{s'}) = \begin{bmatrix} 0.151\ m \\ 1075748.405\ Pa \\ 38680543.582\ Pa \\ 3862998.868\ Pa \end{bmatrix}$$

Profundidad de la fibra neutra: $f = 15.095\ cm \quad \frac{f}{d} = 0.163$

Compresión en el hormigón: $\sigma_c = 1.076\ MPa$

Compresión en armadura de compresión: $\sigma_{s'} = 3.863\ MPa$

Tracción en la armadura de tracción: $\sigma_s = 38.681\ MPa$

Cálculo de la tracción en armadura traccionada en el momento que fisura la sección, a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones

$f_r := 0.5 \cdot d$ $\sigma_{s'r} := 80\ MPa$ $\sigma_{sr} := 100\ MPa$ $\sigma_{cr} := 10\ MPa$

$$N_{k2.cp} = \frac{\sigma_{cr} \cdot f_r \cdot b}{2} + A_{s'} \cdot \sigma_{s'r} - A_s \cdot \sigma_{sr}$$

$$M_{fis}(N_{k2.cp}) = \frac{\sigma_{cr} \cdot f_r \cdot b}{2} \cdot \left(d - \frac{f_r}{3}\right) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'r} \cdot (d - d')$$

$$\sigma_{sr} = n \cdot \sigma_{cr} \cdot \frac{(d - f_r)}{f_r}$$

$$\sigma_{s'r} = n \cdot \sigma_{cr} \cdot \frac{(f_r - d')}{f_r}$$

$$\begin{bmatrix} f_r \\ \sigma_{cr} \\ \sigma_{sr} \\ \sigma_{s'r} \end{bmatrix} := \text{find}(f_r, \sigma_{cr}, \sigma_{sr}, \sigma_{s'r}) = \begin{bmatrix} 0.165\ m \\ 5823837.195\ Pa \\ 187799994.737\ Pa \\ 22627422.529\ Pa \end{bmatrix}$$

Tensión de la armadura en sección fisurada en instante que fisura el hormigón para M_{fis}:
$\sigma_{sr} = 187.8\ MPa$

Coeficiente K1

$$\varepsilon_1 := \frac{\sigma_s}{E_s} = 1.934 \cdot 10^{-4}$$

$$\varepsilon_2 := \begin{cases} 0 & \text{if } \sigma_{s'} > 0 \cdot MPa \\ \dfrac{-\sigma_{s'}}{E_s} & \text{else} \end{cases} = 0$$

$$k_1 := \begin{cases} \min\left(\dfrac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{8 \cdot \varepsilon_1}, 0.25\right) & \text{if } k_1 = \text{“CALC”} \\ k_1 & \text{else} \end{cases} = 0.125$$

$A_{c.eff} = 4000\ cm^2$ $s = 146.444\ mm$

Área de les armaduras situadas dentro del área eficaz $A_{s.ef} = 49.087\ cm^2$

Cálculo de la separación media de fisuras

$$s_m := 2 \cdot c + 0.2 \cdot s + 0.4 \cdot k_1 \cdot \frac{\phi_t \cdot A_{c.eff}}{A_{s.ef}} = 253.148\ mm$$

Cálculo del alargamiento medio de las armaduras

$$\varepsilon_{sm.o} := \text{if } \sigma_s \geq 0 \left\| \frac{\sigma_s}{200\ \text{GPa}} \cdot \left(1 - k_2 \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s}\right)^2\right) \right| \text{else} \left\| 0 \right| = -0.00209$$

$$\varepsilon_{sm} := \text{if } \varepsilon_{sm.o} \geq 0.4 \cdot \frac{\sigma_s}{200\ \text{GPa}} \left\| \varepsilon_{sm} \leftarrow \varepsilon_{sm.o} \right| \text{else} \left\| \varepsilon_{sm} \leftarrow 0.4 \cdot \frac{\sigma_s}{200\ \text{GPa}} \right| = 0$$

Cálculo de la apertura característica de fisura

$$\omega_{k\_2} := \text{if } M_{k2.cp} > M_{fis}\left(N_{k2.cp}\right) \left\| \beta \cdot s_m \cdot \varepsilon_{sm} \right| \text{else} \left\| 0\ \text{mm} \right| = 0\ \text{mm}$$

7. ANÁLISIS DE LA FISURACIÓN DE LA SECCIÓN POR MICROCOMPRESIÓN PARA edad = 28 day

$f_{ck.j\_els} = 30\ \text{MPa}$

Esfuerzos en servicio combinación característica caso de máximo flector:

$$N_{k1} := N_{k\_car_0} = 230\ \text{kN} \qquad M_{k1} := M_{k\_car_0} = 131\ \text{m} \cdot \text{kN}$$

Esfuerzos en servicio combinación característica caso de máximo axil:

$$N_{k2} := N_{k\_car_1} = -41\ \text{kN} \qquad M_{k2} := M_{k\_car_1} = 131\ \text{m} \cdot \text{kN}$$

Cálculo de fibra neutra y tensiones en hormigón y acero a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones. Caso flector máximo

$$f := 0.5 \cdot d \qquad \sigma_{s'} := 80\ \text{MPa} \qquad \sigma_s := 100\ \text{MPa} \qquad \sigma_c := 10\ \text{MPa}$$

$$N_{k1} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} - A_s \cdot \sigma_s$$

$$M_{k1} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} \cdot \left(d - \frac{f}{3}\right) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$$

$$\sigma_s = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(d - f)}{f}$$

$$\sigma_{s'} = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(f - d')}{f}$$

$$\begin{bmatrix} f \\ \sigma_c \\ \sigma_s \\ \sigma_{s'} \end{bmatrix} := \text{find}\left(f, \sigma_c, \sigma_s, \sigma_{s'}\right) = \begin{bmatrix} 1.092\ \text{m} \\ 252552.823\ \text{Pa} \\ -267636.258\ \text{Pa} \\ 1648549.594\ \text{Pa} \end{bmatrix}$$

Compresión en el hormigón: $\sigma_{c1} := \sigma_c = 0.253\ \text{MPa}$

Cálculo de fibra neutra y tensiones en hormigón y acero a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones. Caso axil máximo

$f := 0.5 \cdot d \qquad \sigma_{s'} := 80\ \text{MPa} \qquad \sigma_s := 100\ \text{MPa} \qquad \sigma_c := 10\ \text{MPa}$

$$N_{k2} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} - A_s \cdot \sigma_s$$

$$M_{k2} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} \cdot \left(d - \frac{f}{3}\right) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$$

$$\sigma_s = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(d - f)}{f}$$

$$\sigma_{s'} = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(f - d')}{f}$$

$$\begin{bmatrix} f \\ \sigma_c \\ \sigma_s \\ \sigma_{s'} \end{bmatrix} := \text{find}\left(f, \sigma_c, \sigma_s, \sigma_{s'}\right) = \begin{bmatrix} 0.151\ \text{m} \\ 1083248.949\ \text{Pa} \\ 38914997.867\ \text{Pa} \\ 3892728.99\ \text{Pa} \end{bmatrix}$$

Compresión en el hormigón: $\sigma_{c2} := \sigma_c = 1.083\ \text{MPa}$

8. DEFINICIÓN DE LA FUNCIÓN DE VERIFICACIÓN A CORTANTE EN E.L.U. PARA edad = 28 day

Análisis del agotamiento del hormigón por compresión oblicua Vu1 y por tracción en el alma Vcu

Se considera un ángulo respecto la directriz de la pieza con el armado de cortante $\alpha := 90°$
Se considera una estructura con influencia del esfuerzo axil.

$$\varepsilon_x(M, N, V) := \frac{\frac{\max(M, 0.9 \cdot d \cdot V)}{0.9 \cdot d} + V - 0.5 \cdot N}{2 \cdot (A_s + A_{s'}) \cdot 200\ \text{GPa}} \cdot 1000$$

$$\varepsilon_x(M, N, V) \text{ if } \varepsilon_x(M, N, V) \le 0 \text{ | } 0 \text{ else } \varepsilon_x(M, N, V)$$

$$\theta(M, N, V) := \text{if bielas} = \text{“SI”} \text{ | } 45° \text{ else } (\varepsilon_x(M, N, V) \cdot 7 + 29) \cdot °$$

$$\sigma'_{cd}(N) := \text{if } \frac{N' - A_{s'} \cdot f_{ydc}}{b \cdot h} \le 0.3 \cdot f_{cd} \text{ | } \frac{N - A_{s'} \cdot f_{ydc}}{b \cdot h} \text{ else } 0.3 \cdot f_{cd}$$

$$K(N) := \text{if } \sigma'_{cd}(N) \le 0 \text{ | } 1 \text{ else if } \sigma'_{cd}(N) \le 0.25 \cdot f_{cd} \text{ | } 1 + \frac{\sigma'_{cd}(N)}{f_{cd}} \text{ else if } \sigma'_{cd}(N) \le 0.5 \cdot f$$

$$\xi := \text{if } 1 + \sqrt{\frac{200\ \text{mm}}{d}} \le 2 \text{ | } 1 + \sqrt{\frac{200\ \text{mm}}{d}} \text{ else } 2$$

else if $\sigma'_{cd}(N) \le 0.5 \cdot f_{cd}$
  1.25
else
  $2.5 \cdot \left(1 - \frac{\sigma'_{cd}(N)}{f_{cd}}\right)$

Cuantía de armadura en la cara de tracción:

$$\rho_l := \max\left(\frac{A_s}{b \cdot d}, 0.02\right) = 0.02$$

$$\sigma'_{cd}(N) := \text{if } \frac{N}{b \cdot h} \le \min(0.3 \cdot f_{cd}, 12\ \text{MPa})\ \frac{N}{b \cdot h}\ \text{else}\ \min(0.3 \cdot f_{cd}, 12\ \text{MPa})$$

[Art 44.2.3.1 EHE-08]

$$V_{u1}(M, N, V) := K(N) \cdot f_{1cd} \cdot b \cdot d \cdot \left(\frac{\cot(\theta(M, N, V)) + \cot(\alpha)}{1 + (\cot(\theta(M, N, V)))^2}\right)$$

[Art 44.2.3.2.1.2 EHE-08]

$$V_{cu}(N) := \left(\frac{0.18}{\gamma_c} \cdot \xi \cdot \left(100 \cdot \rho_l \cdot f_{cv} \cdot \text{MPa}^{-1}\right)^{\frac{1}{3}} + 0.15 \cdot \sigma'_{cd}(N) \cdot \text{MPa}^{-1}\right) \cdot b \cdot d \cdot \text{MPa}$$

$$V_{cu.min}(N) := \left(\frac{0.075}{\gamma_c} \cdot \xi^{\frac{3}{2}} \cdot \left(f_{cv} \cdot \text{MPa}^{-1}\right)^{\frac{1}{2}} + 0.15 \cdot \sigma'_{cd}(N) \cdot \text{MPa}^{-1}\right) \cdot b \cdot d \cdot \text{MPa}$$

Capacidad del hormigón por tracción en piezas sin armadura de cortante

$$V_{cu}(N) := \text{if } V_{cu}(N) \le V_{cu.min}(N)\ V_{cu.min}(N)\ \text{else}\ V_{cu}(N)$$

$$z := 0 .. \text{length}(b\_) - 1$$

$$\theta\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right) = \begin{bmatrix} 45 \\ 45 \end{bmatrix}°$$

$$\cot\left(\theta\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right)\right) = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$V_{ed} = \begin{bmatrix} 710 \\ 710 \end{bmatrix} \text{kN} \qquad V_{u1}\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right) = \begin{bmatrix} 8894.4 \\ 8894.4 \end{bmatrix} \text{kN} \qquad V_{cu}\left(N_{ed_z}\right) = \begin{bmatrix} 1065.136 \\ 967.158 \end{bmatrix} \text{kN}$$

Definición de funciones auxiliares:

$$Ratio\_VU1_z := \text{for } i \in 0 .. \text{length}(b\_) - 1\ Ratio\_VU1_z \leftarrow \frac{V_{ed_z}}{V_{u1}\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right)}$$

$$Ratio\_VU2_z := \text{for } i \in 0 .. \text{length}(b\_) - 1\ Ratio\_VU1_z \leftarrow \frac{V_{ed_z}}{V_{cu}\left(N_{ed_z}\right)}$$

Análisis de secciones con armadura de cortante

$$V_{cu}(N) := \max\left(\left(\frac{0.15}{\gamma_c} \cdot \xi \cdot \left(100 \cdot \rho_l \cdot f_{cv} \cdot \text{MPa}^{-1}\right)^{\frac{1}{3}} + 0.15 \cdot \sigma'_{cd}(N) \cdot \text{MPa}^{-1}\right) \cdot b \cdot d \cdot \text{MPa}, V_{cu.min}(N)\right)$$

$$V_{su}(M, N, V) := \frac{0.9 \cdot d \cdot n_{rv} \cdot \pi \cdot \frac{\phi_v^2}{4}}{cada} f_{ydc} \cdot \sin(\alpha) \cdot (\cot(\alpha) + \cot(\theta(M, N, V)))$$

$$V_{cu}\left(N_{ed_z}\right) = \begin{bmatrix} 895.141 \\ 797.164 \end{bmatrix} \text{kN} \qquad V_{su}\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right) = \begin{bmatrix} 670.622 \\ 670.622 \end{bmatrix} \text{kN} \quad V_{cu}\left(N_{ed_z}\right) + V_{su}\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right) = \begin{bmatrix} 1565.763 \\ 1467.786 \end{bmatrix} \text{kN}$$

$$Ratio\_cort_z := \text{for } i \in 0..\text{length}(b\_) - 1 \left\| \frac{V_{ed_z}}{V_{cu}\left(N_{ed_z}\right) + V_{su}\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right)} \right.$$

$$armadura\_cortante_z := \begin{cases} \text{if } Ratio\_VU2_z \le 1 \\ \quad \text{“No necesaria”} \\ \text{else if } Ratio\_cort_z \le 1 \\ \quad Ratio\_cort_z \\ \text{else if } Ratio\_cort_z > 1 \\ \quad \text{“No verifica cortante”} \end{cases}$$

Verificacion_cortante = “OK. No necesita armadura de cortante”

$$A_{V.min} := \begin{cases} \text{if } \phi_v = 0 \\ \quad 0 \cdot \frac{cm^2}{m} \\ \text{else} \\ \quad \frac{f_{ctm} \cdot b}{7.5 \cdot f_{ydc}} \end{cases} = 15.448 \frac{cm^2}{m} \qquad A_{V.dispuesta} := \frac{b}{cada \cdot m} \cdot n_{rv} \cdot \pi \cdot \frac{\phi_v^2}{4} = 32.17 \frac{cm^2}{m}$$

Verificacion_armadura.minima.cortante = “OK.”

9. VERIFICACIÓN SECCIONES CRÍTICAS EN E.L.U. MEDIANTE INTERACCIÓN A FLEXIÓN COMPUESTA PARA edad = 28 day

Discretización: N = 3000

$$M_{u_j} := \text{for } z \in 0..N - 1 \left\| M_{..}(x) \right. \qquad N_{u_j} := \text{for } z \in 0..N - 1 \left\| N_{..}(x) \right.$$

Máximo flector: $\max\left(M_{u\_x.car}\right) = 5791.213\ \mathbf{m \cdot kN}$
Mínimo flector: $\min\left(M_{u\_x.car}\right) = 0\ \mathbf{m \cdot kN}$
Máximo axil: $\max\left(N_{u\_x.car}\right) = 35853.172\ \mathbf{kN}$
Mínimo axil: $\min\left(N_{u\_x.car}\right) = -4268.468\ \mathbf{kN}$

NOTA: Se considera que para los dominios de rotura 4a y5 la tensión de las armaduras comprimidas no excede 400MPa.

$$Ratio_{ELU_w} = \begin{bmatrix} 89.809\% \\ 91.613\% \end{bmatrix} \qquad M_{ed} = \begin{bmatrix} 250 \\ 250 \end{bmatrix} \mathbf{m \cdot kN} \qquad N_{ed} = \begin{bmatrix} 325 \\ -380 \end{bmatrix} \mathbf{kN}$$

Verificacion_flexocompresion = “OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.U. flexocompresión recta”

$Ratio_{ELU.MAX} := \max\left(Ratio_{ELU}\right) = 91.613\%$ OK

NOTA: El ratio de verificación obtenido es el mínimo a axil constante y a momento constante.

10. VERIFICACIÓN DE LAS SECCIONES CRÍTICAS A E.L.S. FISURACIÓN PARA $edad = 28\ \mathbf{day}$

Definición de funciones auxiliares:

$$Ancho\_fisura := \begin{bmatrix} \omega_{k\_1} \\ \omega_{k\_2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \mathbf{mm} \qquad z := 0 .. length\left(Ancho\_fisura\right) - 1$$

$fisura_z :=$ for $i \in 0 .. length(Ancho\_fisura) - 1$
  if $M_{k\_cp_z} > M_{fis}\left(N_{k\_cp}\right)_z$
    “SI”
  else
    “NO”

$Ratio\_E.L.S._z :=$ for $i \in 0 .. length(Ancho\_fisura) - 1$
  if $fisura_z =$ “SI”
    $Ratio\_E.L.S._z \leftarrow \dfrac{Ancho\_fisura_z}{w_{max}}$
  else
    0

$id_z :=$ for $i \in 0 .. length(Ancho\_fisura) - 1$
  $id_z \leftarrow$ if $Ratio\_E.L.S._z > 1$
    $CASO.E.L.S._z$
  else
    “ok”

Resultados del análisis del E.L.S. fisuración por tracción $w_{max} = 0.3\ \mathbf{mm}$ $M_{fis}\left(0 \cdot \mathbf{kN}\right) = 772.392\ \mathbf{m \cdot kN}$

$$CASO.E.L.S. = \begin{bmatrix} \text{“1.ELS”} \\ \text{“1.ELS”} \end{bmatrix} \qquad M_{k\_cp} = \begin{bmatrix} 131 \\ 130 \end{bmatrix} \mathbf{m \cdot kN} \qquad N_{k\_cp} = \begin{bmatrix} 230 \\ -41 \end{bmatrix} \mathbf{kN} \qquad M_{fis}\left(N_{k\_cp}\right) = \begin{bmatrix} 810.725 \\ 765.558 \end{bmatrix} \mathbf{m \cdot kN}$$

$$CASO.E.L.S. = \begin{bmatrix} \text{“1.ELS”} \\ \text{“1.ELS”} \end{bmatrix} \qquad fisura = \begin{bmatrix} \text{“NO”} \\ \text{“NO”} \end{bmatrix} \qquad Ancho\_fisura_z = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \mathbf{mm} \qquad Ratio\_E.L.S. = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Verificacion_fisuracion_traccion = “OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.S. fisuración”

Resultados del análisis del E.L.S. fisuración microcompresión

$\sigma_{comp.hormi} := \begin{bmatrix} \sigma_{c1} \\ \sigma_{c2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.253 \\ 1.083 \end{bmatrix}$ MPa $0.6 \cdot f_{ck.j} = 18$ MPa $zz := 0 .. length(Ancho\_fisura) - 1$

$Ratio_{E.L.S.microfisuracion_{zz}} := \text{for } i \in 0 .. length(Ancho\_fisura) - 1 \left\| \frac{\sigma_{comp.hormi_{zz}}}{0.6 \cdot f_{ck.j\_els}} \right.$

$\sigma_{comp.hormi} = \begin{bmatrix} 0.253 \\ 1.083 \end{bmatrix}$ MPa

$CASO.E.L.S. = \begin{bmatrix} \text{“1.ELS”} \\ \text{“1.ELS”} \end{bmatrix}$ $Ratio_{E.L.S.microfisuracion} = \begin{bmatrix} 0.014 \\ 0.06 \end{bmatrix}$

Verificacion_fisuracion_microcompresion = “OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.S. fisuración”

11. VERIFICACIÓN QUANTIAS MINIMAS Y DISPOSICIONES CONSTRUCTIVAS

elemento = “VIGA”

Cuantía mínima geométrica [Art 42.3.5 EHE-08]

Armadura de tracción

$$\rho_{g\_t} := \begin{cases} \frac{4}{1000} & \text{if elemento} = \text{“PILAR”} \\ \begin{cases} \begin{cases} \frac{2}{1000} \cdot 0.5 & \text{if } f_{yk} = 400 \text{ MPa} \\ \frac{1.8}{1000} \cdot 0.5 & \text{else} \end{cases} & \text{if elemento} = \text{“LOSA”} \\ \begin{cases} \frac{3.3}{1000} & \text{if } f_{yk} = 400 \text{ MPa} \\ \frac{2.8}{1000} & \text{else} \end{cases} & \text{if elemento} = \text{“VIGA”} \\ \begin{cases} \frac{1.2}{1000} & \text{if } f_{yk} = 400 \text{ MPa} \end{cases} & \text{if elemento} = \text{“MURO”} \end{cases} \end{cases} = 0.0028$$

Armadura de compresión

$$\rho_{g\_c} := \begin{cases} \frac{4}{1000} & \text{if elemento} = \text{“PILAR”} \\ \begin{cases} \begin{cases} \frac{2}{1000} \cdot 0.5 & \text{if } f_{yk} = 400 \text{ MPa} \\ \frac{1.8}{1000} \cdot 0.5 & \text{else} \end{cases} & \text{if elemento} = \text{“LOSA”} \\ \begin{cases} \frac{3.3}{1000} \cdot 0.3 & \text{if } f_{yk} = 400 \text{ MPa} \\ \frac{2.8}{1000} \cdot 0.3 & \text{else} \end{cases} & \text{if elemento} = \text{“VIGA”} \\ \begin{cases} \frac{1.2}{1000} \cdot 0.3 & \text{if } f_{yk} = 400 \text{ MPa} \end{cases} & \text{if elemento} = \text{“MURO”} \end{cases} \end{cases} = 0.0008$$

Armadura de reparto

$$\rho_{g\_m} := \begin{cases} \begin{cases} \begin{cases} \begin{cases} \frac{4}{1000} \cdot 0.5 & \text{if } f_{yk} = 400 \text{ MPa} \\ \frac{3.2}{1000} \cdot 0.5 & \text{else} \end{cases} & \text{if juntas} > 7.5 \text{ m} \\ \frac{2}{1000} \cdot 0.5 & \text{else} \end{cases} & \text{if elemento} = \text{“MURO”} \\ 0 & \text{else} \end{cases} & \text{if elemento} = \text{“VIGA”} \\ 0 & \text{else} \end{cases} & \text{if elemento} = \text{“LOSA”} \\ 0 & \text{else} \end{cases} = 0$$

$$\begin{array}{l} \quad \| \; 1000 \\ \text{else} \\ \quad \| \; \dfrac{0.9}{1000} \end{array} \qquad\qquad \begin{array}{l} \quad \| \; 1000 \\ \text{else} \\ \quad \| \; \dfrac{0.9}{1000} \cdot 0.3 \end{array}$$

Cuantía mínima mecánica

[Art 42.3.2, Art 42.3.3,Art 42.3.4 EHE-08]

sol = "FLEX"

$$A_{s.mec.min.traccionada} := \begin{array}{l} \text{if } sol = \text{"FLEX"} \\ \quad \| \; \dfrac{\dfrac{b \cdot h^2}{6} \cdot f_{ctm.flcomp}(0\ kN)}{f_{yd} \cdot 0.8 \cdot h} \\ \text{else if } sol = \text{"COMP"} \\ \quad \| \; \dfrac{0.05 \cdot \max(N_{ed})}{f_{ydc}} \\ \text{else if } sol = \text{"TRAC"} \\ \quad \| \; \dfrac{b \cdot h \cdot f_{ctm}}{f_{yd}} \cdot 0.5 \end{array}$$

$$A_{s.mec.min.comprimida} := \begin{array}{l} \text{if } sol = \text{"FLEX"} \\ \quad \| \; \dfrac{0.05 \cdot \max(N_{ed})}{f_{yd}} \\ \text{else if } sol = \text{"COMP"} \\ \quad \| \; \dfrac{0.05 \cdot \max(N_{ed})}{f_{ydc}} \\ \text{else if } sol = \text{"TRAC"} \\ \quad \| \; \left\| \; \dfrac{b \cdot h \cdot f_{ctm}}{f_{yd}} \cdot 0.5 \right. \end{array}$$

Verificación armaduras

Armadura mínima geométrica

$A_{s.geom.min.traccionada} := \rho_{g\_t} \cdot b \cdot h = 44.8\ cm^2$

$A_{s.geom.min.comprimida} := \rho_{g\_c} \cdot b \cdot h = 13.44\ cm^2$

$A_{s.geom.min.reparto} := \text{if}\left(\phi_v \neq 0, \rho_{g\_m} \cdot b \cdot \min(h, 50\ cm), 0\ cm^2\right) = 0\ cm^2$

Armadura mínima mecánica

$A_{s.mec.min.traccionada} = 22.206\ cm^2$

$A_{s.mec.min.comprimida} = 0.374\ cm^2$

Armadura dispuesta

$A_s = 49.087\ cm^2$

$A_{s'} = 49.087\ cm^2$

$A_{sr} := \dfrac{\dfrac{b}{cada} \cdot \pi}{4} \cdot \phi_v^2 = 16.085\ cm^2$

$Verifica_{armadura.minima.traccionada} = \text{"OK"}$
$Verifica_{armadura.minima.reparto} = \text{"OK"}$
$Verifica_{armadura.minima.reparto} = \text{"OK"}$

Cálculo de la separación del armado dispuesto

$s_{armadura\_tracc} := s_t = 14.644\ cm$

$$s_{armadura\_comp} := \begin{array}{l} \text{if } sep \neq \text{"CALC"} \\ \quad \| \; \dfrac{b}{n_c} \\ \text{else} \\ \quad \| \; \dfrac{b - 2 \cdot r_l - 2 \cdot \phi_v - \phi_c \cdot n_c}{n_c - 1} \end{array} = 14.644\ cm$$

Exigencias sobre disposición de armaduras

$s_{max} := \min(30\ cm, h \cdot 3) = 30\ cm$

$s_{min} := \max(2\ cm, 1.25 \cdot tma, \max(\phi_c, \phi_t)) = 2.5\ cm$

$$\phi_{V.min} := \begin{array}{l} \text{if } \phi_v = 0 \\ \quad \| \; 0\ mm \\ \text{else} \\ \quad \| \; \dfrac{\max(\phi_c, \phi_t)}{4} \end{array} = 6.25\ mm$$

$s_{V.max} := \min(30\ cm, 15 \cdot \min(\phi_c, \phi_t)) = 30\ cm$

$\text{Verifica}_{\text{separacion.armaduras}} = \text{“OK”}$
$\text{Verifica}_{\text{disposicion.armadura.de.cortante}} = \text{“OK”}$

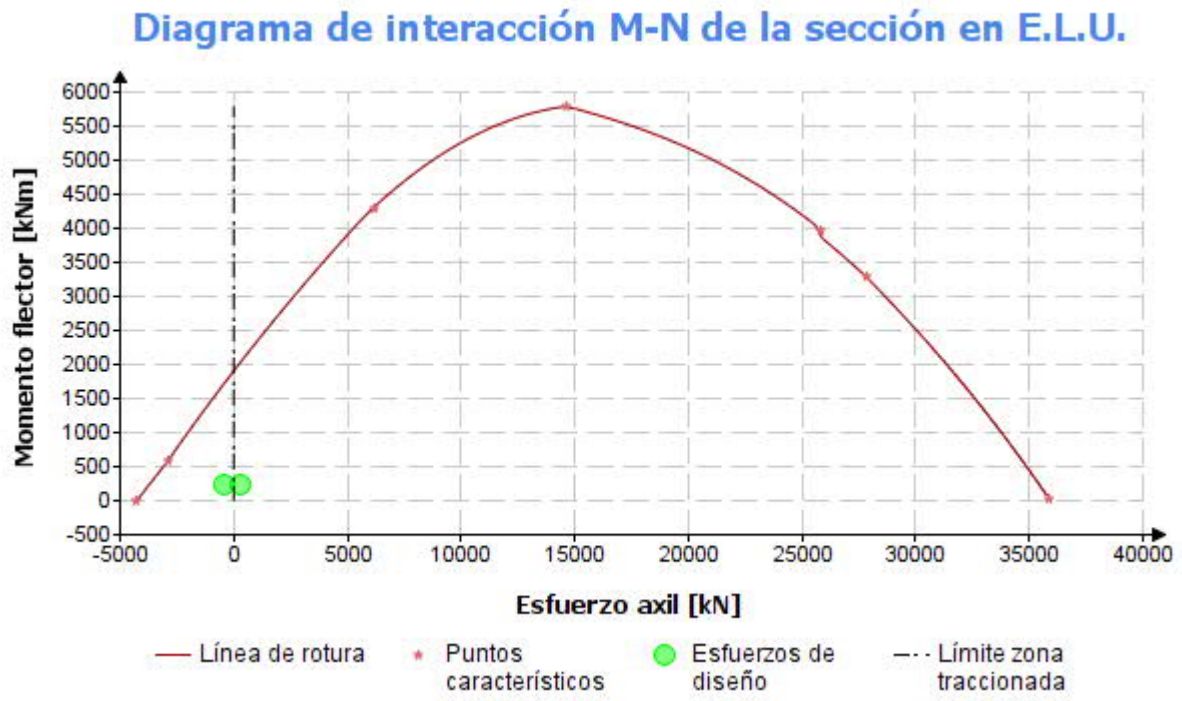
12. RESUMEN DE RESULTADOS.

Todas las verificaciones seccionales se realizan a la edad = 28 **day** del hormigón.

Verificación a E.L.U. flexocompresión mediante diagrama de interacción:

Verificacion_flexocompresion = “OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.U. flexocompresión recta”
$\text{Ratio}_{\text{ELU.MAX}} := \max(\text{Ratio}_{\text{ELU}}) = 91.613\%$ OK

$\text{CASO} = \begin{bmatrix} \text{“1.ELU”} \\ \text{“1.ELU”} \end{bmatrix}$ $\text{num} = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \end{bmatrix}$ $\text{id\_ELU} = \begin{bmatrix} \text{“ok”} \\ \text{“ok”} \end{bmatrix}$ $\text{Ratio}_{\text{ELU}_w} = \begin{bmatrix} 0.898 \\ 0.916 \end{bmatrix}$



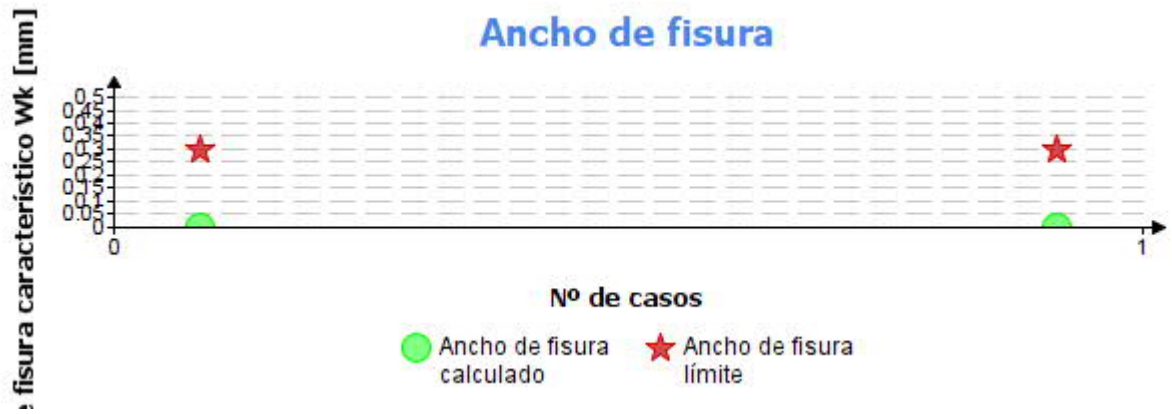
Verificación a E.L.S. fisuración :

Verificacion_fisuracion_traccion = “OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.S. fisuración”
$\text{Ratio}_{\text{ELS\_fisuracion}} := \max(\text{Ratio\_E.L.S.}) = 0$ OK
Verificacion_fisuracion_microcompresion = “OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.S. fisuración”
$\text{Ratio}_{\text{ELS\_microfisuracion}} := \max(\text{Ratio}_{\text{E.L.S.microfisuracion}}) = 6.018\%$ OK

Maxima_apertura_fisura $:= \max(\text{Ancho\_fisura}) = 0$ **mm** OK $w_{max} = 0.3$ **mm**
Maxima_compresión $:= \max(\sigma_{\text{comp.hormi}}) = 1.08325$ **MPa** OK $0.6 \cdot f_{ck.j\_els} = 18$ **MPa**

$M_{fis}(\min(N_{k\_cp})) = 765.558\ m \cdot kN$ $M_{fis}(0\ kN) = 772.392\ m \cdot kN$ $M_{k1.cp} = 131\ m \cdot kN$

$CASO.E.L.S. = \begin{bmatrix} \text{“1.ELS”} \\ \text{“1.ELS”} \end{bmatrix}$ $fisura = \begin{bmatrix} \text{“NO”} \\ \text{“NO”} \end{bmatrix}$ $Ancho\_fisura = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} mm$ $Ratio\_E.L.S. = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$



Verificación a E.L.U. cortante:

Verificacion_cortante = “OK. No necesita armadura de cortante”

Verificacion_armadura.minima.cortante = “OK.”

$Ratio_{ELU.cort} := \max(\max(Ratio\_VU1, Ratio\_cort)) = 48.372\%$ OK

$armadura\_cortante = \begin{bmatrix} \text{“No necesaria”} \\ \text{“No necesaria”} \end{bmatrix}$ $Ratio\_VU1 = \begin{bmatrix} 0.08 \\ 0.08 \end{bmatrix}$ $Ratio\_VU2 = \begin{bmatrix} 0.667 \\ 0.734 \end{bmatrix}$ $Ratio\_cort = \begin{bmatrix} 0.453 \\ 0.484 \end{bmatrix}$

Verificación disposiciones constructivas.

$Verifica_{armadura.minima.traccionada} = \text{“OK”}$
$Verifica_{armadura.minima.reparto} = \text{“OK”}$
$Verifica_{armadura.minima.reparto} = \text{“OK”}$
$Verifica_{separacion.armaduras} = \text{“OK”}$
$Verifica_{disposicion.armadura.de.cortante} = \text{“OK”}$

Ratio global

$Ratio_{global} = 91.613\%$ OK
$Verificación_{global} = \text{“OK”}$

E.L.U. I E.L.S. FLEXO-TRACCIÓ

1. CARACTERÍSTICAS SECCIONALES Y MECÁNICAS

Canto de la sección: $h := 160\ cm$
Ancho de la sección: $b := 100\ cm$
Recubrimiento nominal armadura de compresión: $r_c := 45\ mm$
Recubrimiento nominal armadura de tracción: $r_t := 45\ mm$
Recubrimiento lateral: $r_l := 0\ mm$
Diámetro de la armadura de tracción: $\phi_t := 25\ mm$
Diámetro de la armadura de compresión: $\phi_c := 25\ mm$ Número de barras comprimidas: $n_c := 10$
Diámetro cercos de cortante: $\phi_v := 16\ mm$ cada $:= 20\ cm$ Número de ramas: $n_{rv} := 2 = 2$
La armadura de cortante afecta al recubrimiento? $af_v := 1$ (poner 1 si afecta, 0 si no afecta)
Disposición de filas de armado propuestas:

filas $:= [1]$ $n_{barra\_fila} := [10]$ $\Phi := [25] \cdot mm$ $y_{barra\_fila} := r_t + \phi_v \cdot af_v + [0.5 \cdot \phi_t] = [7.35]\ cm$

Disposición de armadura de refuerzo en cara traccionada barras $\Phi_{ref} := 0\ mm$
intercalando $n_{int} := 0$ barra entre armado principal de tracción propuesto

---

Número total de barras (no cuenta refuerzo): $n_t := |n_{barra\_fila} \cdot id| = 10$
Número total de filas: $n_{filas} := id \cdot id = 1$

Separación armadura traccionada: sep $:=$ "CALC" (poner "CALC" si se quiere considerar la calculada)
Hormigón empleado $f_{ck} := 30\ MPa$ $f_{ck\_els} := 30\ MPa$ $\gamma_c := 1.5$
Acero pasivo $f_{yk} := 500\ MPa$ $\gamma_s := 1.15$
Coeficiente de cansancio del hormigón: $\alpha_{cc} := 1$ Tamaño árido $tma := 20\ mm$
Control indirecto del hormigón? contr $:=$ "NO" (poner "NO si control Estadístico (usual)" sino poner "SI" ., ver Art.86.5.6 EHE-08)
Anchura característica de fisura máxima: $w_{max} := 0.3\ mm$
Edad del hormigón para la verificación seccional: edad $:= 28\ day$

Datos del tipo de cemento utilizado:
Coeficiente del tipo de cemento $s_s := 0.25$ (si cemento normal s=0.25; si cemento rápido s=0.2, si cemento lento s=0.38)
Coeficiente de retracción $\alpha_{ds1} := 4$ (si cemento normal α_{ds1} =4; si cemento rápido α_{ds1} =6, si cemento lento α_{ds1} =3)
Coeficiente de retracción $\alpha_{ds2} := 0.12$ (si cemento normal α_{ds2} =0.12; si cemento rápido α_{ds2} =0.11; si cemento lento α_{ds2} =0.13)

Parámetros adicionales de cálculo
Considerar axil en cálculo del momento de fisuración? axil $:=$ "NO"
Considerar resistencia a flexión o flexotraccion del hormigón? flex $:= 1$ (poner 0 si flexión, poner 1 si flexotraccion)
Angulo bielas de compresión 45º en cortante? bielas $:=$ "SI" (poner "SI" asume 45º. Poner "NO" calcula el ángulo)
Tipo de elemento? elemento $:=$ "VIGA" ("VIGA","LOSA","PILAR","MURO") juntas $:= 9$ m (solo en muro)

Solicitación para considerar armadura mínima mecánica? $sol := \text{“FLEX”}$ ("FLEX","COMP","TRAC")

Parámetros auxiliares para el análisis de la fisuración

Coeficiente K1 (0.125 para flexión simple o 0.25 para tracción simple, poner "CALC" para calcular en función de las tensiones del hormigón) $k_1 := \text{“CALC”}$

Coeficiente k2 (1 si carga instantánea o posar 0.5 si carga duradera) $k_2 := 0.5$

Coeficiente β (1.7 si fisuración por cargas o 1.3 si fisuración por deformaciones) $\beta := 1.7$

Tener en cuenta inercia homogeneizada en cálculo de Momento de fisuración? $homo := 0$

(poner 0 si sección bruta, poner 1 si sección homogeneizada)

2. ESFUERZOS

E.L.S. cuasi-permanente *E.L.S. característico* *Esfuerzos E.L.U.*

CASO.E.L.S.	N_{k_cp} (kN)	M_{k_cp} (kN·m)	N_{k_car} (kN)	M_{k_car} (kN·m)
“1.ELS”	230	175	230	175
“1.ELS”	-41	175	-41	175

CASO	N_{ed} (kN)	M_{ed} (kN·m)	V_{ed} (kN)
“1.ELU”	325	325	710
“1.ELU”	-380	325	710

* Axil negativo indica tracción

$f := \text{if}(elemento = \text{“LOSA”} \vee elemento = \text{“MURO”}, 0, 1) = 1$

3. PARÁMETROS AUXILIARES DE CÁLCULO

Cálculo del armado dispuesto y cantos útiles

Armadura dispuesta en cara traccionada:

$$A_s := \frac{\pi}{4} \cdot \left(\Phi^2 \cdot n_{barra\_fila} + \Phi_{ref}{}^2 \cdot \left(n_{int} \cdot n_{barra\_fila_0} - f \right) \right) = 49.087\ \text{cm}^2$$

Armadura dispuesta en cara comprimida: $A_{s'} := \frac{n_c \cdot \pi}{4} \cdot \phi_c{}^2 = 49.087\ \text{cm}^2$

Recubrimiento mecánico armadura de tracción:

$$r_m := \left| \frac{\left| \overrightarrow{\Phi^2 \cdot n_{barra\_fila}} \cdot y_{barra\_fila} \right| + \left(\left(r_t + \phi_v \cdot af_v + \left[0.5 \cdot \Phi_{ref} \right] \right) \cdot \Phi_{ref}{}^2 \cdot \left(n_{int} \cdot n_{barra\_fila_0} - f \right) \right)}{\left| \overrightarrow{\Phi^2 \cdot n_{barra\_fila}} \cdot id \right| + \Phi_{ref}{}^2 \cdot \left(n_{int} \cdot n_{barra\_fila_0} - f \right)} \right|$$

Recubrimiento mecánico armadura de tracción: $r_m = 7.35\ \text{cm}$

Recubrimiento mecánico armadura de compresión: $r_{m'} := r_c + \phi_v \cdot af_v + \phi_c \cdot 0.5 = 7.35\ \text{cm}$

Canto útil armadura de tracción: $d := h - r_m = 152.65\ \text{cm}$

Canto útil armadura de compresión: $d' := r_{m'} = 7.35\ \text{cm}$

Cálculo de las resistencias de cálculo de los materiales a los $edad = 28\ \text{day}$ *:*

Resistencia característica del hormigón a $edad = 28\ \text{day}$:

$$f_{ck.j} := f_{ck} \cdot e^{s_s \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28\ \text{day}}{edad}} \right)} = 30\ \text{MPa} \qquad f_{ck.j\_els} := f_{ck\_els} \cdot e^{s_s \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28\ \text{day}}{edad}} \right)} = 30\ \text{MPa}$$

$f_{cd} := \alpha_{cc} \cdot f_{ck.j} \cdot \gamma_c^{-1} = 20\ \text{MPa}$

$$f_{cv} := \begin{cases} \text{if } contr = \text{“SI”} \\ \quad 15\ \text{MPa} \\ \text{else} \\ \quad \text{if } f_{ck.j} \le 60\ \text{MPa} \\ \quad\quad f_{ck.j} \\ \quad \text{else} \\ \quad\quad 60\ \text{MPa} \end{cases} = 30\ \text{MPa}$$

$$f_{1cd} := \begin{cases} \text{if } f_{ck} \le 60\ \text{MPa} \\ \quad 0.6 \cdot f_{cd} \\ \text{else} \\ \quad \zeta \leftarrow \left(0.9 - \frac{f_{ck.j}}{200\ \text{MPa}}\right) \cdot f_{cd} \\ \quad \text{if } \zeta \le 0.5 \cdot f_{cd} \\ \quad\quad 0.5 \cdot f_{cd} \\ \quad \text{else} \\ \quad\quad \zeta \end{cases} = 12\ \text{MPa}$$

$f_{yd} := f_{yk} \cdot \gamma_s^{-1} = 434.783\ \text{MPa}$

$$f_{ydc} := \begin{cases} \text{if } f_{yk} > 400\ \text{MPa} \\ \quad 400\ \text{MPa} \\ \text{else} \\ \quad f_{yk} \cdot \gamma_s^{-1} \end{cases} = 400\ \text{MPa}$$

Deformaciones de rotura contempladas según y valores del diagrama rectangular Art. 39.5 EHE-08

Límite elástico del acero: $E_s := 200\ \text{GPa}$

Deformación última del hormigón: $\varepsilon_{cu} := 0.0035$

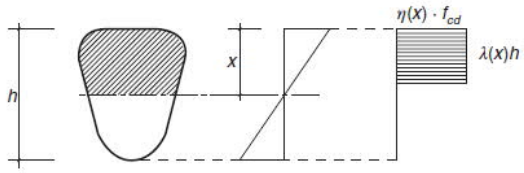
Deformación de rotura del hormigón a compresión simple: $\varepsilon_{c0} := 0.0020$

Deformación de rotura acero en tracción: $\varepsilon_{s.max} := 0.01$

Deformación del acero al límite elástico: $\varepsilon_{yd} := f_{yd} \cdot (E_s)^{-1} = 0.00217$

Intensidad del bloque de compresión:

$$\eta := \begin{cases} \text{if } f_{ck.j} \le 50\ \text{MPa} \\ \quad 1 \\ \text{else} \\ \quad 1 - \frac{(f_{ck.j} - 50\ \text{MPa})}{200\ \text{MPa}} \end{cases}$$



Profundidad del rectángulo de compresiones respecto la fibra neutra:

$$\lambda := \begin{cases} \text{if } f_{ck.j} \le 50\ \text{MPa} \\ \quad 0.8 \\ \text{else} \\ \quad 0.8 - \frac{(f_{ck.j} - 50\ \text{MPa})}{400\ \text{MPa}} \end{cases}$$

4. CONFECCIÓN DEL DIAGRAMA DE INTERACCIÓN EN E.L.U. A edad = 28 day

$$M_u(x) := \text{if } x < 0 \cdot h$$
$$\quad \sigma_s \leftarrow f_{yd}$$
$$\quad \sigma_{s'} \leftarrow \text{if } E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(|x| + d')}{|x| + d} \le f_{yd}$$
$$\quad\quad E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(|x| + d')}{|x| + d}$$
$$\quad \text{else}$$
$$\quad\quad f_{yd}$$
$$\quad N_u \leftarrow -A_s \cdot \sigma_s - A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$$
$$\quad Ne \leftarrow -A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$$
$$\quad M_u \leftarrow Ne - N_u \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right)$$
$$\text{else if } x \le \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{s.max} + \varepsilon_{cu}} \cdot d$$
$$\quad y \leftarrow \lambda \cdot x$$
$$\quad \sigma_s \leftarrow f_{yd}$$
$$\quad \sigma_{s'} \leftarrow \text{if } E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(x - d')}{d - x} \le f_{yd}$$
$$\quad\quad E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(x - d')}{d - x}$$
$$\quad \text{else}$$
$$\quad\quad f_{yd}$$
$$\quad N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$$
$$\quad Ne \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} \cdot (d - 0.5 \cdot y) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$$
$$\quad M_u \leftarrow Ne - N_u \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right)$$
$$\text{else if } x \le \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{yd} + \varepsilon_{cu}} \cdot d$$
$$\quad y \leftarrow \lambda \cdot x$$
$$\quad \sigma_s \leftarrow f_{yd}$$
$$\quad \sigma_{s'} \leftarrow f_{yd}$$
$$\quad N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$$
$$\quad Ne \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} \cdot (d - 0.5 \cdot y) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$$
$$\quad M_u \leftarrow Ne - N_u \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right)$$
$$\text{else if } x \le d$$
$$\quad y \leftarrow \lambda \cdot x$$
$$\quad \sigma_s \leftarrow \text{if } E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{d - x}{x} \le f_{yd}$$
$$\quad\quad E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{d - x}{x}$$
$$\quad \text{else}$$
$$\quad\quad f_{yd}$$
$$\quad \sigma_{s'} \leftarrow f_{yd}$$
$$\quad N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$$
$$\quad Ne \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} \cdot (d - 0.5 \cdot y) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$$
$$\quad M_u \leftarrow Ne - N_u \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right)$$
$$\text{else if } x \le h$$
$$\quad y \leftarrow \lambda \cdot x$$
$$\quad \sigma_s \leftarrow \text{if } E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{x - d}{x} \le f_{ydc}$$

$$N_u(x) := \text{if } x < 0 \cdot h$$
$$\quad \sigma_s \leftarrow f_{yd}$$
$$\quad \sigma_{s'} \leftarrow \text{if } E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(|x| + d')}{|x| + d} \le f_{yd}$$
$$\quad\quad E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(|x| + d')}{|x| + d}$$
$$\quad \text{else}$$
$$\quad\quad f_{yd}$$
$$\quad N_u \leftarrow -A_s \cdot \sigma_s - A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$$
$$\text{else if } x \le \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{s.max} + \varepsilon_{cu}} \cdot d$$
$$\quad y \leftarrow \lambda \cdot x$$
$$\quad \sigma_s \leftarrow f_{yd}$$
$$\quad \sigma_{s'} \leftarrow \text{if } E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(x - d')}{d - x} \le f_{yd}$$
$$\quad\quad E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(x - d')}{d - x}$$
$$\quad \text{else}$$
$$\quad\quad f_{yd}$$
$$\quad N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$$
$$\text{else if } x \le \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{yd} + \varepsilon_{cu}} \cdot d$$
$$\quad y \leftarrow \lambda \cdot x$$
$$\quad \sigma_s \leftarrow f_{yd}$$
$$\quad \sigma_{s'} \leftarrow f_{yd}$$
$$\quad N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$$
$$\text{else if } x \le d$$
$$\quad y \leftarrow \lambda \cdot x$$
$$\quad \sigma_s \leftarrow \text{if } E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{d - x}{x} \le f_{yd}$$
$$\quad\quad E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{d - x}{x}$$
$$\quad \text{else}$$
$$\quad\quad f_{yd}$$
$$\quad \sigma_{s'} \leftarrow f_{yd}$$
$$\quad N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$$
$$\text{else if } x \le h$$
$$\quad y \leftarrow \lambda \cdot x$$
$$\quad \sigma_s \leftarrow \text{if } E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{x - d}{x} \le f_{ydc}$$
$$\quad\quad E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{x - d}{x}$$
$$\quad \text{else}$$
$$\quad\quad f_{ydc}$$
$$\quad \sigma_{s'} \leftarrow f_{ydc}$$
$$\quad N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} + A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$$
$$\text{else}$$
$$\quad y \leftarrow h \cdot \left(1 - (1 - \lambda) \cdot \frac{h}{x}\right)$$
$$\quad \sigma_s \leftarrow \text{if } E_s \cdot \varepsilon_{c0} \cdot \frac{x - d}{x - \frac{3 \cdot h}{}} \le f_{ydc}$$

$$\left\| \begin{array}{l} \left\| \begin{array}{l} E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \dfrac{x - d}{x} \\ \text{else} \\ \left\| f_{ydc} \right. \end{array} \right. \\ \sigma_{s'} \leftarrow f_{ydc} \\ N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} + A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \\ Ne \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} \cdot (d - 0.5 \cdot y) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d') \\ M_u \leftarrow Ne - N_u \cdot \left(d - \dfrac{h}{2}\right) \end{array} \right.$$

else

$$\left\| \begin{array}{l} y \leftarrow h \cdot \left(1 - (1 - \lambda) \cdot \dfrac{h}{x}\right) \\ \sigma_s \leftarrow \text{if } E_s \cdot \varepsilon_{c0} \cdot \dfrac{x - d}{x - \dfrac{3 \cdot h}{7}} \le f_{ydc} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} E_s \cdot \varepsilon_{c0} \cdot \dfrac{x - d}{x - \dfrac{3 \cdot h}{7}} \\ \text{else} \\ \left\| f_{ydc} \right. \end{array} \right. \\ \sigma_{s'} \leftarrow f_{ydc} \\ N_u \leftarrow \left(1 - (1 - \eta) \cdot \dfrac{h}{x}\right) \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} + A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \\ Ne \leftarrow \left(1 - (1 - \eta) \cdot \dfrac{h}{x}\right) \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} \cdot (0.5\, y - d') + A_s \cdot \sigma_s \cdot (d - d') \\ M_u \leftarrow -Ne + N_u \cdot \left(d - \dfrac{h}{2}\right) \end{array} \right.$$

$$\left\| \begin{array}{l} \left\| \begin{array}{l} 7 \\ E_s \cdot \varepsilon_{c0} \cdot \dfrac{x - d}{x - \dfrac{3 \cdot h}{7}} \\ \text{else} \\ \left\| f_{ydc} \right. \end{array} \right. \\ \sigma_{s'} \leftarrow f_{ydc} \\ N_u \leftarrow \left(1 - (1 - \eta) \cdot \dfrac{h}{x}\right) \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} + A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \end{array} \right.$$

NOTA: Se considera que para los dominios de rotura 4a y5 la tensión de las armaduras comprimidas no excede 400MPa.

Puntos característicos del diagrama de interacción

Los puntos indicados seguidamente son las distintas profundidades de la fibra neutra a medida que se va cambiando de dominio de deformación, desde los rangos $-\infty$ a $+\infty$

$$x_{car} := \begin{bmatrix} -1 \cdot h \\ 0\ \mathbf{m} \\ \dfrac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{s.max} + \varepsilon_{cu}} \cdot d \\ \dfrac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{yd} + \varepsilon_{cu}} \cdot d \\ d \\ h \\ 100\ h \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1600 \\ 0 \\ 395.759 \\ 941.634 \\ 1526.5 \\ 1600 \\ 160000 \end{bmatrix} \mathbf{mm} \qquad i := 0 .. (\text{length}(x_{car}) - 1)$$

$$M_{u\_x.car_i} := \text{for } j \in 0 .. (\text{length}(x_{car}) - 1) \left\| M_u\left(x_{car_i}\right) \right. \qquad N_{u\_x.car_i} := \text{for } j \in 0 .. (\text{length}(x_{car}) - 1) \left\| N_u\left(x_{car_i}\right) \right.$$

$$M_{u\_x.car} = \begin{bmatrix} 0 \\ 1207.101 \\ 7164.358 \\ 9479.24 \\ 6176.427 \\ 5407.804 \\ 58.626 \end{bmatrix} \mathbf{m \cdot kN} \qquad N_{u\_x.car} = \begin{bmatrix} -4268.468 \\ -2606.939 \\ 6332.148 \\ 15066.146 \\ 26558.234 \\ 27721.342 \\ 35852.628 \end{bmatrix} \mathbf{kN}$$

Cálculo de los ratios de trabajo de la sección para cada par de esfuerzos

Discretización: $N := 3000 \quad j := 0 .. N - 1 \quad x_j := -1\,h + \frac{j}{N-1} \cdot 50\,h$

$M_{U_j} :=$ for $z \in 0 .. N-1$: $M_u(x_j)$ $\qquad$ $N_{U_j} :=$ for $z \in 0 .. N-1$: $N_u(x_j)$

$w := 0 .. \text{length}(M_{ed}) - 1 \qquad \text{length}(M_{ed}) - 1 = 1$

Distancias eje vertical igualdad de axil

$x_{N_w} :=$ for $t \in 0 .. \text{length}(N_{ed}) - 1$: for $z \in 0 .. N-1$: if $N_{ed_w} \le N_{U_z}$: $pos \leftarrow z$; break ; x_{pos}

$M_u(x_{N_w}) = \begin{bmatrix} 3459.227 \\ 3019.078 \end{bmatrix} m \cdot kN \qquad M_{ed_w} = \begin{bmatrix} 325 \\ 325 \end{bmatrix} m \cdot kN$

$Ratio_{momento_w} := \frac{M_{ed_w}}{M_u(x_{N_w}) + 10^{-6} \cdot m \cdot kN} = \begin{bmatrix} 0.094 \\ 0.108 \end{bmatrix} \qquad N_u(x_{N_w}) = \begin{bmatrix} 434.235 \\ -185.102 \end{bmatrix} kN \quad N_{ed_w} = \begin{bmatrix} 325 \\ -380 \end{bmatrix} kN$

Distancias eje horizontal izquierdo a igualdad de momento

$x_{M_w} :=$ for $t \in 0 .. \text{length}(M_{ed}) - 1$: for $z \in 0 .. N-1$: if $M_{ed_w} \le M_{U_z}$: $pos \leftarrow z$; break ; x_{pos}

$M_u(x_{M_w}) = \begin{bmatrix} 376.239 \\ 376.239 \end{bmatrix} m \cdot kN \qquad M_{ed_w} = \begin{bmatrix} 325 \\ 325 \end{bmatrix} m \cdot kN$

$Distancia_{axil.1_w} := N_{ed_w} - N_u(x_{M_w}) = \begin{bmatrix} 4075.589 \\ 3370.589 \end{bmatrix} kN \qquad N_u(x_{M_w}) = \begin{bmatrix} -3750.589 \\ -3750.589 \end{bmatrix} kN \qquad N_{ed_w} = \begin{bmatrix} 325 \\ -380 \end{bmatrix} kN$

Distancias eje horizontal derecho a igualdad de momento

$$x_{MM_w} := \text{for } t \in 0..\text{length}(M_{ed}) - 1 \left| \begin{array}{l} \text{for } z \in N - 1..0 \\ \quad \text{if } M_{ed_w} \le M_{U_z} \\ \quad\quad pos \leftarrow z \\ \quad\quad \text{break} \\ x_{pos} \end{array} \right.$$

$$M_u\left(x_{MM_w}\right) = \begin{bmatrix} 325.027 \\ 325.027 \end{bmatrix} \text{m} \cdot \text{kN} \qquad M_{ed_w} = \begin{bmatrix} 325 \\ 325 \end{bmatrix} \text{m} \cdot \text{kN}$$

$$Distancia_{axil.2_w} := N_u\left(x_{MM_w}\right) - N_{ed_w} = \begin{bmatrix} 35186.316 \\ 35891.316 \end{bmatrix} \text{kN} \quad N_u\left(x_{MM_w}\right) = \begin{bmatrix} 35511.316 \\ 35511.316 \end{bmatrix} \text{kN} \qquad N_{ed_w} = \begin{bmatrix} 325 \\ -380 \end{bmatrix} \text{kN}$$

$$Ratio_{axil_w} := \frac{\max\left(Distancia_{axil.2_w}, Distancia_{axil.1_w}\right)}{Distancia_{axil.2_w} + Distancia_{axil.1_w} + 10^{-3}\ \text{N}} = \begin{bmatrix} 0.896 \\ 0.914 \end{bmatrix}$$

$$Ratio_{ELU_w} := \text{if } \max\left(Ratio_{momento_w}\right) \le 100 \wedge \max\left(Ratio_{axil_w}\right) \le 100 \left| \begin{array}{l} \max\left(Ratio_{axil_w}, Ratio_{momento_w}\right) \\ \text{else if } \max\left(Ratio_{momento_w}\right) > 100 \wedge \max\left(Ratio_{axil_w}\right) \le 100 \\ \quad Ratio_{axil_w} \\ \text{else if } \max\left(Ratio_{momento_w}\right) \le 100 \wedge \max\left(Ratio_{axil_w}\right) > 100 \\ \quad Ratio_{momento_w} \\ \text{else} \\ \quad \min\left(Ratio_{axil_w}, Ratio_{momento_w}\right) \end{array} \right. = \begin{bmatrix} 89.619\% \\ 91.415\% \end{bmatrix}$$

5. ANÁLISIS DE FISURACIÓN POR FLEXOCOMPRESIÓN EN E.L.S. CASO FLECTOR MÁXIMO PARA edad = 28 day

Las tensiones en servicio se obtendrán a partir de plantear el equilibrio seccional, despreciando la capacidad a tracción del hormigón.

*Se considera un momento de fisuración considerando la influencia del esfuerzo axil si procede (*axil = "NO" *) aunque las tensiones se calcularán sin considerar dicho esfuerzo axil.*

Esfuerzos considerados en caso de flector máximo en E.L.S.

Momento flector: $M_{k1.cp} := M_{k\_cp_0} = 175\ m \cdot kN$

Axil: $N_{k1.cp} := N_{k\_cp_0} = 230\ kN$

Cantos útiles:

Canto útil para armado traccionado: $d = 152.65\ cm$
Canto útil para armado comprimido: $d' = 7.35\ cm$

Parámetros de cálculo del hormigón a los j días:

$$f_{ctm} := 0.3 \cdot \left(f_{ck.j\_els} \cdot MPa^{-1}\right)^{\frac{2}{3}}\ MPa = 2.896\ MPa$$

Se considera el cálculo a flexo-compresión: flex = 1

$$f_{ctm.flcomp}(N) := \begin{cases} \max\left(\left(1.6 - \frac{h}{100\ cm}\right) \cdot flex \cdot f_{ctm}, f_{ctm}\right) + \frac{N}{b \cdot h} & \text{if axil = "SI"} \\ \max\left(\left(1.6 - \frac{h}{100\ cm}\right) \cdot flex \cdot f_{ctm}, f_{ctm}\right) + \frac{N \cdot 0}{b \cdot h} & \text{else} \end{cases}$$

$$s_t := \begin{cases} \frac{b - 2 \cdot r_l - 2 \cdot \phi_v \cdot af_v - \phi_t \cdot \frac{n_t}{n_{filas}}}{\frac{n_t}{n_{filas}} - 1} & \text{if sep = "CALC"} \\ \frac{}{n_{int} + 1} & \\ sep & \text{else} \end{cases} = 7.978\ cm$$

$$E_{cm} := 8500 \cdot \sqrt[3]{f_{ck.j\_els} \cdot MPa^{-1} + 8} \cdot MPa = 28.577\ GPa$$

Coeficiente de relación entre módulos elásticos: $n := \frac{E_s}{E_{cm}} = 6.999$

$$I_{bruta} := \frac{b \cdot h^3}{12} = 34133333.333\ cm^4$$

$$cdg_{secc} := \frac{b \cdot h \cdot 0.5 \cdot h + \left(A_{s'} \cdot (h - d') + A_s \cdot r_m\right) \cdot (n - 1)}{b \cdot h + \left(A_{s'} + A_s\right) \cdot (n - 1)} = 0.8\ m$$

$$I_{homo} := I_{bruta} + \left(\frac{\pi \cdot \left(\Phi^4 \cdot n_{barra\_fila} + \phi_c{}^4 \cdot n_c + \Phi_{ref}{}^4 \cdot n_{barra\_fila_0} \cdot (n_{int})\right)}{64} \right.$$
$$\left. + A_{s'} \cdot \left((h - d') - cdg_{secc}\right)^2 + A_s \cdot \left(d - cdg_{secc}\right)^2 \right) \cdot (n - 1) = 37241894.629\ cm^4$$

$$\frac{I_{homo}}{I_{bruta}} = 1.091$$

Cálculo del momento de fisuración:

$$M_{fis}(N) := f_{ctm.flcomp}(N) \cdot \text{if}\left(homo = 0, \frac{b \cdot h^2}{6}, \frac{I_{homo}}{\min\left(\left|cdg_{secc}\right|, \left|h - cdg_{secc}\right|\right)}\right) \quad homo = 0$$

$$M_{fis}\left(N_{k1.cp}\right) = 1235.826\ m \cdot kN$$

Cálculo de fibra neutra y tensiones en hormigón y acero a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones

$f := 0.5 \cdot d \qquad \sigma_{s'} := 80\ MPa \qquad \sigma_s := 100\ MPa \qquad \sigma_c := 10\ MPa$

$$N_{k1.cp} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} - A_s \cdot \sigma_s$$

$$M_{k1.cp} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} \cdot \left(d - \frac{f}{3}\right) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$$

$$\sigma_s = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(d - f)}{f}$$

$$\sigma_{s'} = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(f - d')}{f}$$

$$\begin{bmatrix} f \\ \sigma_c \\ \sigma_s \\ \sigma_{s'} \end{bmatrix} := \text{find}\left(f, \sigma_c, \sigma_s, \sigma_{s'}\right) = \begin{bmatrix} 2.333\ m \\ 189833.495\ Pa \\ -459237.39\ Pa \\ 1286726.572\ Pa \end{bmatrix}$$

Profundidad de la fibra neutra: $f = 233.288\ cm \qquad \frac{f}{d} = 1.528$

Compresión en el hormigón: $\sigma_c = 0.19\ MPa$

Compresión en armadura de compresión: $\sigma_{s'} = 1.287\ MPa$

Tracción en la armadura de tracción: $\sigma_s = -0.459\ MPa$

Cálculo de la tracción en armadura traccionada en el momento que fisura la sección, a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones

$f_r := 0.5 \cdot d \qquad \sigma_{s'r} := 80\ MPa \qquad \sigma_{sr} := 100\ MPa \qquad \sigma_{cr} := 10\ MPa$

$$N_{k1.cp} = \frac{\sigma_{cr} \cdot f_r \cdot b}{2} + A_{s'} \cdot \sigma_{s'r} - A_s \cdot \sigma_{sr}$$

$$M_{fis}\left(N_{k1.cp}\right) = \frac{\sigma_{cr} \cdot f_r \cdot b}{2} \cdot \left(d - \frac{f_r}{3}\right) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'r} \cdot (d - d')$$

$$\sigma_{sr} = n \cdot \sigma_{cr} \cdot \frac{(d - f_r)}{f_r}$$

$$\sigma_{s'r} = n \cdot \sigma_{cr} \cdot \frac{(f_r - d')}{f_r}$$

$$\begin{bmatrix} f_r \\ \sigma_{cr} \\ \sigma_{sr} \\ \sigma_{s'r} \end{bmatrix} := \text{find}\left(f_r, \sigma_{cr}, \sigma_{sr}, \sigma_{s'r}\right) = \begin{bmatrix} 0.312\ m \\ 4753706.932\ Pa \\ 129579172.353\ Pa \\ 25428634.949\ Pa \end{bmatrix}$$

Tensión de la armadura en sección fisurada en instante que fisura el hormigón para M_{fis}: $\sigma_{sr} = 129.579\ MPa$

Parámetros auxiliares para el análisis de la fisuración

Coeficiente K1

$$\varepsilon_1 := \frac{\sigma_s}{E_s} = -2.296 \cdot 10^{-6} \qquad \varepsilon_2 := \text{if } \sigma_{s'} > 0 \cdot \text{MPa} \;\; 0 \;\; \text{else} \;\; \frac{-\sigma_{s'}}{E_s} = 0$$

$$k_1 := \text{if } k_1 = \text{"CALC"} \;\; \min\left(\frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{8 \cdot \varepsilon_1}, 0.25\right) \;\; \text{else} \;\; k_1 = 0.125$$

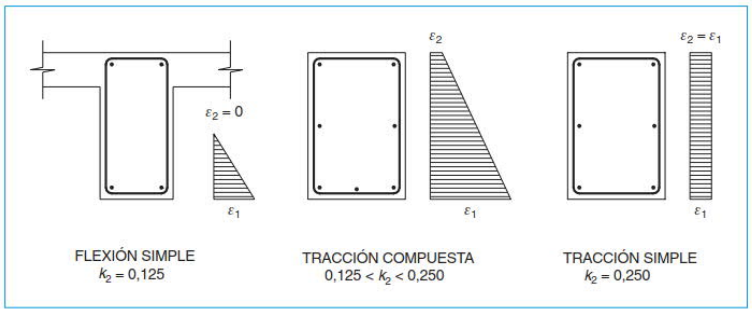


Figura 49.2.4.a.

$$k_1 = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{8\varepsilon_1}$$

Parámetros auxiliares para el análisis de la fisuración

Coeficiente K1 (0.125 para flexión simple o 0.25 para tracción simple) $k_1 = 0.125$

Coeficiente k2 (1 si carga instantánea o posar 0.5 si carga duradera) $k_2 = 0.5$

Coeficiente β (1.7 si fisuración por cargas o 1.3 si fisuración por deformaciones) $\beta = 1.7$

Recubrimiento hasta tocar la barra longitudinal: $c := r_c + \phi_v \cdot af_v = 6.1$ cm

Diámetro de las barras de armado de tracción: $\phi_t = 25$ mm

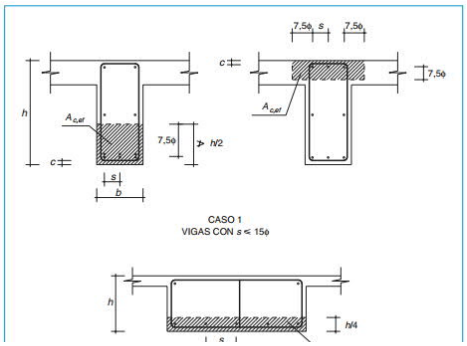
Separación de las barras de armado de tracción: $s_t = 7.978$ cm

Cálculo del área de hormigón en la zona del recubrimiento

Si es viga de alma estrecha en negativos poner "0"
Si es viga de alma estrecha en positivos poner "1"
Si es viga de alma ancha, losa o muro poner "2"

$$A_{c.ef} := 2$$

$$A_{c.eff} := \text{if } A_{c.ef} = 0 \;\; A_{c.eff} \leftarrow 7.5 \cdot \phi_t \cdot (b + 2 \cdot 7.5 \cdot \phi_t) \;\; \text{else if } A_{c.ef} = 1 \;\; A_{c.eff} \leftarrow \text{if } 7.5 \cdot \phi_t \le \frac{h}{2} \;\; A_{c.eff} \leftarrow 7.5 \cdot \phi_t \cdot b \;\; \text{else} \;\; b = 4000 \text{ cm}^2$$

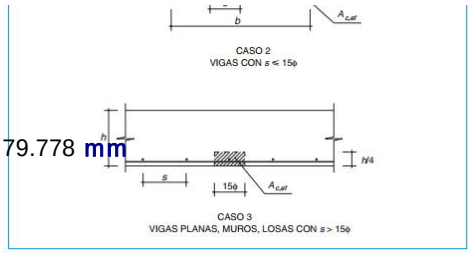


$$A_{c.eff} \leftarrow \frac{h}{2} \cdot b$$

else if $A_{c.ef} = 2$

$$A_{c.eff} \leftarrow \text{if } s_t \le 15 \cdot \phi_t \quad A_{c.eff} \leftarrow \frac{h}{4} \cdot b \quad \text{else} \quad A_{c.eff} \leftarrow \frac{h}{4} \cdot 15 \cdot \phi_t \cdot n_{barra\_fila_0} \cdot (1 + n_{int})$$

$$s := \text{if } s_t > 15 \cdot \phi_t \quad s \leftarrow 15 \cdot \phi_t \quad \text{else} \quad s \leftarrow s_t \quad = 79.778 \text{ mm}$$



Área de les armaduras situadas dentro del área eficaz $A_{s.ef} := A_s = 49.087 \text{ cm}^2$

Cálculo de la separación media de fisuras

$$s_m := 2 \cdot c + 0.2 \cdot s + 0.4 \cdot k_1 \cdot \frac{\phi_t \cdot A_{c.eff}}{A_{s.ef}} = 239.815 \text{ mm}$$

Cálculo del alargamiento medio de las armaduras

$$\varepsilon_{sm.o} := \text{if } \sigma_s \ge 0 \quad \frac{\sigma_s}{200 \text{ GPa}} \cdot \left(1 - k_2 \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s}\right)^2\right) \quad \text{else} \quad 0 \quad = 0$$

$$\varepsilon_{sm} := \text{if } \varepsilon_{sm.o} \ge 0.4 \cdot \frac{\sigma_s}{200 \text{ GPa}} \quad \varepsilon_{sm} \leftarrow \varepsilon_{sm.o} \quad \text{else} \quad \varepsilon_{sm} \leftarrow 0.4 \cdot \frac{\sigma_s}{200 \text{ GPa}} \quad = 0$$

Cálculo de la apertura característica de fisura

$$\omega_{k\_1} := \text{if } M_{k1.cp} > M_{fis}(N_{k1.cp}) \quad \beta \cdot s_m \cdot \varepsilon_{sm} \quad \text{else} \quad 0 \text{ mm} \quad = 0 \text{ mm}$$

6. ANÁLISIS DE FISURACIÓN POR FLEXOCOMPRESIÓN EN E.L.S. CASO AXIL MÁXIMO PARA edad = 28 day

Las tensiones en servicio se obtendrán a partir de plantear el equilibrio seccional, despreciando la capacidad a tracción del hormigón.

Se considera un momento de fisuración considerando la influencia del esfuerzo axil aunque las tensiones se calcularán sin considerar dicho esfuerzo axil.

Esfuerzos considerados en caso de flector máximo en E.L.S.

Momento flector: $M_{k2.cp} := M_{k\_cp_1} = 175\ m \cdot kN$

Axil: $N_{k2.cp} := N_{k\_cp_1} = -41\ kN$

Cálculo del momento de fisuración en flexo-compresión:

$M_{fis}(N_{k2.cp}) = 1235.826\ m \cdot kN$

Cálculo de fibra neutra y tensiones en hormigón y acero a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones

$f := 0.5 \cdot d \qquad \sigma_{s'} := 80\ MPa \qquad \sigma_s := 100\ MPa \qquad \sigma_c := 10\ MPa$

$$N_{k2.cp} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} - A_s \cdot \sigma_s$$

$$M_{k2.cp} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} \cdot \left(d - \frac{f}{3}\right) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$$

$$\sigma_s = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(d - f)}{f}$$

$$\sigma_{s'} = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(f - d')}{f}$$

$$\begin{bmatrix} f \\ \sigma_c \\ \sigma_s \\ \sigma_{s'} \end{bmatrix} := \text{find}(f, \sigma_c, \sigma_s, \sigma_{s'}) = \begin{bmatrix} 0.235\ m \\ 856285.817\ Pa \\ 32955942.786\ Pa \\ 4117515.212\ Pa \end{bmatrix}$$

Profundidad de la fibra neutra: $f = 23.488\ cm \quad \frac{f}{d} = 0.154$

Compresión en el hormigón: $\sigma_c = 0.856\ MPa$

Compresión en armadura de compresión: $\sigma_{s'} = 4.118\ MPa$

Tracción en la armadura de tracción: $\sigma_s = 32.956\ MPa$

Cálculo de la tracción en armadura traccionada en el momento que fisura la sección, a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones

$f_r := 0.5 \cdot d \qquad \sigma_{s'r} := 80\ \mathbf{MPa} \qquad \sigma_{sr} := 100\ \mathbf{MPa} \qquad \sigma_{cr} := 10\ \mathbf{MPa}$

$$N_{k2.cp} = \frac{\sigma_{cr} \cdot f_r \cdot b}{2} + A_{s'} \cdot \sigma_{s'r} - A_s \cdot \sigma_{sr}$$

$$M_{fis}(N_{k2.cp}) = \frac{\sigma_{cr} \cdot f_r \cdot b}{2} \cdot \left(d - \frac{f_r}{3}\right) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'r} \cdot (d - d')$$

$$\sigma_{sr} = n \cdot \sigma_{cr} \cdot \frac{(d - f_r)}{f_r}$$

$$\sigma_{s'r} = n \cdot \sigma_{cr} \cdot \frac{(f_r - d')}{f_r}$$

$$\begin{bmatrix} f_r \\ \sigma_{cr} \\ \boldsymbol{\sigma_{sr}} \\ \sigma_{s'r} \end{bmatrix} := \mathbf{find}(f_r, \sigma_{cr}, \sigma_{sr}, \sigma_{s'r}) = \begin{bmatrix} 0.264\ \mathbf{m} \\ 5470545.59\ \mathbf{Pa} \\ 183090116.303\ \mathbf{Pa} \\ 27627484.263\ \mathbf{Pa} \end{bmatrix}$$

Tensión de la armadura en sección fisurada en instante que fisura el hormigón para M_{fis}:
$\sigma_{sr} = 183.09\ \mathbf{MPa}$

Coeficiente K1

$$\varepsilon_1 := \frac{\sigma_s}{E_s} = 1.648 \cdot 10^{-4}$$

$$\varepsilon_2 := \begin{cases} 0 & \text{if } \sigma_{s'} > 0 \cdot \mathbf{MPa} \\ \dfrac{-\sigma_{s'}}{E_s} & \text{else} \end{cases} = 0$$

$$k_1 := \begin{cases} \min\left(\dfrac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{8 \cdot \varepsilon_1}, 0.25\right) & \text{if } k_1 = \text{“CALC”} \\ k_1 & \text{else} \end{cases} = 0.125$$

$A_{c.eff} = 4000\ \mathbf{cm}^2 \qquad s = 79.778\ \mathbf{mm}$

Área de les armaduras situadas dentro del área eficaz $A_{s.ef} = 49.087\ \mathbf{cm}^2$

Cálculo de la separación media de fisuras

$$s_m := 2 \cdot c + 0.2 \cdot s + 0.4 \cdot k_1 \cdot \frac{\phi_t \cdot A_{c.eff}}{A_{s.ef}} = 239.815\ \mathbf{mm}$$

Cálculo del alargamiento medio de las armaduras

$$\varepsilon_{sm.o} := \text{if } \sigma_s \geq 0 \left\| \frac{\sigma_s}{200\ \text{GPa}} \cdot \left(1 - k_2 \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s}\right)^2\right) \right| \text{else} \left\| 0 \right| = -0.00238$$

$$\varepsilon_{sm} := \text{if } \varepsilon_{sm.o} \geq 0.4 \cdot \frac{\sigma_s}{200\ \text{GPa}} \left\| \varepsilon_{sm} \leftarrow \varepsilon_{sm.o} \right| \text{else} \left\| \varepsilon_{sm} \leftarrow 0.4 \cdot \frac{\sigma_s}{200\ \text{GPa}} \right| = 0$$

Cálculo de la apertura característica de fisura

$$\omega_{k\_2} := \text{if } M_{k2.cp} > M_{fis}\left(N_{k2.cp}\right) \left\| \beta \cdot s_m \cdot \varepsilon_{sm} \right| \text{else} \left\| 0\ \text{mm} \right| = 0\ \text{mm}$$

7. ANÁLISIS DE LA FISURACIÓN DE LA SECCIÓN POR MICROCOMPRESIÓN PARA edad = 28 day

$f_{ck.j\_els} = 30\ \text{MPa}$

Esfuerzos en servicio combinación característica caso de máximo flector:

$$N_{k1} := N_{k\_car_0} = 230\ \text{kN} \qquad M_{k1} := M_{k\_car_0} = 175\ \text{m} \cdot \text{kN}$$

Esfuerzos en servicio combinación característica caso de máximo axil:

$$N_{k2} := N_{k\_car_1} = -41\ \text{kN} \qquad M_{k2} := M_{k\_car_1} = 175\ \text{m} \cdot \text{kN}$$

Cálculo de fibra neutra y tensiones en hormigón y acero a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones. Caso flector máximo

$f := 0.5 \cdot d \qquad \sigma_{s'} := 80\ \text{MPa} \qquad \sigma_s := 100\ \text{MPa} \qquad \sigma_c := 10\ \text{MPa}$

$$N_{k1} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} - A_s \cdot \sigma_s$$

$$M_{k1} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} \cdot \left(d - \frac{f}{3}\right) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$$

$$\sigma_s = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(d - f)}{f}$$

$$\sigma_{s'} = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(f - d')}{f}$$

$$\begin{bmatrix} f \\ \sigma_c \\ \sigma_s \\ \sigma_{s'} \end{bmatrix} := \text{find}\left(f, \sigma_c, \sigma_s, \sigma_{s'}\right) = \begin{bmatrix} 2.333\ \text{m} \\ 189833.495\ \text{Pa} \\ -459237.39\ \text{Pa} \\ 1286726.572\ \text{Pa} \end{bmatrix}$$

Compresión en el hormigón: $\sigma_{c1} := \sigma_c = 0.19$ **MPa**

Cálculo de fibra neutra y tensiones en hormigón y acero a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones. Caso axil máximo

$f := 0.5 \cdot d$ $\sigma_{s'} := 80$ **MPa** $\sigma_s := 100$ **MPa** $\sigma_c := 10$ **MPa**

$$N_{k2} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} - A_s \cdot \sigma_s$$

$$M_{k2} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} \cdot \left(d - \frac{f}{3}\right) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$$

$$\sigma_s = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(d - f)}{f}$$

$$\sigma_{s'} = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(f - d')}{f}$$

$$\begin{bmatrix} f \\ \sigma_c \\ \sigma_s \\ \sigma_{s'} \end{bmatrix} := \text{find}\left(f, \sigma_c, \sigma_s, \sigma_{s'}\right) = \begin{bmatrix} 0.235\ \text{m} \\ 856285.817\ \text{Pa} \\ 32955942.786\ \text{Pa} \\ 4117515.212\ \text{Pa} \end{bmatrix}$$

Compresión en el hormigón: $\sigma_{c2} := \sigma_c = 0.856$ **MPa**

8. DEFINICIÓN DE LA FUNCIÓN DE VERIFICACIÓN A CORTANTE EN E.L.U. PARA edad = 28 **day**

Análisis del agotamiento del hormigón por compresión oblicua Vu1 y por tracción en el alma Vcu

Se considera un ángulo respecto la directriz de la pieza con el armado de cortante $\alpha := 90°$
Se considera una estructura con influencia del esfuerzo axil.

$$\varepsilon_x(M, N, V) := \frac{\frac{\max(M, 0.9 \cdot d \cdot V)}{0.9 \cdot d} + V - 0.5 \cdot N}{2 \cdot \left(A_s + A_{s'}\right) \cdot 200\ \text{GPa}} \cdot 1000$$

$$\varepsilon_x(M, N, V) \text{ if } \varepsilon_x(M, N, V) \le 0 \quad \| \ 0 \quad \text{else} \quad \| \ \varepsilon_x(M, N, V)$$

$$\theta(M, N, V) := \text{if bielas} = \text{“SI”} \quad \| \ 45° \quad \text{else} \quad \| \ \left(\varepsilon_x(M, N, V) \cdot 7 + 29\right) \cdot °$$

$$\sigma'_{cd}(N) := \text{if } \frac{N - A_{s'} \cdot f_{ydc}}{b \cdot h} \le 0.3 \cdot f_{cd} \quad \| \ \frac{N - A_{s'} \cdot f_{ydc}}{b \cdot h} \quad \text{else} \quad \| \ 0.3 \cdot f_{cd}$$

$$K(N) := \text{if } \sigma'_{cd}(N) \le 0 \quad \| \ 1 \quad \text{else if } \sigma'_{cd}(N) \le 0.25 \cdot f_{cd} \quad \| \ 1 + \frac{\sigma'_{cd}(N)}{f_{cd}} \quad \text{else if } \sigma'_{cd}(N) \le 0.5 \cdot f_{cd} \quad \| \ 1.25 \quad \text{else} \quad \| \ 2.5 \cdot \left(1 - \frac{\sigma'_{cd}(N)}{f_{cd}}\right)$$

$$\xi := \text{if } 1 + \sqrt{\frac{200\ \text{mm}}{d}} \le 2 \quad \| \ 1 + \sqrt{\frac{200\ \text{mm}}{d}} \quad \text{else} \quad \| \ 2$$

Cuantía de armadura en la cara de tracción:

$$\rho_l := \max\left(\frac{A_s}{b \cdot d}, 0.02\right) = 0.02$$

$$\sigma'_{cd}(N) := \begin{cases} \text{if } \frac{N}{b \cdot h} \le \min\left(0.3 \cdot f_{cd}, 12\ \text{MPa}\right) \\ \quad \frac{N}{b \cdot h} \\ \text{else} \\ \quad \min\left(0.3 \cdot f_{cd}, 12\ \text{MPa}\right) \end{cases}$$

[Art 44.2.3.1 EHE-08]

$$V_{u1}(M, N, V) := K(N) \cdot f_{1cd} \cdot b \cdot d \cdot \left(\frac{\cot(\theta(M, N, V)) + \cot(\alpha)}{1 + (\cot(\theta(M, N, V)))^2}\right)$$

[Art 44.2.3.2.1.2 EHE-08]

$$V_{cu}(N) := \left(\frac{0.18}{\gamma_c} \cdot \xi \cdot \left(100 \cdot \rho_l \cdot f_{cv} \cdot \text{MPa}^{-1}\right)^{\frac{1}{3}} + 0.15 \cdot \sigma'_{cd}(N) \cdot \text{MPa}^{-1}\right) \cdot b \cdot d \cdot \text{MPa}$$

$$V_{cu.min}(N) := \left(\frac{0.075}{\gamma_c} \cdot \xi^{\frac{3}{2}} \cdot \left(f_{cv} \cdot \text{MPa}^{-1}\right)^{\frac{1}{2}} + 0.15 \cdot \sigma'_{cd}(N) \cdot \text{MPa}^{-1}\right) \cdot b \cdot d \cdot \text{MPa}$$

Capacidad del hormigón por tracción en piezas sin armadura de cortante

$$V_{cu}(N) := \begin{cases} \text{if } V_{cu}(N) \le V_{cu.min}(N) \\ \quad V_{cu.min}(N) \\ \text{else} \\ \quad V_{cu}(N) \end{cases}$$

$$z := 0 \,..\, \text{length}(b\_) - 1$$

$$\theta\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right) = \begin{bmatrix} 45 \\ 45 \end{bmatrix} °$$

$$\cot\left(\theta\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right)\right) = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$V_{ed} = \begin{bmatrix} 710 \\ 710 \end{bmatrix} \text{kN} \qquad V_{u1}\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right) = \begin{bmatrix} 9159 \\ 9159 \end{bmatrix} \text{kN} \qquad V_{cu}\left(N_{ed_z}\right) = \begin{bmatrix} 1023.21 \\ 922.318 \end{bmatrix} \text{kN}$$

Definición de funciones auxiliares:

$$Ratio\_VU1_z := \text{for } i \in 0 \,..\, \text{length}(b\_) - 1 \;\; Ratio\_VU1_z \leftarrow \frac{V_{ed_z}}{V_{u1}\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right)}$$

$$Ratio\_VU2_z := \text{for } i \in 0 \,..\, \text{length}(b\_) - 1 \;\; Ratio\_VU1_z \leftarrow \frac{V_{ed_z}}{V_{cu}\left(N_{ed_z}\right)}$$

Análisis de secciones con armadura de cortante

$$V_{cu}(N) := \max\left(\left(\frac{0.15}{\gamma_c} \cdot \xi \cdot \left(100 \cdot \rho_l \cdot f_{cv} \cdot \text{MPa}^{-1}\right)^{\frac{1}{3}} + 0.15 \cdot \sigma'_{cd}(N) \cdot \text{MPa}^{-1}\right) \cdot b \cdot d \cdot \text{MPa}, V_{cu.min}(N)\right)$$

$$V_{su}(M, N, V) := \frac{0.9 \cdot d \cdot n_{rv} \cdot \pi \cdot \frac{\phi_v^2}{4}}{\text{cada}} f_{ydc} \cdot \sin(\alpha) \cdot (\cot(\alpha) + \cot(\theta(M, N, V)))$$

$V_{cu}\left(N_{ed_z}\right) = \begin{bmatrix} 860.427 \\ 759.535 \end{bmatrix}$ kN $\quad V_{su}\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right) = \begin{bmatrix} 1104.916 \\ 1104.916 \end{bmatrix}$ kN $V_{cu}\left(N_{ed_z}\right) + V_{su}\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right) = \begin{bmatrix} 1965.343 \\ 1864.451 \end{bmatrix}$ kN

$$Ratio\_cort_z := \text{for } i \in 0..\text{length}(b\_) - 1 \left\| \frac{V_{ed_z}}{V_{cu}\left(N_{ed_z}\right) + V_{su}\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right)} \right.$$

$$armadura\_cortante_z := \text{if } Ratio\_VU2_z \le 1 \left\| \text{“No necesaria”} \right. \text{ else if } Ratio\_cort_z \le 1 \left\| Ratio\_cort_z \right. \text{ else if } Ratio\_cort_z > 1 \left\| \text{“No verifica cortante”} \right.$$

Verificacion_cortante = “OK. No necesita armadura de cortante”

$$A_{V.min} := \text{if } \phi_v = 0 \left\| 0 \cdot \frac{cm^2}{m} \right. \text{ else } \left\| \frac{f_{ctm} \cdot b}{7.5 \cdot f_{ydc}} \right. = 9.655 \frac{cm^2}{m} \qquad A_{V.dispuesta} := \frac{b}{cada \cdot m} \cdot n_{rv} \cdot \pi \cdot \frac{\phi_v^2}{4} = 20.106 \frac{cm^2}{m}$$

Verificacion_armadura.minima.cortante = “OK.”

9. VERIFICACIÓN SECCIONES CRÍTICAS EN E.L.U. MEDIANTE INTERACCIÓN A FLEXIÓN COMPUESTA PARA edad = 28 day

Discretización: N = 3000

$$M_{u_j} := \text{for } z \in 0..N - 1 \left\| M_u\left(x_j\right) \right. \qquad N_{u_j} := \text{for } z \in 0..N - 1 \left\| N_u\left(x_j\right) \right.$$

Máximo flector: $\max\left(M_{u\_x.car}\right) = 9479.24$ m · kN
Mínimo flector: $\min\left(M_{u\_x.car}\right) = 0$ m · kN
Máximo axil: $\max\left(N_{u\_x.car}\right) = 35852.628$ kN
Mínimo axil: $\min\left(N_{u\_x.car}\right) = -4268.468$ kN

NOTA: Se considera que para los dominios de rotura 4a y5 la tensión de las armaduras comprimidas no excede 400MPa.

$Ratio_{ELU_w} = \begin{bmatrix} 89.619\% \\ 91.415\% \end{bmatrix}$ $M_{ed} = \begin{bmatrix} 325 \\ 325 \end{bmatrix}$ m·kN $N_{ed} = \begin{bmatrix} 325 \\ -380 \end{bmatrix}$ kN

Verificacion_flexocompresion = “OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.U. flexocompresión recta”

$Ratio_{ELU.MAX} := \max(Ratio_{ELU}) = 91.415\%$ OK

NOTA: El ratio de verificación obtenido es el mínimo a axil constante y a momento constante.

10. VERIFICACIÓN DE LAS SECCIONES CRÍTICAS A E.L.S. FISURACIÓN PARA edad = 28 day

Definición de funciones auxiliares:

$Ancho\_fisura := \begin{bmatrix} \omega_{k\_1} \\ \omega_{k\_2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$ mm $z := 0 .. length(Ancho\_fisura) - 1$

$fisura_z :=$ for $i \in 0 .. length(Ancho\_fisura) - 1$
  if $M_{k\_cp_z} > M_{fis}(N_{k\_cp})_z$
    “SI”
  else
    “NO”

$Ratio\_E.L.S._z :=$ for $i \in 0 .. length(Ancho\_fisura) - 1$
  if $fisura_z =$ “SI”
    $Ratio\_E.L.S._z \leftarrow \frac{Ancho\_fisura_z}{w_{max}}$
  else
    0

$id_z :=$ for $i \in 0 .. length(Ancho\_fisura) - 1$
  $id_z \leftarrow$ if $Ratio\_E.L.S._z > 1$
    $CASO.E.L.S._z$
  else
    “ok”

Resultados del análisis del E.L.S. fisuración por tracción $w_{max} = 0.3$ mm $M_{fis}(0 \cdot kN) = 1235.826$ m·kN

$CASO.E.L.S. = \begin{bmatrix} \text{“1.ELS”} \\ \text{“1.ELS”} \end{bmatrix}$ $M_{k\_cp} = \begin{bmatrix} 175 \\ 175 \end{bmatrix}$ m·kN $N_{k\_cp} = \begin{bmatrix} 230 \\ -41 \end{bmatrix}$ kN $M_{fis}(N_{k\_cp}) = \begin{bmatrix} 1235.826 \\ 1235.826 \end{bmatrix}$ m·kN

$CASO.E.L.S. = \begin{bmatrix} \text{“1.ELS”} \\ \text{“1.ELS”} \end{bmatrix}$ $fisura = \begin{bmatrix} \text{“NO”} \\ \text{“NO”} \end{bmatrix}$ $Ancho\_fisura_z = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$ mm $Ratio\_E.L.S. = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$

Verificacion_fisuracion_traccion = “OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.S. fisuración”

Resultados del análisis del E.L.S. fisuración microcompresión

$\sigma_{comp.hormi} := \begin{bmatrix} \sigma_{c1} \\ \sigma_{c2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.19 \\ 0.856 \end{bmatrix}$ MPa $0.6 \cdot f_{ck.j} = 18$ MPa $zz := 0 .. length(Ancho\_fisura) - 1$

$Ratio_{E.L.S.microfisuracion_{zz}} :=$ for $i \in 0 .. length(Ancho\_fisura) - 1$ $\frac{\sigma_{comp.hormi_{zz}}}{0.6 \cdot f_{ck.j\_els}}$ $\sigma_{comp.hormi} = \begin{bmatrix} 0.19 \\ 0.856 \end{bmatrix}$ MPa

CASO.E.L.S. = $\begin{bmatrix} \text{"1.ELS"} \\ \text{"1.ELS"} \end{bmatrix}$ $Ratio_{E.L.S.microfisuracion} = \begin{bmatrix} 0.011 \\ 0.048 \end{bmatrix}$

Verificacion_fisuracion_microcompresion = "OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.S. fisuración"

11. VERIFICACIÓN QUANTIAS MINIMAS Y DISPOSICIONES CONSTRUCTIVAS

elemento = "VIGA"

Cuantía mínima geométrica [Art 42.3.5 EHE-08]

Armadura de tracción

$\rho_{g\_t} :=$ if elemento = "PILAR" $\frac{4}{1000}$
else if elemento = "LOSA"
  if $f_{yk} = 400$ MPa $\frac{2}{1000} \cdot 0.5$
  else $\frac{1.8}{1000} \cdot 0.5$
else if elemento = "VIGA"
  if $f_{yk} = 400$ MPa $\frac{3.3}{1000}$
  else $\frac{2.8}{1000}$
else if elemento = "MURO"
  if $f_{yk} = 400$ MPa $\frac{1.2}{1000}$
  else $\frac{0.9}{1000}$
$= 0.0028$

Armadura de compresión

$\rho_{g\_c} :=$ if elemento = "PILAR" $\frac{4}{1000}$
else if elemento = "LOSA"
  if $f_{yk} = 400$ MPa $\frac{2}{1000} \cdot 0.5$
  else $\frac{1.8}{1000} \cdot 0.5$
else if elemento = "VIGA"
  if $f_{yk} = 400$ MPa $\frac{3.3}{1000} \cdot 0.3$
  else $\frac{2.8}{1000} \cdot 0.3$
else if elemento = "MURO"
  if $f_{yk} = 400$ MPa $\frac{1.2}{1000} \cdot 0.3$
  else $\frac{0.9}{1000} \cdot 0.3$
$= 0.0008$

Armadura de reparto

$\rho_{g\_m} :=$ if elemento = "MURO"
  if juntas > 7.5 m
    if $f_{yk} = 400$ MPa $\frac{4}{1000} \cdot 0.5$
    else $\frac{3.2}{1000} \cdot 0.5$
  else $\frac{2}{1000} \cdot 0.5$
else 0
$= 0$

Cuantía mínima mecánica

[Art 42.3.2, Art 42.3.3,Art 42.3.4 EHE-08]

sol = "FLEX"

$$A_{s.mec.min.traccionada} := \begin{cases} \dfrac{\dfrac{b \cdot h^2}{6} \cdot f_{ctm.flcomp}(0\ kN)}{f_{yd} \cdot 0.8 \cdot h} & \text{if } sol = \text{"FLEX"} \\ \dfrac{0.05 \cdot \max(N_{ed})}{f_{ydc}} & \text{else if } sol = \text{"COMP"} \\ \dfrac{b \cdot h \cdot f_{ctm}}{f_{yd}} \cdot 0.5 & \text{else if } sol = \text{"TRAC"} \end{cases}$$

$$A_{s.mec.min.comprimida} := \begin{cases} \dfrac{0.05 \cdot \max(N_{ed})}{f_{yd}} & \text{if } sol = \text{"FLEX"} \\ \dfrac{0.05 \cdot \max(N_{ed})}{f_{ydc}} & \text{else if } sol = \text{"COMP"} \\ \left\| \dfrac{b \cdot h \cdot f_{ctm}}{f_{yd}} \cdot 0.5 \right\| & \text{else if } sol = \text{"TRAC"} \end{cases}$$

Verificación armaduras

Armadura mínima geométrica

$A_{s.geom.min.traccionada} := \rho_{g\_t} \cdot b \cdot h = 44.8\ cm^2$

$A_{s.geom.min.comprimida} := \rho_{g\_c} \cdot b \cdot h = 13.44\ cm^2$

$A_{s.geom.min.reparto} := \text{if}\left(\phi_v \neq 0, \rho_{g\_m} \cdot b \cdot \min(h, 50\ cm), 0\ cm^2\right) = 0\ cm^2$

Armadura mínima mecánica

$A_{s.mec.min.traccionada} = 22.206\ cm^2$

$A_{s.mec.min.comprimida} = 0.374\ cm^2$

Armadura dispuesta

$A_s = 49.087\ cm^2$

$A_{s'} = 49.087\ cm^2$

$A_{sr} := \dfrac{\dfrac{b}{cada} \cdot \pi}{4} \cdot \phi_v^{\,2} = 10.053\ cm^2$

$Verifica_{armadura.minima.traccionada} = \text{"OK"}$
$Verifica_{armadura.minima.reparto} = \text{"OK"}$
$Verifica_{armadura.minima.reparto} = \text{"OK"}$

Cálculo de la separación del armado dispuesto

$s_{armadura\_tracc} := s_t = 7.978\ cm$

$$s_{armadura\_comp} := \begin{cases} \dfrac{b}{n_c} & \text{if } sep \neq \text{"CALC"} \\ \dfrac{b - 2 \cdot r_l - 2 \cdot \phi_v - \phi_c \cdot n_c}{n_c - 1} & \text{else} \end{cases} = 7.978\ cm$$

Exigencias sobre disposición de armaduras

$s_{max} := \min(30\ cm, h \cdot 3) = 30\ cm$

$s_{min} := \max(2\ cm, 1.25 \cdot tma, \max(\phi_c, \phi_t)) = 2.5\ cm$

$$\phi_{V.min} := \begin{cases} 0\ mm & \text{if } \phi_v = 0 \\ \dfrac{\max(\phi_c, \phi_t)}{4} & \text{else} \end{cases} = 6.25\ mm$$

$s_{V.max} := \min(30\ cm, 15 \cdot \min(\phi_c, \phi_t)) = 30\ cm$

$Verifica_{separacion.armaduras} = \text{"OK"}$
$Verifica_{disposicion.armadura.de.cortante} = \text{"OK"}$

12. RESUMEN DE RESULTADOS.

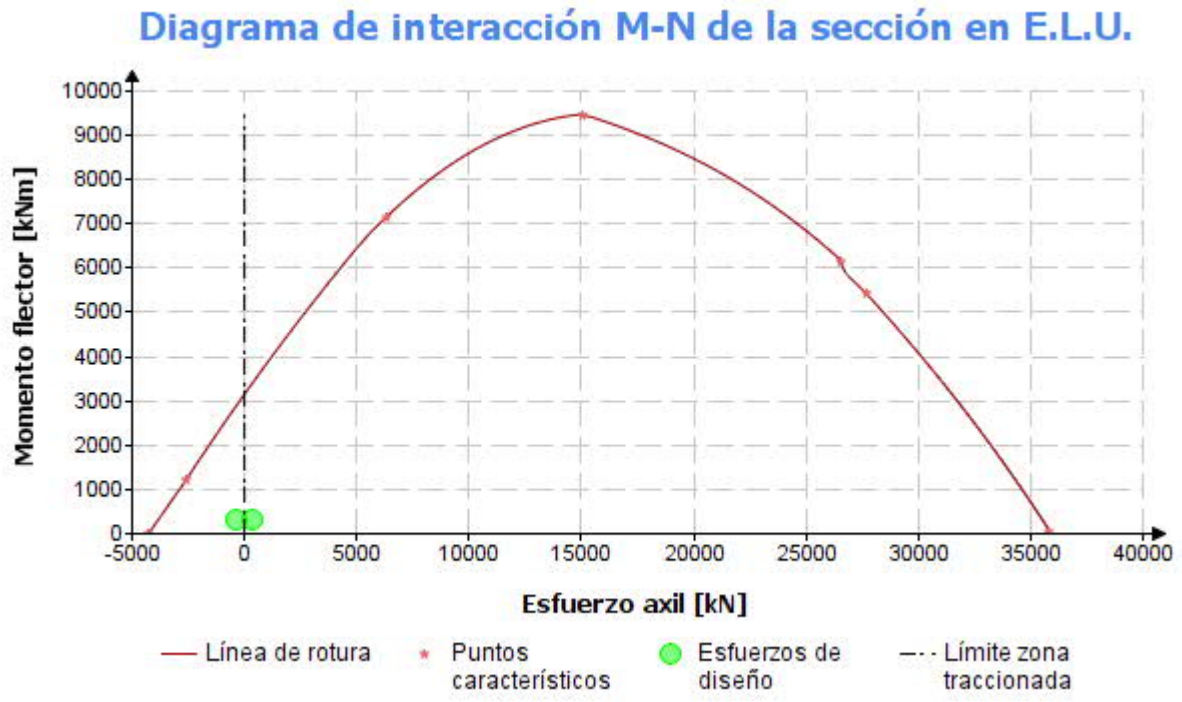
Todas las verificaciones seccionales se realizan a la edad = 28 **day** del hormigón.

Verificación a E.L.U. flexocompresión mediante diagrama de interacción:

Verificacion_flexocompresion = "OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.U. flexocompresión recta"

$Ratio_{ELU.MAX} := \max(Ratio_{ELU}) = 91.415\%$ OK

$CASO = \begin{bmatrix} \text{"1.ELU"} \\ \text{"1.ELU"} \end{bmatrix}$ $num = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \end{bmatrix}$ $id\_ELU = \begin{bmatrix} \text{"ok"} \\ \text{"ok"} \end{bmatrix}$ $Ratio_{ELU_w} = \begin{bmatrix} 0.896 \\ 0.914 \end{bmatrix}$



Verificación a E.L.S. fisuración :

Verificacion_fisuracion_traccion = "OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.S. fisuración"

$Ratio_{ELS\_fisuracion} := \max(Ratio\_E.L.S.) = 0$ OK

Verificacion_fisuracion_microcompresion = "OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.S. fisuración"

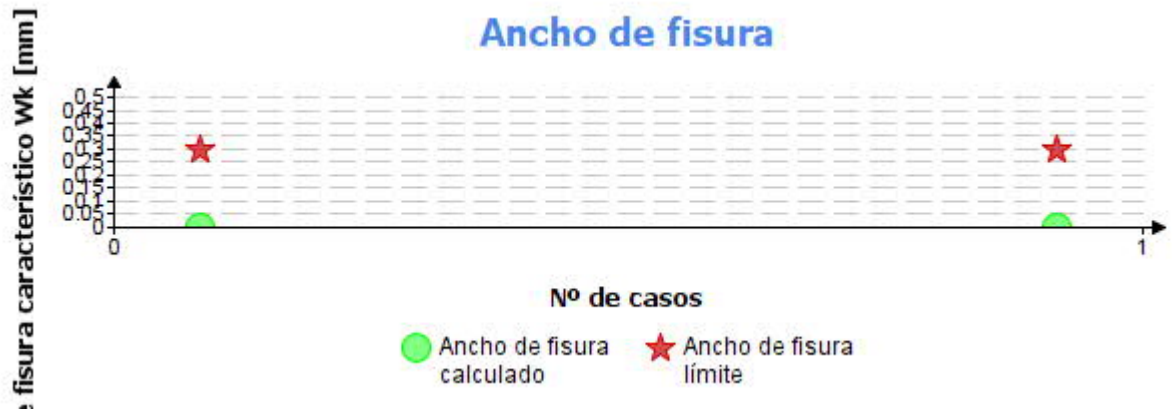
$Ratio_{ELS\_microfisuracion} := \max(Ratio_{E.L.S.microfisuracion}) = 4.757\%$ OK

$Maxima\_apertura\_fisura := \max(Ancho\_fisura) = 0$ **mm** OK $w_{max} = 0.3$ **mm**

$Maxima\_compresión := \max(\sigma_{comp.hormi}) = 0.85629$ **MPa** OK $0.6 \cdot f_{ck.j\_els} = 18$ **MPa**

$M_{fis}(\min(N_{k\_cp})) = 1235.826$ **m·kN** $M_{fis}(0\ \text{kN}) = 1235.826$ **m·kN** $M_{k1.cp} = 175$ **m·kN**

$CASO.E.L.S. = \begin{bmatrix} \text{"1.ELS"} \\ \text{"1.ELS"} \end{bmatrix}$ $fisura = \begin{bmatrix} \text{"NO"} \\ \text{"NO"} \end{bmatrix}$ $Ancho\_fisura = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$ **mm** $Ratio\_E.L.S. = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$



Verificación a E.L.U. cortante:

Verificacion_cortante = "OK. No necesita armadura de cortante"

Verificacion_armadura.minima.cortante = "OK."

$Ratio_{ELU.cort} := \max\left(\max\left(Ratio_{\_VU1}, Ratio_{\_cort}\right)\right) = 38.081\%$ OK

$armadura\_cortante = \begin{bmatrix} \text{"No necesaria"} \\ \text{"No necesaria"} \end{bmatrix}$ $Ratio_{\_VU1} = \begin{bmatrix} 0.078 \\ 0.078 \end{bmatrix}$ $Ratio_{\_VU2} = \begin{bmatrix} 0.694 \\ 0.77 \end{bmatrix}$ $Ratio_{\_cort} = \begin{bmatrix} 0.361 \\ 0.381 \end{bmatrix}$

Verificación disposiciones constructivas.

$Verifica_{armadura.minima.traccionada}$ = "OK"
$Verifica_{armadura.minima.reparto}$ = "OK"
$Verifica_{armadura.minima.reparto}$ = "OK"
$Verifica_{separacion.armaduras}$ = "OK"
$Verifica_{disposicion.armadura.de.cortante}$ = "OK"

Ratio global

$Ratio_{global} = 91.415\%$ OK
$Verificación_{global}$ = "OK"

ESFORÇOS DE DIMENSIONAMENT EN PILA
V-7.1. PONT SOBRE EL TORRENT DE MAGRANS EIX 7

1. REACCIONS SOBRE PILA PROCEDENTS DEL TAULER

Dels informes de CIVILCAD s'obté el següent estat de reaccions procedents del tauler:

1.1. Reaccions procedents del vano de 30m. GRUP CÀRREGUES VERTICALS

ELS_{quasi_30m} (kN)	ELS_{car_30m} (kN)	ELU_{fund_30m} (kN)
655.6	836.5	1135.8
526.7	865.2	1172.8
519	1054.9	1429
502.8	1049	1420.4
496.2	1034	1398.8
495.9	1045.1	1414.5
503.6	1045.9	1416.3
531.8	971.7	1316.4
560.1	752.8	1021.2
601.4	770.9	1046.2

1.2. Reaccions procedents del vano de 25m. GRUP CÀRREGUES VERTICALS

ELS_{quasi_25m} (kN)	ELS_{car_25m} (kN)	ELU_{fund_25m} (kN)
528.7	707.7	960.7
485	757.9	1027.3
459.5	959.7	1299.9
436.2	962.9	1303.8
431.2	948.7	1283.4
431.8	955.7	1293.5
437.5	965.3	1307
452.1	877.8	1189.1
462.5	652.5	885
568.4	665.5	903.2

1.3. CÀRREGUES HORITZONTALS LONGITUDINALS

A efectes del precàlcul es considerarà la seguent acció horitzonal de frenada sobre cada recolzament

Nombre de recolzaments totals $n_{rec\_totals} := 60$
Nombre de recolzaments per pila $n_{rec\_pila} := 20$

$F_{fr\_pila\_X} := 285.013\ kN$

$F_{fr\_apoyo\_X} := \frac{F_{fr\_pila\_X}}{n_{rec\_pila}} = 14.251\ kN$

$F_{fr\_apoyo\_X\_ed} := F_{fr\_apoyo\_X} \cdot 1.35 = 19.238\ kN$

$F_{termohigrometric\_pila\_X} := 144.438\ kN$

$F_{termohigrometric\_apoyo\_X} := \frac{F_{termohigrometric\_pila\_X}}{n_{rec\_pila}} = 7.222\ kN$

$F_{termohigrometric\_apoyo\_X\_ed} := F_{termohigrometric\_apoyo\_X} \cdot 1.35 = 9.75\ kN$

1.4. CÀRREGUES HORITZONTALS TRANSVERSALS DE VENT

Es suposa que estreps i piles son infinitament rígids en el pla transversal

Ample del tauler: $B := 22\ m$
Longitud total del tauler: $L := 80\ m$
Cantell del tauler: $H := 1.45\ m$

Força horitzontal induïda pel vent:

$c_{dir} := 1.0$

$c_{season} := 1.0$

Període de retorno $T := 100\ yr$

$$c_{prob} := \sqrt{\left(\frac{1 - 0.2 \cdot \ln\left(-\ln\left(1 - \frac{1\ yr}{T}\right)\right)}{1 - 0.2 \cdot \ln\left(-\ln(0.98)\right)}\right)} = 1.038$$

$v_{b.0} := 29\ \frac{m}{s}$

$v_b := v_{b.0} \cdot c_{dir} \cdot c_{season} \cdot c_{prob} = 30.116\ \frac{m}{s}$

$\rho := 1.25 \cdot \frac{kg}{m^3}$

$c_e := 1.719$

$t_{pavi} := 10\ cm$

El canto del tablero efectivo a viento es $h_{vt} := H + t_{pavi} + 2\ m = 3.55\ m$

$A_{ref\_Y} := h_{vt} = 3.55\ m$

El coeficiente de fuerza

$B_{tablero\_viento} := B = 22\ m$

$$c_{f.Y} := \max\left(\min\left(2.5 - 0.3 \cdot \frac{B_{tablero\_viento}}{A_{ref\_Y}}, 2.4\right), 1.3\right) = 1.3$$

$$F_{vent\_transversal\_total} := \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^{\ 2} \cdot c_e \cdot c_{f.Y} \cdot A_{ref\_Y} \cdot L = 359.755\ kN$$

$$F_{vent\_transversal\_apoyo} := \frac{F_{vent\_transversal\_total}}{n_{rec\_totals}} = 5.996\ kN$$

$\psi_{0.v} := 0.6$

$F_{vent\_transversal\_apoyo\_combinació\_ELS} := \psi_{0.v} \cdot F_{vent\_transversal\_apoyo} = 3.598\ kN$

$F_{vent\_transversal\_apoyo\_combinació\_ELU} := 1.5 \cdot \psi_{0.v} \cdot F_{vent\_transversal\_apoyo} = 5.396\ kN$

2. EMPENTA DE VENT SOBRE PILA

Es procedirà conforme el mètode simplificat de la IAP-11 apartat 4.2.8

TABLA 4.2-e **EMPUJES UNITARIOS EN PUENTES CON ALTURA DE PILA: $H_{max} \leq 10\ m$**

TIPO DE ENTORNO *(APARTADO 4.2.2)*	EMPUJE SOBRE TABLERO [kN/m²]			EMPUJE SOBRE PILAS [kN/m²]		
	$v_{b,0}$ = 26 m/s	$v_{b,0}$ = 27 m/s	$v_{b,0}$ = 29 m/s	$v_{b,0}$ = 26 m/s	$v_{b,0}$ = 27 m/s	$v_{b,0}$ = 29 m/s
0	2,58	2,78	3,21	3,16	3,40	3,93
I	2,29	2,47	2,85	2,79	3,01	3,47
II	1,94	2,09	2,41	2,37	2,56	2,95
III	1,47	1,58	1,83	1,80	1,94	2,23

$D_{pila} := 1.2\ m$

$F_{vent.transversal\_pila\_combinació\_ELS} := \psi_{0.v} \cdot D_{pila} \cdot 2.23\ kPa = 1.606\ \frac{1}{m} \cdot kN$

$F_{vent.transversal\_pila\_combinació\_ELU} := 1.5\ \psi_{0.v} \cdot D_{pila} \cdot 2.23\ kPa = 2.408\ \frac{1}{m} \cdot kN$

3. LONGITUD EQUIVALENT DELS PILOTS

$n_b := 120 \ \frac{tonnef}{m^3}$

Arenas: $k_s = n_h \frac{z}{D}$

Arcillas: k_s = 5 a 10 veces $\left(\frac{C_u}{D}\right)$

n_h: módulo que varía según la compacidad y el nivel freático del terreno granular (tabla 2.4

D: Diámetro del pilote

C_u: Resistencia al corte sin drenaje (tabla 2.3)

TABLA 2.4. VALORES DE n_h EN T/m³

		Situación respecto al nivel freático	
Compacidad	SPT(N)	Por encima	Por debajo
Floja	4-10	200	120
Media	10-30	500	300
Compacta	30-50	1000	600
Densa	>50	2000	1200

Las longitudes equivalentes dependiendo del tipo de suelo y vinculación en cabeza valen:

Tipo de suelo	Tipo de pilote	L_d	L_M
$Le = \sqrt[4]{\frac{E_p I_p}{K_s}}$ cohesivo	Libre	$1.4\,Le$ si $\frac{a}{Le} \geq 2$ $1.6\,Le$ si $\frac{a}{Le} < 2$	$0.5\,Le$
	Empotrado	$2{,}2\,Le$	$1.5\,Le$
$Le = \sqrt[5]{\frac{E_p I_p}{n_h}}$ granular	Libre	$1.8\,Le$ si $\frac{a}{Le} \geq 1$ $2.2\,Le$ si $\frac{a}{Le} < 1$	$0.8\,Le$
	Empotrado	$2.5\,Le$	$2.0\,Le$

K_s es el módulo de balasto constante del medio cohesivo $K_s = k_s\ D$

n_h es el coeficiente de variación lineal del módulo de balasto en el medio granular.

Diámetro pilote: $\phi := 100\ cm$

Resistencia característica del hormigón: $f_{ck} := 30\ MPa$

Inércia de un pilote: $I_p := \frac{\pi \cdot \phi^4}{64} = 0.049\ m^4$

Módulo de deformación del hormigón: $E_h := 8.5 \cdot \sqrt[3]{(f_{ck} + 8\ MPa) \cdot MPa^{-1}} \cdot GPa = 28.577\ GPa$

Longitud elástica equivalente: $L_e := \sqrt[5]{\frac{E_h \cdot I_p}{n_b}} = 4.123\ m$

Si se considera el pilote empotrado en cabeza, se obtiene:

Longitud equivalente para cálculo de desplazamientos: $L_d := 2.5 \cdot L_e = 10.309\ m$

Longitud equivalente para análisis de fexión: $L_M := 2 \cdot L_e = 8.247\ m$

4. ESTIMACIÓ DEL NOMBRE DE PILOTS

$\gamma_c := 2.5 \ \frac{tonnef}{m^3}$

Estimació de longitud de pilots

$L_{pilot} := 18\ m \qquad \phi_{pilot} := 100\ cm$

$W_{1.pilot} := \gamma_c \cdot L_{pilot} \cdot \frac{\pi \cdot \phi_{pilot}^2}{4} = 346.596\ kN$

Pes del dintell

$h_{din} := 1.5\ m$
$b_{din} := 2.15\ m$
$l_{din} := 26.9\ m$

$W_{din} := h_{din} \cdot b_{din} \cdot l_{din} \cdot \gamma_c = 2126.879\ kN$

Pes de les piles

$h_{pil} := 10\ m$
$\phi_{pil} := 1.2\ m$
$n_{pil} := 4$

$W_{pil} := n_{pil} \cdot \gamma_c \cdot h_{pil} \cdot \frac{\pi \cdot \phi_{pil}^2}{4} = 1109.106\ kN$

Pes del encepat

$h_{enc} := 1.7\ \mathbf{m}$
$b_{enc} := 5\ \mathbf{m}$
$l_{enc} := 25\ \mathbf{m} = 25\ \mathbf{m}$

$$W_{enc} := h_{enc} \cdot b_{enc} \cdot l_{enc} \cdot \gamma_c = 5209.783\ \mathbf{kN}$$

Reacció total característica deguda a càrrega vertical

$$R_{vert\_k} := \sum ELS_{car\_25m} + \sum ELS_{car\_30m} = 17879.7\ \mathbf{kN}$$

Reacció total per a encaix preliminar de nombre de pilots

$$R_{tot\_k} := R_{vert\_k} + W_{din} + W_{pil} + W_{enc} = 26325.467\ \mathbf{kN}$$

Càrrega d'enfonsament d'un pilot segons estimació de càrrega d'enfonsament de pilots d'estrep:

$Q_{h\_1.pilot} := 3840\ \mathbf{kN}$ $FS := 2.6$ $\gamma_{serv} := 1.1$

$$asimetria := \frac{\max\left(ELS_{car\_30m}\right)}{\min\left(ELS_{car\_30m}\right)} = 1.401$$

Anàlisi del nombre de pilots necessaris:

$n := 9$

$$\frac{R_{tot\_k}}{\gamma_{serv}} \cdot asimetria \cdot FS = \left(Q_{h\_1.pilot} - W_{1.pilot}\right) \cdot n$$

$n := \mathbf{find}(n) = 24.96$ $n_{pilots} := Ceil(n, 2) = 26$

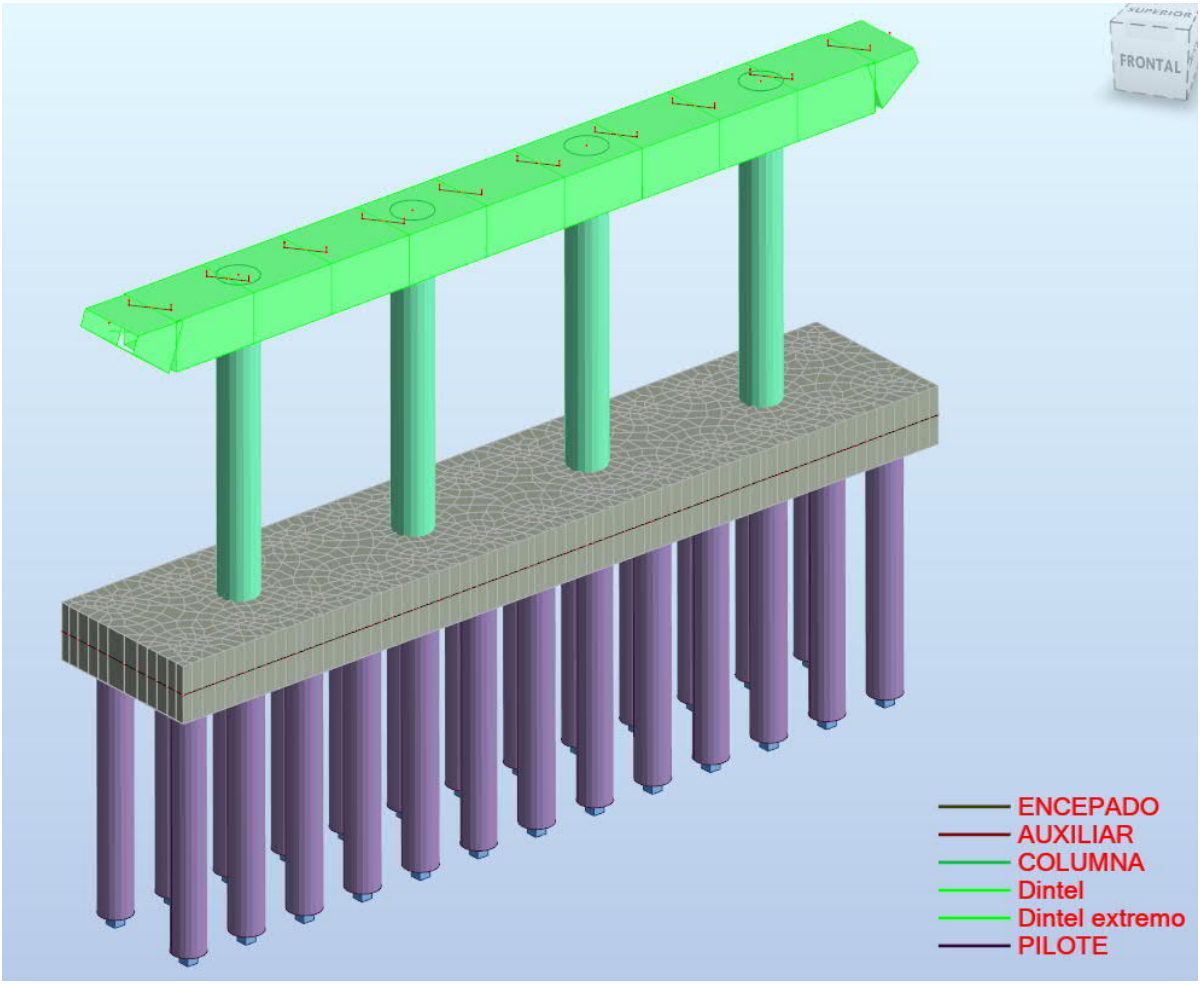
$n_{pilots} := Ceil(n, 2) = 26$

$$FS_{proposta} := \frac{\left(Q_{h\_1.pilot} - W_{1.pilot}\right) \cdot n_{pilots}}{\frac{R_{tot\_k}}{\gamma_{serv}} \cdot asimetria} = 2.708 \quad > \quad FS = 2.6$$

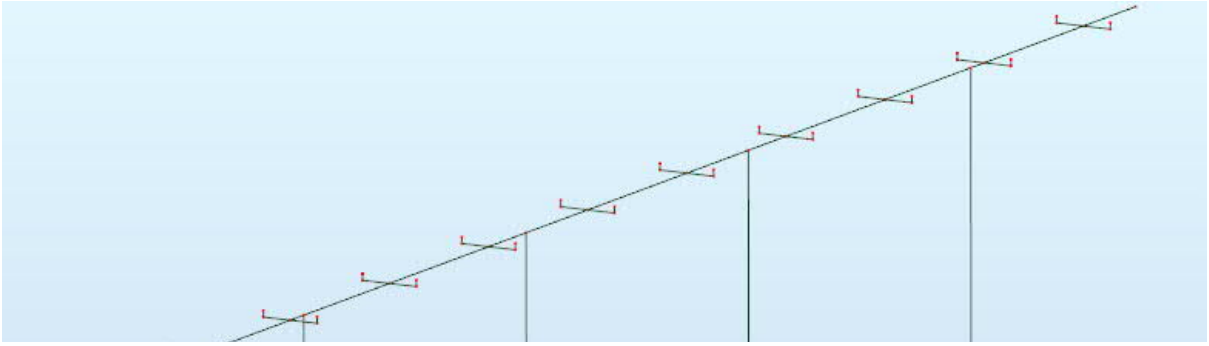
5. MODELITZACIÓ ESTRUCTURAL

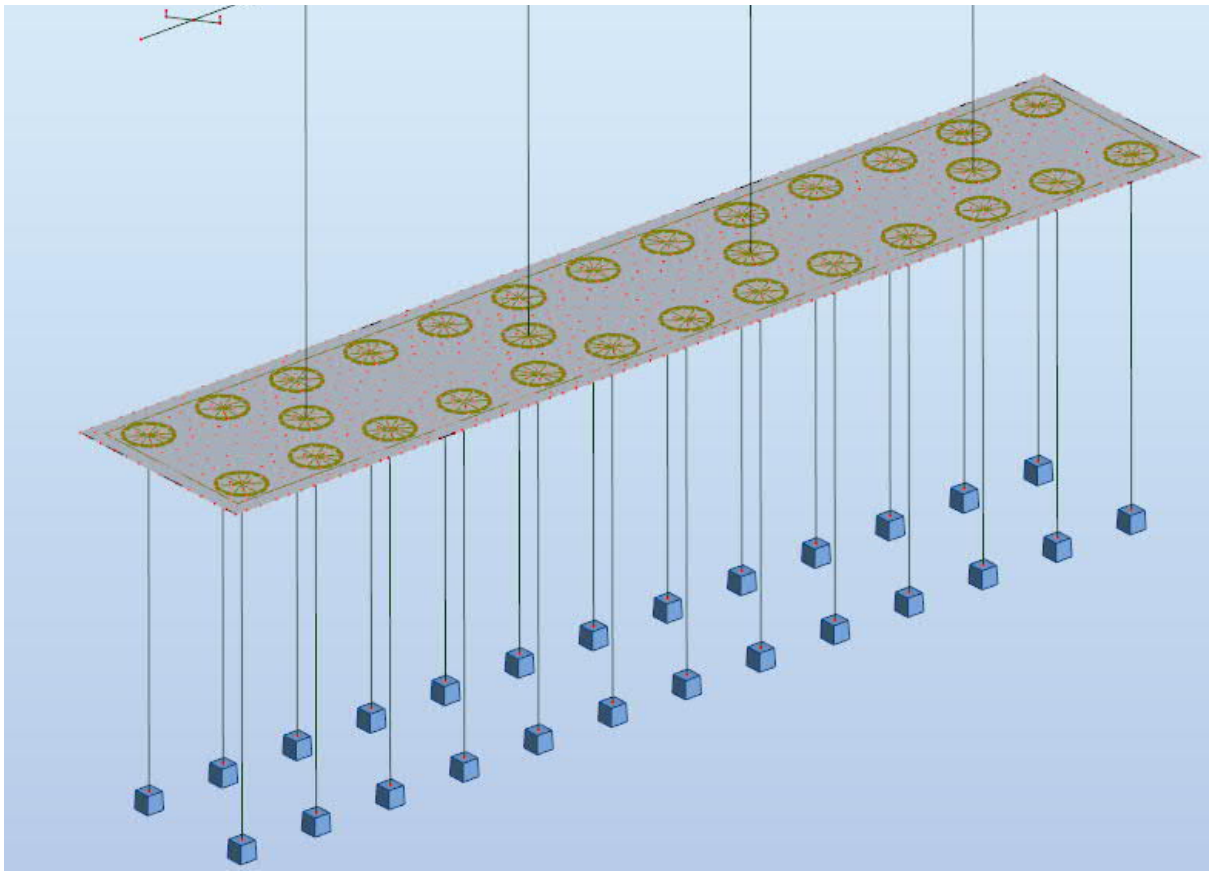
5.1. Modelització global

Model aïllat de pila en base a un model de barres i elements finits tipus làmina per a l'encepat.

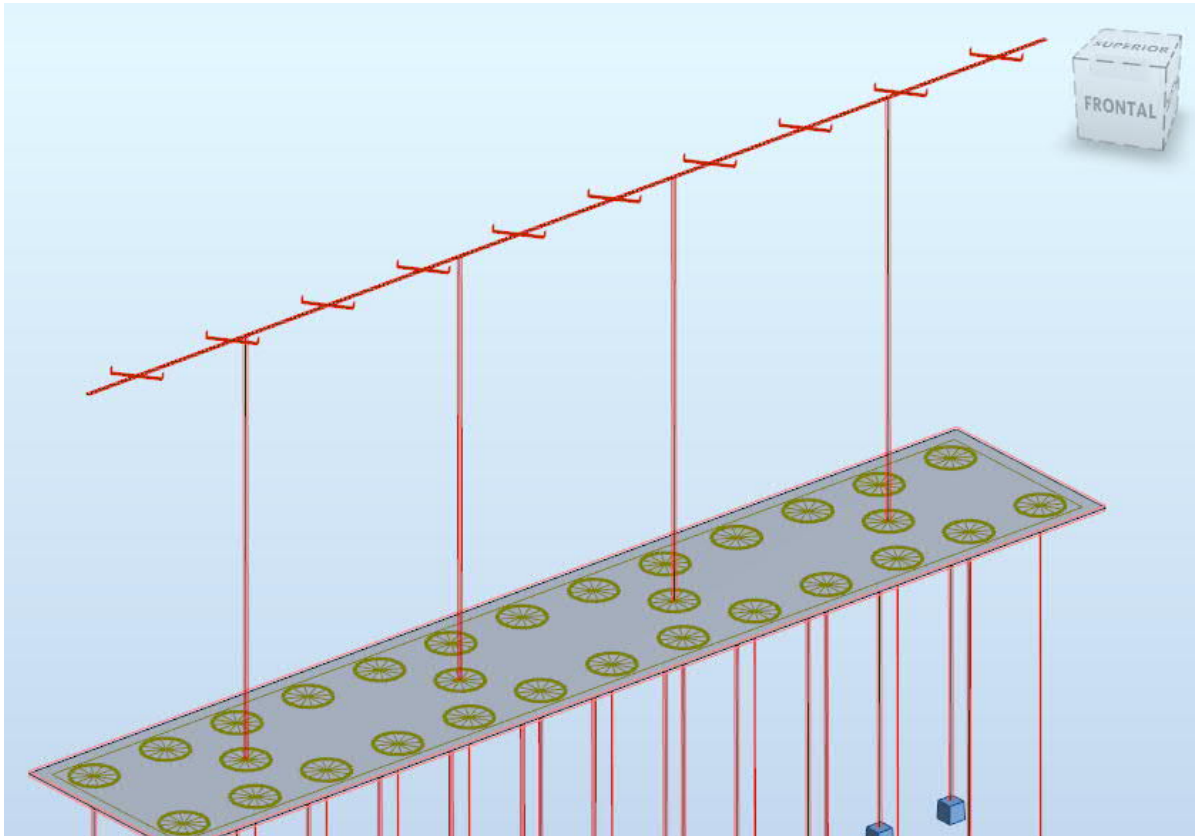


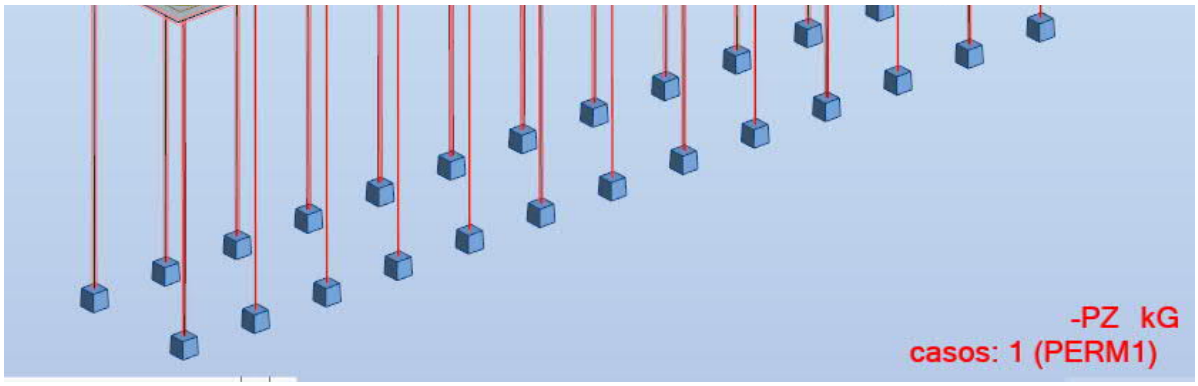
S'ha considerat la longitud de ménsula equivalent dels pilots així com s'han unificat moviments en els nodes pertinents a columnes dins de l'encepat.

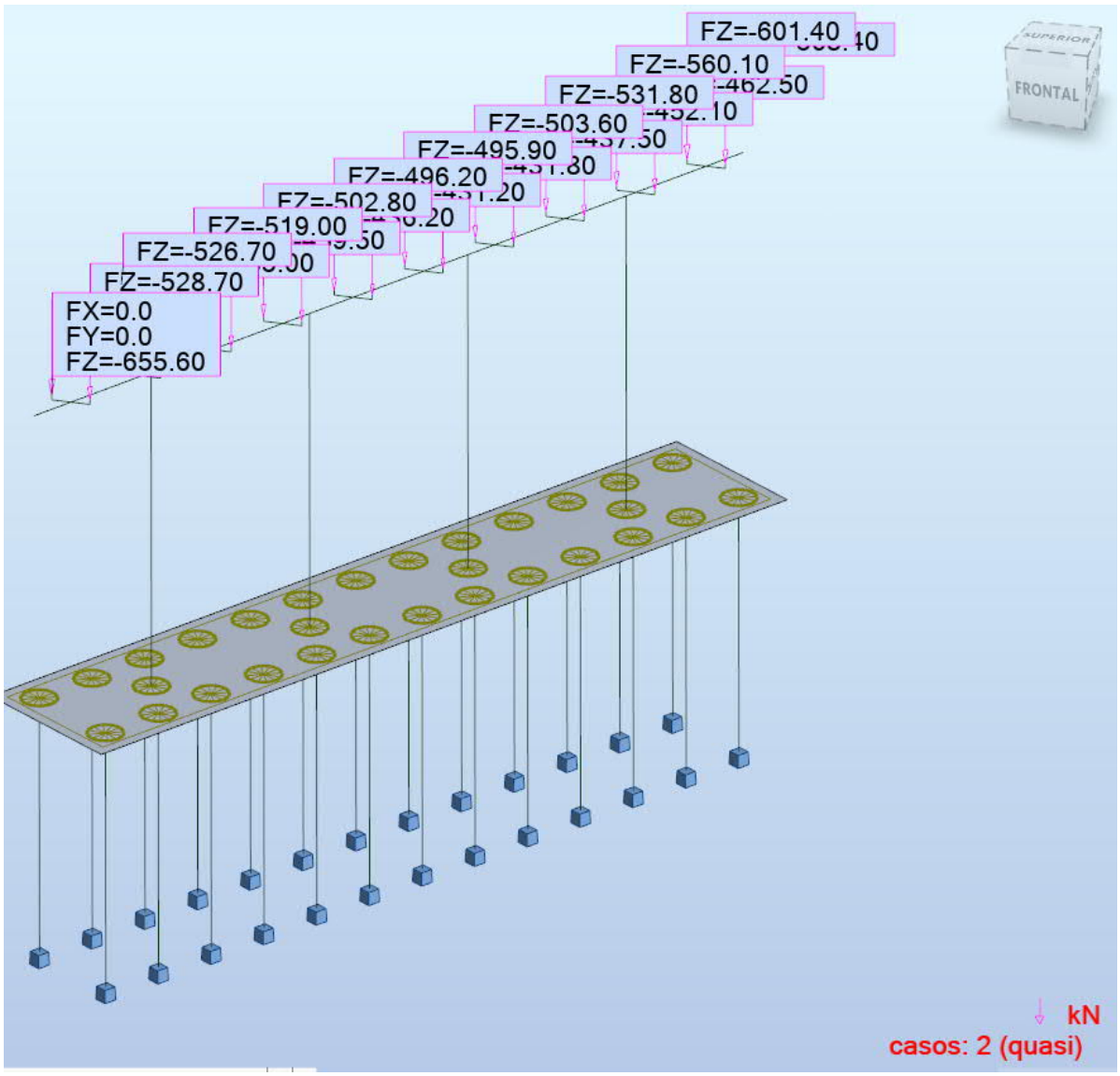


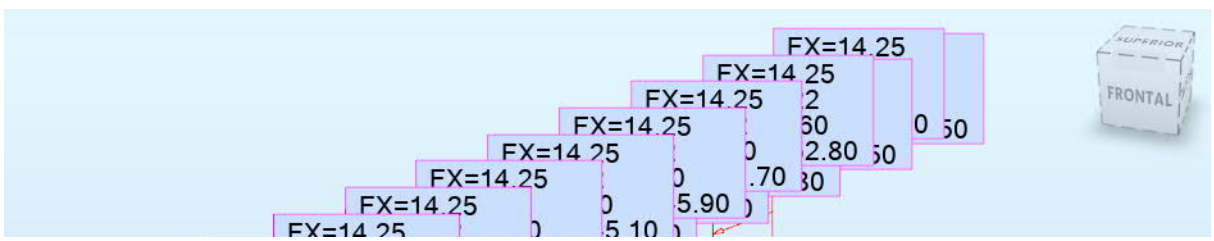


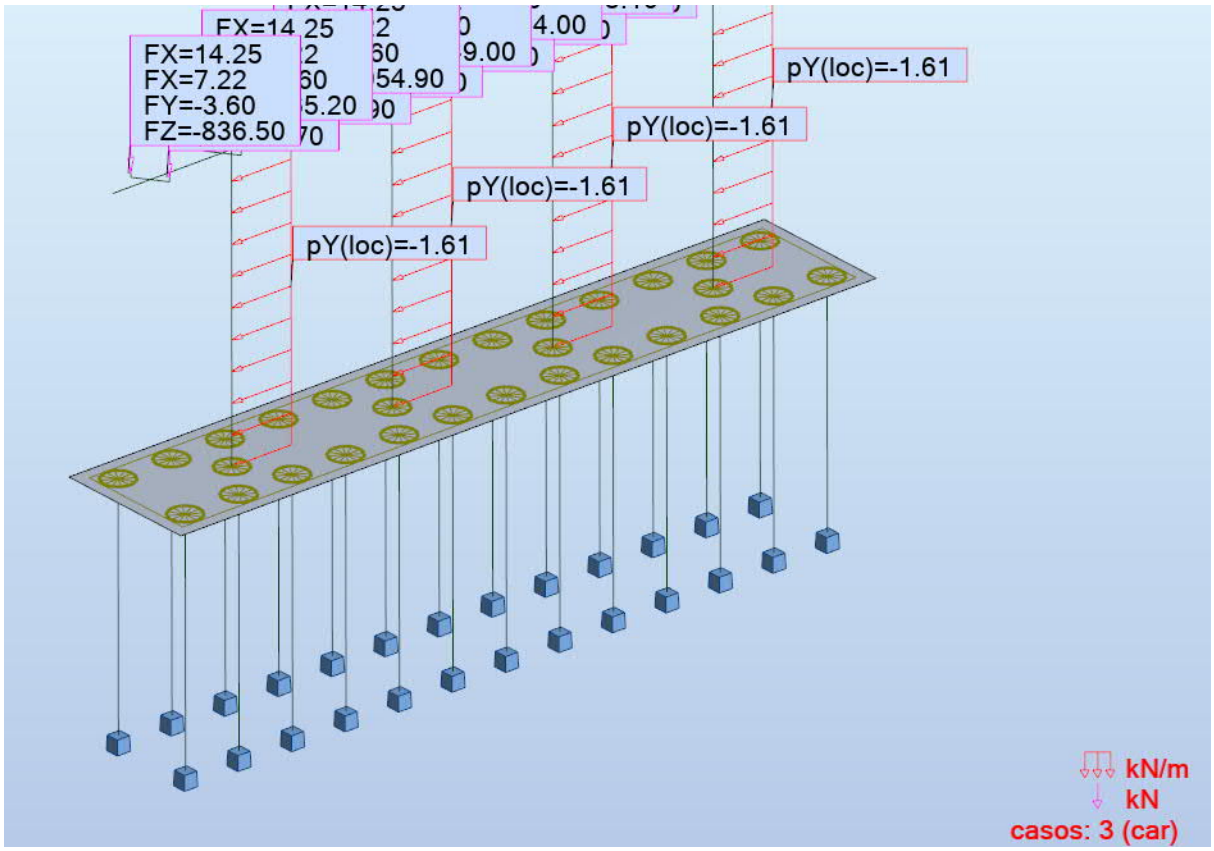
5.2. Introducció d'accions. Gràfic

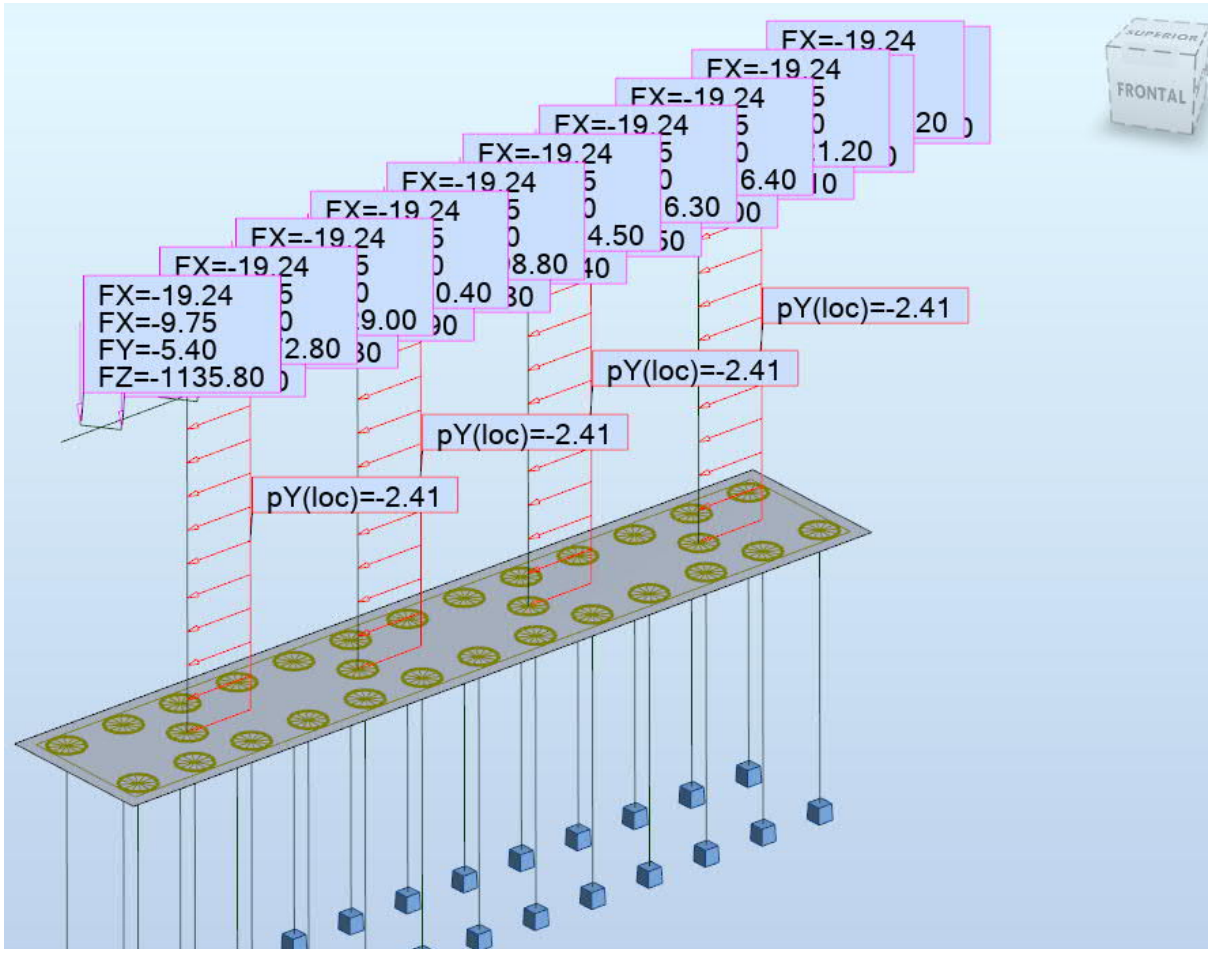



-PZ kG
casos: 1 (PERM1)


FZ=-601.40
FZ=-560.10
FZ=-531.80
FZ=-503.60
FZ=-495.90
FZ=-496.20
FZ=-502.80
FZ=-519.00
FZ=-526.70
FZ=-528.70
FX=0.0
FY=0.0
FZ=-655.60
SUPERIOR
FRONTAL
kN
casos: 2 (quasi)


FX=14.25
FX=14.25
FX=14.25
FX=14.25
FX=14.25
FX=14.25
SUPERIOR
FRONTAL


FX=14.25
FX=7.22
FY=-3.60
FZ=-836.50
pY(loc)=-1.61
pY(loc)=-1.61
pY(loc)=-1.61
pY(loc)=-1.61
kN/m
kN
casos: 3 (car)


FX=-19.24
FX=-9.75
FY=-5.40
FZ=-1135.80
pY(loc)=-2.41
pY(loc)=-2.41
pY(loc)=-2.41
pY(loc)=-2.41
SUPERIOR
FRONTAL

5.3. Introducció d'accions. Analític

	Caso	Tipo de carga	Lista	Valores de carga
	1	peso propio	1 4 6 7 25A3	PZ Menos Coef=1.00

	Caso	Tipo de carga	Lista	Valores de carga
	2	fuerza nodal	61	FX=0.0(kN) FY=0.0(kN)
	2	fuerza nodal	61	FZ=-655.60(kN)
	2	fuerza nodal	60	FZ=-526.70(kN)
	2	fuerza nodal	59	FZ=-519.00(kN)
	2	fuerza nodal	58	FZ=-502.80(kN)
	2	fuerza nodal	57	FZ=-496.20(kN)
	2	fuerza nodal	56	FZ=-495.90(kN)
	2	fuerza nodal	55	FZ=-503.60(kN)
	2	fuerza nodal	54	FZ=-531.80(kN)
	2	fuerza nodal	53	FZ=-560.10(kN)
	2	fuerza nodal	40	FZ=-601.40(kN)
	2	fuerza nodal	50	FZ=-528.70(kN)
	2	fuerza nodal	49	FZ=-485.00(kN)
	2	fuerza nodal	48	FZ=-459.50(kN)
	2	fuerza nodal	47	FZ=-436.20(kN)
	2	fuerza nodal	46	FZ=-431.20(kN)
	2	fuerza nodal	45	FZ=-431.80(kN)
	2	fuerza nodal	44	FZ=-437.50(kN)
	2	fuerza nodal	43	FZ=-452.10(kN)
	2	fuerza nodal	42	FZ=-462.50(kN)
	2	fuerza nodal	39	FZ=-568.40(kN)

	Caso	Tipo de carga	Lista	Valores de carga
	3	fuerza nodal	61	FZ=-836.50(kN)
	3	fuerza nodal	60	FZ=-865.20(kN)
	3	fuerza nodal	59	FZ=-1054.90(kN)
	3	fuerza nodal	58	FZ=-1049.00(kN)
	3	fuerza nodal	57	FZ=-1034.00(kN)
	3	fuerza nodal	56	FZ=-1045.10(kN)
	3	fuerza nodal	55	FZ=-1045.90(kN)
	3	fuerza nodal	54	FZ=-971.70(kN)
	3	fuerza nodal	53	FZ=-752.80(kN)
	3	fuerza nodal	40	FZ=-770.90(kN)
	3	fuerza nodal	50	FZ=-707.70(kN)
	3	fuerza nodal	49	FZ=-757.90(kN)
	3	fuerza nodal	48	FZ=-959.70(kN)
	3	fuerza nodal	47	FZ=-962.90(kN)
	3	fuerza nodal	46	FZ=-948.70(kN)
	3	fuerza nodal	45	FZ=-955.70(kN)

	3	fuerza nodal	44	FZ=-965.30(kN)
	3	fuerza nodal	43	FZ=-877.80(kN)
	3	fuerza nodal	42	FZ=-652.50(kN)
	3	fuerza nodal	39	FZ=-665.50(kN)
	3	fuerza nodal	39 40 42A50	FX=14.25(kN)
	3	fuerza nodal	39 40 42A50	FX=7.22(kN)
	3	fuerza nodal	39 40 42A50	FY=-3.60(kN)
	3	sobrecarga uniforme	4 6 79 80	PY=-1.61(kN/m) local

	Caso	Tipo de carga	Lista	Valores de carga
	4	fuerza nodal	61	FZ=-1135.80(kN)
	4	fuerza nodal	60	FZ=-1172.80(kN)
	4	fuerza nodal	59	FZ=-1429.00(kN)
	4	fuerza nodal	58	FZ=-1420.40(kN)
	4	fuerza nodal	57	FZ=-1398.80(kN)
	4	fuerza nodal	56	FZ=-1414.50(kN)
	4	fuerza nodal	55	FZ=-1416.30(kN)
	4	fuerza nodal	54	FZ=-1316.40(kN)
	4	fuerza nodal	53	FZ=-1021.20(kN)
	4	fuerza nodal	40	FZ=-1046.20(kN)
	4	fuerza nodal	50	FZ=-960.70(kN)
	4	fuerza nodal	49	FZ=-1027.30(kN)
	4	fuerza nodal	48	FZ=-1299.90(kN)
	4	fuerza nodal	47	FZ=-1303.80(kN)
	4	fuerza nodal	46	FZ=-1283.40(kN)
	4	fuerza nodal	45	FZ=-1293.50(kN)
	4	fuerza nodal	44	FZ=-1307.00(kN)
	4	fuerza nodal	43	FZ=-1189.10(kN)
	4	fuerza nodal	42	FZ=-885.00(kN)
	4	fuerza nodal	39	FZ=-903.20(kN)
	4	fuerza nodal	39 40 42A50	FX=-19.24(kN)
	4	fuerza nodal	39 40 42A50	FX=-9.75(kN)
	4	fuerza nodal	39 40 42A50	FY=-5.40(kN)
	4	sobrecarga uniforme	4 6 79 80	PY=-2.41(kN/m) local

5.4. Combinació d'accions

	Caso	Etiqueta	Nombre del caso	Naturaleza	tipo de análisis
	1	PERM1	PERM1	Peso proprio	Estático lineal
	2	quasi	quasi	Peso proprio	Estático lineal
	3	car	car	Peso proprio	Estático lineal
	4	fund	fund	Peso proprio	Estático lineal
	10		ELS CARACTERÍSTICO	Peso proprio	Combinación lineal
	11		ELS QUASIPERMANENTE	Peso proprio	Combinación lineal
	12		ELU	Peso proprio	Combinación lineal

Combinación	Nombre	Tipo de análisis	Tipo de	Naturaleza de caso	Definición
10 (C)	ELS CARACTER	Combinación lin	ELS	Peso proprio	(1+3)*1.00
11 (C)	ELS QUASIPER	Combinación lin	ELS	Peso proprio	(1+2)*1.00
12 (C)	ELU	Combinación lin	ELU	Peso proprio	1*1.35+4*1.00

5.5. Materials

Tot modelitzat HA-30

Hormigón $f_{ck} := 30\ MPa$ $f_{cd} := f_{ck} \cdot 1.5^{-1} = 20\ MPa$

$f_{ctm} := 0.3 \cdot \left(f_{ck} \cdot MPa^{-1}\right)^{\frac{2}{3}} MPa = 2.896\ MPa$ $f_{yk} := 500\ MPa$

$f_{ctm.flcomp}(h) := \max\left(\left(1.6 - \frac{h}{100\ cm}\right) \cdot f_{ctm}, f_{ctm}\right)$ $f_{ydc} := 400\ MPa$

6. RESULTATS DINTELL

6.1. Flexió E.L.U. Cara superior

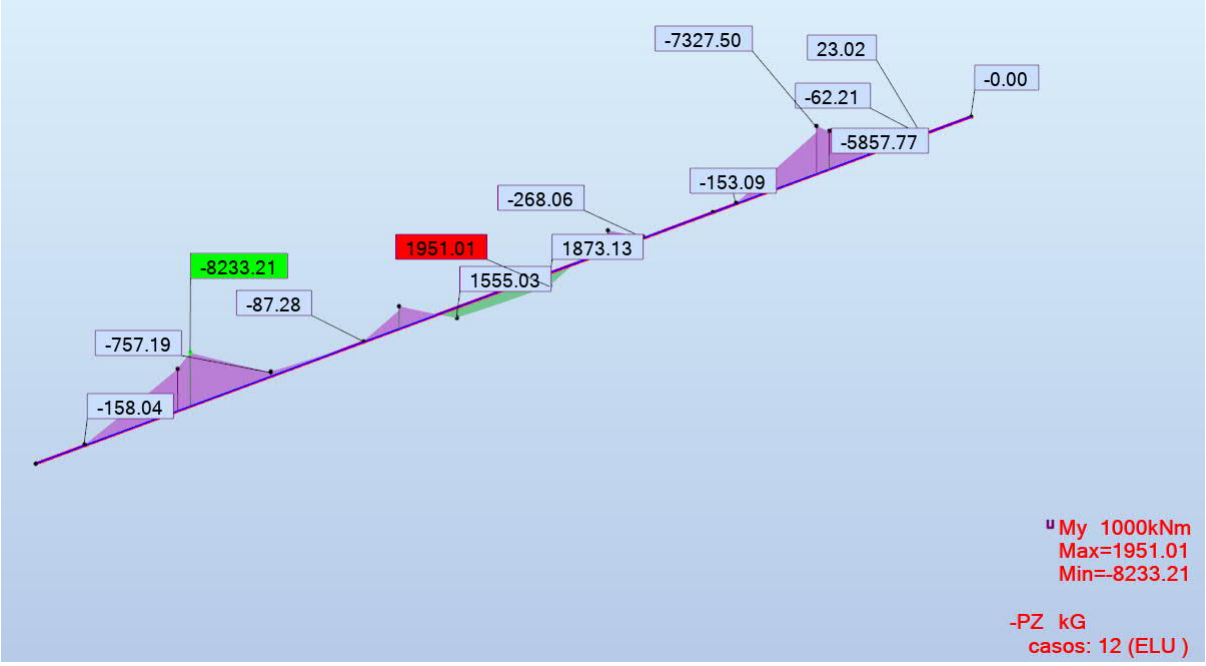
$h := 150\ cm$ $b := 215\ cm$

Armadura prevista per cara

$\phi_{barra\_tracc} := 32\ mm$ $n_{barras\_tracc} := 22$ $\phi_v := 16\ mm$ $r_{nom} := 45\ mm$

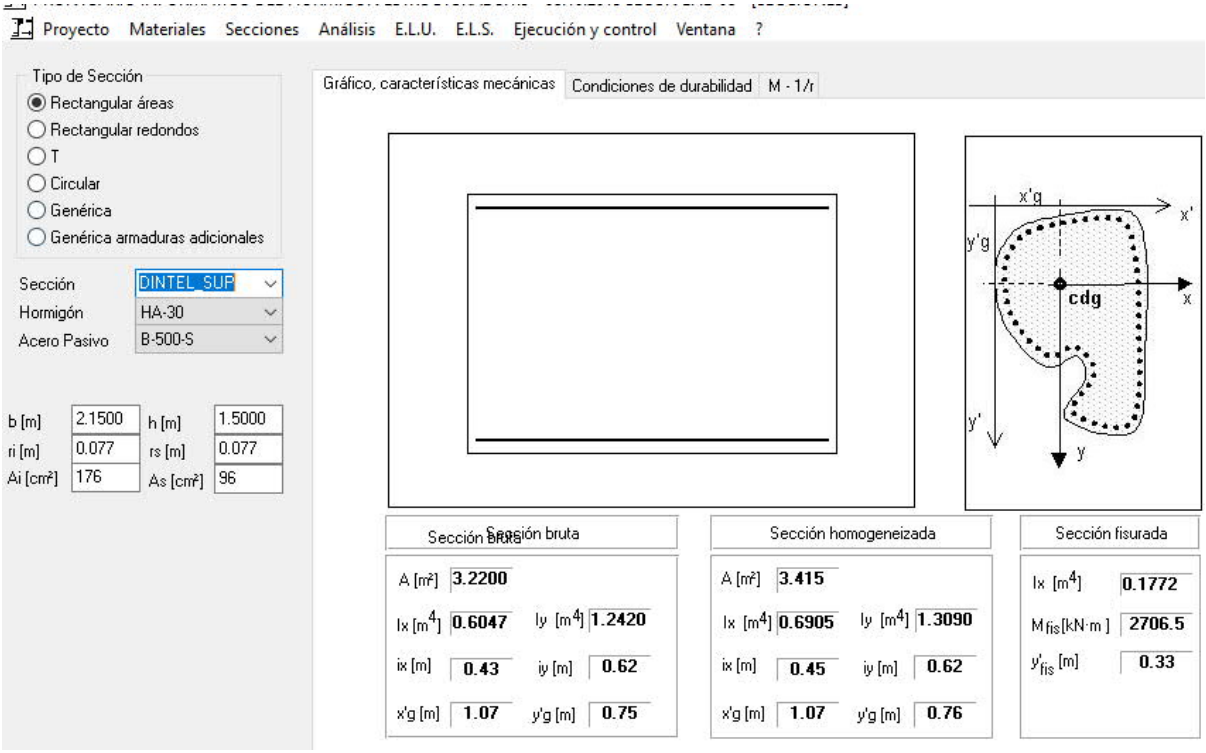
$r_{mec} := r_{nom} + \phi_v + 0.5 \cdot \phi_{barra\_tracc} = 77\ mm$ $d := h - r_{mec} = 1.423\ m$

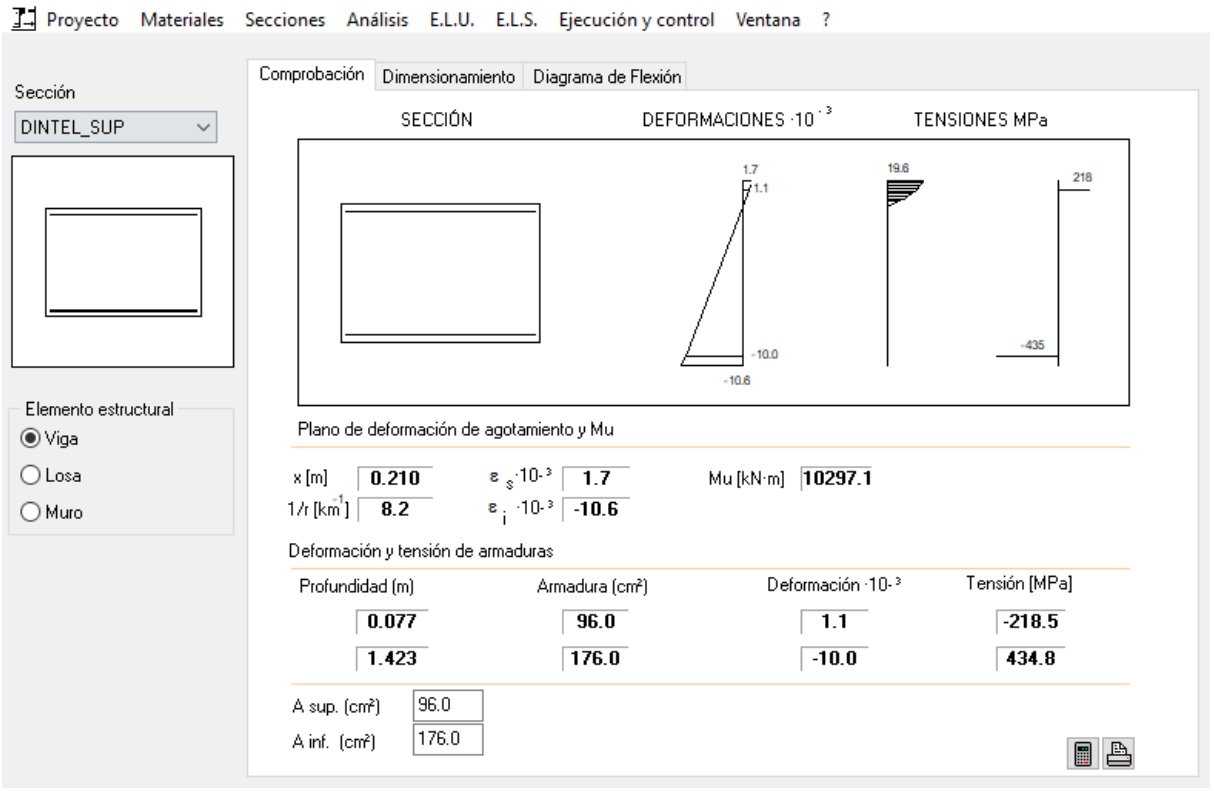
$A_s := \frac{\pi}{4} \cdot \phi_{barra\_tracc}^2 \cdot n_{barras\_tracc} = 176.934\ cm^2$ $sep := \frac{b - 2 \cdot r_{mec} - \left(n_{barras\_tracc} \cdot \phi_{barra\_tracc}\right)}{\left(n_{barras\_tracc} - 1\right)} = 61.524\ mm$



$M_{ed} := 8300\ kN \cdot m$

$A_{geom\_min} := \frac{2.8}{1000} \cdot h \cdot b = 90.3\ cm^2$ $A_{mec\_min} := \frac{b \cdot h^2 \cdot f_{ctm.flcomp}(h) \cdot 1.15}{6 \cdot f_{yk} \cdot 0.8 \cdot d} = 47.181\ cm^2$

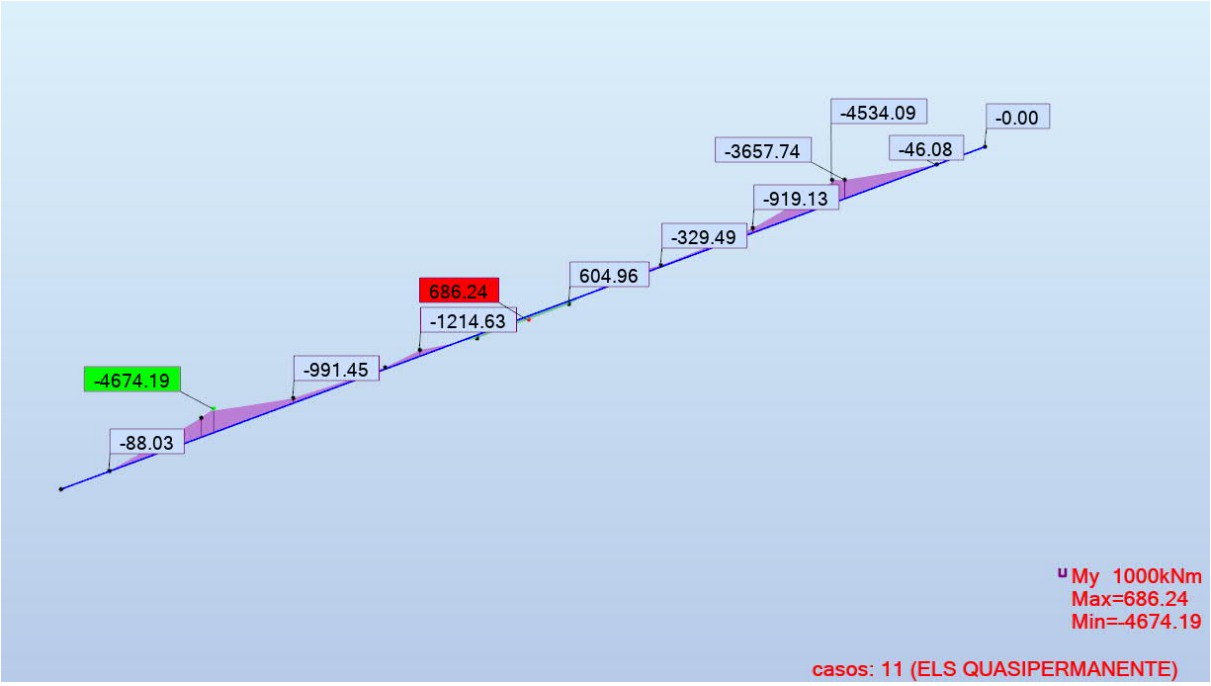




$$M_u := 10297\ \mathbf{kN \cdot m}$$

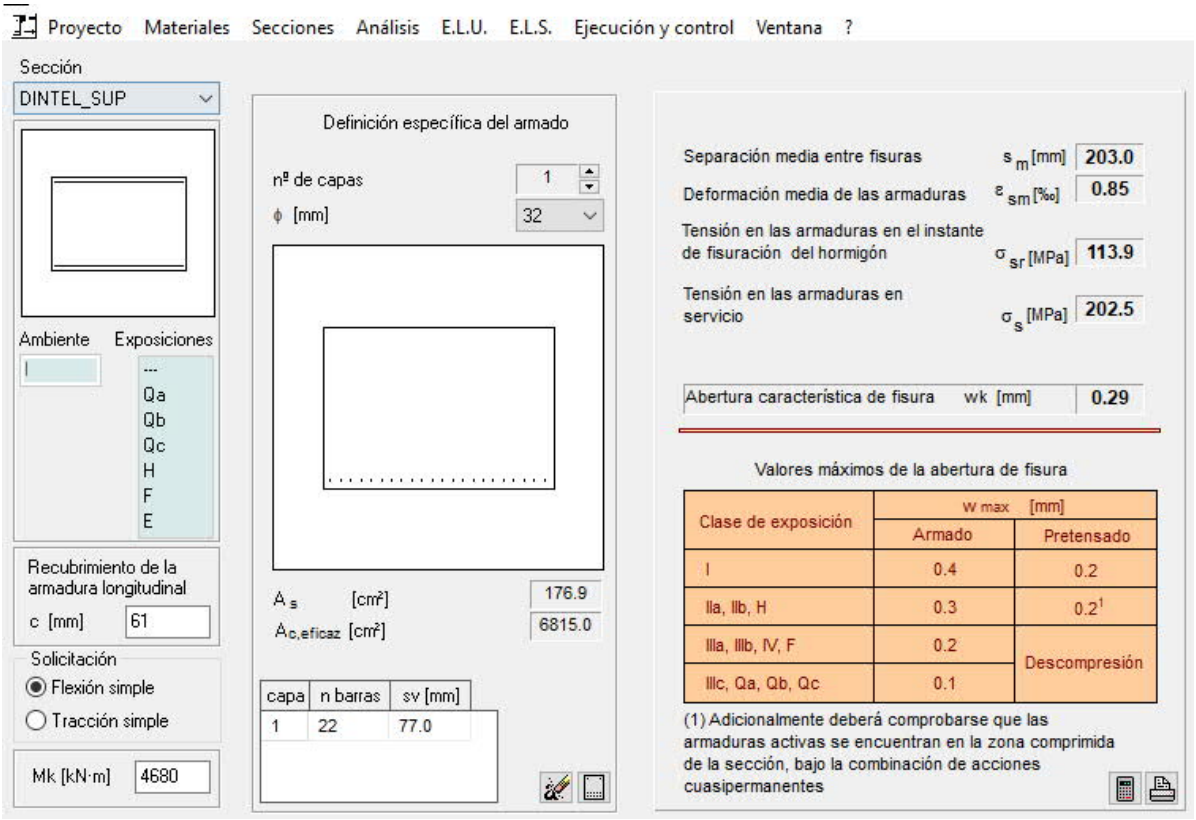
$$ratio_{ELU\_flexión} := \max\left(\frac{M_{ed}}{M_u}, \frac{\max\left(A_{geom\_min}, A_{mec\_min}\right)}{A_s}\right) = 0.806 \qquad <1 \qquad \text{ok}$$

6.2. Flexió E.L.S. Cara superior



$M_{k\_superior} := 4680\ kN \cdot m$

$r_{nom} + \phi_v = 61\ mm$



$w_k := 0.29\ mm$ $w_{k\_adm} := 0.3\ mm$

$ratio_{ELS\_fisuración} := \frac{w_k}{w_{k\_adm}} = 0.967$ <1 ok

6.3. Flexió E.L.U. Cara inferior

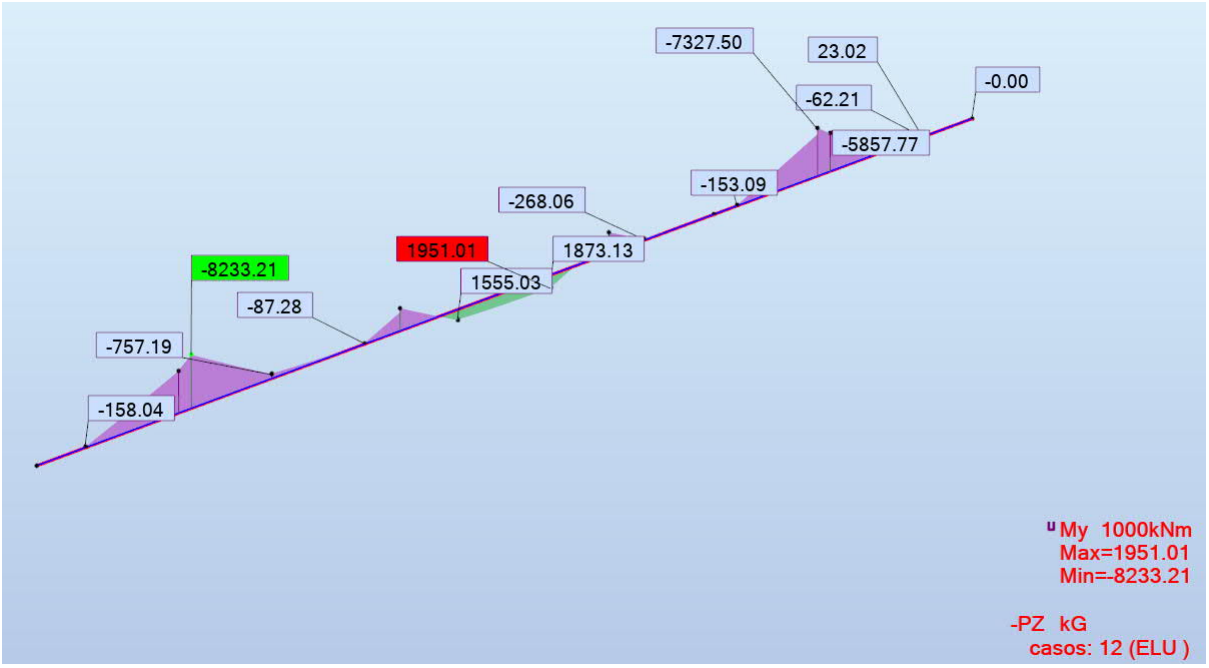
$h := 150\ cm$ $b := 215\ cm$

Armadura prevista por cara

$\phi_{barra\_tracc} := 32\ mm$ $n_{barras\_tracc} := 12$ $\phi_v := 16\ mm$ $r_{nom} := 45\ mm$

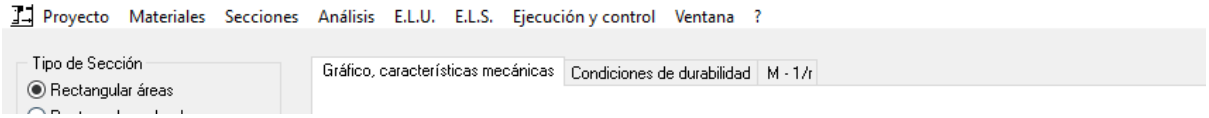
$r_{mec} := r_{nom} + \phi_v + 0.5 \cdot \phi_{barra\_tracc} = 77\ mm$ $d := h - r_{mec} = 1.423\ m$

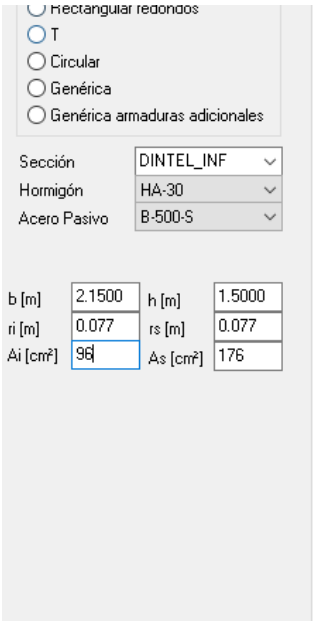
$A_s := \frac{\pi}{4} \cdot \phi_{barra\_tracc}^2 \cdot n_{barras\_tracc} = 96.51\ cm^2$ $sep := \frac{b - 2 \cdot r_{mec} - \left(n_{barras\_tracc} \cdot \phi_{barra\_tracc}\right)}{\left(n_{barras\_tracc} - 1\right)} = 146.545\ mm$

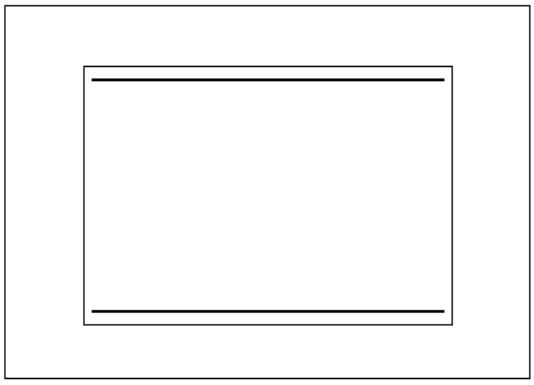


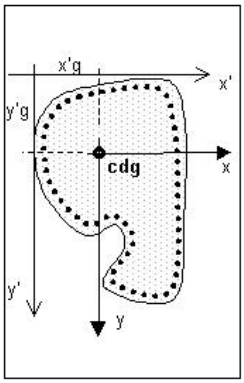
$M_{ed} := 1960\ kN \cdot m$

$A_{geom\_min} := \frac{2.8}{1000} \cdot h \cdot b = 90.3\ cm^2$ $A_{mec\_min} := \frac{b \cdot h^2 \cdot f_{ctm.flcomp}(h) \cdot 1.15}{6 \cdot f_{yk} \cdot 0.8 \cdot d} = 47.181\ cm^2$



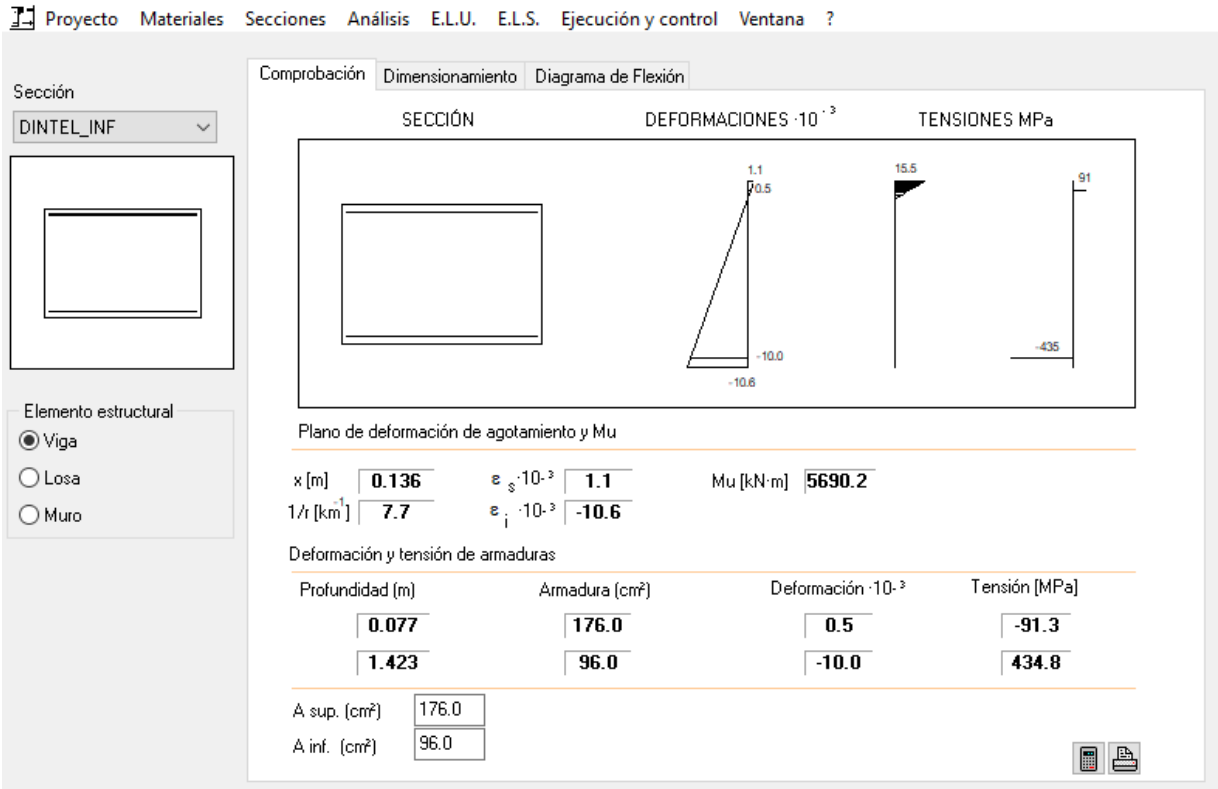






Sección bruta				Sección homogeneizada				Sección fisurada	
A [m²]	3.2200			A [m²]	3.415			Ix [m⁴]	0.1072
Ix [m⁴]	0.6047	Iy [m⁴]	1.2420	Ix [m⁴]	0.6905	Iy [m⁴]	1.3090	Mfis [kN·m]	2628.0
ix [m]	0.43	iy [m]	0.62	ix [m]	0.45	iy [m]	0.62	y'fis [m]	0.24
x'g [m]	1.07	y'g [m]	0.75	x'g [m]	1.07	y'g [m]	0.74		

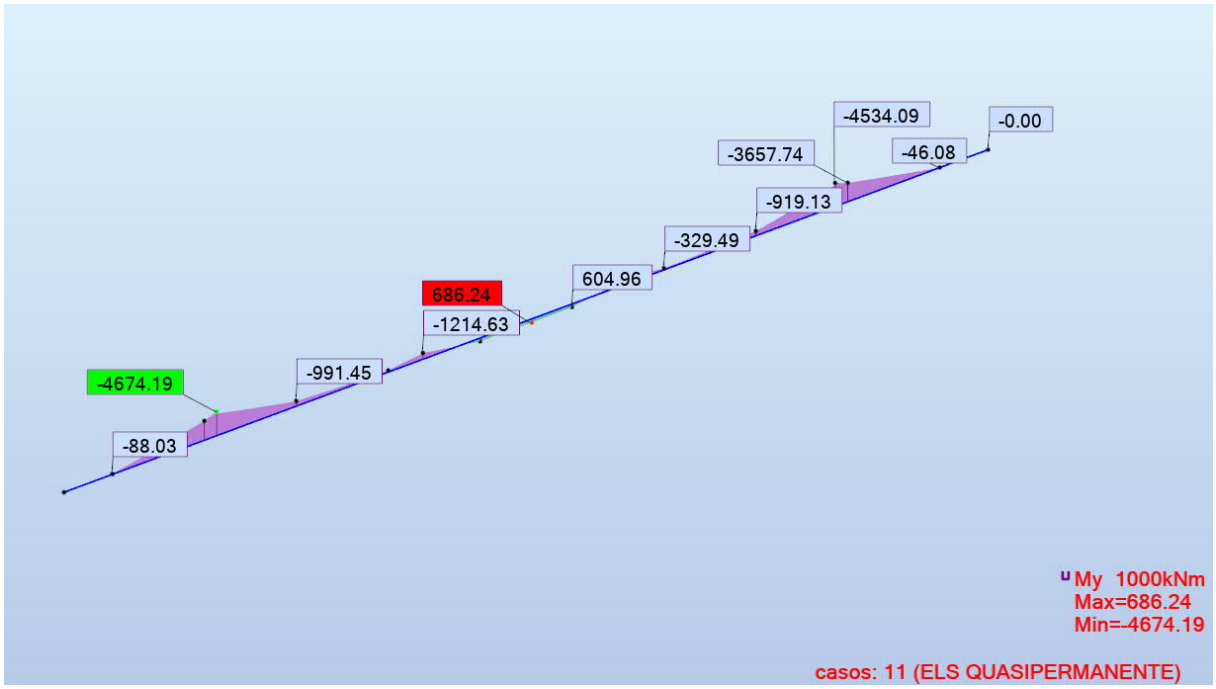
$$M_{fis} := 2628 \ \mathbf{kN \cdot m}$$



$$M_u := 5690.2 \ \mathbf{kN \cdot m}$$

$$ratio_{ELU\_flexión} := \max\left(\frac{M_{ed}}{M_u}, \frac{\max\left(A_{geom\_min}, A_{mec\_min}\right)}{A_s}\right) = 0.936 \qquad <1 \qquad ok$$

6.4. Flexió E.L.S. Cara inferior



$M_k := 690\ \mathbf{kN \cdot m}$

$r_{nom} + \phi_v = 61\ \mathbf{mm}$

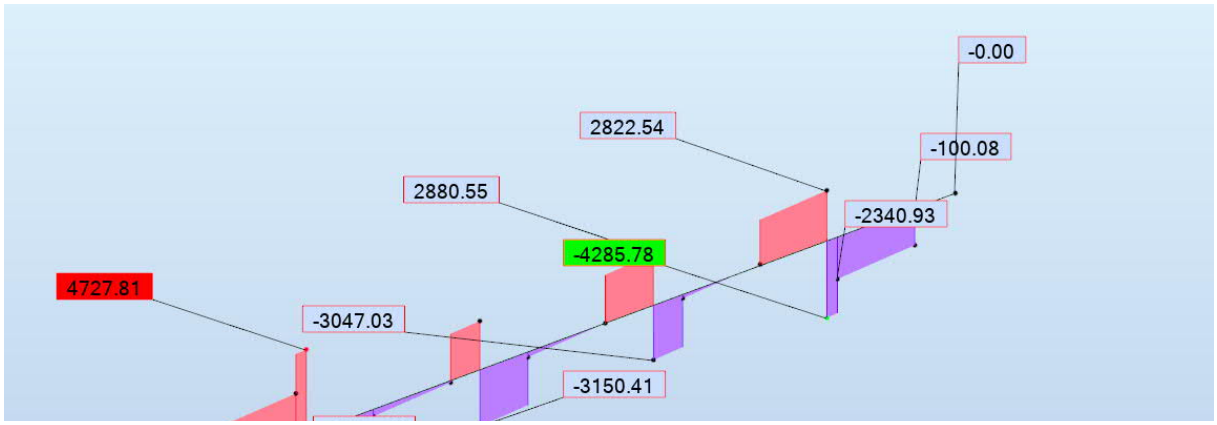
$M_{fis} = \left(2.628 \cdot 10^3\right)\ \mathbf{m \cdot kN}$

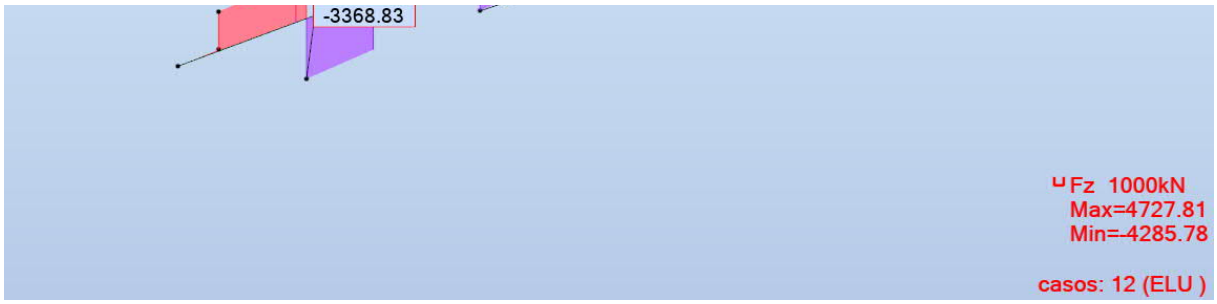
$fisura := \mathbf{if}\left(M_k \leq M_{fis}, \text{“NO”}, \text{“SI”}\right) = \text{“NO”}$

6.5. Tallant E.L.U.

Armadura de cortante

$\phi_v := 16\ \mathbf{mm}$ cada $:= 15\ \mathbf{cm}$ $n_{rv} := 6$





$V_{ed} := 4730\ \mathbf{kN}$

$A_{s'} := \frac{\pi}{4} \cdot \phi_{barra\_tracc}^{\ 2} \cdot n_{barras\_tracc} = 96.51\ \mathbf{cm}^2$

$d = 1.423\ \mathbf{m}$

$\xi := \min\left(1 + \sqrt{\frac{200\ \mathbf{mm}}{d}}, 2\right) = 1.375$

Cuantía de armadura en la cara de tracción:

$\rho_l := \max\left(\frac{A_{s'}}{d \cdot b}, 0.02\right) = 0.02$

$V_{cu} := \left(\frac{0.18}{1.5} \cdot \xi \cdot \left(100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck} \cdot \mathbf{MPa}^{-1}\right)^{\frac{1}{3}}\right) \cdot b \cdot d \cdot \mathbf{MPa} = \left(1.976 \cdot 10^3\right)\ \mathbf{kN}$

$V_{cu.min} := \left(\frac{0.075}{1.5} \cdot \xi^{\frac{3}{2}} \cdot \left(f_{ck} \cdot \mathbf{MPa}^{-1}\right)^{\frac{1}{2}}\right) \cdot b \cdot d \cdot \mathbf{MPa} = \left(1.351 \cdot 10^3\right)\ \mathbf{kN}$

Capacidad del hormigón por tracción en piezas sin armadura de cortante

$V_{cu} := \text{if } V_{cu} \le V_{cu.min} \ \|\ V_{cu.min} \ \text{else} \ \|\ V_{cu} = \left(1.976 \cdot 10^3\right)\ \mathbf{kN}$

$V_{ed} = \left(4.73 \cdot 10^3\right)\ \mathbf{kN} \quad V_{cu} = \left(1.976 \cdot 10^3\right)\ \mathbf{kN}$

$Ratio\_VU2 := \frac{V_{ed}}{V_{cu}} = 2.394$

Análisis de secciones con armadura de cortante

Se considera un ángulo respecto la directriz de la pieza con el armado de cortante $\alpha := 90\ °$
Se considera un ángulo de las bielas $\theta := 45\ °$

$$V_{cu} := \max\left(\left(\frac{0.15}{1.5}\cdot\xi\cdot\left(100\cdot\rho_l\cdot f_{ck}\cdot \mathrm{MPa}^{-1}\right)^{\frac{1}{3}}\right)\cdot b\cdot d\cdot \mathrm{MPa}, V_{cu.min}\right) = \left(1.647\cdot 10^3\right)\ \mathrm{kN}$$

$$V_{su} := \frac{0.9\cdot d\cdot n_{rv}\cdot\pi\cdot\frac{\phi_v^{\,2}}{4}}{cada} f_{ydc}\cdot\sin(\alpha)\cdot(\cot(\alpha)+\cot(\theta)) = \left(4.12\cdot 10^3\right)\ \mathrm{kN}$$

$$Ratio\_cort := \frac{V_{ed}}{V_{cu}+V_{su}} = 0.82 \qquad < 1 \qquad \text{ok}$$

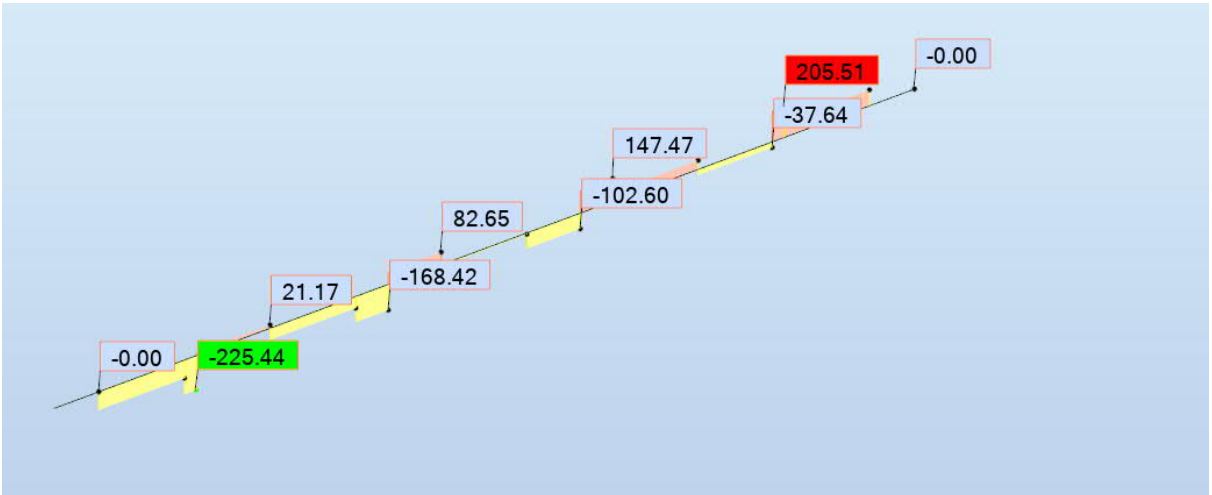
$$armadura\_cortante := \begin{array}{|l} \text{if } Ratio\_VU2 \le 1 \\ \quad \| \text{“No necesaria”} \\ \text{else if } Ratio\_cort \le 1 \\ \quad \| Ratio\_cort \\ \text{else if } Ratio\_cort > 1 \\ \quad \| \text{“No verifica cortante”} \end{array} = 0.82$$

Verificacion_cortante = “ATENCIÓN. necesita armadura de cortante”

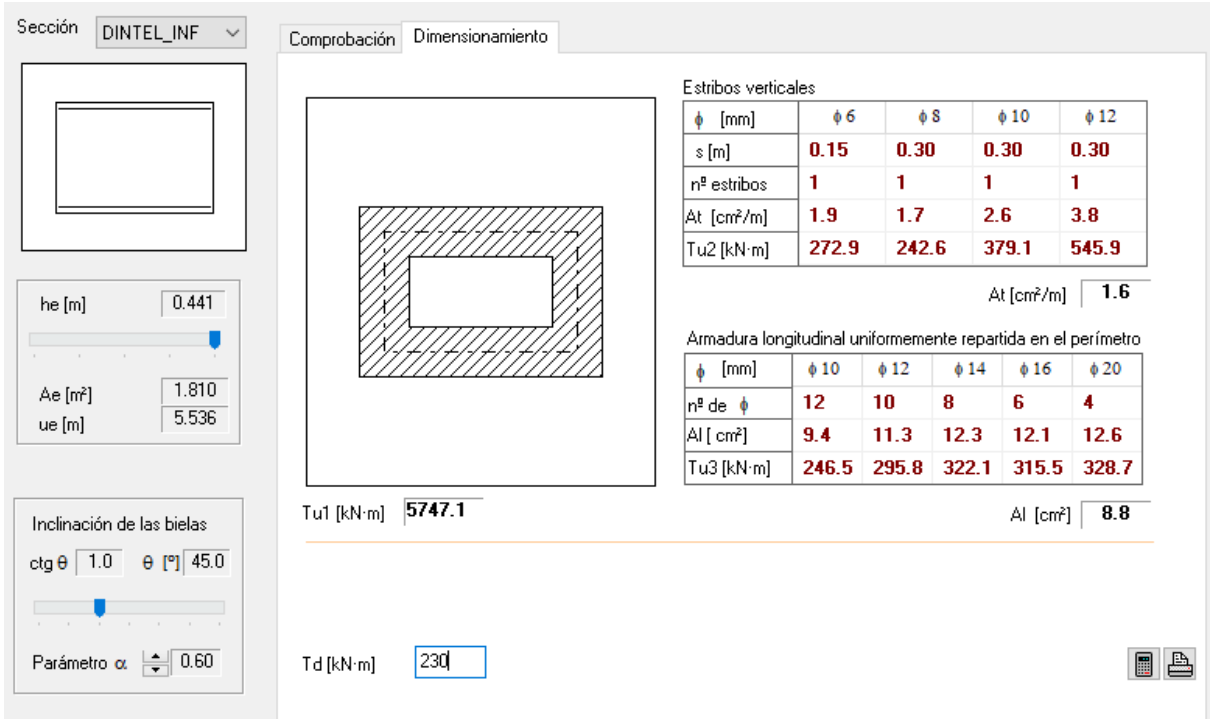
$$A_{V.min} := \begin{array}{|l} \text{if } \phi_v = 0 \\ \quad \| 0\cdot\frac{cm^2}{m} \\ \text{else} \\ \quad \| \frac{f_{ctm}\cdot b}{7.5\cdot f_{ydc}} \end{array} = 20.758\ \frac{cm^2}{m} \qquad A_{V.dispuesta} := \frac{1}{cada}\cdot n_{rv}\cdot\pi\cdot\frac{\phi_v^{\,2}}{4} = 80.425\ \frac{cm^2}{m}$$

Verificacion_armadura.minima.cortante = “OK.”

6.6. Torsió E.L.U.



$T_{ed} := 230\ kN \cdot m$



$A_{t\_necesaria} := 1.6 \cdot \frac{1}{m} \cdot cm^2$ $A_{l\_necesaria} := 8.8 \cdot cm^2$

$A_{v\_disponible} := A_{V.dispuesta} \cdot (1 - Ratio\_{cort}) = 14.459 \frac{1}{m} \cdot cm^2$

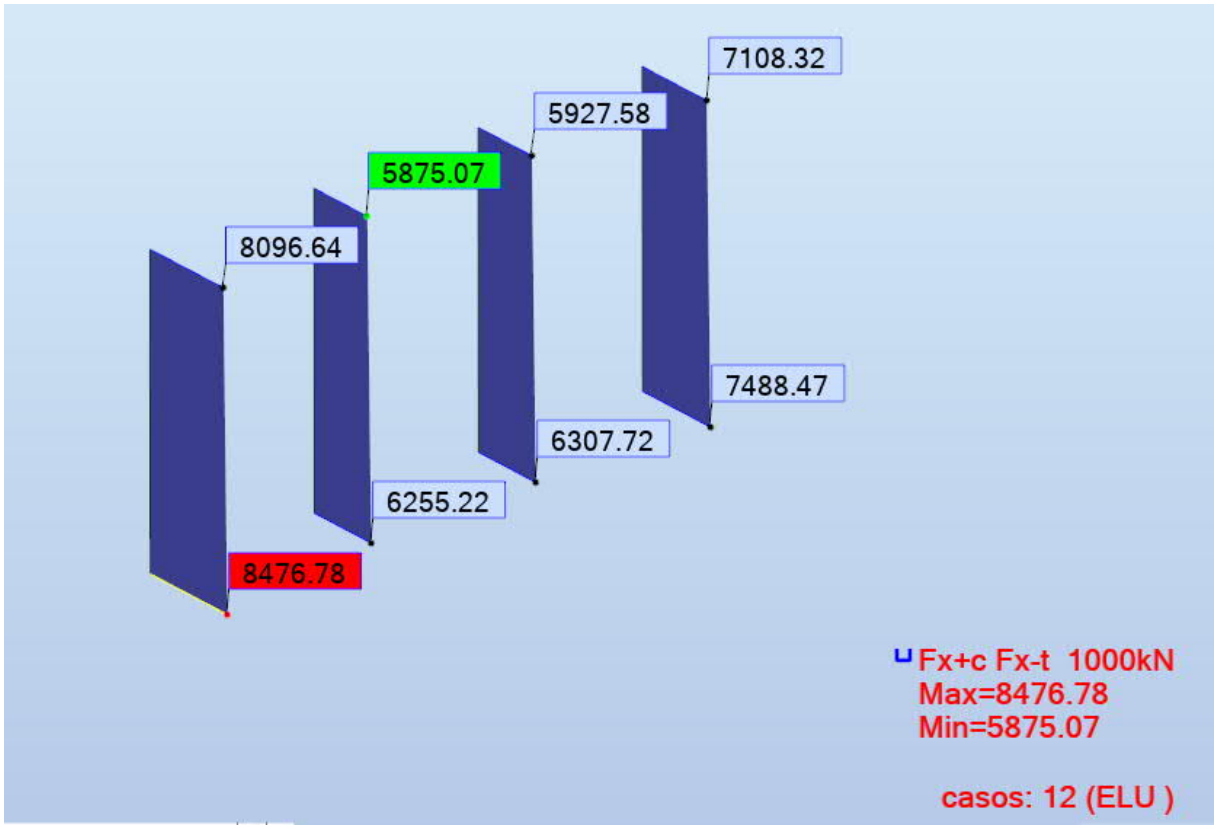
$A_{l\_disponible} := 4\ A_s \cdot (1 - ratio_{ELU\_flexión}) = 24.839\ cm^2$

$Verifica_{torsión} := if(A_{t\_necesaria} \le A_{v\_disponible} \wedge A_{l\_necesaria} \le A_{l\_disponible}, \text{“SI”}, \text{“NO”}) = \text{“SI”}$

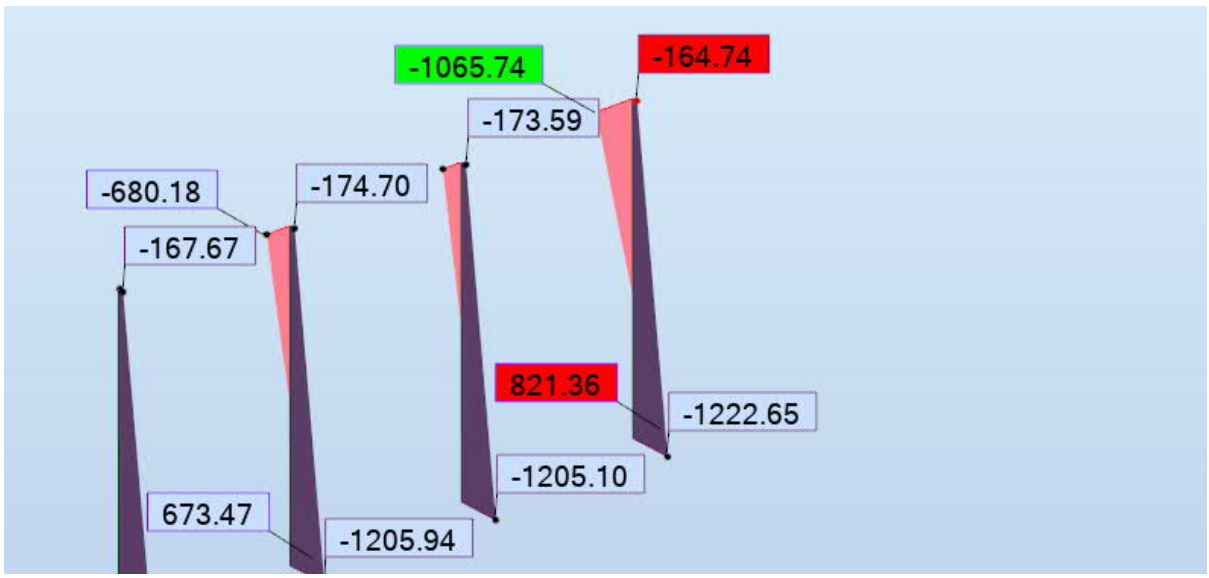
7. RESULTATS COLUMNA

7.1. Flexocompressió E.L.U.

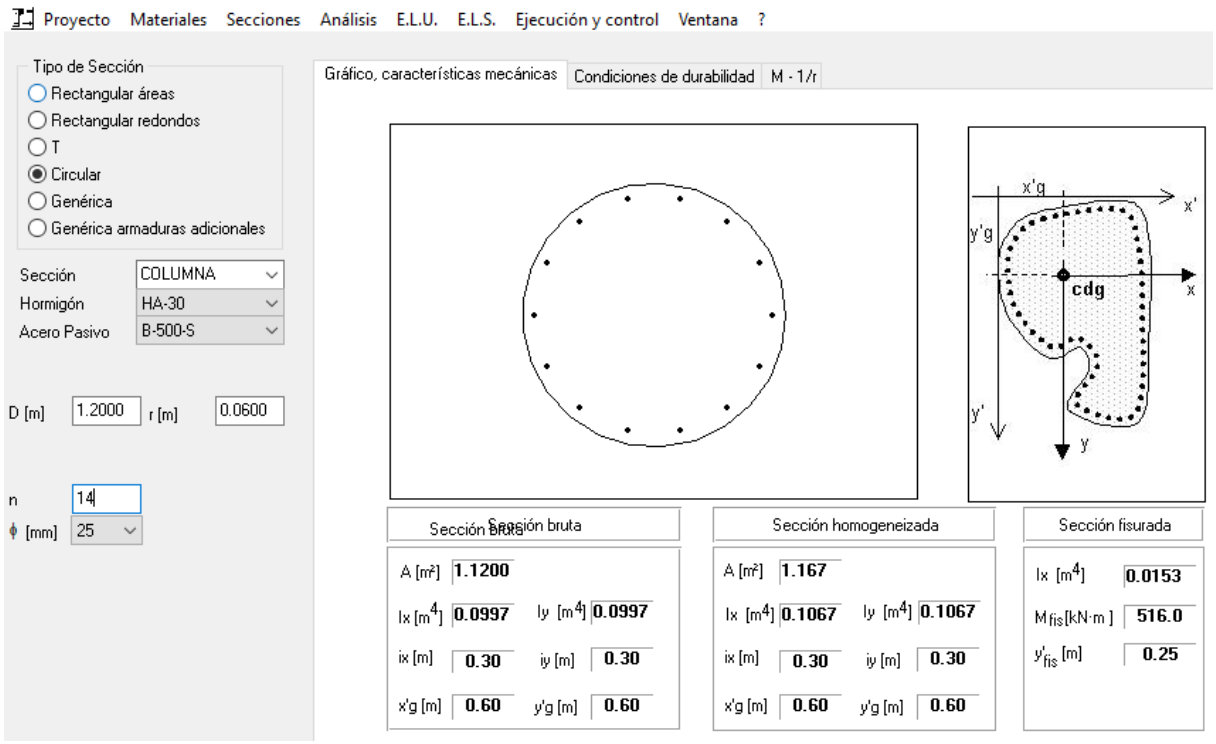
$\phi_{columna} := 120\ cm$

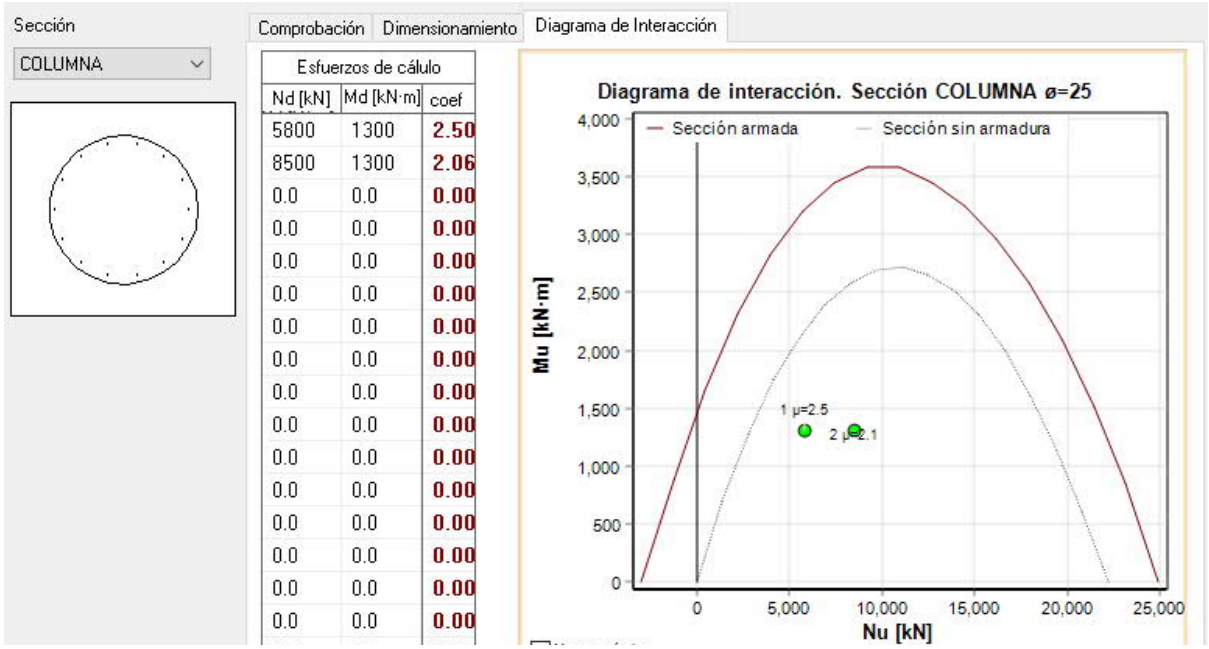


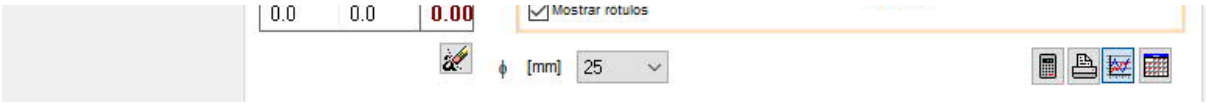
$N_{ed\_max} := 8500\ kN$ $N_{ed\_min} := 5800\ kN$



$M_{ed} := 1300\ kN \cdot m$

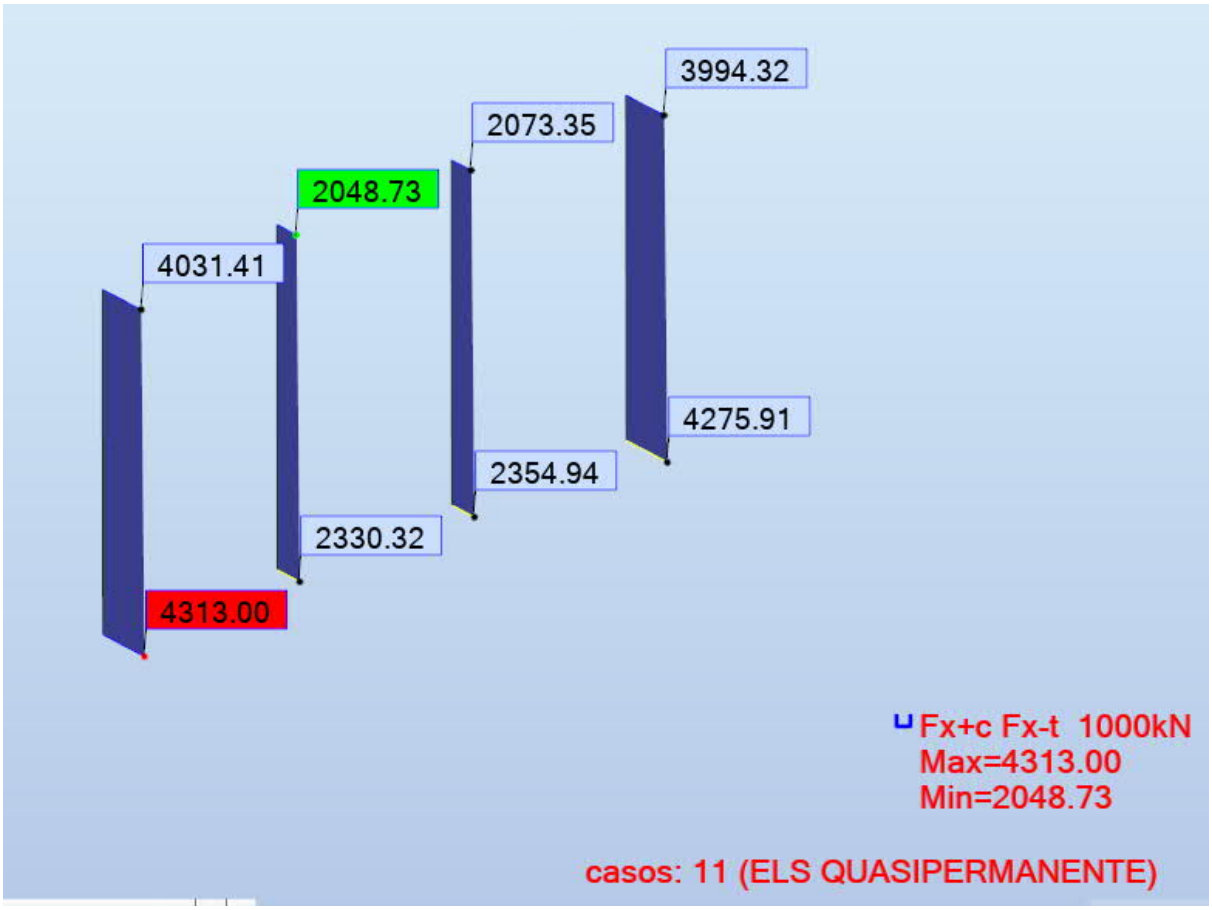




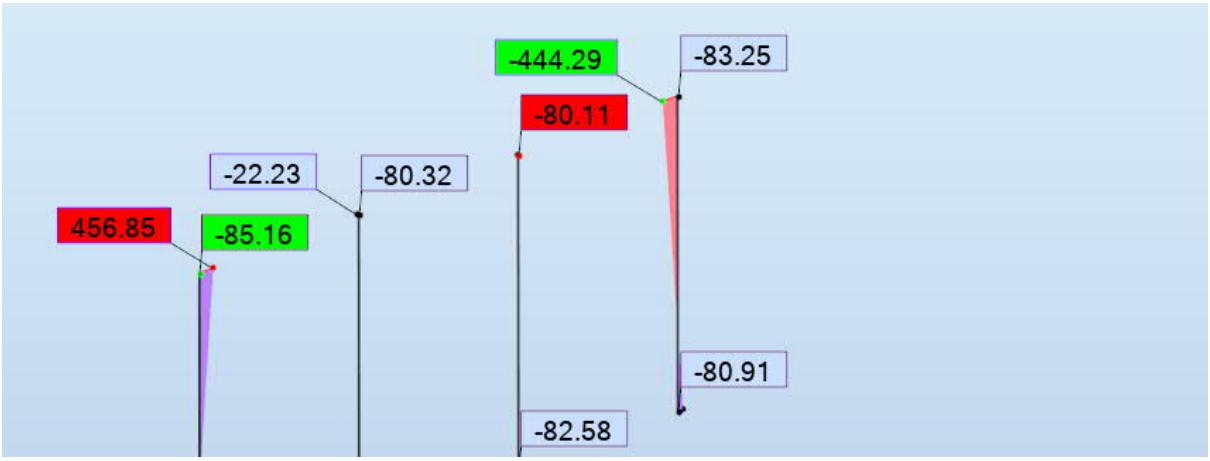


$$A_s := 14 \cdot \pi \cdot \frac{(25\ mm)^2}{4} = 68.722\ cm^2$$

7.2. Flexocompressió E.L.S.



$$N_k := 2040\ kN$$



$M_k := 460\ kN \cdot m$

$f_{ctm.flcomp}(\phi_{columna}) = 2.896\ MPa$

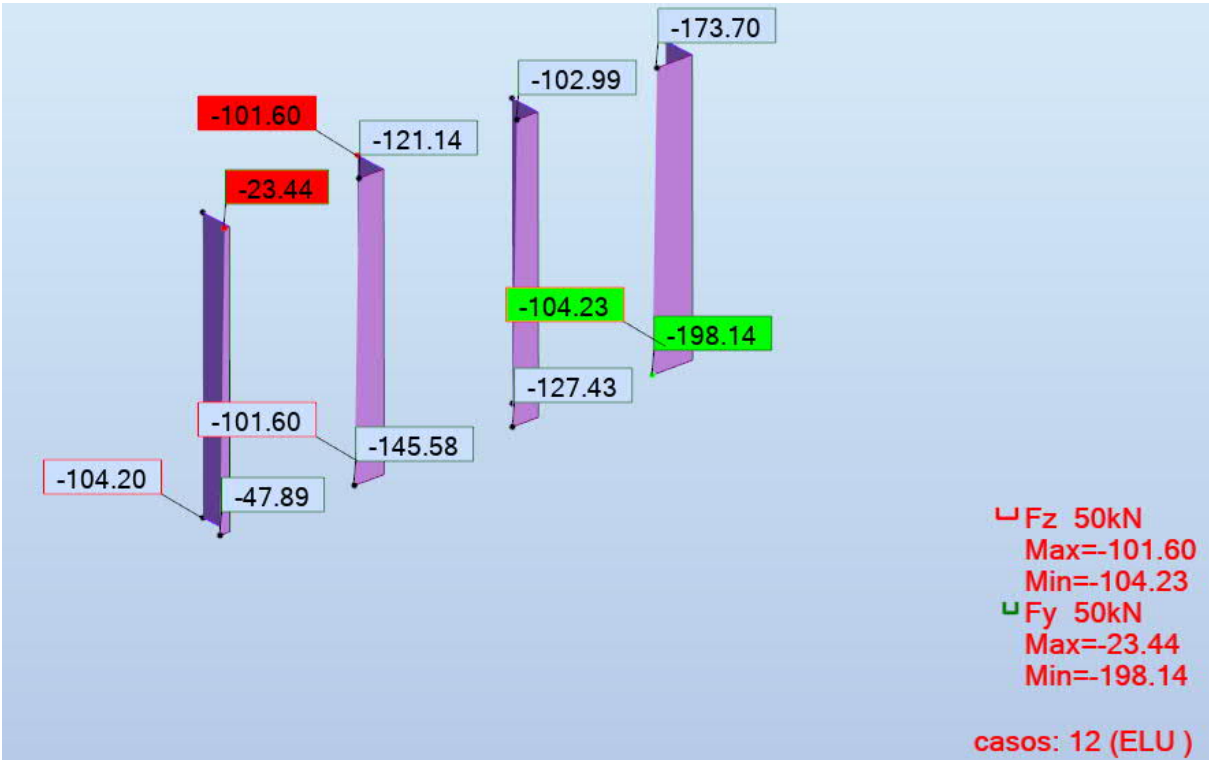
$$M_{fis}(N) := \left(f_{ctm.flcomp}(\phi_{columna}) + \frac{N}{\frac{\pi \cdot \phi_{columna}^{2}}{4}} \right) \cdot \frac{\frac{\pi \cdot \phi_{columna}^{4}}{64}}{0.5 \cdot \phi_{columna}}$$

$M_{fis}(N_k) = 797.374\ m \cdot kN$

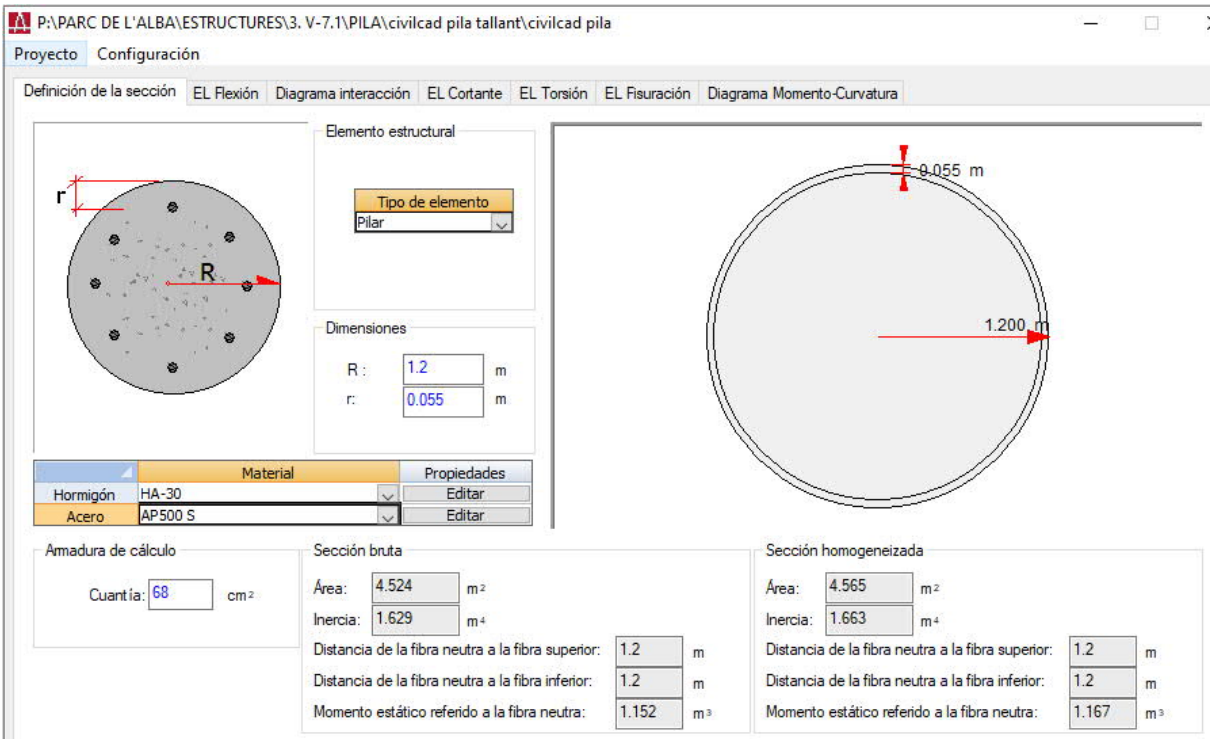
$fisura := \text{if}\left(M_k \leq M_{fis}(N_k), \text{“NO”}, \text{“SI”}\right) = \text{“NO”}$

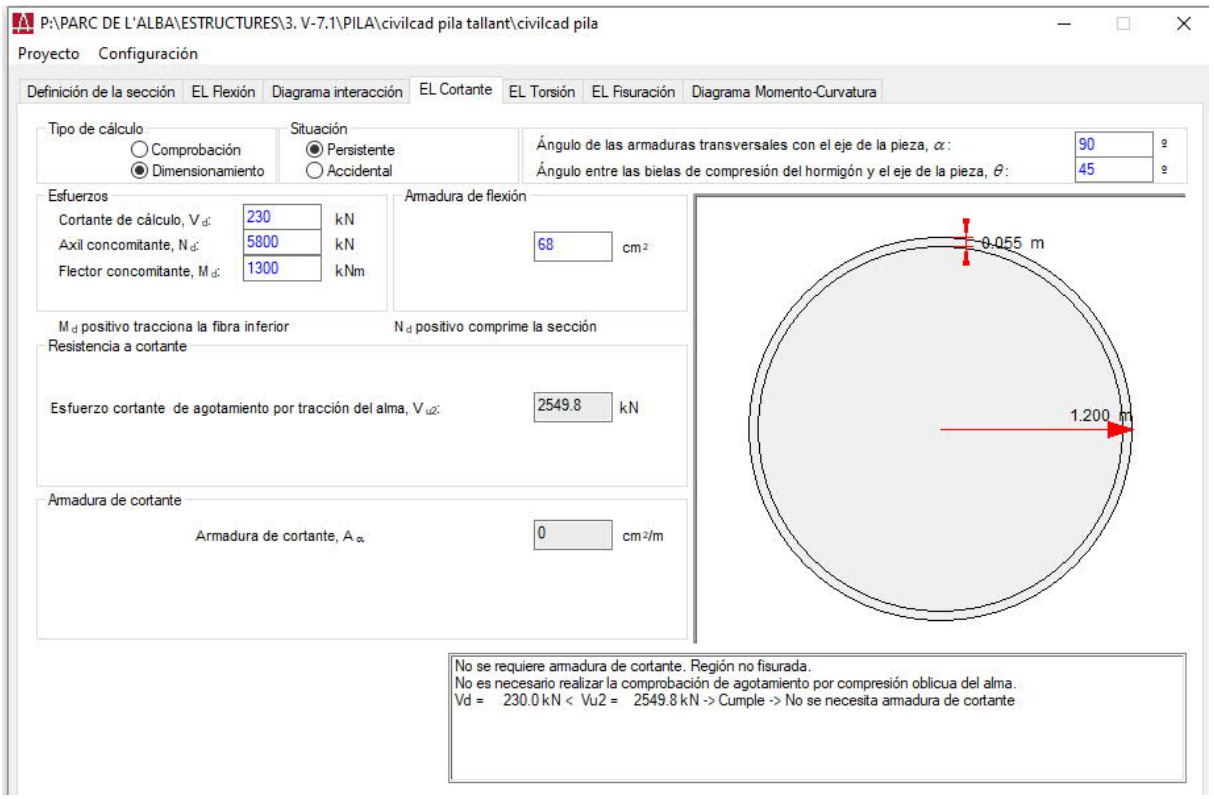
7.3. Tallant ELU

$r_{nom} + 10\ mm = 0.055\ m$



$$V_{ed} := \sqrt{(200\ \text{kN})^2 + (105\ \text{kN})^2} = 225.887\ \text{kN}$$





Armadura de cortante mínima dispuesta: $\phi_v := 10\ mm$ cada $:= 15\ cm$ $n_{rv} := 2$

$$b := \sqrt{\frac{\pi \cdot \phi_{columna}^2}{4}} = 1.063\ m$$

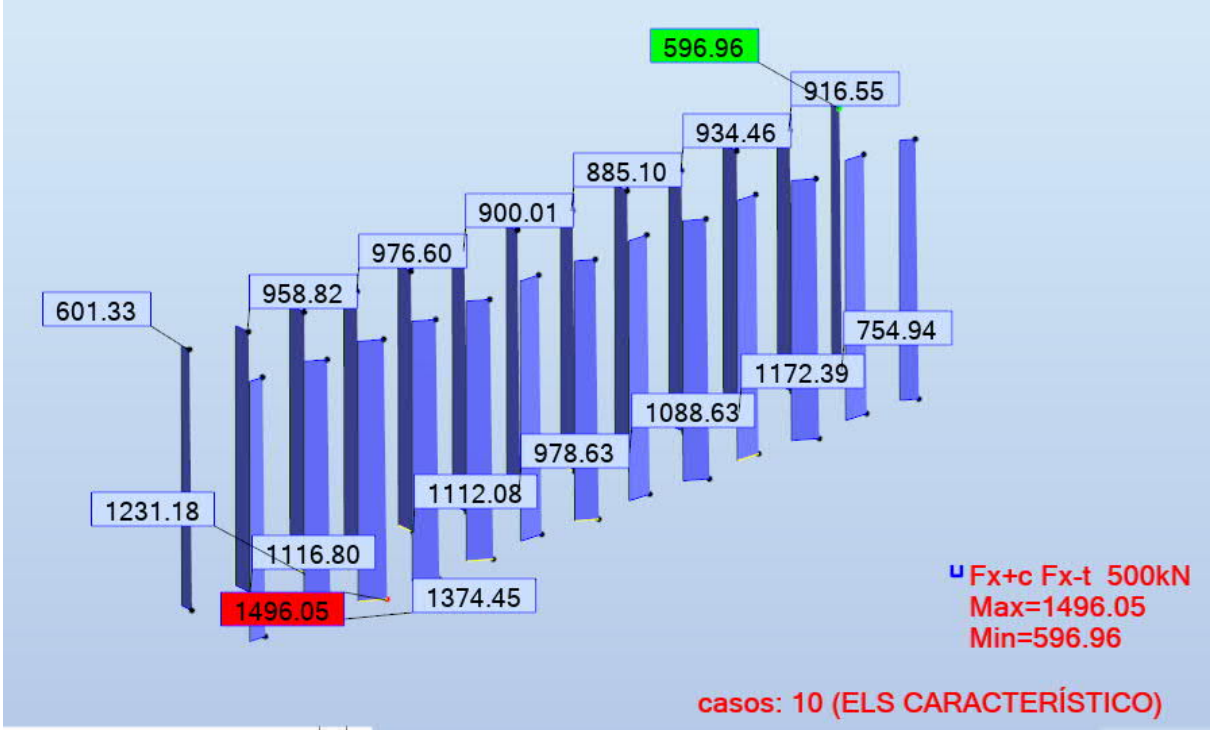
$$A_{V.min} := \begin{cases} 0 \cdot \frac{cm^2}{m} & \text{if } \phi_v = 0 \\ \frac{f_{ctm} \cdot b}{7.5 \cdot f_{ydc}} & \text{else} \end{cases} = 10.268\ \frac{cm^2}{m}$$

$$A_{V.dispuesta} := \frac{1}{cada} \cdot n_{rv} \cdot \pi \cdot \frac{\phi_v^2}{4} = 10.472\ \frac{cm^2}{m}$$

$$cumple_{armadura\_minima} := \text{if}\left(A_{V.min} \le A_{V.dispuesta}, \text{“SI”}, \text{“NO”}\right) = \text{“SI”}$$

8. RESULTATS PILOTS

8.1. E.L.U enfonsament pilots



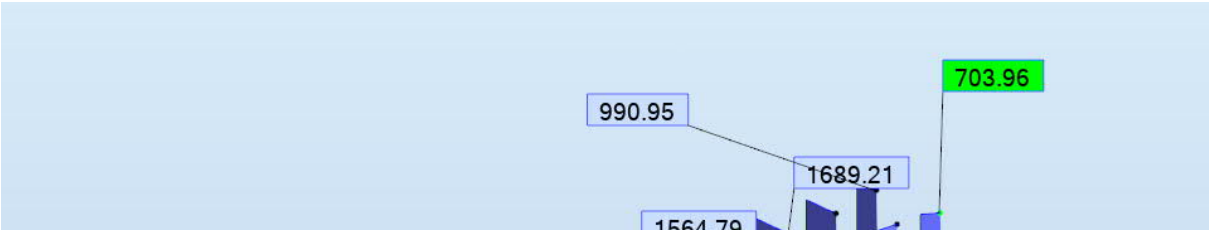
$N_{k\_pilots} := 1496\ \mathbf{kN}$

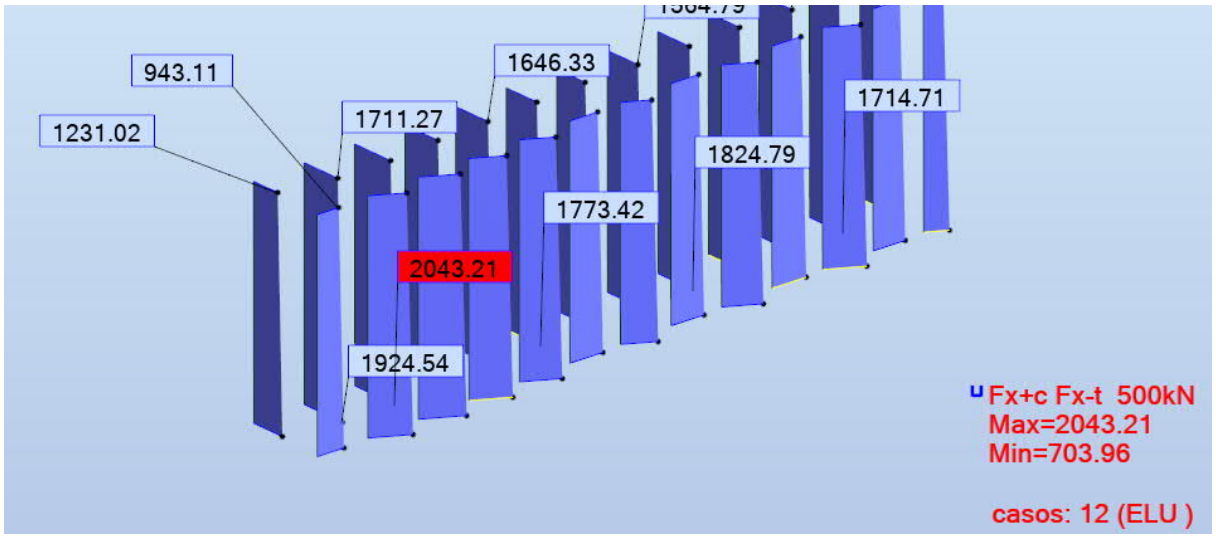
$Q_{h\_1.pilot} = (3.84 \cdot 10^3)\ \mathbf{kN}$ $\quad FS := 2.6$ $\quad \gamma_{serv} = 1.1$

$$FS_{ELU\_enfonsament} := \frac{Q_{h\_1.pilot}}{\frac{N_{k\_pilots}}{\gamma_{serv}}} = 2.824 \quad > \quad FS = 2.6 \quad \text{ok}$$

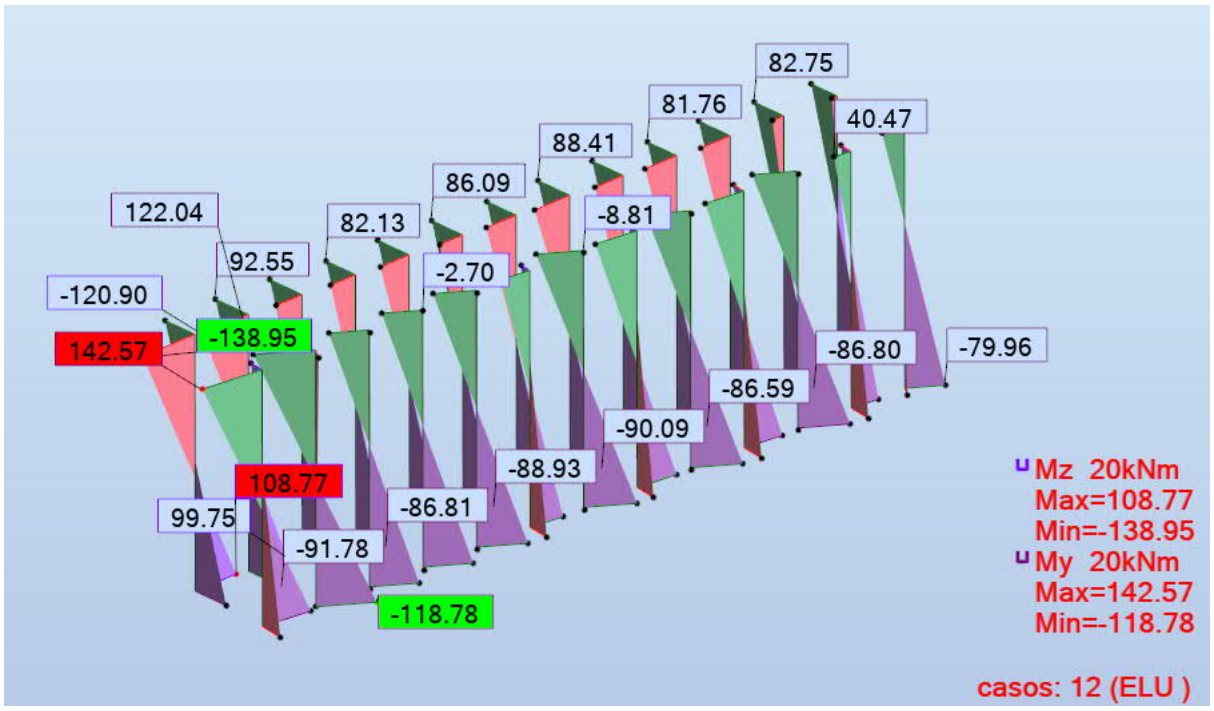
8.2. Flexocompressió E.L.U.

$\phi_{pilots} := 100\ \mathbf{cm} \cdot 0.95 = 0.95\ \mathbf{m}$ $\qquad 7\ \mathbf{cm} + 10\ \mathbf{mm} + 25\ \frac{\mathbf{mm}}{2} = 0.093\ \mathbf{m}$

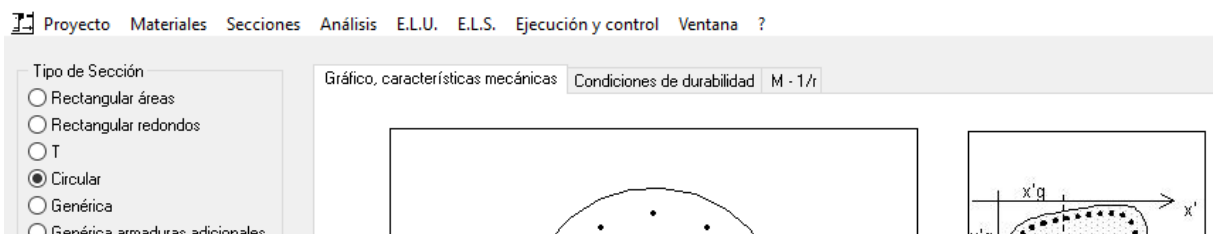


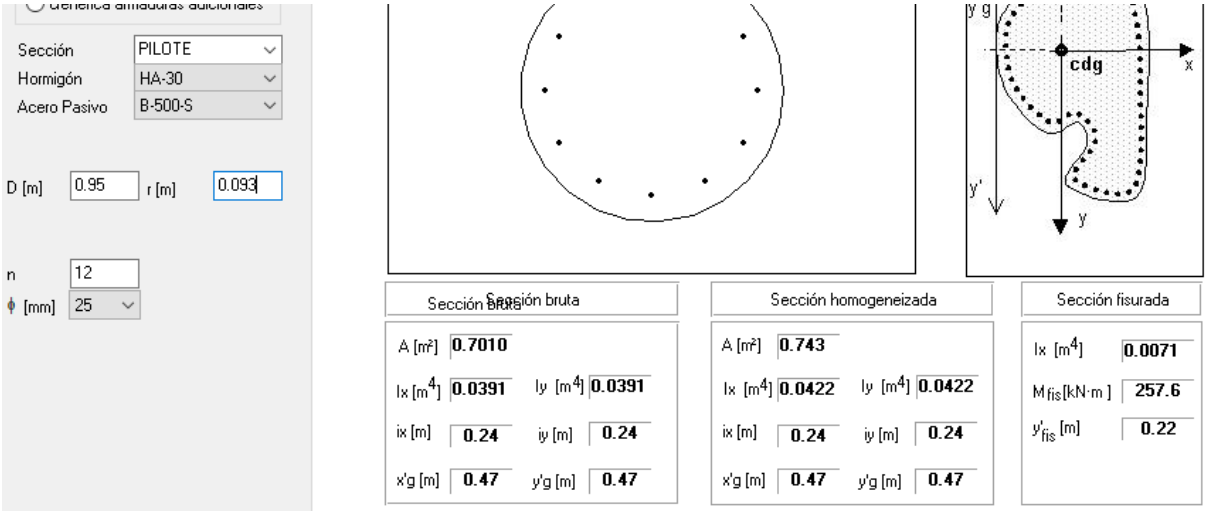


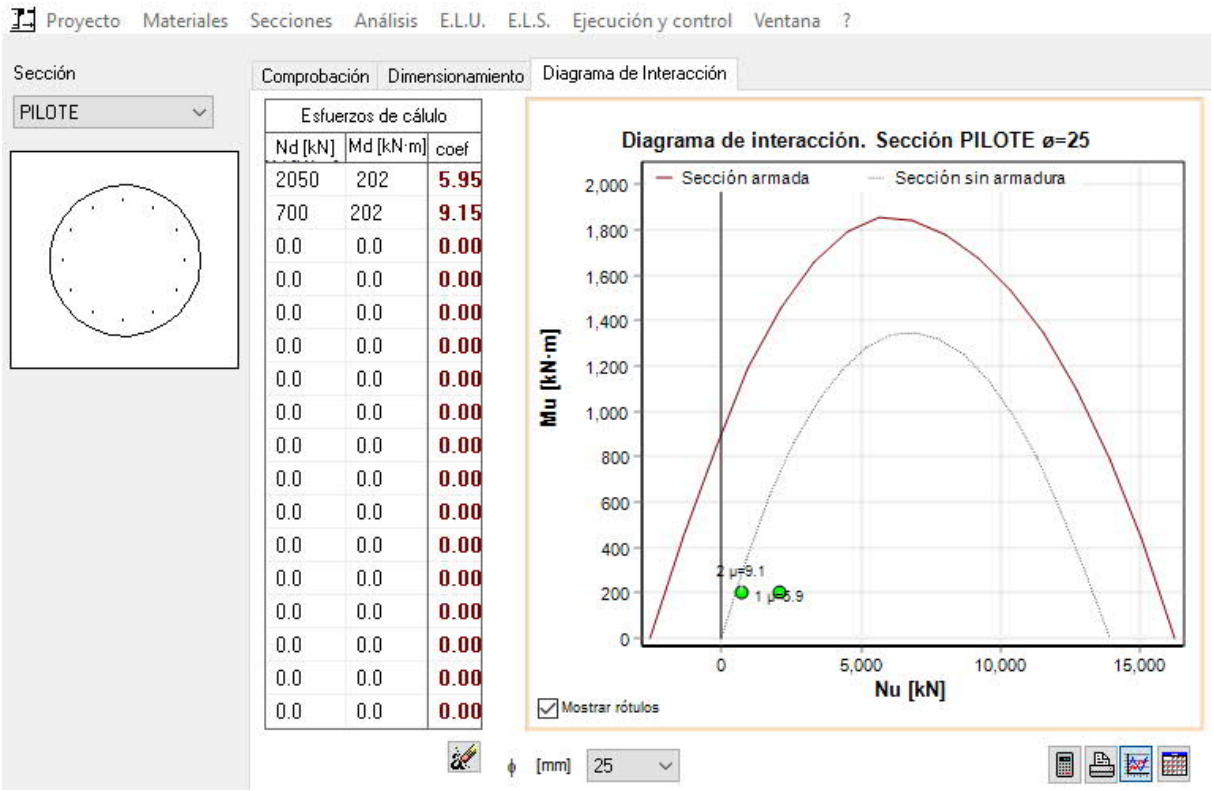
$N_{ed\_max} := 2050\ kN$ $N_{ed\_min} := 700\ kN$



$$M_{ed} := \sqrt{(145\ kN \cdot m)^2 + (140\ kN \cdot m)^2} = 201.556\ m \cdot kN$$

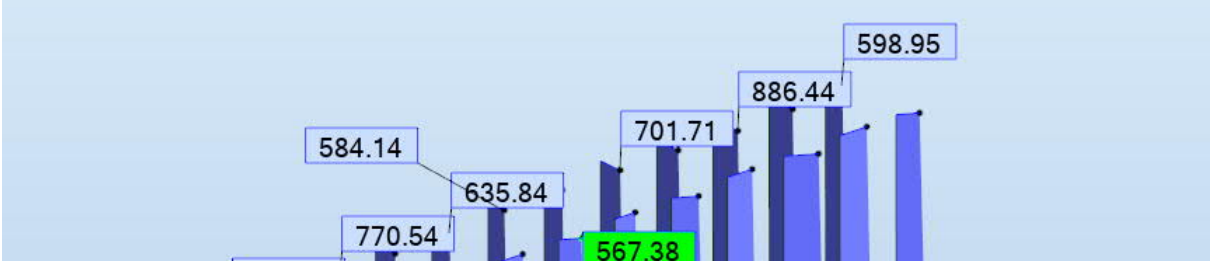


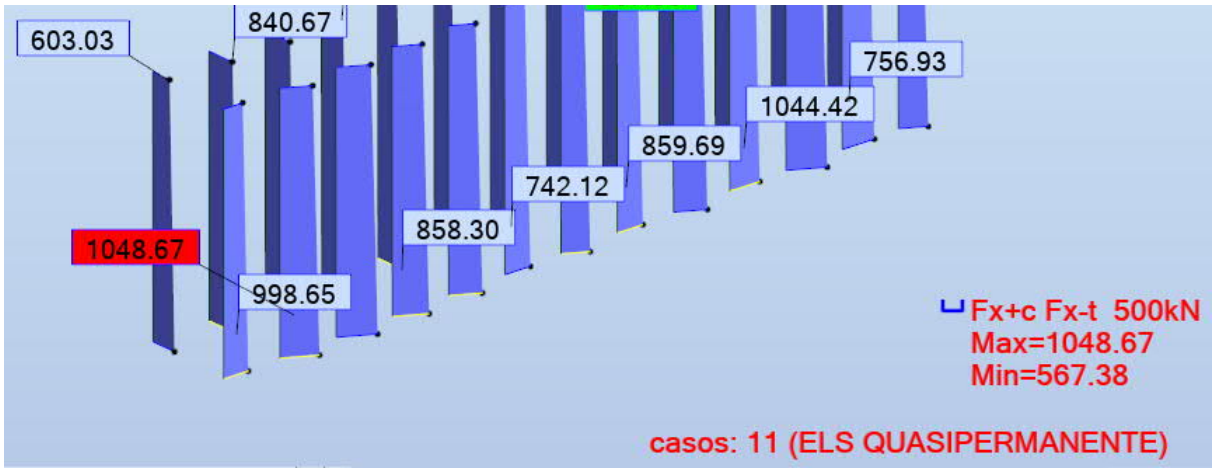




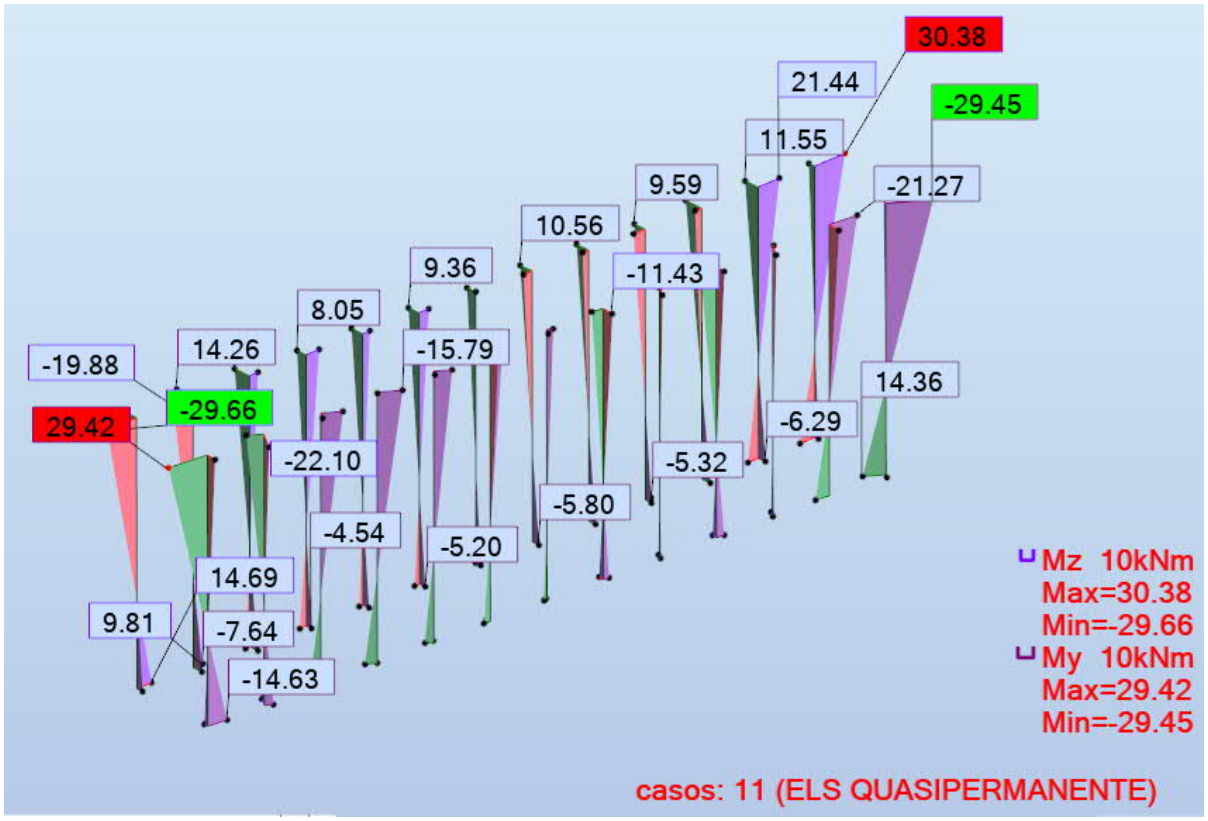
$$A_s := 12 \cdot \pi \cdot \frac{(25\ \text{mm})^2}{4} = 58.905\ \text{cm}^2$$

8.3. Flexocompressió E.L.S.





$N_k := 1050\ \mathbf{kN}$



$$M_k := \sqrt{(31\ \mathbf{kN \cdot m})^2 + (31\ \mathbf{kN \cdot m})^2} = 43.841\ \mathbf{m \cdot kN}$$

$$f_{ctm.flcomp}(\phi_{pilots}) = 2.896\ \mathbf{MPa}$$

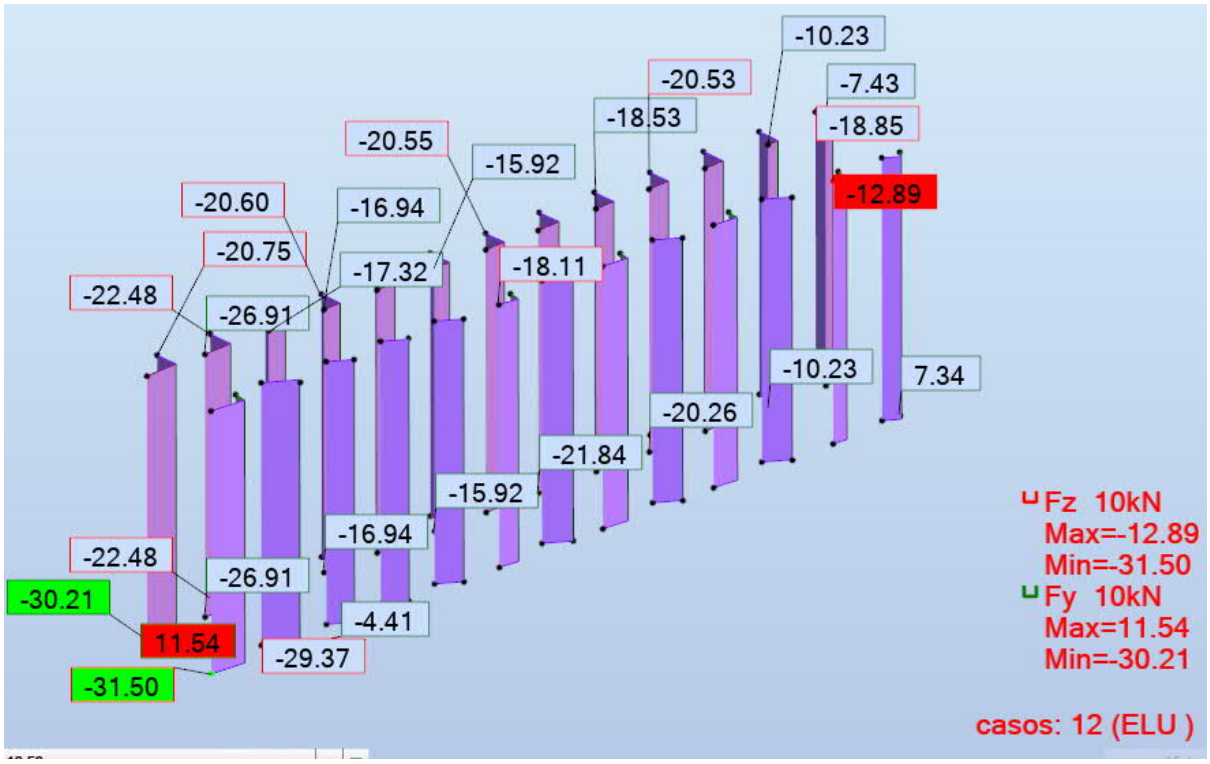
$$M_{fis}(N) := \left(f_{ctm.flcomp}(\phi_{pilots}) + \frac{N}{\frac{\pi \cdot \phi_{pilots}^{2}}{4}} \right) \cdot \frac{\frac{\pi \cdot \phi_{pilots}^{4}}{64}}{0.5 \cdot \phi_{pilots}}$$

$$M_{fis}(N_k) = 368.491 \ \mathbf{m \cdot kN}$$

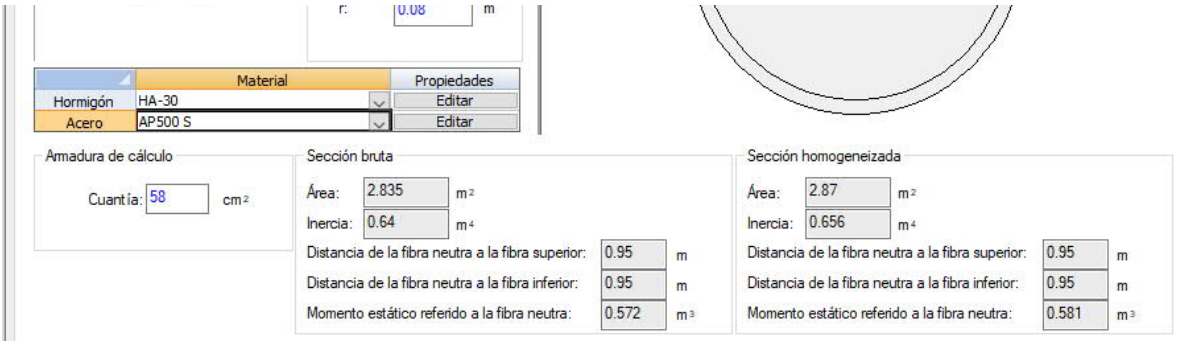
$$fisura := \mathbf{if}\left(M_k \leq M_{fis}(N_k), \text{“NO”}, \text{“SI”}\right) = \text{“NO”}$$

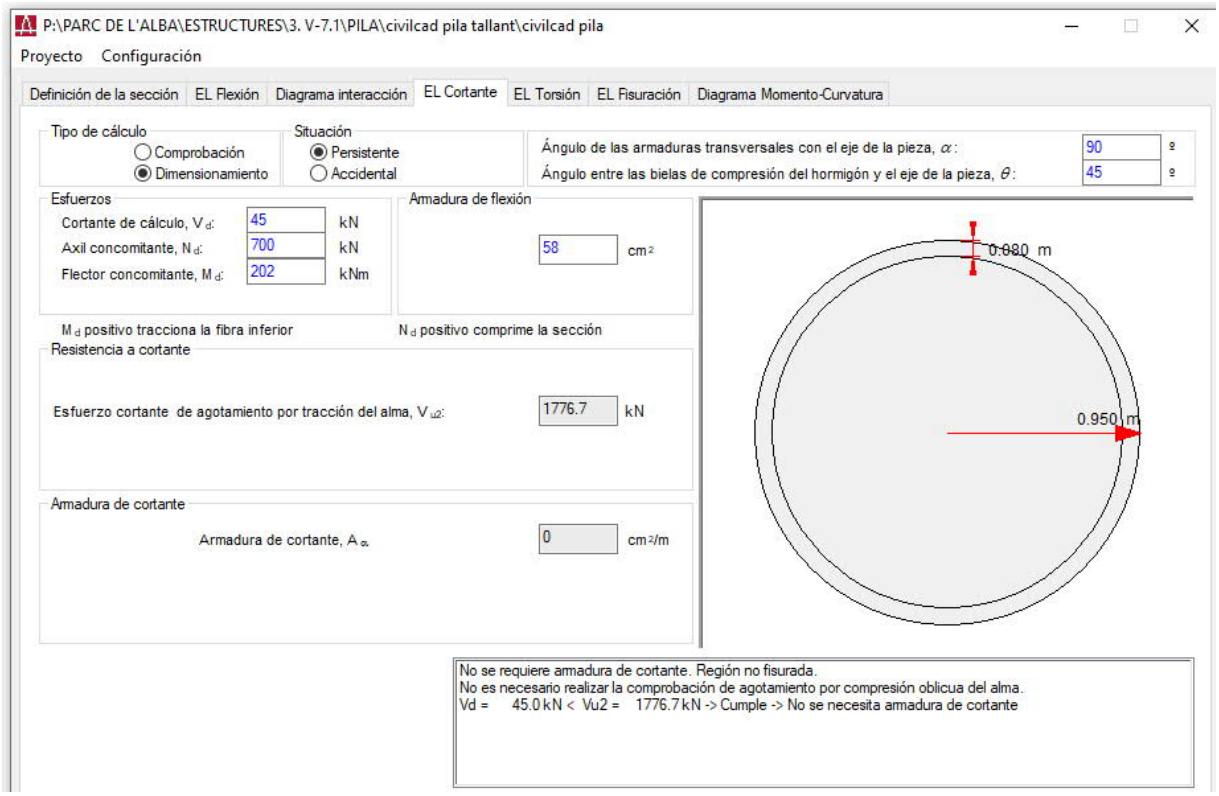
8.4. Tallant ELU

$$7 \ \mathbf{cm} + 10 \ \mathbf{mm} = 0.08 \ \mathbf{m}$$



$$V_{ed} := \sqrt{(32 \ \mathbf{kN})^2 + (32 \ \mathbf{kN})^2} = 45.255 \ \mathbf{kN}$$





Armadura de cortante mínima dispuesta: $\phi_v := 12\ \text{mm}$ $\text{cada} := 25\ \text{cm}$ $n_{rv} := 2$

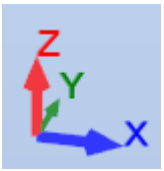
$$b := \sqrt{\frac{\pi \cdot \phi_{pilots}^{\ 2}}{4}} = 0.842\ \text{m}$$

$$A_{V.min} := \begin{cases} \text{if } \phi_v = 0 \\ \quad 0 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}} \\ \text{else} \\ \quad \frac{f_{ctm} \cdot b}{7.5 \cdot f_{ydc}} \end{cases} = 8.129\ \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

$$A_{V.dispuesta} := \frac{1}{\text{cada}} \cdot n_{rv} \cdot \pi \cdot \frac{\phi_v^{\ 2}}{4} = 9.048\ \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

$$cumple_{armadura\_minima} := \text{if}\left(A_{V.min} \le A_{V.dispuesta}, \text{“SI”}, \text{“NO”}\right) = \text{“SI”}$$

9. RESULTATS ENCEPAT

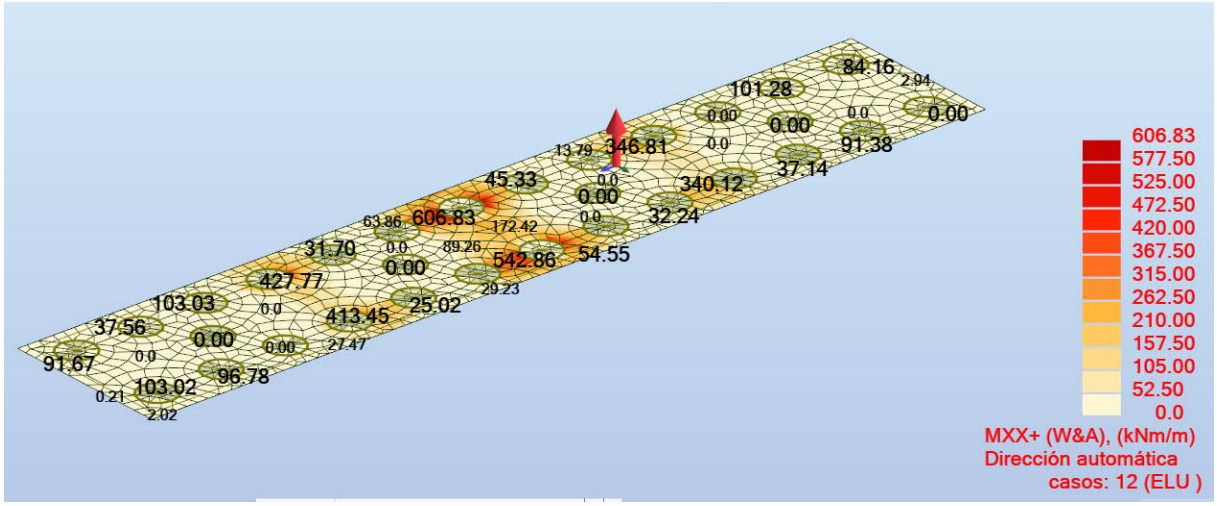


9.1. E.Taula d'armat per a encepat

$h_{enc} = 1.7\ m$

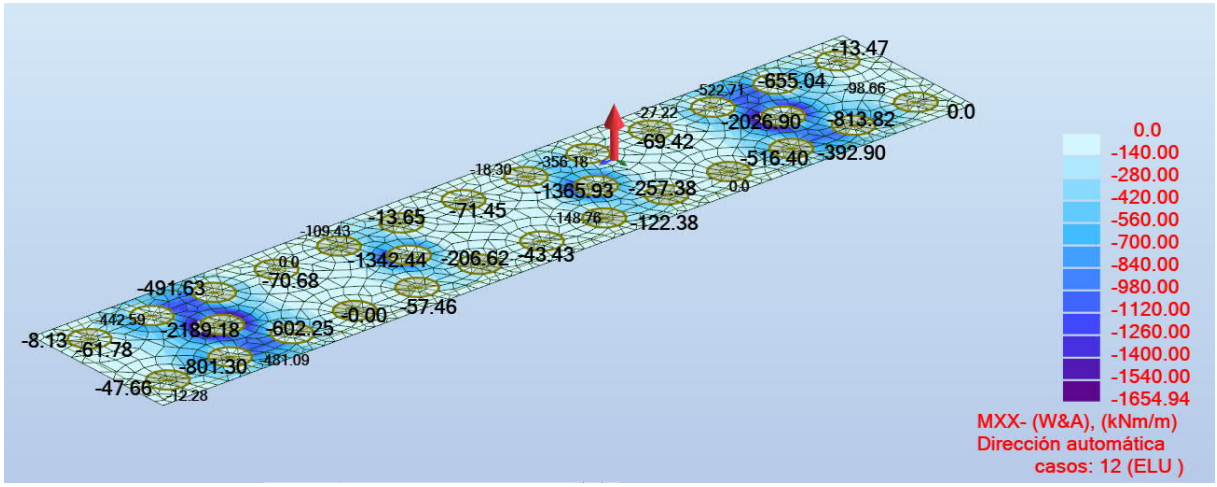
9.2. Moments flectors ELU

Cara superior. Longit



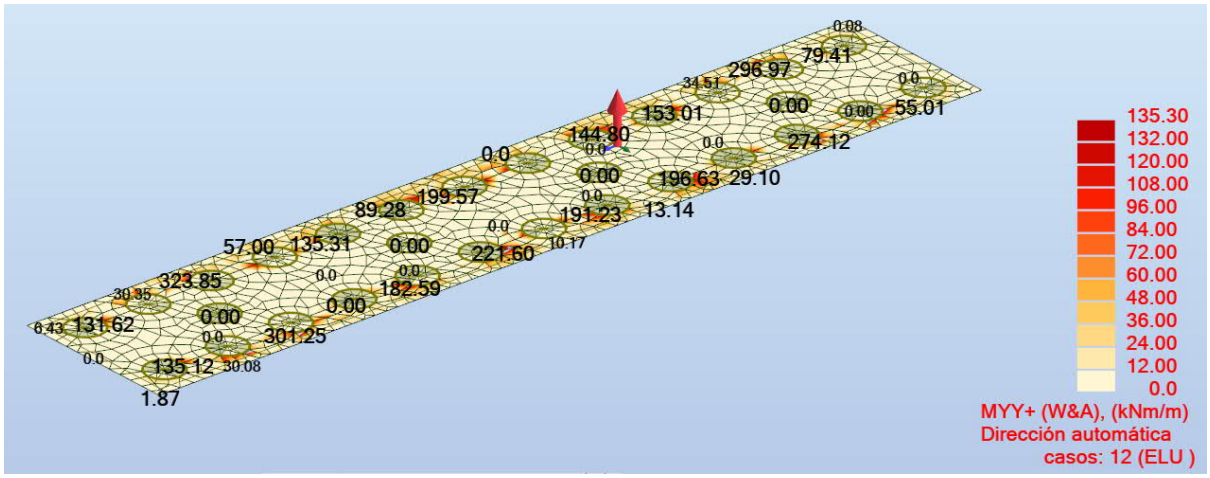
$$M_{ed\_sup\_long} := 610\ kN \cdot \frac{m}{m}$$

Cara inferior. Longit



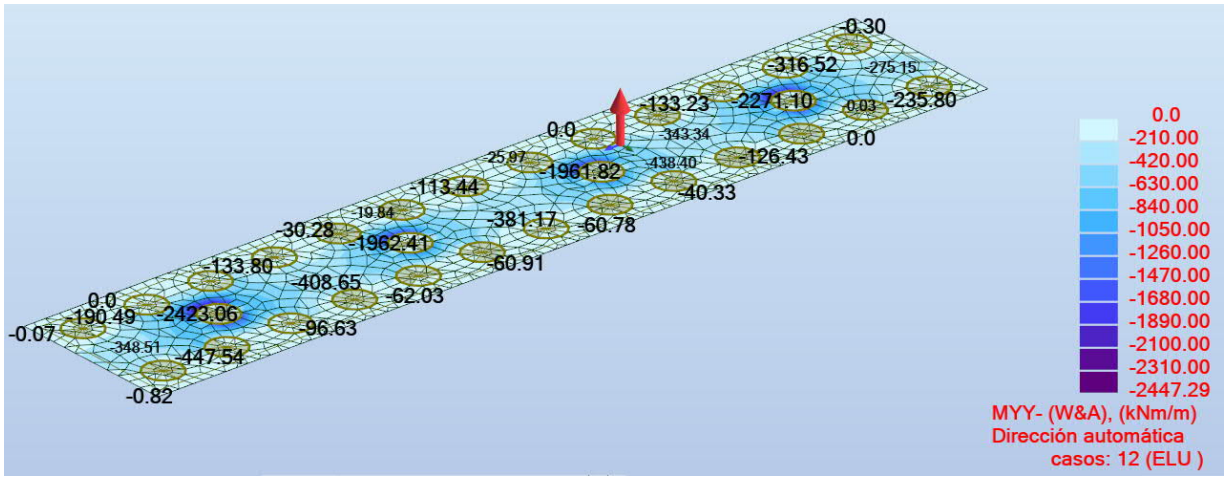
$$M_{ed\_inf\_long} := 1655\ kN \cdot \frac{m}{m}$$

Cara superior. transv



$$M_{ed\_sup\_transv} := 136\ kN \cdot \frac{m}{m}$$

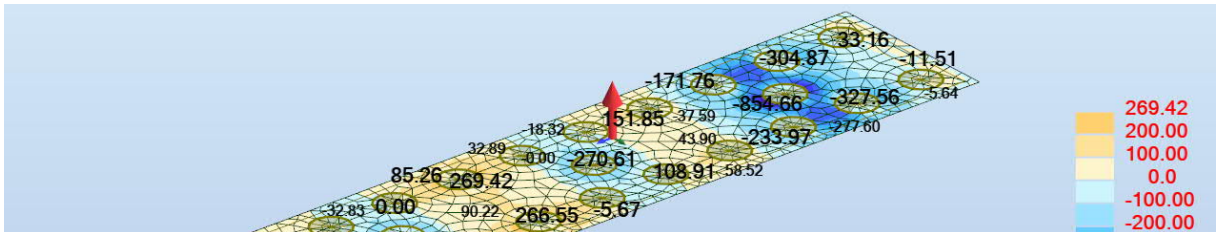
Cara inferior. transv



$$M_{ed\_inf\_transv} := 2480\ kN \cdot \frac{m}{m}$$

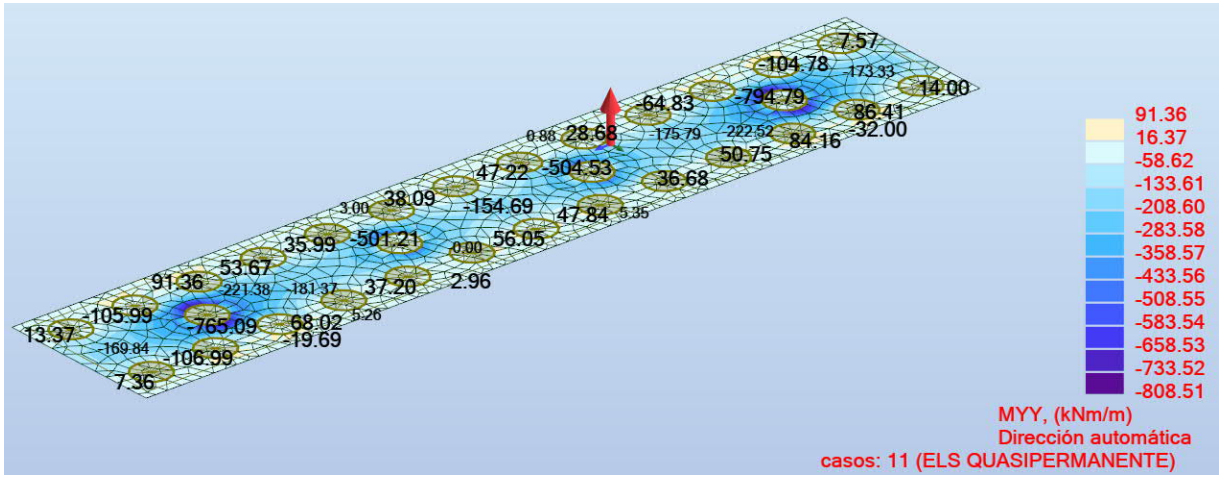
9.3. Moments flectors ELS

Longitudinal



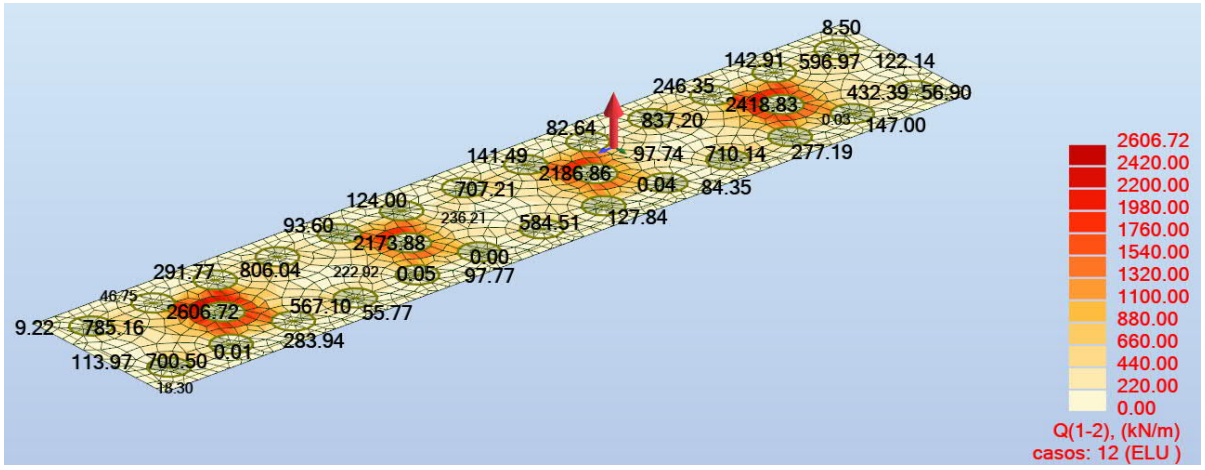
$M_{k\_sup\_long} := 270\ kN \cdot \frac{m}{m}$ $M_{k\_inf\_long} := 855 \cdot kN \cdot \frac{m}{m}$

Transversal



$M_{k\_sup\_transv} := 92\ kN \cdot \frac{m}{m}$ $M_{k\_inf\_transv} := 810 \cdot kN \cdot \frac{m}{m}$

9.4. Tallants ELU



$V_{ed\_1} := 2610\ kN$ $V_{ed\_d} := 1500\ kN$

9.5. Taula d'armat

TABLA DE ARMADO DE LÁMINAS A FLEXIÓN SIMPLE CONFORME EHE-08								
Espesor [mm]	1700	Ancho [mm]	1000	Tipo elemento	losa	rec.nom [mm]	50	
fck [MPa]	30	fyk [MPa]	500	wk_adm [mm]	0.3	k2 fisuracion	0.5	0,5 duradera; 1 otro
γc	1.5	γs	1.15	fyd.c [MPa]	400	θ bielas [°]	45	als_2020

ID	Ø armado.base.tracción [mm]	separacion armado.base.tracción [cm]	Ø armado.refuerzo.tracción [mm]	nº barras intercaladas en armado base tracción	Ø armado.base.compresión [mm]	separacion armado.base.compresión [cm]	Área de armadura total de tracción [cm2]	Área de armadura total de compresión [cm2]
1	16	10	0	0	16	10	20.11	20.11
2	16	10	16	1	16	10	40.21	20.11
3	25	20	0	0	25	20	24.54	24.54
4	25	20	20	1	25	20	40.25	24.54
5	25	20	20	2	25	20	55.96	24.54
6	25	20	20	3	25	20	71.67	24.54

ID	Momento último flexión simple Mu [kNm]	Momento último flexion simple fisuracion Mu.fis [kNm]	Momento de fisuración flexo-tracción Mfis [kNm]	Momento en servicio que alcanza el límite de fisura M_wk.adm [kNm]	Cortante último biela comprimida Vu1 [kN]	Cortante para no requerir armdura de cortante Vcu [kN]	Armadura mínima geométrica cara traccionada As_min.geom [cm2]	Armadura mínima mecánica cara traccionada As_min.mec [cm2]
1	1416.30	651.06	1395.13	1395.13	9852.00	704.56	15.30	19.81
2	2794.39	651.06	1395.13	1705.26	9852.00	704.56	15.30	20.08
3	1718.93	651.06	1395.13	1395.13	9825.00	703.01	15.30	19.92
4	2789.17	651.06	1395.13	1516.43	9825.00	703.01	15.30	20.13
5	3836.09	651.06	1395.13	1955.86	9825.00	703.01	15.30	20.35
6	4859.68	651.06	1395.13	2487.68	9825.00	703.01	15.30	20.57

$$id := \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \end{bmatrix} \qquad M_u := \begin{bmatrix} 1.42 \cdot 10^3 \\ 2.79 \cdot 10^3 \\ 1.72 \cdot 10^3 \\ 2.79 \cdot 10^3 \\ 3.84 \cdot 10^3 \\ 4.86 \cdot 10^3 \end{bmatrix} \left(\frac{m \cdot kN}{m} \right) \qquad M_{wk} := \begin{bmatrix} 1.395 \cdot 10^3 \\ 1.705 \cdot 10^3 \\ 1.395 \cdot 10^3 \\ 1.516 \cdot 10^3 \\ 1.956 \cdot 10^3 \\ 2.488 \cdot 10^3 \end{bmatrix} \left(\frac{m \cdot kN}{m} \right)$$

Armat cara superior longitudinal: armat $tipus := 1$ $id := tipus - 1 = 0$

$$M_{ed\_sup\_long} = 610 \frac{kN \cdot m}{m} \qquad M_{k\_sup\_long} = 270 \frac{kN \cdot m}{m}$$

$$M_{u_{id}} = \left(1.42 \cdot 10^3\right) \frac{kN \cdot m}{m} \qquad M_{wk_{id}} = \left(1.395 \cdot 10^3\right) \frac{kN \cdot m}{m}$$

$$Ratio_{armat\_sup\_longi} := \max\left(\frac{M_{ed\_sup\_long}}{M_{u_{id}}}, \frac{M_{k\_sup\_long}}{M_{wk_{id}}} \right) = 0.43 \qquad < 1 \qquad ok$$

Armat cara inferior longitudinal: armat $tipus := 3$ $id := tipus - 1 = 2$

$M_{ed\_inf\_long} = (1.655 \cdot 10^3)\ \frac{kN \cdot m}{m}$ $M_{k\_inf\_long} = 855\ \frac{kN \cdot m}{m}$

$M_{u_{id}} = (1.72 \cdot 10^3)\ \frac{kN \cdot m}{m}$ $M_{wk_{id}} = (1.395 \cdot 10^3)\ \frac{kN \cdot m}{m}$

$Ratio_{armat\_inf\_longi} := \max\left(\frac{M_{ed\_inf\_long}}{M_{u_{id}}}, \frac{M_{k\_inf\_long}}{M_{wk_{id}}}\right) = 0.962 < 1$ ok

Armat cara superior transversal: armat $tipus := 1$ $id := tipus - 1 = 0$

$M_{ed\_sup\_transv} = 136\ \frac{kN \cdot m}{m}$ $M_{k\_sup\_transv} = 92\ \frac{kN \cdot m}{m}$

$M_{u_{id}} = (1.42 \cdot 10^3)\ \frac{kN \cdot m}{m}$ $M_{wk_{id}} = (1.395 \cdot 10^3)\ \frac{kN \cdot m}{m}$

$Ratio_{armat\_sup\_transv} := \max\left(\frac{M_{ed\_sup\_transv}}{M_{u_{id}}}, \frac{M_{k\_sup\_transv}}{M_{wk_{id}}}\right) = 0.096 < 1$ ok

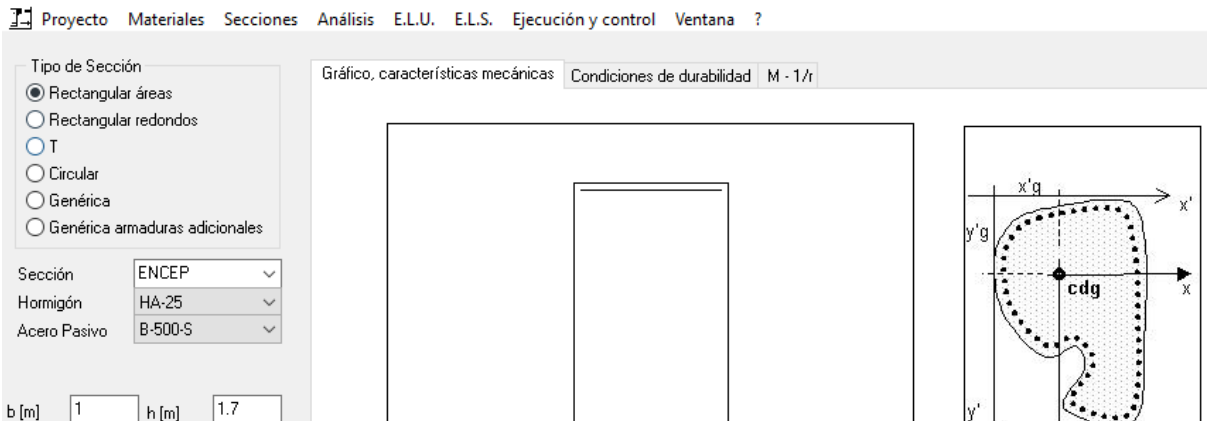
Armat cara inferior transversal: armat $tipus := 4$ $id := tipus - 1 = 3$

$M_{ed\_inf\_transv} = (2.48 \cdot 10^3)\ \frac{kN \cdot m}{m}$ $M_{k\_inf\_transv} = 810\ \frac{kN \cdot m}{m}$

$M_{u_{id}} = (2.79 \cdot 10^3)\ \frac{kN \cdot m}{m}$ $M_{wk_{id}} = (1.516 \cdot 10^3)\ \frac{kN \cdot m}{m}$

$Ratio_{armat\_inf\_transv} := \max\left(\frac{M_{ed\_inf\_transv}}{M_{u_{id}}}, \frac{M_{k\_inf\_transv}}{M_{wk_{id}}}\right) = 0.889 < 1$ ok

Anàlisis tallant:

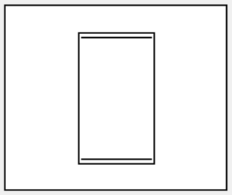


ri [m]	0.0500	rs [m]	0.0500
Ai [cm²]	20	As [cm²]	20

Sección bruta		Sección homogeneizada		Sección fisurada	
A [m²]	1.7000	A [m²]	1.729	Ix [m⁴]	0.0338
Ix [m⁴]	0.4094	Iy [m⁴]	0.1417	Ix [m⁴]	0.4282	Iy [m⁴]	0.1436	Mfis [kN·m]	1292.1
ix [m]	0.49	iy [m]	0.29	ix [m]	0.50	iy [m]	0.29	y'fis [m]	0.20
x'g [m]	0.50	y'g [m]	0.85	x'g [m]	0.50	y'g [m]	0.85		

Proyecto Materiales Secciones Análisis E.L.U. E.L.S. Ejecución y control Ventana ?

Sección ENCEP



ρl [‰]	1
b0 [m]	1.00
d [m]	1.65
z [m]	1.49

Inclinación de las bielas

ctg θ 1.0 θ [°] 45

63 26

Inclinación de las armaduras

α [°] 90.0

45 90

(•) Con armadura de cortante
( ) Sin armadura de cortante

(•) Control normal hormigón
( ) Control indirecto hormigón

[ ] Armadura de compresión

Diámetro de la armadura comprimida

ϕ [mm] 12

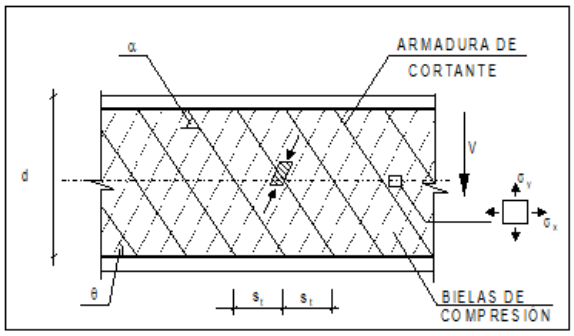
Axil de cálculo (compresión +)

Nd [kN]	0.0
σ'cd [MPa]	0.0
Pcomprimida [‰]	0.0

Tensiones elásticas de cálculo (compresión +)

σxd [MPa]	0.0
σyd [MPa]	0.0
θe [°]	45.0

Comprobación | Dimensionamiento



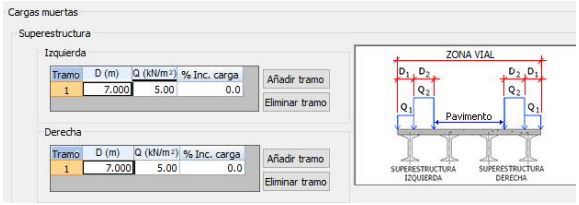
Cortante de agotamiento de las bielas	Vu1 [kN]	8250.0
Cortante de agotamiento de los tirantes	Vu2 [kN]	1645.5
Contribución del hormigón a la resistencia	Vcu [kN]	301.9
Contribución de la armadura transversal	Vsu [kN]	1343.6
Resistencia a cortante	Vu [kN]	1645.5

ϕ [mm]	12		
st [m]	0.2		
nº ramas	4	Aα [cm²/m]	22.6

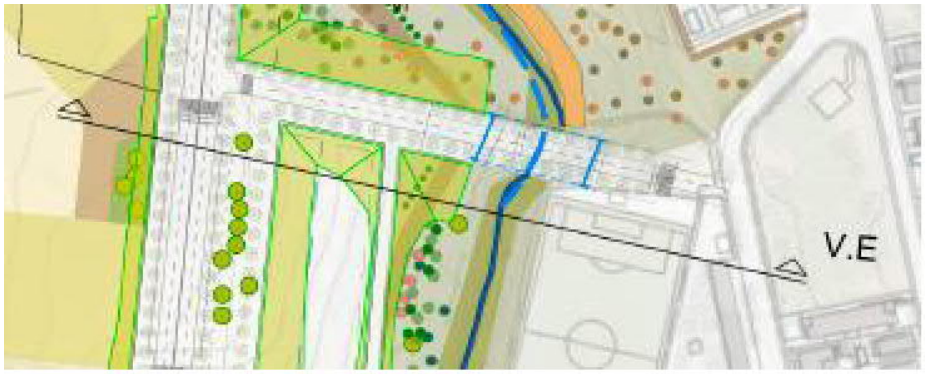
APÈNDIX 4. PONT V-E.1

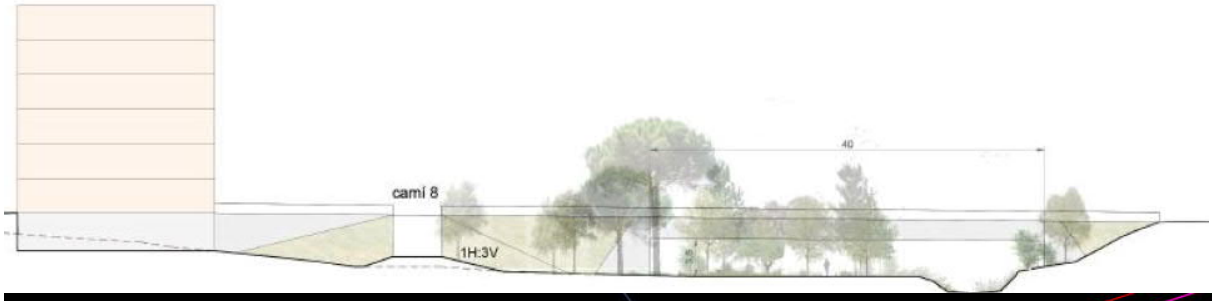
PARÀMETRES PRINCIPALS DE DISSENY
V-E.1. PONT SOBRE EL TORRENT DE MAGRANS A L'EIX E

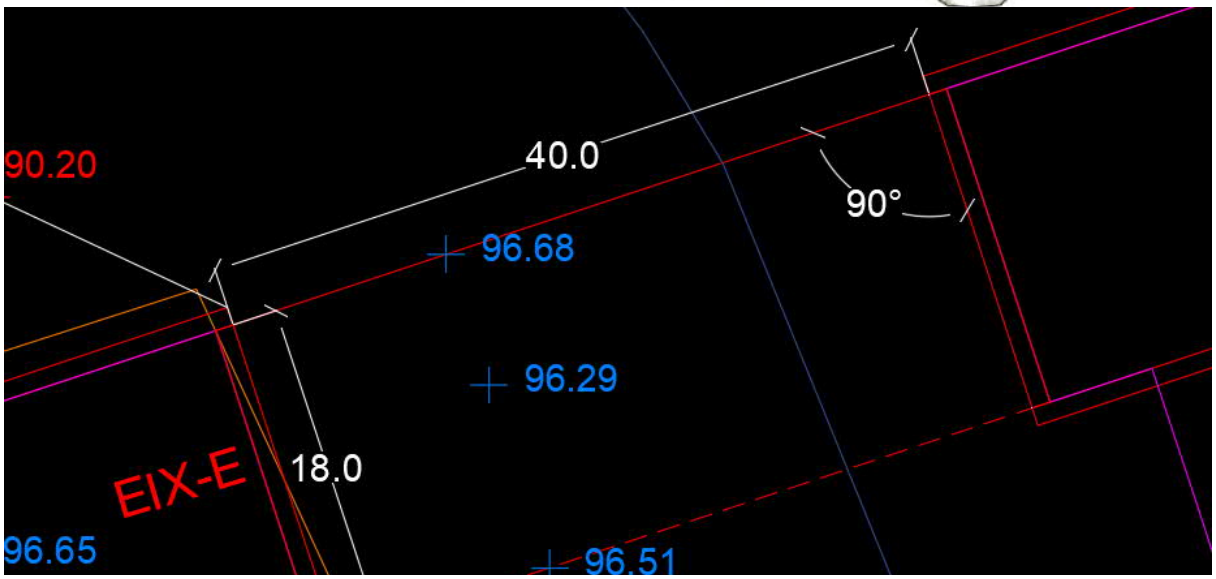
1. SECCIÓ TIPUS



Llum mínima	$L_{min} := 42$ m
Amplada mínima:	$B_{min} := 20$ m
Calçada:	$B_{calçada} := 9$ m
Biaix:	$\varphi := 0$ °
Vorera esquerre	$V_e := 5.5$ m
Vorera dreta	$V_d := B_{min} - B_{calçada} - V_e = 5.5$ m
Alçada de referència calçada	$z_{ras} := 7$ m







2. CÀRREGUES PERMANENTS

Gruix de paviment	$e_{pavi\_calçada} := 10\ cm$	$e_{pavi\_vorera} := 25\ cm$
Densitat de paviment	$\rho_{pavi\_calçada} := 24\ \frac{kN}{m^3}$	$\rho_{pavi\_vorera} := 24\ \frac{kN}{m^3}$
Càrregues mortes paviment	$g_{pavi\_calçada} := e_{pavi\_calçada} \cdot \rho_{pavi\_calçada} = 2.4\ kPa$	
	$g_{pavi\_vorera} := e_{pavi\_vorera} \cdot \rho_{pavi\_vorera} = 6\ kPa$	

Es considera una càrrega permanent deguda a pretil de valor $g_{pretil} := 1\ \frac{kN}{m}$

3. ACCIÓ DE VENT

H	es el canto efectivo a viento	$H := 2.1\ m + 0.25\ m = 2.35\ m$
B	es el ancho del tablero	$B := B_{min} = 20\ m$
q_{basica_corr}	es la presión básica corregida por el factor de exposición	$q_{basica\_corr} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^{\ 2} \cdot c_e$
ρ	es la densidad del aire de valor	$\rho := 1.25\ \frac{kg}{m^3}$
v_b	es la velocidad básica de viento	$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot c_{prob} \cdot v_{b.0}$

2.4.3. Velocidad básica y media de viento

[Art. 4.2.1. y Art. 4.2.2. IAP-11]

$v_{b.0} := 29\ \frac{m}{s}$

$z_{car\_rasante} := z_{ras} \cdot \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 7 \\ 7 \\ 7 \end{bmatrix}\ m$

$j := 0 .. length\left(z_{car\_rasante}\right) - 1$

Se considera que la cota de la rasante del tablero es una cota suficientemente representativa para la determinación de las acciones de viento sobre la estructura puesto que el canto del tablero es $h_e := H = 2.35\ m$ y la altura de referencia de las sobrecargas es $h_{sc} := 2\ m$

FIGURA 4.2-a MAPA DE ISOTACAS PARA LA OBTENCIÓN DE LA VELOCIDAD BÁSICA FUNDAMENTAL DEL VIENTO $v_{b,0}$

entorno := "III"
(0=mar, I=rural plano
II=rural accidentado,
III=suburbano o forestal,
IV=urbana)

$c_{dir} := 1.0$

$c_{season} := 1.0$

Período de retorno $T := 100\ yr$

$$c_{prob} := \sqrt{\left(\frac{1 - 0.2 \cdot \ln\left(-\ln\left(1 - \frac{1\ yr}{T}\right)\right)}{1 - 0.2 \cdot \ln\left(-\ln(0.98)\right)}\right)} = 1.038$$

Velocidad básica del viento asociada al periodo de retorno $T = 100\ yr$

$$v_b := v_{b.0} \cdot c_{dir} \cdot c_{season} \cdot c_{prob} = 30.116\ \frac{m}{s}$$

Factor de topografía $c_0 := 1$

Factor de turbulencia $k_I := 1$

Cálculo del coeficiente de rugosidad

$k_r :=$ if entorno = "0" → 0.156; else if entorno = "I" → 0.170; else if entorno = "II" → 0.190; else if entorno = "III" → 0.216; else → 0.235

$z_0 :=$ if entorno = "0" → 0.003 m; else if entorno = "I" → 0.01 m; else if entorno = "II" → 0.05 m; else if entorno = "III" → 0.3 m; else → 1 m

$z_{min} :=$ if entorno = "0" → 1 m; else if entorno = "I" → 1 m; else if entorno = "II" → 2 m; else if entorno = "III" → 5 m; else → 10 m

$\alpha :=$ if entorno = "0" → 0.38; else if entorno = "I" → 0.44; else if entorno = "II" → 0.52; else if entorno = "III" → 0.61; else → 0.67

$k_r = 0.216$ $z_0 = 0.3\ m$ $z_{min} = 5\ m$ $\alpha = 0.61$

$c_r(z) :=$ if $z < z_{min}$ → $z \leftarrow z_{min}$; $k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)$; else → $k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)$

$$c_r\left(z_{car\_rasante_j}\right) = \begin{bmatrix} 0.68 \\ 0.68 \\ 0.68 \end{bmatrix}$$

Cálculo de la velocidad media del viento

$v_m(z) := c_r(z) \cdot c_0 \cdot v_b$

$$v_m\left(z_{car\_rasante_j}\right) = \begin{bmatrix} 20.49 \\ 20.49 \\ 20.49 \end{bmatrix} \frac{m}{s}$$

Cálculo del coeficiente de exposición

$$c_e(z) := \begin{| if\ z < z_{min} \\ \quad z \leftarrow z_{min} \\ else \\ \quad k_r^2 \cdot \left(c_0^2 \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)^2 + 7 \cdot k_l \cdot c_0 \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)\right) \end|$$

$$c_e\left(z_{car\_rasante_j}\right) = \begin{bmatrix} 1.492 \\ 1.492 \\ 1.492 \end{bmatrix}$$

Coeficiente de fuerza a considerar para viento vertical descendente :

$c_{f.Z} := 0.9$ [Art. 4.2.5.1.2. IAP-11]

3. ACCIÓ TÈRMICA

2.5.1. Determinación de la temperatura máxima y mínima del aire

Tipo de tablero

$tipo_{tablero} := 3$

- Tipo 1: Tableros de acero con sección transversal en cajón, viga armada o celosía
- Tipo 2: Tableros mixtos compuestos por acero estructural y hormigón armado o pretensado (conectados de forma que ambos materiales trabajen de forma solidaria)
- Tipo 3: Tableros de hormigón armado o pretensado, sean losas, vigas o cajones

$T_{max} := 42$ °C $T_{min} := -13$ °C $zona_{clima} := 2$ $altitud := 35$ m

Período de retorno $T = 100$ yr $p := \frac{1\ yr}{T} = 0.01$

$T_{max.p} := T_{max} \cdot (0.781 - 0.056 \cdot \ln(-\ln(1 - p))) = 43.622$ °C

$T_{min.p} := T_{min} \cdot (0.393 - 0.156 \cdot \ln(-\ln(1 - p))) = -14.438$ °C

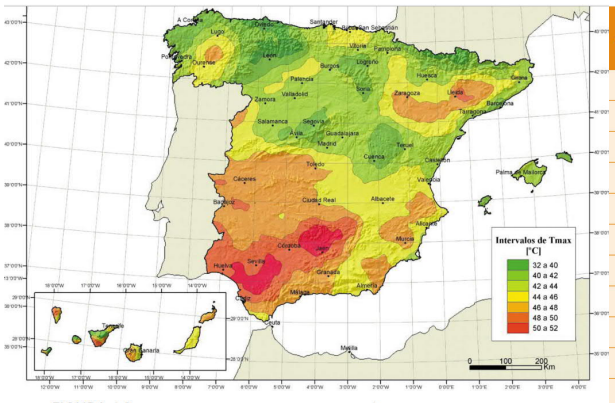


FIGURA 4.3-a **ISOTERMAS DE LA TEMPERATURA MÁXIMA ANUAL DEL AIRE, T_{max} [°C]**
(Coincide con el mapa correspondiente del Código Técnico de la Edificación)

ALTITUD [m]	ZONA DE CLIMA INVERNAL (SEGÚN FIGURA 4.3-b)						
	1	2	3	4	5	6	7
0	-7	-11	-11	-6	-5	-6	6
200	-10	-13	-12	-8	-8	-8	5
400	-12	-15	-14	-10	-11	-9	3
600	-15	-16	-15	-12	-14	-11	2
800	-18	-18	-17	-14	-17	-13	0
1000	-20	-20	-19	-16	-20	-14	-2
1200	-23	-21	-20	-18	-23	-16	-3
1400	-26	-23	-22	-20	-26	-17	-5
1600	-28	-25	-23	-22	-29	-19	-7
1800	-31	-26	-25	-24	-32	-21	-8
2000	-33	-28	-27	-26	-35	-22	-10

Cálculo de los incrementos térmicos

$$\Delta T_{e.min} := \begin{| if\ tipo_{tablero} = 1 \\ \quad -3 \\ else\ if\ tipo \end| = 8 \text{ °C} \qquad \Delta T_{e.max} := \begin{| if\ tipo_{tablero} = 1 \\ \quad 16 \\ else\ if\ tipo \end| = 2 \text{ °C}$$

else if $tipo_{tablero} = 2$
4
else
8

else if $tipo_{tablero} = 2$
4
else
2

Cálculo de la temperatura efectiva

$T_{e.min} := T_{min.p} + \Delta T_{e.min} = -6.438$ °C
$T_{e.max} := T_{max.p} + \Delta T_{e.max} = 45.622$ °C

Temperatura inicial $T_0 := 15$ °C

2.5.5. Gradiente térmico vertical [ΔTV]

[Art. 4.3.1.2.1. IAP-11]

TIPO DE TABLERO	FIBRA SUPERIOR MÁS CALIENTE	FIBRA SUPERIOR MÁS FRÍA
	$\Delta T_{M,heat}$ [°C]	$\Delta T_{M,cool}$ [°C]
Tipo 1: Tablero de acero	18	13
Tipo 3: Tablero de hormigón		
—Sección cajón	10	5
—Sección de vigas	15	8
—Sección losa	15	8

ESPESOR DEL PAVIMENTO	TABLERO TIPO 1		TABLERO TIPO 3	
	FIBRA SUPERIOR MÁS CALIENTE	FIBRA SUPERIOR MÁS FRÍA	FIBRA SUPERIOR MÁS CALIENTE	FIBRA SUPERIOR MÁS FRÍA
	k_{sur}	k_{sur}	k_{sur}	k_{sur}
Sin impermeabilización ni pavimento	0,7	0,9	0,8	1,1
Con impermeabilización y sin pavimento(1)	1,6	0,6	1,5	1,0
50 mm	1,0	1,0	1,0	1,0
100 mm	0,7	1,2	0,7	1,0
150 mm	0,7	1,2	0,5	1,0

(1) Estos valores representan valores límite superiores para superficies de color oscuro.

$k_{sur.cool} := 1$ $k_{sur.heat} := 0.7 = 0.7$

$\Delta T_{M.heat} := 15 \cdot k_{sur.heat} = 10.5$ °C

$\Delta T_{M.cool} := -8 \cdot k_{sur.cool} = -8$ °C

VERIFICACIÓN GEOTÉCNICA DE PILOTES

1. DATOS PRELIMINARES

$N_{k\_apoyo} := 1489.2\ kN$ $\gamma_{serv} := 1.1$

Situación persistente. Combinación característica:

Reacción vertical (kN) Valores máximos						
Eje	Viga	I1	I2	I3	I4	I5
1	1	375.6	685.8	1021.2	1257.6	1257.6
1	2	375.6	679.8	924.9	1242.4	1242.4
1	3	375.6	679.8	902.0	1400.1	1400.1
1	4	375.6	679.8	867.9	1489.2	1489.2
1	5	375.6	679.8	860.1	1464.3	1464.3
1	6	375.6	679.8	867.9	1489.2	1489.2
1	7	375.6	679.8	902.0	1400.1	1400.1
1	8	375.6	679.8	924.9	1242.4	1242.4
1	9	375.6	685.8	1021.2	1257.6	1257.6

Canto del encepado $h_e := 1\ m$

Ancho del encepado $b_e := 1.4\ m$

Diámetro del pilote:
$D := 850\ mm$

Separación entre vigas $s_{vigas} := 2.213\ m$

Separación entre pilotes $s_{pil} := 1.267\ m$

$$N_{k\_max.axil} := \frac{N_{k\_apoyo} + h_e \cdot b_e \cdot s_{vigas} \cdot 24\ \frac{kN}{m^3}}{s_{vigas}} \cdot s_{pil} = 895.177\ kN$$

Factor de efecto grupo:

$$\eta_{grupo} := \begin{cases} 1 & \text{if } s_{pil} > 3 \cdot D \\ 0.7 + 0.3 \cdot \dfrac{\left(\frac{s_{pil}}{D} - 1\right)}{3 - 1} & \text{else} \end{cases} = 0.774$$

Longitud del pilote hincada en el terreno: $L_{hinca} := 16\ m$
Longitud libre $L_{libre} := 0\ m = 0\ m$
Profundidad del freático: $h_{fr} := 0\ m$ [A cota superior al fondo del primer terreno]
La profundidad total a la que llega el pilote se prevé: $Prof := L_{hinca} + L_{libre} = 16\ m$
Peso específico del agua : $\gamma_w := 1.00\ \frac{tonnef}{m^3}$
Peso específico del hormigón: $\gamma_h := 2.4\ \frac{tonnef}{m^3}$
Diámetro del pilote: $D := 850\ mm$

$$N_{pilote\_efectivo} := \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot \left((\gamma_h - \gamma_w) \cdot (Prof - h_{fr}) + \gamma_h \cdot h_{fr}\right) = 124.651\ kN$$

Hormigón del pilote $f_{ck} := 30\ MPa$ $f_{cd} := f_{ck} \cdot 1.5^{-1} = 20\ MPa$

Módulo elástico del pilote: $E_{cm} := 8500 \cdot \sqrt[3]{(f_{ck} + 8\ MPa) \cdot MPa^{-1}} \cdot MPa = 28.577\ GPa$

2. ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE HUNDIMIENTO DEL PILOTE. MÉTODO DE MOHR-COULOMB

Se realizará seguidamente un recálculo de la capacidad portante, conforme la GCOC
La profundidad h indica la cota de fondo del estrato.
Adjuntar mínimo 4 estratos

TERRENO	h (m)	γ $(kN \cdot m^{-3})$	γ' $(kN \cdot m^{-3})$	c' (kPa)	ϕ' (°)
"Relleno"	9	18	10	0	24
"Arcilla marron"	10	20	10	20	25
"Sauló margosa"	20	21	11	60	20
"Sauló margosa"	22	21	11	60	20

Prof - 3 D = 13.45 m

Tipo de suelo	E_M (MPa)	P_{LM} (MPa)
Rellenos recientes	0,5 a 5,0	0,05 a 0,30
Rellenos antiguos	4,0 a 15,0	0,40 a 1,00
Turbas	0,2 a 1,5	0,02 a 0,15
Arcilla blanda	0,5 a 3,0	0,05 a 0,30
Arcilla media	3,0 a 8,0	0,30 a 0,80
Arcilla dura	8,0 a 40,0	0,60 a 2,00
Arena limosa suelta	0,5 a 2,0	0,10 a 5,00
Limo	2,0 a 10,0	0,20 a 1,50
Arenas	7,5 a 40,0	1,00 a 5,00
Arenas y gravas	8,0 a 40,0	1,20 a 5,00
Margas	5,0 a 60,0	0,60 a 4,00
Calizas y rocas duras	80,0 a 20.000	3,00 a > 10

Tipo de pilote: $tipo_{pilote} := \text{"excavado"}$ [excavado, hincado]
Material de pilote: $material_{pilote} := \text{"otros"}$ [acero, otros]

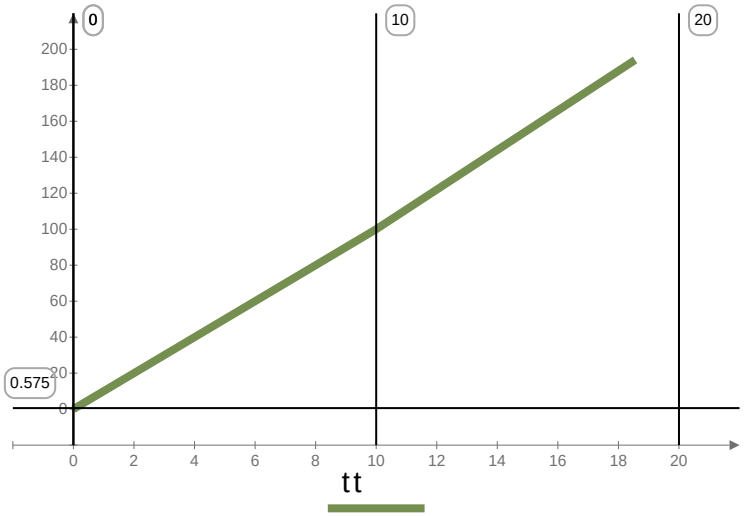
Coeficiente de reducción de resistencia por fuste en función del material del pilote:

$$f := \begin{cases} 0.9 & \text{if } material_{pilote} = \text{"acero"} \\ 1 & \text{else} \end{cases} = 1$$

Tensión efectiva vertical

$$\sigma'_v(z) := \begin{cases} \gamma_0 \cdot z & \text{if } z \le h_{fr} \\ \gamma_0 \cdot h_{fr} + \gamma'_0 \cdot (z - h_{fr}) & \text{else if } z \le h_0 \\ \gamma_0 \cdot h_{fr} + \gamma'_0 \cdot (h_0 - h_{fr}) + \gamma'_1 \cdot (z - h_0) & \text{else if } z \le h_1 \\ \gamma_0 \cdot h_{fr} + \gamma'_0 \cdot (h_0 - h_{fr}) + \gamma'_1 \cdot (h_1 - h_0) + \gamma'_2 \cdot (z - h_1) & \text{else if } z \le h_2 \\ \gamma_0 \cdot h_{fr} + \gamma'_0 \cdot (h_0 - h_{fr}) + \gamma'_1 \cdot (h_1 - h_0) + \gamma'_2 \cdot (h_2 - h_1) + \gamma'_3 \cdot (z - h_2) & \text{else if } z \le h_3 \end{cases}$$

Gráfica de tensiones efectivas



$\sigma'_v(tt \cdot m)\ (kPa)$

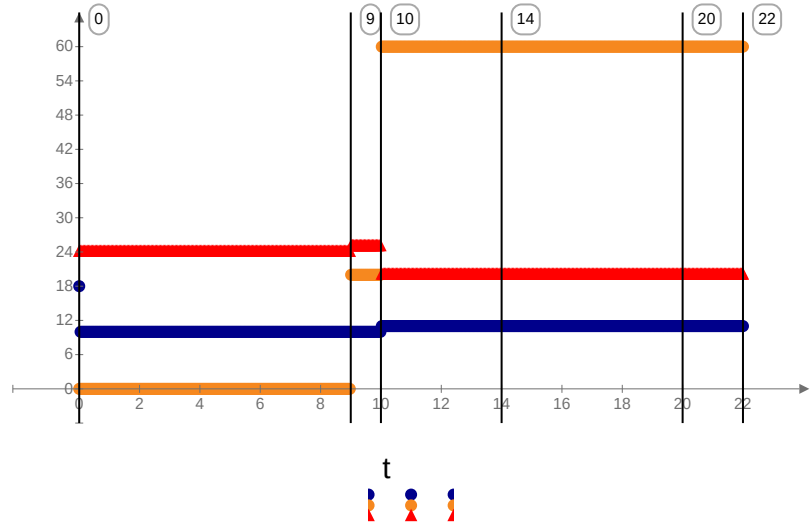
Definición de funciones auxiliares en función del perfil geotécnico:

$$\gamma'(z) := \begin{cases} \gamma_0 & \text{if } z \le h_{fr} \\ \gamma'_0 & \text{else if } z \le h_0 \\ \gamma'_1 & \text{else if } z \le h_1 \\ \gamma'_2 & \text{else if } z \le h_2 \\ \gamma'_3 & \text{else} \end{cases}$$

$$c'(z) := \begin{cases} c'_0 & \text{if } z \le h_0 \\ c'_1 & \text{else if } z \le h_1 \\ c'_2 & \text{else if } z \le h_2 \\ c'_3 & \text{else if } z \le h_3 \end{cases}$$

$$\phi'(z) := \begin{cases} \phi'_0 & \text{if } z \le h_0 \\ \phi'_1 & \text{else if } z \le h_1 \\ \phi'_2 & \text{else if } z \le h_2 \\ \phi'_3 & \text{else if } z \le h_3 \end{cases}$$

$$Terreno(z) := \begin{cases} TERRENO_0 & \text{if } z \le h_0 \\ TERRENO_1 & \text{else if } z \le h_1 \\ TERRENO_2 & \text{else if } z \le h_2 \\ TERRENO_3 & \text{else if } z \le h_3 \end{cases}$$



$\gamma'(t \cdot m)\ (kN \cdot m^{-3})$

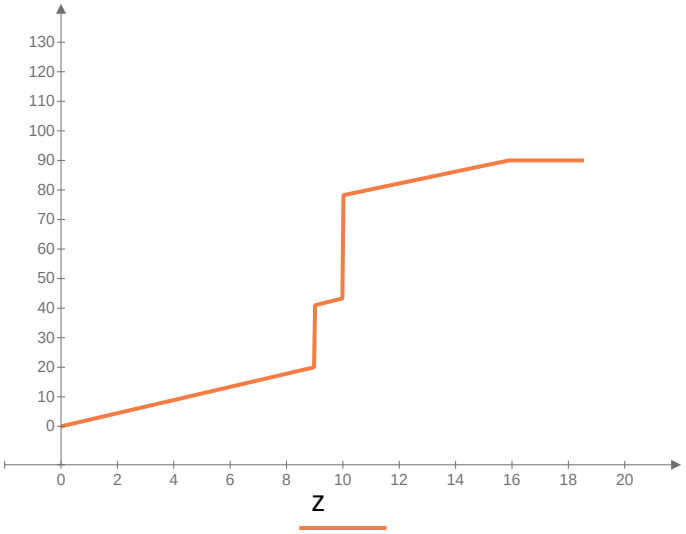
$c'(t \cdot m)\ (kPa)$

$\phi'(t \cdot m)\ (°)$

Cálculo de la resistencia por fuste

$f = 1$

$$r_{fuste}(z) := \begin{cases} \text{if } tipo_{pilote} = \text{“excavado”} \\ \quad \min\left(0.5 \cdot f \cdot \sigma'_v(z) \cdot \tan\left(\phi'(z)\right) + c'(z),\ 90\ \text{kPa}\right) \\ \text{else} \\ \quad \min\left(0.75 \cdot f \cdot \sigma'_v(z) \cdot \tan\left(\phi'(z)\right) + c'(z),\ 125\ \text{kPa}\right) \end{cases}$$



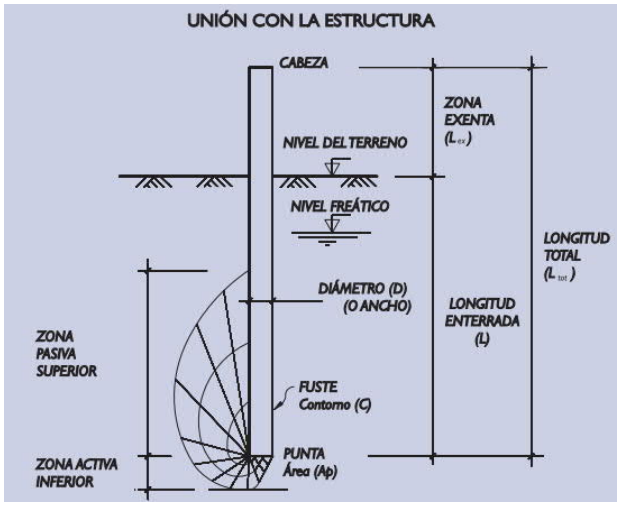
$r_{fuste}(z \cdot \text{m})\ \ (\text{kPa})$

Cálculo de la resistencia por punta como media de las resistencias a lo largo de la zona pasiva y activa (Criterio GCOC y CTE)

Zona pasiva superior: $pas_{sup} := 6 \cdot D = 5.1\ \text{m}$

Zona activa inferior: $act_{inf} := 3 \cdot D = 2.55\ \text{m}$

- La zona activa inferior afecta hasta una profundidad bajo la punta del pilote igual a:
  2D – terrenos cohesivos.
  3D – terrenos granulares y rocas.
- La zona pasiva superior afecta hasta una altura sobre la punta del pilote igual a:
  4D – terrenos cohesivos.
  6D – terrenos granulares y rocas.



$$f_D := \max\left(1 - \frac{D}{3\ \text{m}}, 0.7\right) = 0.717$$

$$N_q(z) := \frac{1 + \sin\left(\phi'(z)\right)}{1 - \sin\left(\phi'(z)\right)} \cdot e^{\pi \cdot \tan\left(\phi'(z)\right)}$$

$$N_c(z) := \frac{N_q(z) - 1}{\tan\left(\phi'(z)\right)}$$

Profundidad de cálculo para presión efectiva:

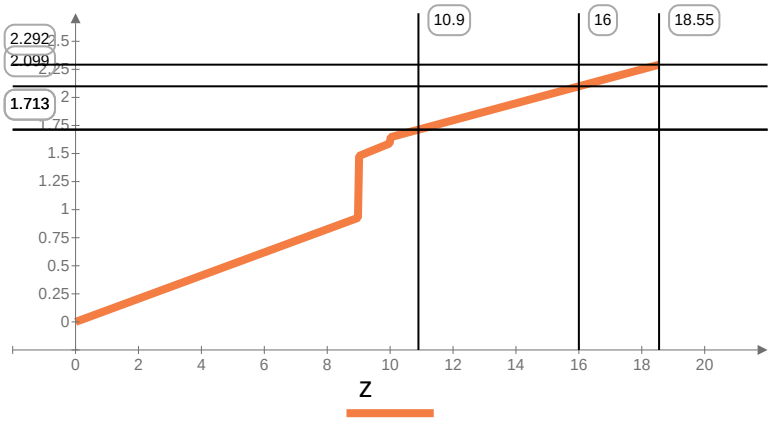
$$P_{eff} := \min\left(L_{hinca}, 20 \cdot D\right) + L_{libre} = 16\ \text{m}$$

$N_q(P_{eff}) = 6.399$	$N_q(P_{eff} - pas_{sup}) = 6.399$	$N_q(P_{eff} + act_{inf}) = 6.399$
$N_c(P_{eff}) = 14.835$	$N_c(P_{eff} - pas_{sup}) = 14.835$	$N_c(P_{eff} + act_{inf}) = 14.835$

Profundidad de la zona pasiva superior: $P_{eff} - pas_{sup} = 10.9\ m$ $N_q(P_{eff} - pas_{sup}) = 6.399$
Profundidad efectiva punta del pilote: $P_{eff} = 16\ m$ $N_q(P_{eff}) = 6.399$
Profundidad de la zona activa inferior: $P_{eff} + act_{inf} = 18.55\ m$ $N_q(P_{eff} + act_{inf}) = 6.399$

$Terreno(P_{eff} - pas_{sup})$ = "Sauló margosa" $Terreno(P_{eff})$ = "Sauló margosa"
$Terreno(P_{eff} + act_{inf})$ = "Sauló margosa"

$$r_{punta}(z) := \text{if } tipo_{pilote} = \text{"excavado"} \left\| \min\left(1.5 \cdot f_D \cdot \left(\sigma'_v(z) \cdot N_q(z) + c'(z) \cdot N_c(z)\right), 20\ MPa\right) \right| \text{else} \left\| \min\left(3 \cdot f_D \cdot \left(\sigma'_v(z) \cdot N_q(z) + c'(z) \cdot N_c(z)\right), 20\ MPa\right) \right|$$



$r_{punta}(z \cdot m)$ (MPa)

Cálculo de resistencia por punta en zona pasiva superior:
$r_{p\_pasiva.superior} := r_{punta}(P_{eff} - pas_{sup}) = 1.713\ MPa$

Cálculo de resistencia por punta en zona pasiva inferior:

$r_{p\_pasiva.inferior} := r_{punta}(P_{eff} + act_{inf}) = 2.292\ MPa$

$r_{punta}(P_{eff}) = 2.099\ MPa$

Cálculo de resistencia por punta promedio lo largo de la zona activa y pasiva:

$$r_{punta\_promedio.resistencias} := \frac{\int_{P_{eff} - pas_{sup}}^{P_{eff} + act_{inf}} r_{punta}(t)\, dt}{act_{inf} + pas_{sup}} = 2.002\ MPa$$

Cálculo de la resistencia por punta como promedio de las características del material a lo largo de la zona pasiva y activa (Criterio ROM)

En esos casos de terreno heterogéneo, se supondrá que la carga de hundimiento por la punta está controlada por un terreno con las características medias de la zona comprendida entre dos diámetros bajo la punta (zona activa inferior) y cinco diámetros sobre la punta (zona pasiva superior), aproximadamente.

$$\phi_{promedio} := \frac{\int_{P_{eff} - pas_{sup}}^{P_{eff} + act_{inf}} \phi'(t)\,dt}{act_{inf} + pas_{sup}} = 20\ °$$

$$c'_{promedio} := \frac{\int_{P_{eff} - pas_{sup}}^{P_{eff} + act_{inf}} c'(t)\,dt}{act_{inf} + pas_{sup}} = 60\ kPa$$

$$N_{q\_promedio} := \frac{1 + \sin(\phi_{promedio})}{1 - \sin(\phi_{promedio})} \cdot e^{\pi \cdot \tan(\phi_{promedio})} = 6.399$$

$$N_{c\_promedio} := \frac{N_{q\_promedio} - 1}{\tan(\phi_{promedio})} = 14.835$$

$$r_{punta\_promedio.materiales} := \begin{cases} \text{if } tipo_{pilote} = \text{“excavado”} \\ \quad 0.5 \cdot \min\left(3 \cdot f_D \cdot \left(\sigma'_v(P_{eff}) \cdot N_{q\_promedio} + c'_{promedio} \cdot N_{c\_promedio}\right), 20\ MPa\right) \\ \text{else} \\ \quad 1 \cdot \min\left(3 \cdot f_D \cdot \left(\sigma'_v(P_{eff}) \cdot N_{q\_promedio} + c'_{promedio} \cdot N_{c\_promedio}\right), 20\ MPa\right) \end{cases}$$

$$r_{punta\_promedio.materiales} = 2.099\ MPa$$

Resistencia por punta finalmente adoptada

$$r_{punta\_promedio} := \frac{r_{punta\_promedio.materiales} + r_{punta\_promedio.resistencias}}{2} = 2.051\ MPa$$

$r_{punta\_promedio.materiales} = 2.099\ MPa$ $r_{punta\_promedio.resistencias} = 2.002\ MPa$

Análisis de la capacidad portante del pilote hincado en el fondo una profundidad $L_{hinca} = 16\ m$

Resistencia por punta: $Q_{punta\_GCOC} := r_{punta\_promedio.resistencias} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D^2 = 1136.221\ kN$

$$Q_{punta\_ROM} := r_{punta\_promedio.materiales} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D^2 = (1.191 \cdot 10^3)\ kN$$

$$Q_{punta\_PROMEDIO} := r_{punta\_promedio} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D^2 = 1163.596\ kN$$

Resistencia por fuste: $Q_{fuste\_hinca} := \int_{Prof - L_{hinca}}^{Prof} r_{fuste}(z)\,dz \cdot \pi \cdot D = (1.702 \cdot 10^3)\ kN$

$Q_{fuste\_hinca} = 173.597\ tonnef$

Capacidad portante:

$$Q_{hundimiento\_GCOC} := \left(Q_{punta\_GCOC} + Q_{fuste\_hinca}\right) \cdot \eta_{grupo} = \left(2.196 \cdot 10^3\right)\ \text{kN}$$

$$Q_{hundimiento\_ROM} := \left(Q_{punta\_ROM} + Q_{fuste\_hinca}\right) \cdot \eta_{grupo} = \left(2.238 \cdot 10^3\right)\ \text{kN}$$

$$Q_{hundimiento\_PROMEDIO} := \left(Q_{punta\_PROMEDIO} + Q_{fuste\_hinca}\right) \cdot \eta_{grupo} = \left(2.217 \cdot 10^3\right)\ \text{kN}$$

Análisis del factor de seguridad a hundimiento según la GCOC

El procedimiento empleado para el cálculo de la carga de hundimiento es analítico, con lo que $FS_{fund} := 2.6$ para combinación fundamental

$$FS_{hundimiento\_GCOC} := \frac{Q_{hundimiento\_GCOC} - N_{pilote\_efectivo}}{\frac{N_{k\_max.axil}}{\gamma_{serv}}} = 2.545 \quad > \quad FS_{fund} = 2.6 \quad \text{OK}$$

$$FS_{hundimiento\_ROM} := \frac{Q_{hundimiento\_ROM} - N_{pilote\_efectivo}}{\frac{N_{k\_max.axil}}{\gamma_{serv}}} = 2.597 \quad > \quad FS_{fund} = 2.6 \quad \text{OK}$$

$$FS_{hundimiento\_PROMEDIO} := \frac{Q_{hundimiento\_PROMEDIO} - N_{pilote\_efectivo}}{\frac{N_{k\_max.axil}}{\gamma_{serv}}} = 2.571 \quad > \quad FS_{fund} = 2.6 \quad \text{OK}$$

4. ANÁLISIS TOPE ESTRUCTURAL DEL PILOTE

Consideraremos un tope estructural $\sigma_{tope} := 4\ \text{MPa}$

La tensióN en el pilote será

$$\sigma_{ed} := \frac{\frac{N_{k\_max.axil}}{\gamma_{serv}} + N_{pilote\_efectivo}}{\pi \cdot \frac{D^2}{4}}$$

$$\sigma_{ed} = 1.654\ \text{MPa}$$

$$Ratio_{tope} := \frac{\sigma_{ed}}{\sigma_{tope}} = 41.345\% \quad \text{ok}$$

TIPO DE PILOTE		VALORES DE σ (MPa)	
Hincado	Hormigón pretensado	0,30 (f_{ck} – 0,90 f_p)	
	Hormigón armado	0,30 f_{ck}	
	Metálico	0,33 f_{yk}	
	Madera	5	
		TIPO DE APOYO	
		SUELO FIRME	ROCA
Perforado de hormigón «in situ»	Entubado	5	6
	Con lodos	4	5
	En seco	4	5
	Barrenado	4	No aplicable

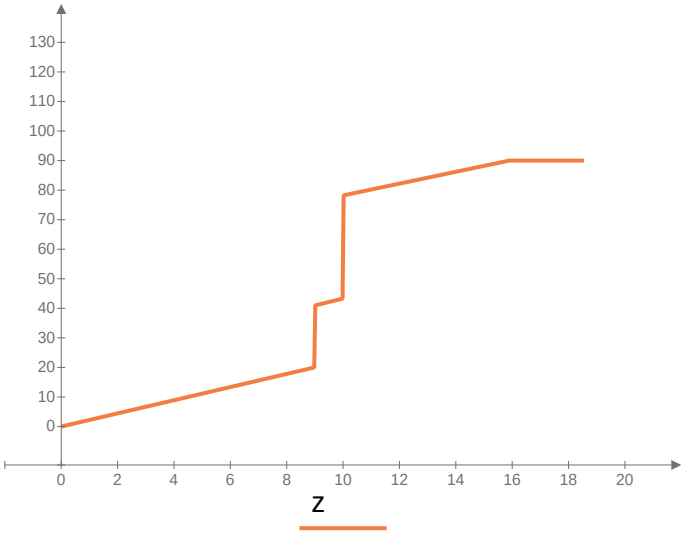
5. ANÁLISIS ASENTAMIENTO

$$s := \left(\frac{D}{40 \cdot Q_{hundimiento\_GCOC}} + \frac{Prof}{\pi \cdot \frac{D^2}{4} \cdot E_{cm}} \right) \cdot \left(\frac{N_{k\_max.axil}}{\gamma_{serv}} + N_{pilote\_efectivo} \right) = 10.007 \ \mathbf{mm}$$

6. PARÁMETROS GEOTÉCNICOS PROMEDIOS ESTIMADOS

$r_{punta\_promedio.resistencias} = 2002.328 \ \mathbf{kPa}$

TERRENO	RESISTENCIA FUSTE	RESISTENCIA ARRANQUE
$TERRENO_0$ = "Relleno"	$r_{fuste}\left(\frac{h_0 + h_1}{2}\right) = 42.15 \ \mathbf{kPa}$	$r_{fuste}\left(\frac{h_0 + h_1}{2}\right) \cdot 0.7 = 29.505 \ \mathbf{kPa}$
$TERRENO_1$ = "Arcilla marron"	$r_{fuste}\left(\frac{h_1 + h_2}{2}\right) = 88.208 \ \mathbf{kPa}$	$r_{fuste}\left(\frac{h_1 + h_2}{2}\right) \cdot 0.7 = 61.745 \ \mathbf{kPa}$
$TERRENO_2$ = "Sauló margosa"	$r_{fuste}\left(\frac{h_2 + h_3}{2}\right) = 90 \ \mathbf{kPa}$	$r_{fuste}\left(\frac{h_2 + h_3}{2}\right) \cdot 0.7 = 63 \ \mathbf{kPa}$



$r_{fuste}(z \cdot m) \ (\mathbf{kPa})$

Programa: CivilEstudio

Versión: 34 - 6
Barcelona, 2018

CivilEstudio, software propiedad de CivilCAD Consultores, S.L.
Autores: L.M.Callís, J.M.Roig, I.Callís, P.Reinés
Licencia de uso concedida a: Most Enginyers, S.L.
Número de usuario: 12202

Proyecto:

Nombre del proyecto: *PRECÀLCUL DE LES ESTRUCTURES DEL PROJECTE D'OBRES BÀSIQUES D'URBANITZACIÓ DEL PLA DIRECTOR URBANÍSTIC DEL CENTRE DIRECCIONAL DE CERDANYOLA DEL VALLÈS*
Nombre de la estructura: *4. V-E.1. Pont sobre el torrent de Magrans a l'eix-E*
Nombre del elemento estructural: *Tauler*
Tipo de estructura: *Vigas pretesadas*
Funcionalidad de la estructura: *Estructura de Carretera*
Clase de estructura: *Tablero sin tierras*
Vida útil: *100 años*

Normativas:

Ámbito: *Normas españolas*

Unidades:

Sistema *S.I.*

Despiece:

Sistema Métrico Europeo

Módulo del programa:

Módulo Tablero de vigas
Nombre del archivo de proyecto: *ve1_1.vig*
Ruta de acceso: *p:\parc de l'alba\estructures\4. v-e.1\civilcad tauler*

Informe:

Tipo de informe: *Informe de la Memoria de cálculo*
Informe generado el día 17-12-2020 a las 20:01:13.

Índice

1 Verificaciones en las vigas y riostras.

1.1 Verificaciones en las vigas.
1.2 Verificaciones en las riostras.

2 Verificaciones en la losa.

3 DEFINICIÓN DEL PROYECTO

3.1 Normativas
3.2 Geometría
3.2.1 Definición de los contornos laterales
3.2.2 Definición de los ejes de apoyos
3.2.3 Definición de los ejes de vigas
3.2.4 Definición de la losa
3.2.5 Definición de las vigas
3.2.5.1 Contorno de la sección
3.2.5.2 Armadura pasiva perimetral
3.2.5.3 Propiedades geomecánicas de la sección
3.2.5.3.1 Secciones reales
3.2.5.3.2 Secciones eficaces
3.2.6 Geometría de vigas y losa en zona de apoyos
3.2.6.1 Culatas
3.2.6.2 Recrecido del alma en apoyos
3.2.6.3 Losa en apoyos
3.2.7 Coacciones en los apoyos
3.2.8 Situación de transporte / izado
3.3 Materiales
3.3.1 Hormigón Vigas
3.3.2 Hormigón Losa
3.3.3 Hormigón Prelosas
3.3.4 Armadura pasiva Vigas
3.3.5 Armadura pasiva Losa
3.3.6 Acero de la armadura activa del pretesado Vigas
3.4 Recubrimientos geométricos
3.5 Clases de exposición y fisuración
3.6 Calendario de ejecución
3.7 Definición del pretesado
3.8 Definición de la armadura pasiva
3.8.1 Armadura de flexión. Zona central.
3.8.2 Armadura de flexión. Zona de extremos.
3.9 Acciones
3.9.1 Acciones permanentes
3.9.2 Acciones variables
3.10 Coeficientes de seguridad
3.10.1 Coeficientes de mayoración de las acciones, γ_F
3.10.2 Coeficientes de combinación
3.10.3 Flechas relativas admisibles
3.11 Configuración del cálculo

3.12 Tráfico. Cálculo de la losa

4 Modelo de viga simple (sin losa)

5 Modelo del tablero para el cálculo de las vigas

6 Modelo del tablero para el cálculo de la losa

7 ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS EN LAS VIGAS

8 FUERZA DE PRETENSADO

8.1 Fuerzas de pretesado
8.1.1 Fuerza de pretesado a lo largo de cada cable en cada instante
8.1.2 Pérdidas de pretesado totales
8.1.3 Pérdidas de pretesado totales (%)

9 VERIFICACIÓN DEL EL ENCAJE TENSIONAL EN LAS VIGAS

9.1 Tensiones admisibles
9.2 Situación persistente. Combinación cuasi permanente
9.3 Situación persistente. Combinación frecuente
9.4 Situación persistente. Combinación característica
9.5 Resumen de verificaciones

10 VERIFICACIÓN DEL EL FISURACIÓN EN LAS VIGAS

10.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente
10.2 Situación persistente. Combinación frecuente
10.3 Situación persistente. Combinación característica
10.4 Resumen de verificaciones

11 ROTURA POR FLEXIÓN EN LAS VIGAS

11.1 Situación persistente. Combinación fundamental
11.2 Resumen de verificaciones

12 ROTURA POR CORTANTE EN LAS VIGAS

12.1 Situación persistente. Combinación fundamental
12.2 Resumen de armaduras
12.3 Resumen de verificaciones

13 ROTURA POR TORSIÓN EN LAS VIGAS

13.1 Comprobación del Estado Límite Último por torsión
13.1.1 Situación persistente. Combinación fundamental
13.2 Comprobación de la Interacción Cortante - Torsión
13.2.1 Situación persistente. Combinación fundamental
13.3 Resumen de armaduras
13.4 Resumen de verificaciones

14 RASANTE VIGA - LOSA

14.1 Resumen de armaduras
14.2 Resumen de verificaciones

15 RASANTE EN EL ALA INFERIOR DE LAS VIGAS

15.1 Resumen de armaduras
15.2 Resumen de verificaciones

16 RASANTE EN EL ALA SUPERIOR DE LAS VIGAS

16.1 Resumen de armaduras
16.2 Resumen de verificaciones

17 Flechas

17.1 Flechas características
17.2 Situación persistente. Combinación característica
17.3 Verificación de flechas
17.3.1 Resumen de verificaciones

18 Giros

18.1 Giros característicos
18.2 Situación persistente. Combinación característica

20 CÁLCULO DE LA CUANTÍA DE ACERO EN LAS VIGAS

20.1 Cálculo de la armadura de difusión del pretensado
20.2 Resumen de cuantías de armadura transversal

21 CÁLCULO DE LA SITUACIÓN DE TRANSPORTE DE LAS VIGAS

22 ROTURA POR FLEXIÓN EN LA LOSA

22.1 Esfuerzos de flexión mayorados
22.1.1 Situación persistente. Combinación fundamental
22.2 Armadura de flexión
22.3 Resumen de verificaciones

23 ROTURA POR CORTANTE EN LA LOSA

23.1 Esfuerzos cortantes mayorados
23.1.1 Situación persistente. Combinación fundamental
23.2 Comprobación de las bielas de compresión
23.3 Armadura de cálculo de cortante
23.4 Armadura mínima de cortante
23.5 Resumen de verificaciones

24 VERIFICACIÓN DEL EL FISURACIÓN EN LA LOSA

24.1 Cálculo a fisuración

24.1.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente
24.2 Resumen de verificaciones

26 PRUEBA DE CARGA

27 Reacciones por apoyo. Valores característicos

28 Reacciones por apoyo. Valores de combinación

29 Reacciones por eje. Valores característicos

30 Reacciones por eje. Valores de combinación

1 Verificaciones en las vigas y riostras.

Nombre del proyecto: *PRECÀLCUL DE LES ESTRUCTURES DEL PROJECTE D'OBRES BÀSIQUES D'URBANITZACIÓ DEL PLA DIRECTOR URBANÍSTIC DEL CENTRE DIRECCIONAL DE CERDANYOLA DEL VALLÈS*
Nombre de la estructura: *4. V-E.1. Pont sobre el torrent de Magrans a l'eix-E*
Nombre del elemento estructural: *Tauler*
Tipo de estructura: *Vigas pretesadas*
Funcionalidad de la estructura: *Estructura de Carretera*
Clase de estructura: *Tablero sin tierras*
Vida útil: *100 años*

1.1 Verificaciones en las vigas.

Viga 1		
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Encaje tensional.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por flexión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por cortante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por torsión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por rasante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural de servicio de deformaciones		
Situación persistente	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Control de fisuración.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por fatiga		
Combinación de fatiga	Combinación fundamental	Cumple
Obtención del despiece de la armadura		
Generación del armado	.	Cumple

Viga 2		
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Encaje tensional.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por flexión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por cortante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por torsión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por rasante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural de servicio de deformaciones		
Situación persistente	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Control de fisuración.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por fatiga		
Combinación de fatiga	Combinación fundamental	Cumple
Obtención del despiece de la armadura		
Generación del armado	.	Cumple

Viga 3		
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Encaje tensional.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por flexión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por cortante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple

Estado límite estructural último de rotura por torsión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por rasante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural de servicio de deformaciones		
Situación persistente	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Control de fisuración.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por fatiga		
Combinación de fatiga	Combinación fundamental	Cumple
Obtención del despiece de la armadura		
Generación del armado	.	Cumple

Viga 4		
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Encaje tensional.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por flexión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por cortante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por torsión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por rasante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural de servicio de deformaciones		
Situación persistente	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Control de fisuración.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple

Estado límite estructural último de rotura por fatiga		
Combinación de fatiga	Combinación fundamental	Cumple
Obtención del despiece de la armadura		
Generación del armado	.	Cumple

Viga 5		
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Encaje tensional.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por flexión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por cortante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por torsión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por rasante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural de servicio de deformaciones		
Situación persistente	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Control de fisuración.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por fatiga		
Combinación de fatiga	Combinación fundamental	Cumple
Obtención del despiece de la armadura		
Generación del armado	.	Cumple

Viga 6		
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Encaje tensional.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple

Estado límite estructural último de rotura por flexión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por cortante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por torsión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por rasante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural de servicio de deformaciones		
Situación persistente	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Control de fisuración.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por fatiga		
Combinación de fatiga	Combinación fundamental	Cumple
Obtención del despiece de la armadura		
Generación del armado	.	Cumple

Viga 7		
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Encaje tensional.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por flexión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por cortante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por torsión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por rasante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural de servicio de deformaciones		
Situación persistente	Combinación característica	Cumple

Estado límite estructural de servicio de fisuración. Control de fisuración.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por fatiga		
Combinación de fatiga	Combinación fundamental	Cumple
Obtención del despiece de la armadura		
Generación del armado	.	Cumple

Viga 8		
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Encaje tensional.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por flexión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por cortante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por torsión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por rasante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural de servicio de deformaciones		
Situación persistente	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Control de fisuración.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por fatiga		
Combinación de fatiga	Combinación fundamental	Cumple
Obtención del despiece de la armadura		
Generación del armado	.	Cumple

Viga 9

Estado límite estructural de servicio de fisuración. Encaje tensional.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por flexión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por cortante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por torsión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por rasante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural de servicio de deformaciones		
Situación persistente	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Control de fisuración.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por fatiga		
Combinación de fatiga	Combinación fundamental	Cumple
Obtención del despiece de la armadura		
Generación del armado	.	Cumple

1.2 Verificaciones en las riostras.

2 Verificaciones en la losa.

Nombre del proyecto: *PRECÀLCUL DE LES ESTRUCTURES DEL PROJECTE D'OBRES BÀSIQUES D'URBANITZACIÓ DEL PLA DIRECTOR URBANÍSTIC DEL CENTRE DIRECCIONAL DE CERDANYOLA DEL VALLÈS*
Nombre de la estructura: *4. V-E.1. Pont sobre el torrent de Magrans a l'eix-E*
Nombre del elemento estructural: *Tauler*
Tipo de estructura: *Vigas pretesadas*
Funcionalidad de la estructura: *Estructura de Carretera*
Clase de estructura: *Tablero sin tierras*
Vida útil: *100 años*

Losa		
Estado límite estructural último de rotura por flexión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural de servicio de fisuración		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por cortante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Obtención del despiece de la armadura		
Generación del armado	.	Cumple

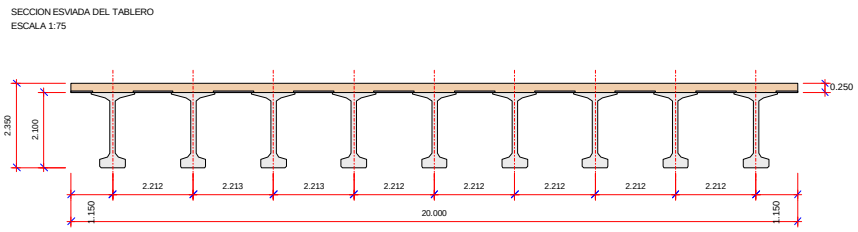
3 DEFINICIÓN DEL PROYECTO

3.1 Normativas

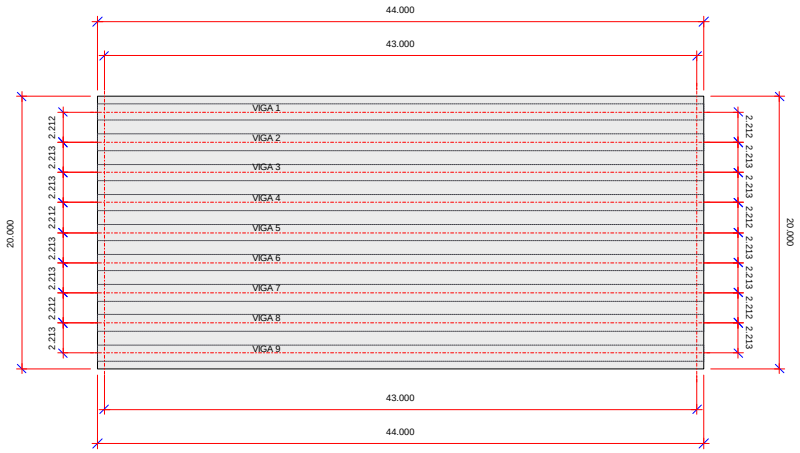
IAP. Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera. V. 2011
EHE. Instrucción Española del Hormigón Estructural. V. 2008

3.2 Geometría

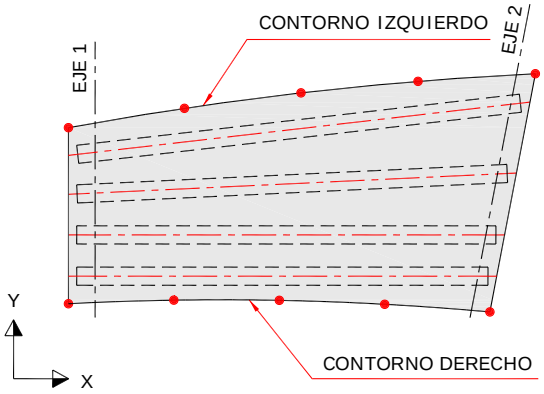
Sección transversal del tablero



Planta del tablero



3.2.1 Definición de los contornos laterales



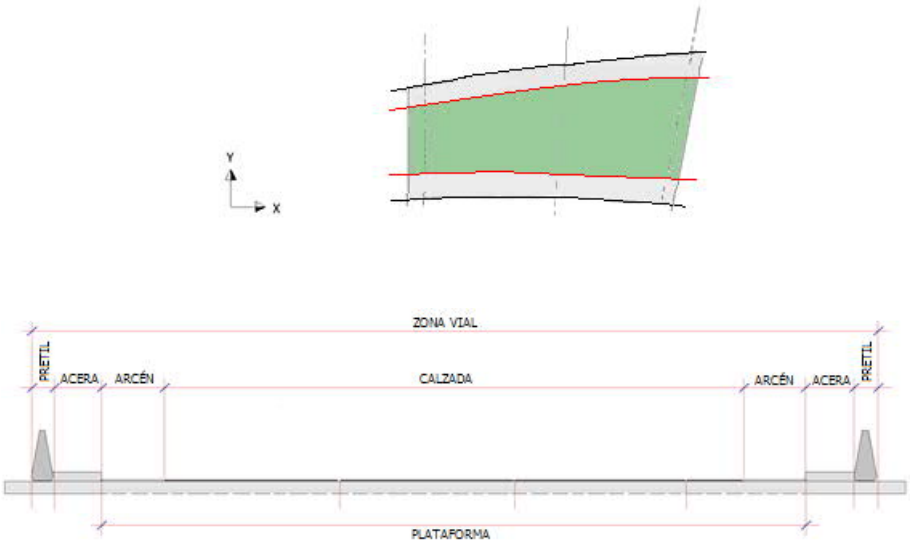
Contorno izquierdo:

Punto	X (m)	Y (m)
1	-10.000	20.000
2	53.000	20.000

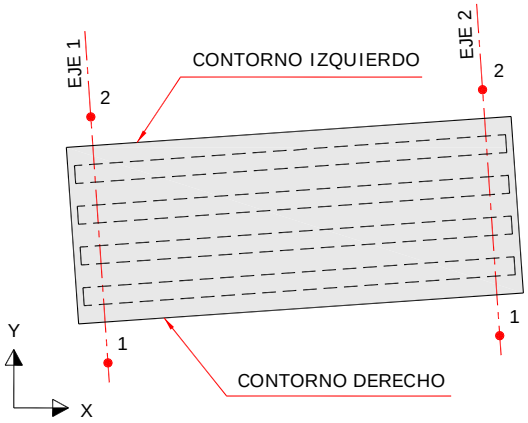
Contorno derecho:

Punto	X (m)	Y (m)
1	-10.000	0.000
2	53.000	0.000

Zona vial coincidente con los contornos.



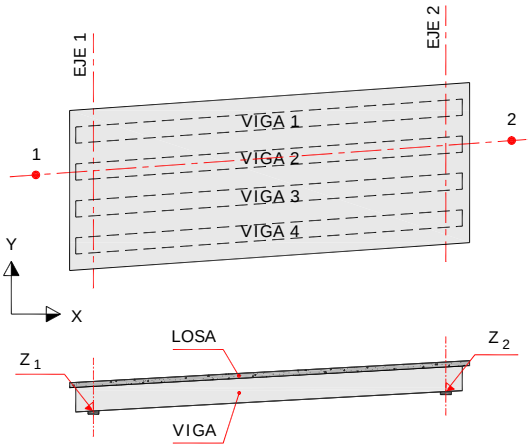
3.2.2 Definición de los ejes de apoyos



Coordenadas en planta de los ejes de apoyos :

	Punto 1		Punto 2	
Eje	X_1 (m)	Y_1 (m)	X_2 (m)	Y_2 (m)
1	0.000	0.000	-0.000	20.000
2	43.000	0.000	43.000	20.000

3.2.3 Definición de los ejes de vigas



Coordenadas en planta de las vigas:

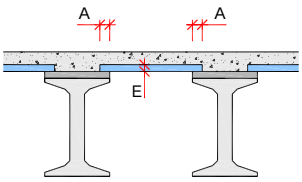
	Punto 1			Punto 2			Longitudes	
Viga	X_1 (m)	Y_1 (m)	Z_1 (m)	X_2 (m)	Y_2 (m)	Z_2 (m)	$L_{cálculo}$ (m)	L_{total} (m)
1	-10.000	18.850	-2.450	53.000	18.850	-2.450	43.000	44.000
2	-10.000	16.638	-2.450	53.000	16.638	-2.450	43.000	44.000
3	-10.000	14.425	-2.450	53.000	14.425	-2.450	43.000	44.000
4	-10.000	12.212	-2.450	53.000	12.212	-2.450	43.000	44.000
5	-10.000	10.000	-2.450	53.000	10.000	-2.450	43.000	44.000
6	-10.000	7.787	-2.450	53.000	7.787	-2.450	43.000	44.000
7	-10.000	5.575	-2.450	53.000	5.575	-2.450	43.000	44.000
8	-10.000	3.363	-2.450	53.000	3.363	-2.450	43.000	44.000
9	-10.000	1.150	-2.450	53.000	1.150	-2.450	43.000	44.000

3.2.4 Definición de la losa

Definición de la losa

Losa de espesor constante
Espesor : 0.250 m

Definición de las prelosas



Se dispone prelosa

Anchura de apoyo : 0.050 m

Espesor de la prelosa : 0.040 m

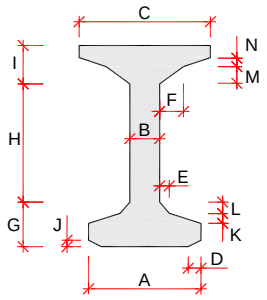
3.2.5 Definición de las vigas

Viga	Tipo	Catálogo	Nombre
1	Doble T	Precon	DT-PRE-210-120-B
2	Doble T	Precon	DT-PRE-210-120-B
3	Doble T	Precon	DT-PRE-210-120-B
4	Doble T	Precon	DT-PRE-210-120-B

5	Doble T	Precon	DT-PRE-210-120-B
6	Doble T	Precon	DT-PRE-210-120-B
7	Doble T	Precon	DT-PRE-210-120-B
8	Doble T	Precon	DT-PRE-210-120-B
9	Doble T	Precon	DT-PRE-210-120-B

3.2.5.1 Contorno de la sección

Sección DT-PRE-210-120-B :



Parámetro	Valor (mm)
A	700
B	150
C	1200
D	30
E	75
F	125
G	400
H	1450
I	250
J	30
K	70
L	110
M	100
N	100

3.2.5.2 Armadura pasiva perimetral

Sección DT-PRE-210-120-B :

Valores calculados por el programa.

3.2.5.3 Propiedades geomecánicas de la sección

Instante	Descripción
I1	Tras la transferencia del pretesado
I2	Tras el hormigonado de la losa
I3	Tras la disposición de la superestructura
I4	Tras la apertura al tráfico
I5	A tiempo infinito

En los informes se utilizan las siguientes definiciones y notaciones:
Sección bruta : Sección de hormigón homogeneizada sin considerar la armadura pasiva ni la activa.
Sección neta : Se corresponde con la sección bruta pero añadiendo los huecos de las vainas de postesado.
Sección homogeneizada : Se añade a la sección neta la armadura activa que ya está inyectada en instantes anteriores, que se homogeneiza respecto del hormigón.
A : Área de la sección.
I_x : Momento de inercia respecto del eje horizontal que pasa por el centro de gravedad.

V_i : Distancia del centro de gravedad a la fibra inferior de la sección.

3.2.5.3.1 Secciones reales

Las secciones siguientes NO incluyen la reducción del ancho de losa asociada al coeficiente de ancho eficaz.
Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 1

		Sección real bruta			Sección real neta			Sección real homogeneizada		
Instante	Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
I1	2.100	0.598	0.367	-1.031	0.592	0.361	-1.041	0.628	0.391	-0.987
I2	2.100	0.598	0.367	-1.031	0.592	0.361	-1.041	0.628	0.391	-0.987
I3	2.350	1.048	0.740	-1.548	1.041	0.727	-1.556	1.078	0.801	-1.508
I4	2.350	1.048	0.740	-1.548	1.041	0.727	-1.556	1.078	0.801	-1.508
I5	2.350	1.048	0.740	-1.548	1.041	0.727	-1.556	1.078	0.801	-1.508

Viga 2

		Sección real bruta			Sección real neta			Sección real homogeneizada		
Instante	Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
I1	2.100	0.598	0.367	-1.031	0.592	0.361	-1.041	0.628	0.391	-0.987
I2	2.100	0.598	0.367	-1.031	0.592	0.361	-1.041	0.628	0.391	-0.987
I3	2.350	1.040	0.736	-1.542	1.033	0.723	-1.551	1.070	0.796	-1.502
I4	2.350	1.040	0.736	-1.542	1.033	0.723	-1.551	1.070	0.796	-1.502
I5	2.350	1.040	0.736	-1.542	1.033	0.723	-1.551	1.070	0.796	-1.502

Viga 3

		Sección real bruta			Sección real neta			Sección real homogeneizada		
Instante	Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
I1	2.100	0.598	0.367	-1.031	0.592	0.361	-1.041	0.628	0.391	-0.987
I2	2.100	0.598	0.367	-1.031	0.592	0.361	-1.041	0.628	0.391	-0.987
I3	2.350	1.040	0.736	-1.542	1.033	0.723	-1.551	1.070	0.796	-1.502
I4	2.350	1.040	0.736	-1.542	1.033	0.723	-1.551	1.070	0.796	-1.502
I5	2.350	1.040	0.736	-1.542	1.033	0.723	-1.551	1.070	0.796	-1.502

Viga 4

		Sección real bruta			Sección real neta			Sección real homogeneizada		
Instante	Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
I1	2.100	0.598	0.367	-1.031	0.592	0.361	-1.041	0.628	0.391	-0.987
I2	2.100	0.598	0.367	-1.031	0.592	0.361	-1.041	0.628	0.391	-0.987
I3	2.350	1.040	0.736	-1.542	1.033	0.723	-1.551	1.070	0.796	-1.502
I4	2.350	1.040	0.736	-1.542	1.033	0.723	-1.551	1.070	0.796	-1.502
I5	2.350	1.040	0.736	-1.542	1.033	0.723	-1.551	1.070	0.796	-1.502

Viga 5

	Sección real bruta	Sección real neta	Sección real homogeneizada

Instante	Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
I1	2.100	0.598	0.367	-1.031	0.592	0.361	-1.041	0.628	0.391	-0.987
I2	2.100	0.598	0.367	-1.031	0.592	0.361	-1.041	0.628	0.391	-0.987
I3	2.350	1.040	0.736	-1.542	1.033	0.723	-1.551	1.070	0.796	-1.502
I4	2.350	1.040	0.736	-1.542	1.033	0.723	-1.551	1.070	0.796	-1.502
I5	2.350	1.040	0.736	-1.542	1.033	0.723	-1.551	1.070	0.796	-1.502

Viga 6

		Sección real bruta			Sección real neta			Sección real homogeneizada		
Instante	Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
I1	2.100	0.598	0.367	-1.031	0.592	0.361	-1.041	0.628	0.391	-0.987
I2	2.100	0.598	0.367	-1.031	0.592	0.361	-1.041	0.628	0.391	-0.987
I3	2.350	1.040	0.736	-1.542	1.033	0.723	-1.551	1.070	0.796	-1.502
I4	2.350	1.040	0.736	-1.542	1.033	0.723	-1.551	1.070	0.796	-1.502
I5	2.350	1.040	0.736	-1.542	1.033	0.723	-1.551	1.070	0.796	-1.502

Viga 7

		Sección real bruta			Sección real neta			Sección real homogeneizada		
Instante	Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
I1	2.100	0.598	0.367	-1.031	0.592	0.361	-1.041	0.628	0.391	-0.987
I2	2.100	0.598	0.367	-1.031	0.592	0.361	-1.041	0.628	0.391	-0.987
I3	2.350	1.040	0.736	-1.542	1.033	0.723	-1.551	1.070	0.796	-1.502
I4	2.350	1.040	0.736	-1.542	1.033	0.723	-1.551	1.070	0.796	-1.502
I5	2.350	1.040	0.736	-1.542	1.033	0.723	-1.551	1.070	0.796	-1.502

Viga 8

		Sección real bruta			Sección real neta			Sección real homogeneizada		
Instante	Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
I1	2.100	0.598	0.367	-1.031	0.592	0.361	-1.041	0.628	0.391	-0.987
I2	2.100	0.598	0.367	-1.031	0.592	0.361	-1.041	0.628	0.391	-0.987
I3	2.350	1.040	0.736	-1.542	1.033	0.723	-1.551	1.070	0.796	-1.502
I4	2.350	1.040	0.736	-1.542	1.033	0.723	-1.551	1.070	0.796	-1.502
I5	2.350	1.040	0.736	-1.542	1.033	0.723	-1.551	1.070	0.796	-1.502

Viga 9

		Sección real bruta			Sección real neta			Sección real homogeneizada		
Instante	Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
I1	2.100	0.598	0.367	-1.031	0.592	0.361	-1.041	0.628	0.391	-0.987
I2	2.100	0.598	0.367	-1.031	0.592	0.361	-1.041	0.628	0.391	-0.987
I3	2.350	1.048	0.740	-1.548	1.041	0.727	-1.556	1.078	0.801	-1.508
I4	2.350	1.048	0.740	-1.548	1.041	0.727	-1.556	1.078	0.801	-1.508
I5	2.350	1.048	0.740	-1.548	1.041	0.727	-1.556	1.078	0.801	-1.508

3.2.5.3.2 Secciones eficaces

Las secciones siguientes SI incluyen la reducción del ancho de losa asociada al coeficiente de ancho eficaz.
Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 1

	Sección eficaz bruta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz neta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz homogeneizada viga+losa para estado límite de servicio		
Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
2.350	1.048	0.740	-1.548	1.041	0.727	-1.556	1.078	0.801	-1.508

Viga 2

	Sección eficaz bruta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz neta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz homogeneizada viga+losa para estado límite de servicio		
Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
2.350	1.040	0.736	-1.542	1.033	0.723	-1.551	1.070	0.796	-1.502

Viga 3

	Sección eficaz bruta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz neta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz homogeneizada viga+losa para estado límite de servicio		
Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
2.350	1.040	0.736	-1.542	1.033	0.723	-1.551	1.070	0.796	-1.502

Viga 4

	Sección eficaz bruta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz neta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz homogeneizada viga+losa para estado límite de servicio		
Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
2.350	1.040	0.736	-1.542	1.033	0.723	-1.551	1.070	0.796	-1.502

Viga 5

	Sección eficaz bruta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz neta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz homogeneizada viga+losa para estado límite de servicio		
Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
2.350	1.040	0.736	-1.542	1.033	0.723	-1.551	1.070	0.796	-1.502

Viga 6

	Sección eficaz bruta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz neta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz homogeneizada viga+losa para estado límite de servicio		
Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
2.350	1.040	0.736	-1.542	1.033	0.723	-1.551	1.070	0.796	-1.502

Viga 7

	Sección eficaz bruta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz neta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz homogeneizada viga+losa para estado límite de servicio		
Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
2.350	1.040	0.736	-1.542	1.033	0.723	-1.551	1.070	0.796	-1.502

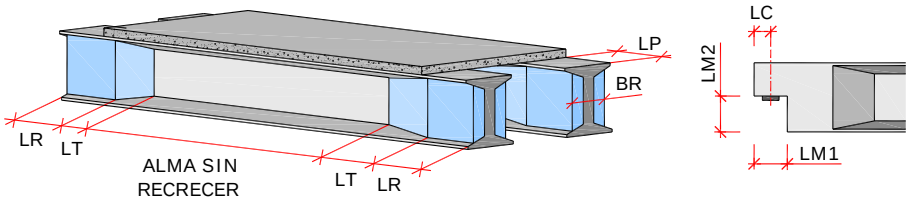
Viga 8

	Sección eficaz bruta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz neta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz homogeneizada viga+losa para estado límite de servicio		
Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
2.350	1.040	0.736	-1.542	1.033	0.723	-1.551	1.070	0.796	-1.502

Viga 9

	Sección eficaz bruta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz neta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz homogeneizada viga+losa para estado límite de servicio		
Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
2.350	1.048	0.740	-1.548	1.041	0.727	-1.556	1.078	0.801	-1.508

3.2.6 Geometría de vigas y losa en zona de apoyos



3.2.6.1 Culatas

Eje	Viga	Longitud (LC) (m)
1	1	0.500
1	2	0.500
1	3	0.500
1	4	0.500
1	5	0.500
1	6	0.500
1	7	0.500
1	8	0.500
1	9	0.500
2	1	0.500
2	2	0.500
2	3	0.500
2	4	0.500
2	5	0.500

2	6	0.500
2	7	0.500
2	8	0.500
2	9	0.500

3.2.6.2 Recrecido del alma en apoyos

Eje	Viga	Longitud (LR) (m)	Longitud de transición (LT) (m)	Anchura del alma (BR) (m)
1	1	1.800	0.500	0.700
1	2	1.800	0.500	0.700
1	3	1.800	0.500	0.700
1	4	1.800	0.500	0.700
1	5	1.800	0.500	0.700
1	6	1.800	0.500	0.700
1	7	1.800	0.500	0.700
1	8	1.800	0.500	0.700
1	9	1.800	0.500	0.700
2	1	1.800	0.500	0.700
2	2	1.800	0.500	0.700
2	3	1.800	0.500	0.700
2	4	1.800	0.500	0.700
2	5	1.800	0.500	0.700
2	6	1.800	0.500	0.700
2	7	1.800	0.500	0.700
2	8	1.800	0.500	0.700
2	9	1.800	0.500	0.700

3.2.6.3 Losa en apoyos

Tipo de junta en el eje 1: junta de dilatación

Distancia de los ejes de apoyos al borde de la losa en el eje 1 : 0.500 m

Tipo de junta en el eje 2: junta de dilatación

Distancia de los ejes de apoyos al borde de la losa en el eje 2 : 0.500 m

3.2.7 Coacciones en los apoyos

Viga	Apoyo	Vinculación	Constantes de rigidez elástica				
			Movimientos horizontales		Movimiento vertical	Giros	
			Ku_1 (kN/m)	Ku_2 (kN/m)	Ku_3 (kN/m)	Kg_1 (kNm/rad)	Kg_2 (kNm/rad)
1	1	Apoyo fijo					
1	2	Apoyo fijo					
2	1	Apoyo fijo					
2	2	Apoyo fijo					
3	1	Apoyo fijo					
3	2	Apoyo fijo					
4	1	Apoyo fijo					
4	2	Apoyo fijo					
5	1	Apoyo fijo					
5	2	Apoyo fijo					
6	1	Apoyo fijo					
6	2	Apoyo fijo					
7	1	Apoyo fijo					
7	2	Apoyo fijo					
8	1	Apoyo fijo					
8	2	Apoyo fijo					
9	1	Apoyo fijo					
9	2	Apoyo fijo					

3.2.8 Situación de transporte / izado

Coeficiente de impacto en situación de transporte : 2.000

3.3 Materiales

3.3.1 Hormigón Vigas

Denominación: HP-50

Resistencia característica a compresión, f_{ck}	:	50.0	MPa
Módulo elástico secante, E_{cm}	:	32902.4	MPa

Diagrama parábola-rectángulo:

Deformación de rotura a compresión simple, ε_{c0}	:	0.00200
Deformación de rotura en flexión, ε_{cu}	:	0.00350
Deformación máxima en armadura traccionada, ε_s	:	-0.01000

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_c	:	1.00
ELU, situación persistente, γ_c	:	1.50
ELU, situación accidental, γ_c	:	1.30

Tipo de cemento para Vigas : CEM I (según RC-08).

3.3.2 Hormigón Losa

Denominación: HA-30

Resistencia característica a compresión, f_{ck}	:	30.0	MPa
Módulo elástico secante, E_{cm}	:	28576.8	MPa

Diagrama parábola-rectángulo:

Deformación de rotura a compresión simple, ε_{c0}	:	0.00200
Deformación de rotura en flexión, ε_{cu}	:	0.00350
Deformación máxima en armadura traccionada, ε_s	:	-0.01000

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_c	:	1.00
ELU, situación persistente, γ_c	:	1.50
ELU, situación accidental, γ_c	:	1.30

Tipo de cemento para Losa : CEM II/A-S (según RC-08).

3.3.3 Hormigón Prelosas

Denominación: HA-40

Resistencia característica a compresión, f_{ck}	:	40.0	MPa
Módulo elástico secante, E_{cm}	:	30891.0	MPa

Diagrama parábola-rectángulo:

Deformación de rotura a compresión simple, ε_{c0}	:	0.00200
Deformación de rotura en flexión, ε_{cu}	:	0.00350
Deformación máxima en armadura traccionada, ε_s	:	-0.01000

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_c	:	1.00
ELU, situación persistente, γ_c	:	1.50
ELU, situación accidental, γ_c	:	1.30

Tipo de cemento para Prelosas : CEM II/A-S (según RC-08).

3.3.4 Armadura pasiva Vigas

Denominación: AP500 S

Módulo de deformación longitudinal del acero, E_s	:	200000	MPa
Deformación última en compresión, $\varepsilon_{max,1}$	:	0.01000	
Deformación última en tracción, $\varepsilon_{max,2}$	:	-0.01000	
Densidad del acero, γ	:	77.0	kN/m^3

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_s	:	1.00
ELU, situación persistente, γ_s	:	1.15
ELU, situación accidental, γ_s	:	1.00

3.3.5 Armadura pasiva Losa

Denominación: AP500 S

Módulo de deformación longitudinal del acero, E_s	:	200000	MPa
Deformación última en compresión, $\varepsilon_{max,1}$	:	0.01000	
Deformación última en tracción, $\varepsilon_{max,2}$	:	-0.01000	
Densidad del acero, γ	:	77.0	kN/m^3

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_s	:	1.00
ELU, situación persistente, γ_s	:	1.15
ELU, situación accidental, γ_s	:	1.00

3.3.6 Acero de la armadura activa del pretesado Vigas

Denominación: Y 1860 C

Límite elástico característico, f_{pk}	:	1670	MPa
Módulo de deformación longitudinal, E_p	:	190000	MPa
Deformación última en compresión, $\varepsilon_{max,1}$	:	0.02000	
Deformación última en tracción, $\varepsilon_{max,2}$	:	-0.02000	
Densidad del acero, γ	:	77.0	kN/m^3

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_s	:	1.00
ELU, situación persistente, γ_s	:	1.15
ELU, situación accidental, γ_s	:	1.00

Parámetros de relajación :

Parámetro de relajación, a	:	0.660000	
Parámetro de relajación, b	:	9.090000	
Relajación a 1000 horas después del tesado, ρ_{1000}	:	2.00000	%

$$\rho = a\ \rho_{1000}\ e^{b\mu}\ \left(\frac{t}{1000}\right)^{0,75(1-\mu)}\ 10^{-3}$$

ρ : relajación del acero a longitud constante (%)
μ : proporción de la tensión de trabajo respecto a la tensión unitaria máxima
t : tiempo después del tesado (horas)

3.4 Recubrimientos geométricos

Vigas	:	25	mm

Losa	:	45	mm
Prelosas	:	40	mm

3.5 Clases de exposición y fisuración

Vigas:
Ambiente: IIb
Anchura de fisura admisible : 0.20 mm

Losa:
Ambiente: IIb
Anchura de fisura admisible : 0.30 mm

3.6 Calendario de ejecución

Operación	Día
Día en que se hormigonan las vigas	0
Día en que se transfiere el pretesado en el parque de vigas	28
Día en que se hormigona la losa	30
Día en que se aplica la carga permanente sobre la losa	60

3.7 Definición del pretesado

Viga 1

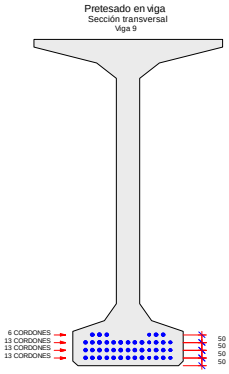
- Definición de los cordones :

Fila	Cota Y (mm)	Área del cordón (mm^2)	Diámetro nominal (mm)	Nº de cordones	Longitud entubamiento (m)	Longitud del quiebro (m)	Altura del quiebro (m)
1	50	140.0	15	13	0.000	0.000	0.000
2	100	140.0	15	13	2.000	0.000	0.000
3	150	140.0	15	13	6.000	0.000	0.000
4	200	140.0	15	6	10.000	0.000	0.000

- Fuerza de tesado :

Introducción rápida del pretesado
Pérdidas antes de la transferencia 6 mm/100m

Tensión inicial de tesado	:	1395.00	MPa
Tensión final de tesado después de las pérdidas de transferencia	:	1383.60	MPa



Viga 2

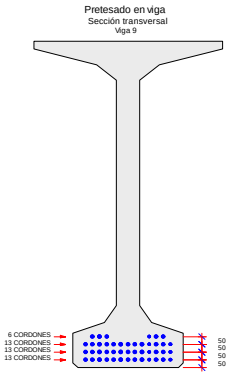
- Definición de los cordones :

Fila	Cota Y (mm)	Área del cordón (mm^2)	Diámetro nominal (mm)	Nº de cordones	Longitud entubamiento (m)	Longitud del quiebro (m)	Altura del quiebro (m)
1	50	140.0	15	13	0.000	0.000	0.000
2	100	140.0	15	13	2.000	0.000	0.000
3	150	140.0	15	13	6.000	0.000	0.000
4	200	140.0	15	6	10.000	0.000	0.000

- Fuerza de tesado :

Introducción rápida del pretesado
Pérdidas antes de la transferencia 6 mm/100m

Tensión inicial de tesado	:	1395.00	MPa
Tensión final de tesado después de las pérdidas de transferencia	:	1383.60	MPa



Viga 3

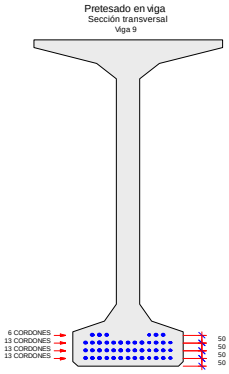
- Definición de los cordones :

Fila	Cota Y (mm)	Área del cordón (mm^2)	Diámetro nominal (mm)	Nº de cordones	Longitud entubamiento (m)	Longitud del quiebro (m)	Altura del quiebro (m)
1	50	140.0	15	13	0.000	0.000	0.000
2	100	140.0	15	13	2.000	0.000	0.000
3	150	140.0	15	13	6.000	0.000	0.000
4	200	140.0	15	6	10.000	0.000	0.000

- Fuerza de tesado :

Introducción rápida del pretesado
Pérdidas antes de la transferencia 6 mm/100m

Tensión inicial de tesado	:	1395.00	MPa
Tensión final de tesado después de las pérdidas de transferencia	:	1383.60	MPa



Viga 4

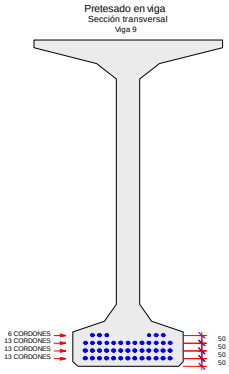
- Definición de los cordones :

Fila	Cota Y	Área del cordón	Diámetro nominal	Nº de cordones	Longitud entubamiento	Longitud del quiebro	Altura del quiebro
	(mm)	(mm^2)	(mm)		(m)	(m)	(m)
1	50	140.0	15	13	0.000	0.000	0.000
2	100	140.0	15	13	2.000	0.000	0.000
3	150	140.0	15	13	6.000	0.000	0.000
4	200	140.0	15	6	10.000	0.000	0.000

- Fuerza de tesado :

Introducción rápida del pretesado
Pérdidas antes de la transferencia 6 mm/100m

Tensión inicial de tesado	:	1395.00	MPa
Tensión final de tesado después de las pérdidas de transferencia	:	1383.60	MPa



Viga 5

- Definición de los cordones :

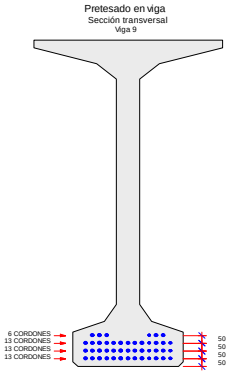
Fila	Cota Y	Área del cordón	Diámetro nominal	Nº de cordones	Longitud entubamiento	Longitud del quiebro	Altura del quiebro
	(mm)	(mm^2)	(mm)		(m)	(m)	(m)
1	50	140.0	15	13	0.000	0.000	0.000
2	100	140.0	15	13	2.000	0.000	0.000

3	150	140.0	15	13	6.000	0.000	0.000
4	200	140.0	15	6	10.000	0.000	0.000

- Fuerza de tesado :

Introducción rápida del pretesado
Pérdidas antes de la transferencia 6 mm/100m

Tensión inicial de tesado	:	1395.00	MPa
Tensión final de tesado después de las pérdidas de transferencia	:	1383.60	MPa



Viga 6

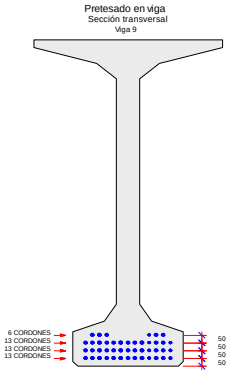
- Definición de los cordones :

Fila	Cota Y (mm)	Área del cordón (mm^2)	Diámetro nominal (mm)	Nº de cordones	Longitud entubamiento (m)	Longitud del quiebro (m)	Altura del quiebro (m)
1	50	140.0	15	13	0.000	0.000	0.000
2	100	140.0	15	13	2.000	0.000	0.000
3	150	140.0	15	13	6.000	0.000	0.000
4	200	140.0	15	6	10.000	0.000	0.000

- Fuerza de tesado :

Introducción rápida del pretesado
Pérdidas antes de la transferencia 6 mm/100m

Tensión inicial de tesado	:	1395.00	MPa
Tensión final de tesado después de las pérdidas de transferencia	:	1383.60	MPa



Viga 7

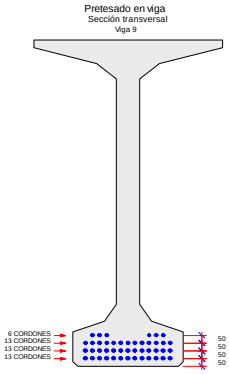
- Definición de los cordones :

Fila	Cota Y	Área del cordón	Diámetro nominal	Nº de cordones	Longitud entubamiento	Longitud del quiebro	Altura del quiebro
	(mm)	(mm^2)	(mm)		(m)	(m)	(m)
1	50	140.0	15	13	0.000	0.000	0.000
2	100	140.0	15	13	2.000	0.000	0.000
3	150	140.0	15	13	6.000	0.000	0.000
4	200	140.0	15	6	10.000	0.000	0.000

- Fuerza de tesado :

Introducción rápida del pretesado
Pérdidas antes de la transferencia 6 mm/100m

Tensión inicial de tesado	:	1395.00	MPa
Tensión final de tesado después de las pérdidas de transferencia	:	1383.60	MPa



Viga 8

- Definición de los cordones :

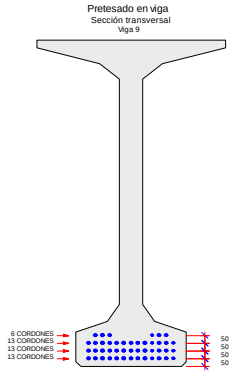
Fila	Cota Y	Área del cordón	Diámetro nominal	Nº de cordones	Longitud entubamiento	Longitud del quiebro	Altura del quiebro
	(mm)	(mm^2)	(mm)		(m)	(m)	(m)
1	50	140.0	15	13	0.000	0.000	0.000
2	100	140.0	15	13	2.000	0.000	0.000

3	150	140.0	15	13	6.000	0.000	0.000
4	200	140.0	15	6	10.000	0.000	0.000

- Fuerza de tesado :

Introducción rápida del pretesado
Pérdidas antes de la transferencia 6 mm/100m

Tensión inicial de tesado	:	1395.00	MPa
Tensión final de tesado después de las pérdidas de transferencia	:	1383.60	MPa



Viga 9

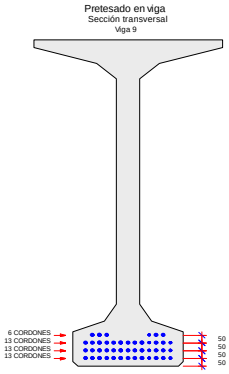
- Definición de los cordones :

Fila	Cota Y (mm)	Área del cordón (mm^2)	Diámetro nominal (mm)	Nº de cordones	Longitud entubamiento (m)	Longitud del quiebro (m)	Altura del quiebro (m)
1	50	140.0	15	13	0.000	0.000	0.000
2	100	140.0	15	13	2.000	0.000	0.000
3	150	140.0	15	13	6.000	0.000	0.000
4	200	140.0	15	6	10.000	0.000	0.000

- Fuerza de tesado :

Introducción rápida del pretesado
Pérdidas antes de la transferencia 6 mm/100m

Tensión inicial de tesado	:	1395.00	MPa
Tensión final de tesado después de las pérdidas de transferencia	:	1383.60	MPa



3.8 Definición de la armadura pasiva

3.8.1 Armadura de flexión. Zona central.

Viga 1

Valores calculados por el programa.

Viga 2

Valores calculados por el programa.

Viga 3

Valores calculados por el programa.

Viga 4

Valores calculados por el programa.

Viga 5

Valores calculados por el programa.

Viga 6

Valores calculados por el programa.

Viga 7

Valores calculados por el programa.

Viga 8

Valores calculados por el programa.

Viga 9

Valores calculados por el programa.

3.8.2 Armadura de flexión. Zona de extremos.

Viga 1

Valores calculados por el programa.

Viga 2

Valores calculados por el programa.

Viga 3

Valores calculados por el programa.

Viga 4

Valores calculados por el programa.

Viga 5

Valores calculados por el programa.

Viga 6

Valores calculados por el programa.

Viga 7

Valores calculados por el programa.

Viga 8

Valores calculados por el programa.

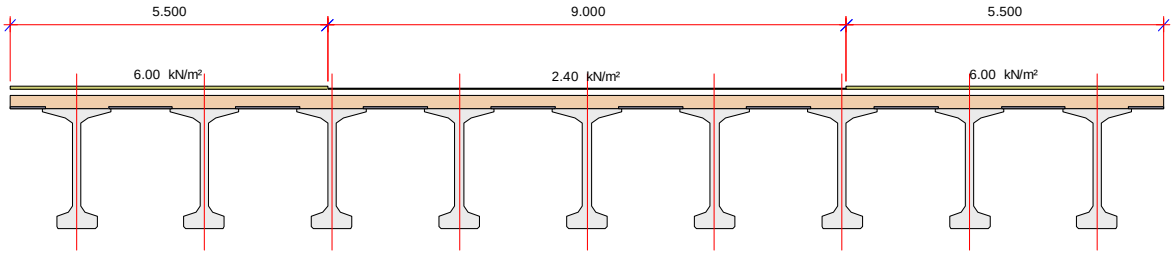
Viga 9

Valores calculados por el programa.

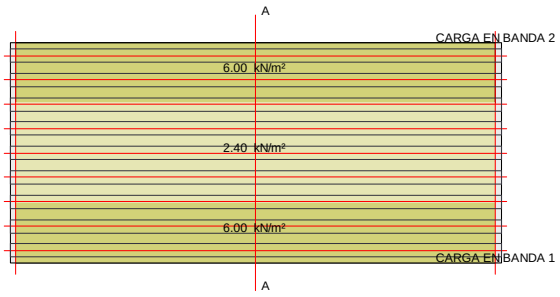
3.9 Acciones

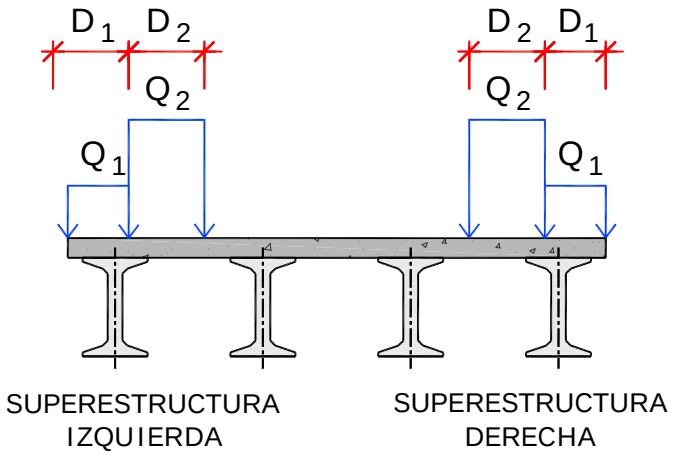
3.9.1 Acciones permanentes

Acciones permanentes
Sección transversal del tablero
Definición de la superestructura y del pavimento



Acciones permanentes
Planta del tablero
Definición de la superestructura y del pavimento





Superestructura en borde izquierdo:

Tramo	Ancho D (m)	Carga superficial Q (kN/m^2)	Incremento (%)
1	5.500	6.00	0.0

Superestructura en borde derecho:

Tramo	Ancho D (m)	Carga superficial Q (kN/m^2)	Incremento (%)
1	5.500	6.00	0.0

Cargas en banda:

Carga en banda número: 1

Carga tipo DC (Elementos no estructurales)

Carga lineal

Punto	x (m)	y (m)	Carga lineal (kN/m)
1	0.000	0.000	1.00
2	43.000	0.000	1.00

Carga en banda número: 2

Carga tipo DC (Elementos no estructurales)

Carga lineal

Punto	x (m)	y (m)	Carga lineal (kN/m)
1	0.000	20.000	1.00
2	43.000	20.000	1.00

Pavimento:

Peso del pavimento	:	2.40	kN/m^2
Incremento de carga del pavimento	:	50.0	%

Acciones reológicas:

Humedad relativa : 70.0 %

Coeficientes de retracción y fluencia:

Viga 1

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.398
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.341

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.398
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.341

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.365
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.323

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada con la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.381
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.318

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.381
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.318

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.349
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.301

PL Peso propio de la losa y recrecido de la losa
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.349
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.301

Acciones que actúan sobre la sección de la viga + losa

SE2 Cargas permanentes sobre la viga + losa
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.139

Coeficiente de retracción en el instante de tesado : 12.260

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima :

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada con la losa encima :

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima : 35.540

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada con la losa encima : 34.098

Valores multiplicados por 100000
Viga 2

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.398
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.341

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.398
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.341

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.365
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.323

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada con la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.381
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.318

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.381
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.318

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.349
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.301

PL Peso propio de la losa y recrecido de la losa
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.349
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.301

Acciones que actúan sobre la sección de la viga + losa

SE2 Cargas permanentes sobre la viga + losa
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.139

Coeficiente de retracción en el instante de tesado : 12.260

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima :

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada con la losa encima :

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima : 35.540

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada con la losa encima : 34.098

Valores multiplicados por 100000
Viga 3

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.398
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.341

PV Peso propio de la viga

Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.398
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.341

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.365
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.323

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada con la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.381
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.318

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.381
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.318

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.349
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.301

PL Peso propio de la losa y recrecido de la losa
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.349
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.301

Acciones que actúan sobre la sección de la viga + losa

SE2 Cargas permanentes sobre la viga + losa
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.139

Coeficiente de retracción en el instante de tesado : 12.260

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima :

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada con la losa encima :

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima : 35.540

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada con la losa encima : 34.098

Valores multiplicados por 100000
Viga 4

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.398
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.341

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.398
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.341

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.365
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.323

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada con la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.381
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.318

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.381
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.318

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.349
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.301

PL Peso propio de la losa y recrecido de la losa
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.349
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.301

Acciones que actúan sobre la sección de la viga + losa

SE2 Cargas permanentes sobre la viga + losa
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.139

Coeficiente de retracción en el instante de tesado : 12.260

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima :

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada con la losa encima :

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima : 35.540

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada con la losa encima : 34.098

Valores multiplicados por 100000
Viga 5

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.398
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.341

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.398
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.341

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.365
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.323

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada con la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.381
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.318

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.381
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.318

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.349
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.301

PL Peso propio de la losa y recrecido de la losa
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.349
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.301

Acciones que actúan sobre la sección de la viga + losa

SE2 Cargas permanentes sobre la viga + losa
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.139

Coeficiente de retracción en el instante de tesado : 12.260

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima :

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada con la losa encima :

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima : 35.540

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada con la losa encima : 34.098

Valores multiplicados por 100000
Viga 6

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.398
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.341

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.398
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.341

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.365
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.323

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada con la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.381
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.318

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.381
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.318

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.349
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.301

PL Peso propio de la losa y recrecido de la losa
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.349
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.301

Acciones que actúan sobre la sección de la viga + losa

SE2 Cargas permanentes sobre la viga + losa
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.139

Coeficiente de retracción en el instante de tesado : 12.260

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima :

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada con la losa encima :

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima : 35.540

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada con la losa encima : 34.098

Valores multiplicados por 100000
Viga 7

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.398
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.341

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.398
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.341

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.365
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.323

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada con la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.381
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.318

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.381
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.318

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.349
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.301

PL Peso propio de la losa y recrecido de la losa
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.349
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.301

Acciones que actúan sobre la sección de la viga + losa

SE2 Cargas permanentes sobre la viga + losa
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.139

Coeficiente de retracción en el instante de tesado : 12.260

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima :

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada con la losa encima :

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima : 35.540

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada con la losa encima : 34.098

Valores multiplicados por 100000
Viga 8

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.398
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.341

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.398
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.341

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.365
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.323

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada con la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.381
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.318

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.381
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.318

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.349
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.301

PL Peso propio de la losa y recrecido de la losa
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.349
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.301

Acciones que actúan sobre la sección de la viga + losa

SE2 Cargas permanentes sobre la viga + losa
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.139

Coeficiente de retracción en el instante de tesado : 12.260

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima :

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada con la losa encima :

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima : 35.540

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada con la losa encima : 34.098

Valores multiplicados por 100000
Viga 9

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.398
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.341

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.398
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.341

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.365
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.323

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada con la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.381
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.318

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.381
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.318

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.349
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.301

PL Peso propio de la losa y recrecido de la losa
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.349
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.301

Acciones que actúan sobre la sección de la viga + losa

SE2 Cargas permanentes sobre la viga + losa
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.139

Coeficiente de retracción en el instante de tesado : 12.260

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima :

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada con la losa encima :

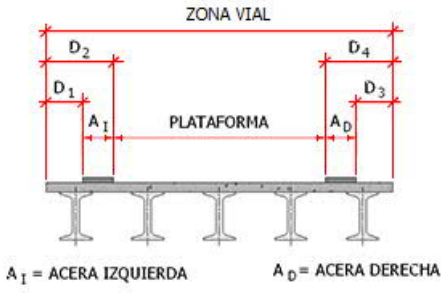
Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima : 35.540

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada con la losa encima : 34.098

Valores multiplicados por 100000

3.9.2 Acciones variables

- Definición de la zona vial :



Distancia D_1	:	0.000 m
Distancia D_2	:	5.500 m
Distancia D_3	:	0.000 m
Distancia D_4	:	5.500 m

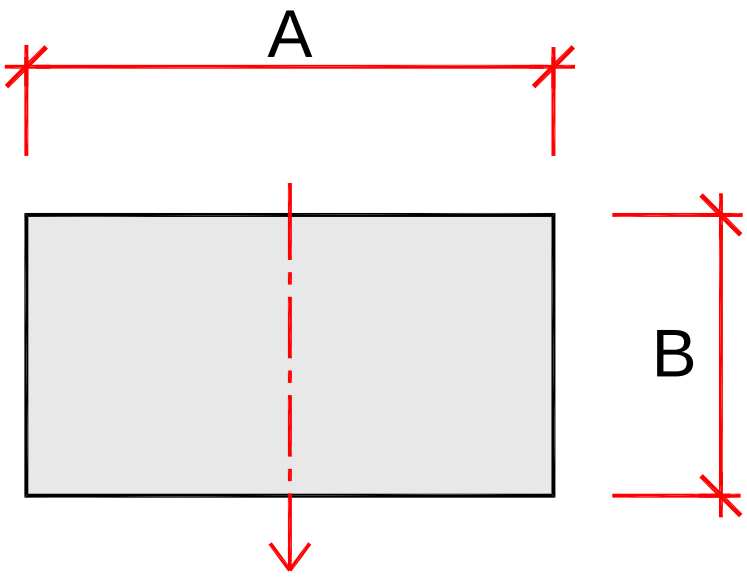
Tráfico sobre plataforma:

- Ancho de los carriles :

Punto	Ancho de plataforma (m)	Ancho de carril (m)
1	0.000	0.000
2	3.000	3.000
3	5.399	3.000
4	5.400	2.700
5	6.000	3.000
6	1000.000	3.000

- Definición de las ruedas del vehículo pesado :

HUELLA DE LAS RUEDAS



SENTIDO DE AVANCE
DEL VEHÍCULO

Rueda	X (m)	Y (m)
1	0.000	-1.000
2	0.000	1.000
3	1.200	-1.000
4	1.200	1.000

- Huellas de las ruedas del vehículo pesado :

Anchura, A : 0.400 m
Longitud, B : 0.400 m

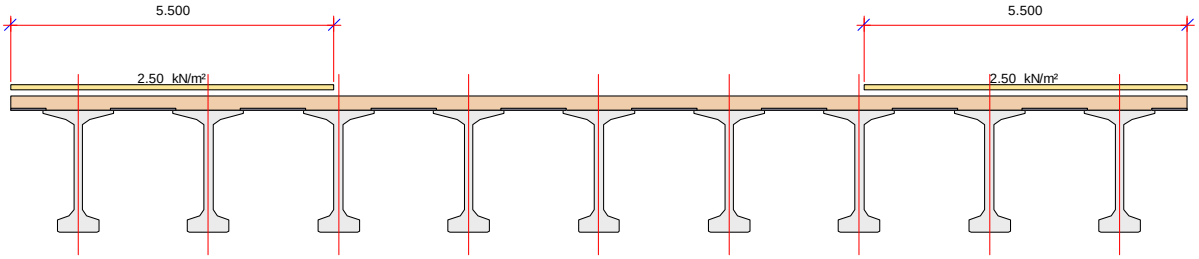
- Valores característicos de las cargas :

Situación	Carga por rueda (kN)	Sobrecarga repartida (kN/m^2)
Carril número 1	149.95	8.99
Carril número 2	99.97	2.50
Carril número 3	49.98	2.50
Resto de carriles	0.00	2.50
Área remanente	0.00	2.50

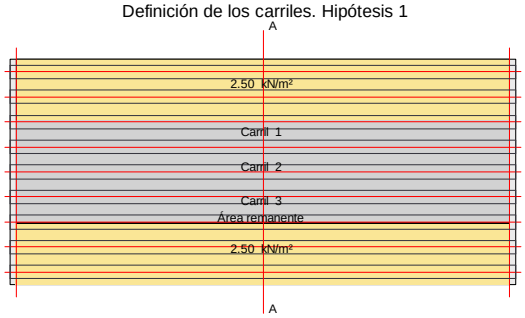
Tráfico sobre aceras:

- Sobrecargas repartidas (valor reducido) :
Acera izquierda : 2.50 kN/m^2
Acera derecha : 2.50 kN/m^2

Acciones variables
Sección transversal del tablero
Definición de la plataforma y de las aceras



Acciones variables
Planta del tablero
Definición de los carriles. Hipótesis 1



Gradiente térmico:

Máxima diferencia térmica entre cara superior e inferior	:	10.5 ºC
Máxima diferencia térmica entre cara inferior y superior	:	8.0 ºC

Acción vertical del viento:

Velocidad básica del viento V_b (T):	:	30.1 m/s
Coeficiente de exposición (C_e):	:	1.5
Coeficiente de fuerza vertical ($C_{f,z}$):	:	0.9

3.10 Coeficientes de seguridad

3.10.1 Coeficientes de mayoración de las acciones, γ_F

ESTADOS LÍMITE ESTRUCTURALES						
	Estado límite de servicio		Estado límite último			
			Situación persistente		Situación accidental	
Coeficiente	Favor.	Desfavor.	Favor.	Desfavor.	Favor.	Desfavor.
Pretesado instantáneo	0.95	1.05	1.00	1.00	1.00	1.00
Postesado instantáneo	0.90	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00
Pérdidas de pretesado	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Pérdidas de postesado	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Peso propio de las vigas	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Peso propio de la losa	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Peso propio de las riostras	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Peso propio de las tierras	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Superestructura	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Descenso de apoyos	0.00	1.00	0.00	1.20	0.00	1.00

Reología	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Tráfico en aceras	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Tráfico en plataforma	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Frenado	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Fuerza centrífuga	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Viento vertical	0.00	1.00	0.00	1.50	0.00	1.00
Temperatura	0.00	1.00	0.00	1.50	0.00	1.00
Sismo	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
Impactos de vehículos	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00

3.10.2 Coeficientes de combinación

Acción	ψ_0	ψ_1	ψ_2
gr_1, vehículos pesados	0.75	0.75	0.00
gr_1, sobrecarga uniforme	0.40	0.40	0.00
gr_1, carga en aceras	0.40	0.40	0.00
gr_2, fuerzas horizontales	0.00	0.00	0.00
Viento	0.60	0.20	0.00
Temperatura	0.60	0.60	0.50

ψ_2 para la sobrecarga uniforme en situación sísmica : : 0.20

3.10.3 Flechas relativas admisibles

Valor frecuente de la sobrecarga de uso. f < 1 / 0.001

3.11 Configuración del cálculo

Coeficientes de anchura eficaz :

Valores calculados automáticamente por el programa.

Efectos diferidos internos de compatibilización :

Se considera la compatibilización de deformaciones por retracción entre viga y losa.
Se considera la compatibilización de deformaciones por fluencia entre viga y losa.
Factor F_j con que multiplicar los esfuerzos internos : Se aplica el factor calculado por el programa.

Cálculo a rotura por flexión :

La prelosa no colabora en la sección resistente de la losa en dirección longitudinal.
La prelosa colabora en la sección resistente de la losa en dirección transversal.

Cálculo a rotura por cortante y torsión :

El ángulo de inclinación de las bielas de compresión para el cálculo a cortante y torsión, se define en una serie de puntos equidistantes entre los extremos de las vigas :

Viga 1

Punto	Ángulo Teta (º)
1	45.0

Viga 2

Punto	Ángulo Teta (º)
1	45.0

Viga 3

Punto	Ángulo Teta (º)
1	45.0

Viga 4

Punto	Ángulo Teta (º)
1	45.0

Viga 5

Punto	Ángulo Teta (º)
1	45.0

Viga 6

Punto	Ángulo Teta (º)
1	45.0

Viga 7

Punto	Ángulo Teta (º)
1	45.0

Viga 8

Punto	Ángulo Teta (º)
1	45.0

Viga 9

Punto	Ángulo Teta (º)
1	45.0

En el cálculo a torsión se consideran independientemente la viga y la losa.

Cálculo a rasante viga - losa
El cálculo se realiza a partir del momento de rotura.

Posiciones del vehículo para el cálculo de las vigas

Número de posiciones en cada carril	:	11

Posiciones del vehículo para el cálculo de la losa

Número de posiciones longitudinales	:	5	
Desplazamiento transversal del vehículo	:	0.500	m

Calculo tensional en las vigas

El cálculo tensional en las vigas utiliza las secciones homogeneizadas.

3.12 Tráfico. Cálculo de la losa

Posiciones del vehículo para el cálculo de la losa

Posiciones de los vehículos para el cálculo de las reacciones en pilas y estribos calculadas por el programa

Número de posiciones longitudinales	:	5
Desplazamiento transversal del vehículo	:	0.500 m

4 Modelo de viga simple (sin losa)

Para el cálculo de la viga simple (antes de fraguar la losa) se adopta un modelo de viga biapoyada discretizada en 10 barras equiespaciadas.

5 Modelo del tablero para el cálculo de las vigas

Para el cálculo de las vigas, una vez fraguada la losa, se adopta un modelo de emparrillado plano formado por barras longitudinales que modelizan la viga más losa, y por barras transversales que modelizan la losa del tablero.

6 Modelo del tablero para el cálculo de la losa

Para el cálculo de la losa del tablero se genera un modelo de emparrillado plano. Las vigas se modelizan mediante barras longitudinales. La losa se modeliza con barras longitudinales y transversales.

7 ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS EN LAS VIGAS

Se listan los valores mínimos y máximos a lo largo de cada viga.

Acción	Viga	Axil (kN)		Flector (kNm)		Cortante (kN)		Torsor (kNm)	
		Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
PV	1	0.0	0.0	-4.7	3477.2	-356.5	356.5	0.0	0.0
PV	2	0.0	0.0	-4.7	3477.2	-356.5	356.5	0.0	0.0
PV	3	0.0	0.0	-4.7	3477.2	-356.5	356.5	0.0	0.0
PV	4	0.0	0.0	-4.7	3477.2	-356.5	356.5	0.0	0.0
PV	5	0.0	0.0	-4.7	3477.2	-356.5	356.5	0.0	0.0
PV	6	0.0	0.0	-4.7	3477.2	-356.5	356.5	0.0	0.0
PV	7	0.0	0.0	-4.7	3477.2	-356.5	356.5	0.0	0.0
PV	8	0.0	0.0	-4.7	3477.2	-356.5	356.5	0.0	0.0
PV	9	0.0	0.0	-4.7	3477.2	-356.5	356.5	0.0	0.0
PL	1	0.0	0.0	-1.8	3257.5	-303.0	303.0	-3.4	3.4
PL	2	0.0	0.0	-1.7	3194.3	-297.2	297.2	-0.0	0.0
PL	3	0.0	0.0	-1.7	3194.3	-297.2	297.2	0.0	0.0
PL	4	0.0	0.0	-1.7	3194.3	-297.2	297.2	-0.0	0.0
PL	5	0.0	0.0	-1.7	3194.3	-297.2	297.2	-0.0	0.0
PL	6	0.0	0.0	-1.7	3194.3	-297.2	297.2	0.0	0.0
PL	7	0.0	0.0	-1.7	3194.3	-297.2	297.2	-0.0	0.0
PL	8	0.0	0.0	-1.7	3194.3	-297.2	297.2	-0.0	0.0
PL	9	0.0	0.0	-1.8	3257.5	-303.0	303.0	-3.4	3.4
PI	1	0.0	7759.7	-6778.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PI	2	0.0	7759.7	-6778.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PI	3	0.0	7759.7	-6778.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PI	4	0.0	7759.7	-6778.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PI	5	0.0	7759.7	-6778.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PI	6	0.0	7759.7	-6778.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PI	7	0.0	7759.7	-6778.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PI	8	0.0	7759.7	-6778.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PI	9	0.0	7759.7	-6778.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SE	1	0.0	0.0	-4.4	3279.9	-308.5	308.5	-20.1	20.1
SE	2	0.0	0.0	0.0	2796.2	-239.7	239.7	-19.5	19.5
SE	3	0.0	0.0	0.0	2391.1	-211.9	211.9	-15.0	15.0
SE	4	0.0	0.0	0.0	2121.9	-182.7	182.7	-8.6	8.6
SE	5	0.0	0.0	0.0	2027.4	-174.6	174.6	-0.0	0.0
SE	6	0.0	0.0	0.0	2121.9	-182.7	182.7	-8.6	8.6
SE	7	0.0	0.0	0.0	2391.1	-211.9	211.9	-15.0	15.0

SE	8	0.0	0.0	0.0	2796.2	-239.7	239.7	-19.5	19.5
SE	9	0.0	0.0	-4.4	3279.9	-308.5	308.5	-20.1	20.1
TRA	1	0.0	0.0	-52.7	1301.0	-123.8	123.8	-11.2	11.2
TRA	2	0.0	0.0	-49.6	941.6	-83.3	83.3	-11.3	11.3
TRA	3	0.0	0.0	-34.1	605.4	-53.5	53.5	-10.1	10.1
TRA	4	0.0	0.0	-0.7	340.1	-24.2	24.2	-7.7	7.7
TRA	5	0.0	0.0	0.0	254.7	-16.3	16.3	-4.6	4.6
TRA	6	0.0	0.0	-0.7	340.1	-24.2	24.2	-7.7	7.7
TRA	7	0.0	0.0	-34.1	605.4	-53.5	53.5	-10.1	10.1
TRA	8	0.0	0.0	-49.6	941.6	-83.3	83.3	-11.3	11.3
TRA	9	0.0	0.0	-52.7	1301.0	-123.8	123.8	-11.2	11.2
TRP	1	0.0	0.0	-356.3	967.9	-63.2	63.2	-40.3	40.3
TRP	2	0.0	0.0	-4.0	2210.2	-181.8	181.8	-42.2	42.2
TRP	3	0.0	0.0	-4.6	3738.1	-383.8	383.8	-38.4	38.4
TRP	4	0.0	0.0	-6.4	4619.3	-510.8	510.8	-32.5	32.5
TRP	5	0.0	0.0	-6.6	4707.9	-511.9	511.9	-24.5	24.5
TRP	6	0.0	0.0	-6.4	4619.3	-510.8	510.8	-32.5	32.5
TRP	7	0.0	0.0	-4.6	3738.1	-383.8	383.8	-38.4	38.4
TRP	8	0.0	0.0	-4.0	2210.2	-181.8	181.8	-42.2	42.2
TRP	9	0.0	0.0	-356.3	967.8	-63.2	63.2	-40.3	40.3
VI	1	0.0	0.0	-886.1	886.1	-80.3	80.3	-3.0	3.0
VI	2	0.0	0.0	-784.5	784.5	-67.4	67.4	-3.2	3.2
VI	3	0.0	0.0	-673.8	673.8	-62.1	62.1	-3.6	3.6
VI	4	0.0	0.0	-538.7	538.7	-51.4	51.4	-4.7	4.7
VI	5	0.0	0.0	-381.6	381.6	-34.0	34.0	-5.3	5.3
VI	6	0.0	0.0	-538.7	538.7	-51.4	51.4	-4.7	4.7
VI	7	0.0	0.0	-673.8	673.8	-62.1	62.1	-3.6	3.6
VI	8	0.0	0.0	-784.5	784.5	-67.4	67.4	-3.2	3.2
VI	9	0.0	0.0	-886.1	886.1	-80.3	80.3	-3.0	3.0
GT	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GT	2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GT	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GT	4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GT	5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GT	6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GT	7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GT	8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GT	9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RTV	1	0.0	351.2	0.0	400.5	0.0	0.0	0.0	0.0
RTV	2	0.0	347.9	0.0	396.9	0.0	0.0	0.0	0.0
RTV	3	0.0	347.9	0.0	396.9	0.0	0.0	0.0	0.0
RTV	4	0.0	347.9	0.0	396.9	0.0	0.0	0.0	0.0
RTV	5	0.0	347.9	0.0	396.9	0.0	0.0	0.0	0.0
RTV	6	0.0	347.9	0.0	396.9	0.0	0.0	0.0	0.0
RTV	7	0.0	347.9	0.0	396.9	0.0	0.0	0.0	0.0
RTV	8	0.0	347.9	0.0	396.9	0.0	0.0	0.0	0.0
RTV	9	0.0	351.2	0.0	400.5	0.0	0.0	0.0	0.0
FLV	1	-582.6	204.5	-708.5	236.4	0.0	0.0	0.0	0.0
FLV	2	-584.5	201.2	-711.2	232.6	0.0	0.0	0.0	0.0
FLV	3	-598.7	199.9	-728.9	231.1	0.0	0.0	0.0	0.0
FLV	4	-608.2	198.6	-740.7	229.6	0.0	0.0	0.0	0.0
FLV	5	-611.5	198.2	-744.8	229.2	0.0	0.0	0.0	0.0
FLV	6	-608.2	198.6	-740.7	229.6	0.0	0.0	0.0	0.0
FLV	7	-598.7	199.9	-728.9	231.1	0.0	0.0	0.0	0.0
FLV	8	-584.5	201.2	-711.2	232.6	0.0	0.0	0.0	0.0
FLV	9	-582.6	204.5	-708.5	236.4	0.0	0.0	0.0	0.0
RTL	1	-351.2	-0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0
RTL	2	-347.9	-0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0
RTL	3	-347.9	-0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0
RTL	4	-347.9	-0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0
RTL	5	-347.9	-0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0
RTL	6	-347.9	-0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0
RTL	7	-347.9	-0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0
RTL	8	-347.9	-0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0
RTL	9	-351.2	-0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0
FLL	1	-204.5	582.6	-8.9	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
FLL	2	-201.2	584.5	-8.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

FLL	3	-199.9	598.7	-8.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FLL	4	-198.6	608.2	-8.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FLL	5	-198.2	611.5	-8.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FLL	6	-198.6	608.2	-8.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FLL	7	-199.9	598.7	-8.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FLL	8	-201.2	584.5	-8.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FLL	9	-204.5	582.6	-8.9	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
PPS	1	-296.8	0.0	0.0	259.4	0.0	0.0	0.0	0.0
PPS	2	-297.8	0.0	0.0	260.3	0.0	0.0	0.0	0.0
PPS	3	-297.8	0.0	0.0	260.3	0.0	0.0	0.0	0.0
PPS	4	-297.8	0.0	0.0	260.3	0.0	0.0	0.0	0.0
PPS	5	-297.8	0.0	0.0	260.3	0.0	0.0	0.0	0.0
PPS	6	-297.8	0.0	0.0	260.3	0.0	0.0	0.0	0.0
PPS	7	-297.8	0.0	0.0	260.3	0.0	0.0	0.0	0.0
PPS	8	-297.8	0.0	0.0	260.3	0.0	0.0	0.0	0.0
PPS	9	-296.8	0.0	0.0	259.4	0.0	0.0	0.0	0.0
PPC	1	-706.4	0.0	0.0	984.9	0.0	0.0	0.0	0.0
PPC	2	-729.2	0.0	0.0	1012.7	0.0	0.0	0.0	0.0
PPC	3	-745.2	0.0	0.0	1034.9	0.0	0.0	0.0	0.0
PPC	4	-756.1	0.0	0.0	1050.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PPC	5	-760.0	0.0	0.0	1055.5	0.0	0.0	0.0	0.0
PPC	6	-756.1	0.0	0.0	1050.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PPC	7	-745.2	0.0	0.0	1034.9	0.0	0.0	0.0	0.0
PPC	8	-729.2	0.0	0.0	1012.7	0.0	0.0	0.0	0.0
PPC	9	-706.4	0.0	0.0	984.9	0.0	0.0	0.0	0.0

Peso propio de las vigas (PV)
Peso propio de la losa (PL)
Pretesado instantáneo (PI)
Superestructura (SE)
Tráfico en aceras (TRA)
Tráfico en plataforma (TRP)
Viento vertical (VI)
Gradiente térmico (GT)
Retracción (esfuerzos en las vigas, RTV)
Fluencia (esfuerzos en las vigas, FLV)
Retracción (esfuerzos en la losa, RTL)
Fluencia (esfuerzos en la losa, FLL)
Pérdidas de pretesado hasta el fraguado de la losa (PPS)
Pérdidas de pretesado entre el fraguado de la losa y tiempo infinito (PPC)

8 FUERZA DE PRETENSADO

8.1 Fuerzas de pretesado

Coeficientes de seguridad empleados : unitarios.

8.1.1 Fuerza de pretesado a lo largo de cada cable en cada instante

P1 : Fuerza de pretesado después de tesar.
Prt1 : Pérdida de pretesado por retracción del hormigón entre P1 y P2.
Pfl1 : Pérdida de pretesado por fluencia del hormigón entre P1 y P2.
Prl1 : Pérdida de pretesado por relajación del acero de la armadura activa entre P1 y P2.
P2 : Fuerza de pretesado tras el fraguado de la losa.
Prt2 : Pérdida de pretesado por retracción del hormigón entre P2 y P3.
Pfl2 : Pérdida de pretesado por fluencia del hormigón entre P2 y P3.
Prl2 : Pérdida de pretesado por relajación del acero de la armadura activa entre P2 y P3.
P3 : Fuerza de pretesado a tiempo infinito.

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 1					
	Fuerza	Pérdidas	Fuerza	Pérdidas	Fuerza

Distancia al eje 1	Fila	P1	Prt1	Pfl1	Prl1	P2	Prt2	Pfl2	Prl2	P3
(m)		(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
21.500	1	2230.6	6.0	48.4	19.8	2156.5	56.3	64.8	47.9	1987.4
21.500	2	2239.4	6.0	48.1	20.2	2165.1	56.9	64.7	48.9	1994.6
21.500	3	2248.1	6.0	47.7	20.6	2173.7	57.5	64.6	49.9	2001.8
21.500	4	1041.6	2.8	21.9	9.7	1007.2	26.8	29.8	23.5	927.2

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 2										
		Fuerza	Pérdidas			Fuerza	Pérdidas			Fuerza
Distancia al eje 1	Fila	P1	Prt1	Pfl1	Prl1	P2	Prt2	Pfl2	Prl2	P3
(m)		(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
21.500	1	2230.6	6.0	48.8	19.8	2156.0	56.3	73.3	47.9	1978.5
21.500	2	2239.4	6.0	48.5	20.2	2164.7	56.9	72.8	48.9	1986.1
21.500	3	2248.1	6.0	48.1	20.6	2173.3	57.5	72.4	49.9	1993.5
21.500	4	1041.6	2.8	22.1	9.7	1007.1	26.8	33.2	23.5	923.6

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 3										
		Fuerza	Pérdidas			Fuerza	Pérdidas			Fuerza
Distancia al eje 1	Fila	P1	Prt1	Pfl1	Prl1	P2	Prt2	Pfl2	Prl2	P3
(m)		(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
21.500	1	2230.6	6.0	48.8	19.8	2156.0	56.3	79.8	47.9	1972.0
21.500	2	2239.4	6.0	48.5	20.2	2164.7	56.9	79.1	48.9	1979.8
21.500	3	2248.1	6.0	48.1	20.6	2173.3	57.5	78.5	49.9	1987.5
21.500	4	1041.6	2.8	22.1	9.7	1007.1	26.8	35.9	23.5	920.9

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 4										
		Fuerza	Pérdidas			Fuerza	Pérdidas			Fuerza
Distancia al eje 1	Fila	P1	Prt1	Pfl1	Prl1	P2	Prt2	Pfl2	Prl2	P3
(m)		(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
21.500	1	2230.6	6.0	48.8	19.8	2156.0	56.3	84.1	47.9	1967.7
21.500	2	2239.4	6.0	48.5	20.2	2164.7	56.9	83.3	48.9	1975.6
21.500	3	2248.1	6.0	48.1	20.6	2173.3	57.5	82.5	49.9	1983.5
21.500	4	1041.6	2.8	22.1	9.7	1007.1	26.8	37.7	23.5	919.1

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 5										
		Fuerza	Pérdidas			Fuerza	Pérdidas			Fuerza
Distancia al eje 1	Fila	P1	Prt1	Pfl1	Prl1	P2	Prt2	Pfl2	Prl2	P3
(m)		(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
21.500	1	2230.6	6.0	48.8	19.8	2156.0	56.3	85.6	47.9	1966.2
21.500	2	2239.4	6.0	48.5	20.2	2164.7	56.9	84.7	48.9	1974.1
21.500	3	2248.1	6.0	48.1	20.6	2173.3	57.5	83.9	49.9	1982.1
21.500	4	1041.6	2.8	22.1	9.7	1007.1	26.8	38.3	23.5	918.5

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 6										
		Fuerza	Pérdidas			Fuerza	Pérdidas			Fuerza
Distancia al eje 1	Fila	P1	Prt1	Pfl1	Prl1	P2	Prt2	Pfl2	Prl2	P3
(m)		(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
21.500	1	2230.6	6.0	48.8	19.8	2156.0	56.3	84.1	47.9	1967.7
21.500	2	2239.4	6.0	48.5	20.2	2164.7	56.9	83.3	48.9	1975.6
21.500	3	2248.1	6.0	48.1	20.6	2173.3	57.5	82.5	49.9	1983.5
21.500	4	1041.6	2.8	22.1	9.7	1007.1	26.8	37.7	23.5	919.1

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 7										
		Fuerza	Pérdidas			Fuerza	Pérdidas			Fuerza
Distancia al eje 1	Fila	P1	Prt1	Pfl1	Prl1	P2	Prt2	Pfl2	Prl2	P3
(m)		(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
21.500	1	2230.6	6.0	48.8	19.8	2156.0	56.3	79.8	47.9	1972.0
21.500	2	2239.4	6.0	48.5	20.2	2164.7	56.9	79.1	48.9	1979.8
21.500	3	2248.1	6.0	48.1	20.6	2173.3	57.5	78.5	49.9	1987.5
21.500	4	1041.6	2.8	22.1	9.7	1007.1	26.8	35.9	23.5	920.9

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 8										
		Fuerza	Pérdidas			Fuerza	Pérdidas			Fuerza
Distancia al eje 1	Fila	P1	Prt1	Pfl1	Prl1	P2	Prt2	Pfl2	Prl2	P3
(m)		(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
21.500	1	2230.6	6.0	48.8	19.8	2156.0	56.3	73.3	47.9	1978.5
21.500	2	2239.4	6.0	48.5	20.2	2164.7	56.9	72.8	48.9	1986.1
21.500	3	2248.1	6.0	48.1	20.6	2173.3	57.5	72.4	49.9	1993.5
21.500	4	1041.6	2.8	22.1	9.7	1007.1	26.8	33.2	23.5	923.6

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 9										
		Fuerza	Pérdidas			Fuerza	Pérdidas			Fuerza
Distancia al eje 1	Fila	P1	Prt1	Pfl1	Prl1	P2	Prt2	Pfl2	Prl2	P3
(m)		(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
21.500	1	2230.6	6.0	48.4	19.8	2156.5	56.3	64.8	47.9	1987.4
21.500	2	2239.4	6.0	48.1	20.2	2165.1	56.9	64.7	48.9	1994.6
21.500	3	2248.1	6.0	47.7	20.6	2173.7	57.5	64.6	49.9	2001.8
21.500	4	1041.6	2.8	21.9	9.7	1007.2	26.8	29.8	23.5	927.2

8.1.2 Pérdidas de pretesado totales

P0 : Fuerza de tesado.
DP1a : Pérdidas de pretesado previas a la transferencia de la fuerza de tesado al hormigón.
DP1b : Pérdidas de pretesado por acortamiento elástico.
DP1 : Pérdidas totales instantáneas de pretesado.
P1 : Fuerza de pretesado tras las pérdidas instantáneas.
DP2 : Pérdidas totales diferidas de pretesado.
DP3 : Pérdidas totales de pretesado.
P2 : Fuerza de pretesado a tiempo infinito.

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 1								
Distancia al eje 1	P0	DP1a	DP1b	DP1	P1	DP2	DP3	P2
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
21.500	8788.5	71.8	957.0	1028.8	7759.7	848.7	1877.5	6911.0

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 2								
Distancia al eje 1	P0	DP1a	DP1b	DP1	P1	DP2	DP3	P2
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
21.500	8788.5	71.8	957.0	1028.8	7759.7	878.0	1906.8	6881.7

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 3								
Distancia al eje 1	P0	DP1a	DP1b	DP1	P1	DP2	DP3	P2

(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
21.500	8788.5	71.8	957.0	1028.8	7759.7	899.5	1928.3	6860.2

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 4

Distancia al eje 1	P0	DP1a	DP1b	DP1	P1	DP2	DP3	P2
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
21.500	8788.5	71.8	957.0	1028.8	7759.7	913.7	1942.6	6845.9

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 5

Distancia al eje 1	P0	DP1a	DP1b	DP1	P1	DP2	DP3	P2
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
21.500	8788.5	71.8	957.0	1028.8	7759.7	918.7	1947.6	6840.9

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 6

Distancia al eje 1	P0	DP1a	DP1b	DP1	P1	DP2	DP3	P2
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
21.500	8788.5	71.8	957.0	1028.8	7759.7	913.7	1942.6	6845.9

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 7

Distancia al eje 1	P0	DP1a	DP1b	DP1	P1	DP2	DP3	P2
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
21.500	8788.5	71.8	957.0	1028.8	7759.7	899.5	1928.3	6860.2

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 8

Distancia al eje 1	P0	DP1a	DP1b	DP1	P1	DP2	DP3	P2
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
21.500	8788.5	71.8	957.0	1028.8	7759.7	878.0	1906.8	6881.7

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 9

Distancia al eje 1	P0	DP1a	DP1b	DP1	P1	DP2	DP3	P2
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
21.500	8788.5	71.8	957.0	1028.8	7759.7	848.7	1877.5	6911.0

8.1.3 Pérdidas de pretesado totales (%)

DP1 : Pérdidas totales instantáneas de pretesado.
DP2 : Pérdidas totales diferidas de pretesado.
DP3 : Pérdidas totales de pretesado.

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 1

Distancia al eje 1	DP1	DP2	DP3
(m)	(%)	(%)	(%)
21.500	11.7	9.7	21.4

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 2

Distancia al eje 1	DP1	DP2	DP3
(m)	(%)	(%)	(%)
21.500	11.7	10.0	21.7

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 3

Distancia al eje 1	DP1	DP2	DP3
(m)	(%)	(%)	(%)
21.500	11.7	10.2	21.9

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 4

Distancia al eje 1	DP1	DP2	DP3
(m)	(%)	(%)	(%)
21.500	11.7	10.4	22.1

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 5

Distancia al eje 1	DP1	DP2	DP3
(m)	(%)	(%)	(%)
21.500	11.7	10.5	22.2

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 6

Distancia al eje 1	DP1	DP2	DP3
(m)	(%)	(%)	(%)
21.500	11.7	10.4	22.1

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 7

Distancia al eje 1	DP1	DP2	DP3
(m)	(%)	(%)	(%)
21.500	11.7	10.2	21.9

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 8

Distancia al eje 1	DP1	DP2	DP3
(m)	(%)	(%)	(%)
21.500	11.7	10.0	21.7

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 9

Distancia al eje 1	DP1	DP2	DP3
(m)	(%)	(%)	(%)
21.500	11.7	9.7	21.4

9 VERIFICACIÓN DEL EL ENCAJE TENSIONAL EN LAS VIGAS

9.1 Tensiones admisibles

Tras la transferencia del pretesado

		Combinación	Cuasi permanente		Frecuente		Característica	
			Considerar	σ_{adm} (MPa)	Considerar	σ_{adm} (MPa)	Considerar	σ_{adm} (MPa)
Viga	Compresiones	Tensiones	Sí	30.00	Sí	30.00	Sí	30.00
	Tracciones	Tensiones	No		Sí	-4.07	No	

Tras el hormigonado de la losa

		Combinación	Cuasi permanente		Frecuente		Característica	
			Considerar	σ_{adm} (MPa)	Considerar	σ_{adm} (MPa)	Considerar	σ_{adm} (MPa)
Viga	Compresiones	Tensiones	Sí	30.00	Sí	30.00	Sí	30.00
	Tracciones	Tensiones	No		Sí	-4.07	No	

Tras la disposición de la superestructura

		Combinación	Cuasi permanente		Frecuente		Característica	
			Considerar	σ_{adm} (MPa)	Considerar	σ_{adm} (MPa)	Considerar	σ_{adm} (MPa)
Losa	Compresiones	Tensiones	Sí	18.00	Sí	18.00	Sí	18.00
	Tracciones	Tensiones	No		No		No	
Viga	Compresiones	Tensiones	Sí	30.00	Sí	30.00	Sí	30.00
	Tracciones	Tensiones	No		Sí	-4.07	No	
Cables pretesado	Tracciones	Tensiones	Sí	0.00	No		No	

Tras la apertura al tráfico

		Combinación	Cuasi permanente		Frecuente		Característica	
			Considerar	σ_{adm} (MPa)	Considerar	σ_{adm} (MPa)	Considerar	σ_{adm} (MPa)
Losa	Compresiones	Tensiones	Sí	18.00	Sí	18.00	Sí	18.00
	Tracciones	Tensiones	No		No		No	
Viga	Compresiones	Tensiones	Sí	30.00	Sí	30.00	Sí	30.00
	Tracciones	Tensiones	No		Sí	-4.07	No	
Cables pretesado	Tracciones	Tensiones	Sí	0.00	No		No	

A tiempo infinito

		Combinación	Cuasi permanente		Frecuente		Característica	
			Considerar	σ_{adm} (MPa)	Considerar	σ_{adm} (MPa)	Considerar	σ_{adm} (MPa)
Losa	Compresiones	Tensiones	Sí	18.00	Sí	18.00	Sí	18.00
	Tracciones	Tensiones	No		No		No	
Viga	Compresiones	Tensiones	Sí	30.00	Sí	30.00	Sí	30.00
	Tracciones	Tensiones	No		Sí	-4.07	No	
Cables pretesado	Tracciones	Tensiones	Sí	0.00	No		No	

Verificación de las tracciones en el hormigón a la altura de los cables:

Se consideran todos los cables.

9.2 Situación persistente. Combinación cuasi permanente

Cables pretesado : se muestran las tensiones en el hormigón a la altura del cable más traccionado.

No se están calculando las tensiones en la prelosa.

Viga 1:

Viga 1. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	24.41	-3.27	3.30				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 1. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.41	-2.00	12.81				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 1. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	15.31	-2.01	15.24	-0.00	2.11	-0.00	3.00
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 1. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	15.31	-2.01	15.24	-0.00	2.11	-0.00	3.00
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 1. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	0.01	12.60	-0.52	13.54	-0.99	3.16	-1.02	3.67
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 2:

Viga 2. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	24.41	-3.27	3.30				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 2. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	18.49	-2.00	12.63				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 2. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	16.07	-2.00	14.73	0.00	1.82	0.00	2.59
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 2. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	16.07	-2.00	14.73	0.00	1.82	0.00	2.59
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 2. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	0.01	13.31	-0.53	13.02	-1.00	2.89	-1.03	3.30
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 3:

Viga 3. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	24.41	-3.27	3.30				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 3. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	18.49	-2.00	12.63				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 3. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	16.57	-2.00	14.43	0.00	1.56	0.00	2.21
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 3. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	16.57	-2.00	14.43	0.00	1.56	0.00	2.21
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 3. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	0.01	13.79	-0.53	12.65	-1.00	2.64	-1.03	2.97
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 4:

Viga 4. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}

	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	24.41	-3.27	3.30				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 4. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	18.49	-2.00	12.63				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 4. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	16.95	-2.00	14.23	0.00	1.38	0.00	1.96
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 4. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	16.95	-2.00	14.23	0.00	1.38	0.00	1.96
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 4. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.01	14.16	-0.53	12.40	-1.00	2.48	-1.03	2.76
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 5:

Viga 5. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	24.41	-3.27	3.30				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 5. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	18.49	-2.00	12.63				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 5. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	17.08	-2.00	14.15	0.00	1.32	0.00	1.88
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 5. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	17.08	-2.00	14.15	0.00	1.32	0.00	1.88
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 5. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.01	14.28	-0.53	12.31	-1.00	2.42	-1.03	2.68
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 6:

Viga 6. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	24.41	-3.27	3.30				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 6. Tras el hormigonado de la losa				
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga	Losa

			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	18.49	-2.00	12.63				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 6. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	16.95	-2.00	14.23	0.00	1.38	0.00	1.96
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 6. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	16.95	-2.00	14.23	0.00	1.38	0.00	1.96
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 6. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.01	14.16	-0.53	12.40	-1.00	2.48	-1.03	2.76
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 7:

Viga 7. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	24.41	-3.27	3.30				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 7. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	18.49	-2.00	12.63				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 7. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	16.57	-2.00	14.43	0.00	1.56	0.00	2.21
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 7. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	16.57	-2.00	14.43	0.00	1.56	0.00	2.21
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 7. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	0.01	13.79	-0.53	12.65	-1.00	2.64	-1.03	2.97
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 8:

Viga 8. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	24.41	-3.27	3.30				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 8. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	18.49	-2.00	12.63				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 8. Tras la disposición de la superestructura

	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	16.07	-2.00	14.73	0.00	1.82	0.00	2.59
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 8. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	16.07	-2.00	14.73	0.00	1.82	0.00	2.59
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 8. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	0.01	13.31	-0.53	13.02	-1.00	2.89	-1.03	3.30
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 9:

Viga 9. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	24.41	-3.27	3.30				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 9. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.41	-2.00	12.81				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 9. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)

Tensión pésima	0.00	0.00	15.31	-2.01	15.24	-0.00	2.11	-0.00	3.00
Tensión admisible	0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 9. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	15.31	-2.01	15.24	-0.00	2.11	-0.00	3.00
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 9. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	0.01	12.60	-0.52	13.54	-0.99	3.16	-1.02	3.67
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

9.3 Situación persistente. Combinación frecuente

Cables pretesado : se muestran las tensiones en el hormigón a la altura del cable más traccionado.

No se están calculando las tensiones en la prelosa.

Viga 1:

Viga 1. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	24.41	-3.27	3.30				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 1. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.41	-2.00	12.81				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 1. Tras la disposición de la superestructura				
	Distancia	Cables	Viga	Losa

	al eje 1	pretesado								
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	15.31	-2.01	15.24	-0.00	2.11	-0.00	3.00
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 1. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	15.51	-2.01	16.02	-0.00	2.79	-0.00	3.96
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 1. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	0.01	12.80	-0.52	14.32	-0.99	3.84	-1.02	4.63
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 2:

Viga 2. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	24.41	-3.27	3.30				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 2. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	18.49	-2.00	12.63				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 2. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	16.07	-2.00	14.73	0.00	1.82	0.00	2.59

Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 2. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	16.21	-2.00	15.97	-0.00	2.90	-0.00	4.11
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 2. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	0.01	13.46	-0.53	14.25	-1.00	3.96	-1.03	4.82
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 3:

Viga 3. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	24.41	-3.27	3.30				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 3. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	18.49	-2.00	12.63				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 3. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	16.57	-2.00	14.43	0.00	1.56	0.00	2.21
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 3. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	16.70	-2.00	16.28	-0.00	3.17	-0.00	4.50
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 3. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.38	-0.74	13.92	-0.53	14.50	-1.00	4.26	-1.03	5.26
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 4:

Viga 4. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	24.41	-3.27	3.30				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 4. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	18.49	-2.00	12.63				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 4. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	16.95	-2.00	14.23	0.00	1.38	0.00	1.96
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 4. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}

	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	17.06	-2.00	16.43	-0.00	3.30	-0.00	4.68
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 4. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.77	-1.15	14.26	-0.53	14.60	-1.00	4.40	-1.03	5.47
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 5:

Viga 5. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	24.41	-3.27	3.30				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 5. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	18.49	-2.00	12.63				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 5. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	17.08	-2.00	14.15	0.00	1.32	0.00	1.88
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 5. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	17.15	-2.00	16.36	-0.00	3.24	-0.00	4.59
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 5. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.61	-0.98	14.36	-0.53	14.51	-1.00	4.34	-1.03	5.39
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 6:

Viga 6. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	24.41	-3.27	3.30				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 6. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	18.49	-2.00	12.63				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 6. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	16.95	-2.00	14.23	0.00	1.38	0.00	1.96
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 6. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	17.06	-2.00	16.43	-0.00	3.30	-0.00	4.68
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 6. A tiempo infinito				
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga	Losa

			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.77	-1.15	14.26	-0.53	14.60	-1.00	4.40	-1.03	5.47
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 7:

Viga 7. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	24.41	-3.27	3.30				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 7. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	18.49	-2.00	12.63				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 7. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	16.57	-2.00	14.43	0.00	1.56	0.00	2.21
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 7. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	16.70	-2.00	16.28	-0.00	3.17	-0.00	4.50
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 7. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.38	-0.74	13.92	-0.53	14.50	-1.00	4.26	-1.03	5.26
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 8:

Viga 8. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	24.41	-3.27	3.30				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 8. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	18.49	-2.00	12.63				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 8. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	16.07	-2.00	14.73	0.00	1.82	0.00	2.59
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 8. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	16.21	-2.00	15.97	-0.00	2.90	-0.00	4.11
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 8. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	0.01	13.46	-0.53	14.25	-1.00	3.96	-1.03	4.82
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 9:

Viga 9. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	24.41	-3.27	3.30				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 9. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.41	-2.00	12.81				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 9. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	15.31	-2.01	15.24	-0.00	2.11	-0.00	3.00
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 9. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	15.51	-2.01	16.02	-0.00	2.79	-0.00	3.96
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 9. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	0.01	12.80	-0.52	14.32	-0.99	3.84	-1.02	4.63
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

9.4 Situación persistente. Combinación característica

Cables pretesado : se muestran las tensiones en el hormigón a la altura del cable más traccionado.

No se están calculando las tensiones en la prelosa.

Viga 1:

Viga 1. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	24.41	-3.27	3.30				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 1. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.41	-2.00	12.81				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 1. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	15.31	-2.01	15.24	-0.00	2.11	-0.00	3.00
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 1. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.99	-1.43	16.18	-2.01	17.31	-0.00	3.91	-0.01	5.56
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 1. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-2.58	-3.02	13.47	-0.52	15.61	-0.99	4.96	-1.02	6.22
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 2:

Viga 2. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	24.41	-3.27	3.30				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 2. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	18.49	-2.00	12.63				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 2. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	16.07	-2.00	14.73	0.00	1.82	0.00	2.59
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 2. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-1.48	-1.94	16.79	-2.00	17.45	-0.00	4.19	-0.00	5.94
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 2. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-3.16	-3.62	14.04	-0.53	15.74	-1.00	5.25	-1.03	6.65
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 3:

Viga 3. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	

		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	24.41	-3.27	3.30				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 3. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	18.49	-2.00	12.63				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 3. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	16.57	-2.00	14.43	0.00	1.56	0.00	2.21
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 3. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-2.79	-3.30	17.21	-2.01	17.99	-0.00	4.66	-0.00	6.60
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 3. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-4.53	-5.04	14.43	-0.53	16.21	-1.00	5.74	-1.03	7.36
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 4:

Viga 4. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	24.41	-3.27	3.30				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 4. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga					Losa		
			Fibra inferior			Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	18.49	-2.00	12.63				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 4. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	16.95	-2.00	14.23	0.00	1.38	0.00	1.96
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 4. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-3.28	-3.80	17.48	-2.01	18.19	-0.00	4.83	-0.00	6.85
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 4. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-5.05	-5.57	14.68	-0.53	16.36	-1.00	5.93	-1.03	7.64
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 5:

Viga 5. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	24.41	-3.27	3.30				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 5. Tras el hormigonado de la losa				
	Distancia	Cables	Viga	Losa

	al eje 1	pretesado								
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	18.49	-2.00	12.63				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 5. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	17.08	-2.00	14.15	0.00	1.32	0.00	1.88
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 5. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-2.94	-3.45	17.44	-2.01	18.05	-0.00	4.71	-0.00	6.68
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 5. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-4.72	-5.23	14.64	-0.53	16.21	-1.00	5.81	-1.03	7.48
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 6:

Viga 6. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	24.41	-3.27	3.30				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 6. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	18.49	-2.00	12.63				

Tensión admisible	30.00	30.00

Se cumple la verificación

Viga 6. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	16.95	-2.00	14.23	0.00	1.38	0.00	1.96
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 6. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-3.28	-3.80	17.48	-2.01	18.19	-0.00	4.83	-0.00	6.85
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 6. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-5.05	-5.57	14.68	-0.53	16.36	-1.00	5.93	-1.03	7.64
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 7:

Viga 7. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	24.41	-3.27	3.30				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 7. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	18.49	-2.00	12.63				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 7. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	16.57	-2.00	14.43	0.00	1.56	0.00	2.21
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 7. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-2.79	-3.30	17.21	-2.01	17.99	-0.00	4.66	-0.00	6.60
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 7. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-4.53	-5.04	14.43	-0.53	16.21	-1.00	5.74	-1.03	7.36
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 8:

Viga 8. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	24.41	-3.27	3.30				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 8. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	18.49	-2.00	12.63				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 8. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}

	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	16.07	-2.00	14.73	0.00	1.82	0.00	2.59
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 8. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-1.48	-1.94	16.79	-2.00	17.45	-0.00	4.19	-0.00	5.94
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 8. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-3.16	-3.62	14.04	-0.53	15.74	-1.00	5.25	-1.03	6.65
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 9:

Viga 9. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	24.41	-3.27	3.30				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 9. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	18.41	-2.00	12.81				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 9. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	15.31	-2.01	15.24	-0.00	2.11	-0.00	3.00
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 9. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.99	-1.43	16.18	-2.01	17.31	-0.00	3.91	-0.01	5.56
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 9. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-2.58	-3.02	13.47	-0.52	15.61	-0.99	4.96	-1.02	6.22
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

9.5 Resumen de verificaciones

Viga 1. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 1. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 1. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 6. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 6. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 6. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 7. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 7. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 7. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 8. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 8. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 8. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 9. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 9. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 9. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

10 VERIFICACIÓN DEL EL FISURACIÓN EN LAS VIGAS

Variables definidas en el artículo 49.2.4 de la EHE08

s_d	:	Distancia al eje de apoyo 1 de la viga.
N_d	:	Axil de cálculo. Compresiones positivas
M_d	:	Flector de cálculo. Positivo tracciona la fibra inferior.
Sep	:	Separación entre armaduras.
r_g	:	Recubrimiento geométrico de las armaduras traccionadas.
ϕ_{max}	:	Diámetro de la barra pasiva traccionada más gruesa o diámetro equivalente en grupos de barras.
A_{cef}	:	Área de hormigón de la zona de recubrimiento.
A_s	:	Área total de las armaduras dentro de A_{cef}
K_1	:	Coeficiente que depende del diagrama de deformaciones.
ε_{inf}	:	Deformación de la fibra inferior de la viga debida a los esfuerzos de cálculo.
ε_{sup}	:	Deformación de la fibra superior dela viga debida a los esfuerzos de cálculo.
σ_s	:	Tensión de la armadura pasiva en sección fisurada con los esfuerzos de cálculo.
σ_{sr}	:	Tensión de la armadura pasiva en sección fisurada en el momento de la fisuración.
S_m	:	Separación media entre fisuras
ε_{sm}	:	Alargamiento medio de las armaduras
W_k	:	Abertura media de fisura
$W_{k\ adm}$	:	Abertura de fisura admisible

NOTA : Sólo se listan los valores para los que se supera el valor de la tensión máxima de tracción ($f_{ct,m}$).

NOTA : El cálculo de las aberturas de fisura se lleva a cabo cuando N_d > 98.1 kN o M_d > 98.1 kNm.

10.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente

No procede la comprobación.

10.2 Situación persistente. Combinación frecuente

Cálculo de las aberturas de fisura

Viga 1:

No se supera en ningún caso el valor de la tensión máxima de tracción ($f_{ct,m}$).
Se cumple la verificación

Viga 2:

No se supera en ningún caso el valor de la tensión máxima de tracción ($f_{ct,m}$).
Se cumple la verificación

Viga 3:

No se supera en ningún caso el valor de la tensión máxima de tracción ($f_{ct,m}$).
Se cumple la verificación

Viga 4:

No se supera en ningún caso el valor de la tensión máxima de tracción ($f_{ct,m}$).
Se cumple la verificación

Viga 5:

No se supera en ningún caso el valor de la tensión máxima de tracción ($f_{ct,m}$).
Se cumple la verificación

Viga 6:

No se supera en ningún caso el valor de la tensión máxima de tracción ($f_{ct,m}$).
Se cumple la verificación

Viga 7:

No se supera en ningún caso el valor de la tensión máxima de tracción ($f_{ct,m}$).
Se cumple la verificación

Viga 8:

No se supera en ningún caso el valor de la tensión máxima de tracción ($f_{ct,m}$).
Se cumple la verificación

Viga 9:

No se supera en ningún caso el valor de la tensión máxima de tracción ($f_{ct,m}$).
Se cumple la verificación

10.3 Situación persistente. Combinación característica

No procede la comprobación.

10.4 Resumen de verificaciones

Viga 1. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 1. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 1. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 6. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 6. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 6. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 7. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 7. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 7. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 8. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 8. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 8. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 9. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 9. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 9. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

11 ROTURA POR FLEXIÓN EN LAS VIGAS

M_{dA}: Momento mayorado sin decalar
M_{dB}: Momento mayorado decalado
M_u : Momento último
S_d : Longitud de decalaje

Armaduras dispuestas

Viga 1:

Armadura de refuerzo por flexión:

No se ha definido armadura de refuerzo a flexión.

Armadura en extremos:

Extremo	Tipo	nº	ϕ	Longitud

				(m)
1	R-1	2	Ø32	4.024
2	R-1	2	Ø32	4.024

Viga 2:

Armadura de refuerzo por flexión:

No se ha definido armadura de refuerzo a flexión.

Armadura en extremos:

Extremo	Tipo	nº	ϕ	Longitud (m)
1	R-1	2	Ø32	4.024
2	R-1	2	Ø32	4.024

Viga 3:

Armadura de refuerzo por flexión:

No se ha definido armadura de refuerzo a flexión.

Armadura en extremos:

Extremo	Tipo	nº	ϕ	Longitud (m)
1	R-1	3	Ø32	4.024
2	R-1	3	Ø32	4.024

Viga 4:

Armadura de refuerzo por flexión:

No se ha definido armadura de refuerzo a flexión.

Armadura en extremos:

Extremo	Tipo	nº	ϕ	Longitud (m)
1	R-1	3	Ø32	4.024
2	R-1	3	Ø32	4.024

Viga 5:

Armadura de refuerzo por flexión:

No se ha definido armadura de refuerzo a flexión.

Armadura en extremos:

Extremo	Tipo	nº	ϕ	Longitud (m)
1	R-1	3	Ø32	4.024
2	R-1	3	Ø32	4.024

Viga 6:

Armadura de refuerzo por flexión:

No se ha definido armadura de refuerzo a flexión.

Armadura en extremos:

Extremo	Tipo	nº	ϕ	Longitud (m)
1	R-1	3	Ø32	4.024
2	R-1	3	Ø32	4.024

Viga 7:

Armadura de refuerzo por flexión:

No se ha definido armadura de refuerzo a flexión.

Armadura en extremos:

Extremo	Tipo	nº	ϕ	Longitud (m)
1	R-1	3	Ø32	4.024
2	R-1	3	Ø32	4.024

Viga 8:

Armadura de refuerzo por flexión:

No se ha definido armadura de refuerzo a flexión.

Armadura en extremos:

Extremo	Tipo	nº	ϕ	Longitud (m)
1	R-1	2	Ø32	4.024
2	R-1	2	Ø32	4.024

Viga 9:

Armadura de refuerzo por flexión:

No se ha definido armadura de refuerzo a flexión.

Armadura en extremos:

Extremo	Tipo	nº	ϕ	Longitud (m)
1	R-1	2	Ø32	4.024
2	R-1	2	Ø32	4.024

Se listan los valores correspondientes al mínimo coeficiente de seguridad y al centro de la viga

11.1 Situación persistente. Combinación fundamental

Viga 1:

Viga 1. Tras la apertura al tráfico

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
20.067	17209.3	2.013	17380.0	19142.3	1.101	

21.500	17380.0	2.013	17380.0	19156.2	1.102	

Viga 1. A tiempo infinito

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
20.067	17209.3	2.013	17380.0	19142.3	1.101	
21.500	17380.0	2.013	17380.0	19156.2	1.102	

Viga 2:

Viga 2. Tras la apertura al tráfico

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
21.500	17742.2	2.013	17742.2	19126.5	1.078	

Viga 2. A tiempo infinito

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
21.500	17742.2	2.013	17742.2	19126.5	1.078	

Viga 3:

Viga 3. Tras la apertura al tráfico

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
21.500	18704.6	2.013	18704.6	19126.5	1.023	

Viga 3. A tiempo infinito

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
21.500	18704.6	2.013	18704.6	19126.5	1.023	

Viga 4:

Viga 4. Tras la apertura al tráfico

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
21.500	19051.1	2.013	19051.1	19126.5	1.004	

Viga 4. A tiempo infinito

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
21.500	19051.1	2.013	19051.1	19126.5	1.004	

Viga 5:

Viga 5. Tras la apertura al tráfico

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
21.500	18786.4	2.013	18786.4	19126.5	1.018	

Viga 5. A tiempo infinito

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
21.500	18786.4	2.013	18786.4	19126.5	1.018	

Viga 6:

Viga 6. Tras la apertura al tráfico

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
21.500	19051.1	2.013	19051.1	19126.5	1.004	

Viga 6. A tiempo infinito

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
21.500	19051.1	2.013	19051.1	19126.5	1.004	

Viga 7:

Viga 7. Tras la apertura al tráfico

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
21.500	18704.6	2.013	18704.6	19126.5	1.023	

Viga 7. A tiempo infinito

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
21.500	18704.6	2.013	18704.6	19126.5	1.023	

Viga 8:

Viga 8. Tras la apertura al tráfico

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
21.500	17742.2	2.013	17742.2	19126.5	1.078	

Viga 8. A tiempo infinito

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
21.500	17742.2	2.013	17742.2	19126.5	1.078	

Viga 9:

Viga 9. Tras la apertura al tráfico

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
20.067	17209.3	2.013	17380.0	19142.3	1.101	
21.500	17380.0	2.013	17380.0	19156.2	1.102	

Viga 9. A tiempo infinito

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
20.067	17209.3	2.013	17380.0	19142.3	1.101	

21.500	17380.0	2.013	17380.0	19156.2	1.102

11.2 Resumen de verificaciones

Viga 1. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 6. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 7. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 8. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 9. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

12 ROTURA POR CORTANTE EN LAS VIGAS

V_d-, V_d+	:	Cortante mínimo y máximo mayorado (sin el pretensado)
V_{pd}-, V_{pd}+	:	Cortante mínimo y máximo de pretensado
N_{pd}-, N_{pd}+	:	Axil mínimo y máximo de pretensado
M_d-, M_d+	:	Flector mínimo y máximo mayorado
V_{rd}	:	Cortante efectivo ($V_{rd} = V_d + V_{pd}$)
V_{u1}	:	Resistencia de las bielas de compresión
V_{cu}	:	Contribución del hormigón a la resistencia a cortante
V_{su}	:	Contribución de las armaduras a la resistencia a cortante
V_{u2}	:	Resistencia a cortante
A_{st}	:	Armadura de cálculo necesaria a cortante
$A_{st\ min}$	:	Armadura mínima de cortante
$S_{max\ long}$	:	Separación longitudinal máxima entre cercos de cortante

Se listan los valores correspondientes a la armadura transversal máxima y al resultado más desfavorable relativo a la resistencia de las bielas de compresión

12.1 Situación persistente. Combinación fundamental

Viga 1:

Viga 1. Tras la apertura al tráfico				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
1.810	1504.8	3700.9	0.407	Cumple

Viga 1. Tras la apertura al tráfico							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
1.810	1504.8	307.7	1197.0	1504.8	14.5	2.0	0.450

Viga 1. A tiempo infinito				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
1.810	1504.8	3669.4	0.410	Cumple

Viga 1. A tiempo infinito							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
1.810	1504.8	292.2	1212.6	1504.8	14.7	2.0	0.450

Viga 2:

Viga 2. Tras la apertura al tráfico				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
1.810	1510.6	3703.2	0.408	Cumple

Viga 2. Tras la apertura al tráfico							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
1.810	1510.6	308.8	1201.8	1510.6	14.6	2.0	0.450

Viga 2. A tiempo infinito				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
1.810	1510.6	3670.9	0.412	Cumple

Viga 2. A tiempo infinito							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
1.810	1510.6	293.0	1217.6	1510.6	14.8	2.0	0.450

Viga 3:

Viga 3. Tras la apertura al tráfico				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
41.190	1694.2	3704.8	0.457	Cumple

Viga 3. Tras la apertura al tráfico
Armadura de cortante

Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
41.190	-1694.2	308.5	1385.7	1694.2	16.8	2.0	0.450

Viga 3. A tiempo infinito				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
41.190	1694.2	3672.3	0.461	Cumple

Viga 3. A tiempo infinito							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
41.190	-1694.2	292.6	1401.6	1694.2	17.0	2.0	0.450

Viga 4:

Viga 4. Tras la apertura al tráfico				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
41.190	1780.9	3704.8	0.481	Cumple

Viga 4. Tras la apertura al tráfico							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
41.190	-1780.9	308.5	1472.4	1780.9	17.8	2.0	0.450

Viga 4. A tiempo infinito				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
41.190	1780.9	3672.2	0.485	Cumple

Viga 4. A tiempo infinito							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
41.190	-1780.9	292.5	1488.3	1780.9	18.0	2.0	0.450

Viga 5:

Viga 5. Tras la apertura al tráfico				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones

(m)	(kN)	(kN)		
41.190	1743.4	3704.8	0.471	Cumple

Viga 5. Tras la apertura al tráfico							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
41.190	-1743.4	308.5	1435.0	1743.4	17.4	2.0	0.450

Viga 5. A tiempo infinito				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
41.190	1743.4	3672.1	0.475	Cumple

Viga 5. A tiempo infinito							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
41.190	-1743.4	292.5	1450.9	1743.4	17.6	2.0	0.450

Viga 6:

Viga 6. Tras la apertura al tráfico				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
41.190	1780.9	3704.8	0.481	Cumple

Viga 6. Tras la apertura al tráfico							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
41.190	-1780.9	308.5	1472.4	1780.9	17.8	2.0	0.450

Viga 6. A tiempo infinito				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
41.190	1780.9	3672.2	0.485	Cumple

Viga 6. A tiempo infinito							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
41.190	-1780.9	292.5	1488.3	1780.9	18.0	2.0	0.450

Viga 7:

Viga 7. Tras la apertura al tráfico				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
41.190	1694.2	3704.8	0.457	Cumple

Viga 7. Tras la apertura al tráfico							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
41.190	-1694.2	308.5	1385.8	1694.2	16.8	2.0	0.450

Viga 7. A tiempo infinito				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
41.190	1694.2	3672.3	0.461	Cumple

Viga 7. A tiempo infinito							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
41.190	-1694.2	292.6	1401.6	1694.2	17.0	2.0	0.450

Viga 8:

Viga 8. Tras la apertura al tráfico				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
1.810	1510.6	3703.2	0.408	Cumple

Viga 8. Tras la apertura al tráfico							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
1.810	1510.6	308.8	1201.8	1510.6	14.6	2.0	0.450

Viga 8. A tiempo infinito				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
1.810	1510.6	3670.9	0.412	Cumple

Viga 8. A tiempo infinito							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$

(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
1.810	1510.6	293.0	1217.6	1510.6	14.8	2.0	0.450

Viga 9:

Viga 9. Tras la apertura al tráfico				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
1.810	1504.8	3700.9	0.407	Cumple

Viga 9. Tras la apertura al tráfico							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
1.810	1504.8	307.7	1197.0	1504.8	14.5	2.0	0.450

Viga 9. A tiempo infinito				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
1.810	1504.8	3669.4	0.410	Cumple

Viga 9. A tiempo infinito							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
1.810	1504.8	292.2	1212.6	1504.8	14.7	2.0	0.450

12.2 Resumen de armaduras

Viga 1			
Distancia al eje 1	A_{st}	A_{stmin}	A_{st} dispuesta
(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
-0.490	0.0	0.0	0.0
-0.001	0.0	0.0	0.0
0.001	8.5	9.5	9.5
0.942	5.6	9.5	9.5
1.290	5.3	9.5	9.5
1.433	7.6	7.5	7.6
1.810	14.7	2.0	14.7
2.187	14.1	2.0	14.1
2.867	12.8	2.0	12.8
4.300	11.3	2.0	11.3
5.733	10.0	2.0	10.0
6.167	9.3	2.0	9.3
6.834	8.2	2.0	8.2
7.167	7.9	2.0	7.9
8.600	6.5	2.0	6.5
9.500	5.7	2.0	5.7
10.033	5.1	2.0	5.1
10.821	4.1	2.0	4.1

11.467	3.5	2.0	3.5
12.900	2.2	2.0	2.2
14.333	1.0	2.0	2.0
15.767	0.0	0.0	0.0
17.200	0.0	0.0	0.0
18.633	0.0	0.0	0.0
20.067	0.0	0.0	0.0
21.500	0.0	0.0	0.0
22.933	0.0	0.0	0.0
24.367	0.0	0.0	0.0
25.800	0.0	0.0	0.0
27.233	0.0	0.0	0.0
28.667	1.0	2.0	2.0
30.100	2.2	2.0	2.2
31.533	3.5	2.0	3.5
32.179	4.1	2.0	4.1
32.967	5.1	2.0	5.1
33.500	5.7	2.0	5.7
34.400	6.5	2.0	6.5
35.833	7.9	2.0	7.9
36.166	8.2	2.0	8.2
36.833	9.3	2.0	9.3
37.267	10.0	2.0	10.0
38.700	11.3	2.0	11.3
40.133	12.8	2.0	12.8
40.813	14.1	2.0	14.1
41.190	14.7	2.0	14.7
41.567	7.6	7.5	7.6
41.710	5.3	9.5	9.5
42.058	5.6	9.5	9.5
42.999	8.5	9.5	9.5
43.001	0.0	0.0	0.0
43.490	0.0	0.0	0.0

Viga 2

Distancia al eje 1	A_{st}	A_{stmin}	$A_{st\ dispuesta}$
(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
-0.490	0.0	0.0	0.0
-0.001	0.0	0.0	0.0
0.001	8.4	9.5	9.5
0.942	5.6	9.5	9.5
1.290	5.3	9.5	9.5
1.433	7.6	7.5	7.6
1.810	14.8	2.0	14.8
2.187	14.2	2.0	14.2
2.867	13.0	2.0	13.0
4.300	11.5	2.0	11.5
5.733	10.3	2.0	10.3
6.167	9.6	2.0	9.6
6.834	8.5	2.0	8.5
7.167	8.2	2.0	8.2
8.600	6.9	2.0	6.9
9.500	6.1	2.0	6.1
10.033	5.5	2.0	5.5
10.821	4.5	2.0	4.5
11.467	3.9	2.0	3.9
12.900	2.6	2.0	2.6
14.333	1.3	2.0	2.0
15.767	0.0	0.0	0.0
17.200	0.0	0.0	0.0
18.633	0.0	0.0	0.0
20.067	0.0	0.0	0.0
21.500	0.0	0.0	0.0
22.933	0.0	0.0	0.0
24.367	0.0	0.0	0.0
25.800	0.0	0.0	0.0

27.233	0.0	0.0	0.0
28.667	1.3	2.0	2.0
30.100	2.6	2.0	2.6
31.533	3.9	2.0	3.9
32.179	4.5	2.0	4.5
32.967	5.5	2.0	5.5
33.500	6.1	2.0	6.1
34.400	6.9	2.0	6.9
35.833	8.2	2.0	8.2
36.166	8.5	2.0	8.5
36.833	9.6	2.0	9.6
37.267	10.3	2.0	10.3
38.700	11.5	2.0	11.5
40.133	13.0	2.0	13.0
40.813	14.2	2.0	14.2
41.190	14.8	2.0	14.8
41.567	7.6	7.5	7.6
41.710	5.3	9.5	9.5
42.058	5.6	9.5	9.5
42.999	8.4	9.5	9.5
43.001	0.0	0.0	0.0
43.490	0.0	0.0	0.0

Viga 3

Distancia al eje 1	A_{st}	A_{stmin}	$A_{st\ dispuesta}$
(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
-0.490	0.0	0.0	0.0
-0.001	0.0	0.0	0.0
0.001	10.7	9.5	10.7
0.942	7.9	9.5	9.5
1.290	7.6	9.5	9.5
1.433	9.9	7.5	9.9
1.810	17.0	2.0	17.0
2.187	16.3	2.0	16.3
2.867	15.0	2.0	15.0
4.300	13.3	2.0	13.3
5.733	11.9	2.0	11.9
6.167	11.2	2.0	11.2
6.834	10.0	2.0	10.0
7.167	9.7	2.0	9.7
8.600	8.3	2.0	8.3
9.500	7.5	2.0	7.5
10.033	6.9	2.0	6.9
10.821	5.9	2.0	5.9
11.467	5.4	2.0	5.4
12.900	4.1	2.0	4.1
14.333	2.8	2.0	2.8
15.767	1.6	2.0	2.0
17.200	0.0	0.0	0.0
18.633	0.0	0.0	0.0
20.067	0.0	0.0	0.0
21.500	0.0	0.0	0.0
22.933	0.0	0.0	0.0
24.367	0.0	0.0	0.0
25.800	0.0	0.0	0.0
27.233	1.6	2.0	2.0
28.667	2.8	2.0	2.8
30.100	4.1	2.0	4.1
31.533	5.4	2.0	5.4
32.179	5.9	2.0	5.9
32.967	6.9	2.0	6.9
33.500	7.5	2.0	7.5
34.400	8.3	2.0	8.3
35.833	9.7	2.0	9.7
36.166	10.0	2.0	10.0
36.833	11.2	2.0	11.2

37.267	11.9	2.0	11.9
38.700	13.3	2.0	13.3
40.133	15.0	2.0	15.0
40.813	16.3	2.0	16.3
41.190	17.0	2.0	17.0
41.567	9.9	7.5	9.9
41.710	7.6	9.5	9.5
42.058	7.9	9.5	9.5
42.999	10.7	9.5	10.7
43.001	0.0	0.0	0.0
43.490	0.0	0.0	0.0

Viga 4

Distancia al eje 1	A_{st}	A_{stmin}	$A_{st\ dispuesta}$
(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
-0.490	0.0	0.0	0.0
-0.001	0.0	0.0	0.0
0.001	11.7	9.5	11.7
0.942	8.9	9.5	9.5
1.290	8.6	9.5	9.5
1.433	10.9	7.5	10.9
1.810	18.0	2.0	18.0
2.187	17.4	2.0	17.4
2.867	16.0	2.0	16.0
4.300	14.2	2.0	14.2
5.733	12.7	2.0	12.7
6.167	12.0	2.0	12.0
6.834	10.8	2.0	10.8
7.167	10.5	2.0	10.5
8.600	9.1	2.0	9.1
9.500	8.3	2.0	8.3
10.033	7.8	2.0	7.8
10.821	6.8	2.0	6.8
11.467	6.2	2.0	6.2
12.900	4.9	2.0	4.9
14.333	3.7	2.0	3.7
15.767	2.4	2.0	2.4
17.200	1.2	2.0	2.0
18.633	0.0	0.0	0.0
20.067	0.0	0.0	0.0
21.500	0.0	0.0	0.0
22.933	0.0	0.0	0.0
24.367	0.0	0.0	0.0
25.800	1.2	2.0	2.0
27.233	2.4	2.0	2.4
28.667	3.7	2.0	3.7
30.100	4.9	2.0	4.9
31.533	6.2	2.0	6.2
32.179	6.8	2.0	6.8
32.967	7.8	2.0	7.8
33.500	8.3	2.0	8.3
34.400	9.1	2.0	9.1
35.833	10.5	2.0	10.5
36.166	10.8	2.0	10.8
36.833	12.0	2.0	12.0
37.267	12.7	2.0	12.7
38.700	14.2	2.0	14.2
40.133	16.0	2.0	16.0
40.813	17.4	2.0	17.4
41.190	18.0	2.0	18.0
41.567	10.9	7.5	10.9
41.710	8.6	9.5	9.5
42.058	8.9	9.5	9.5
42.999	11.7	9.5	11.7
43.001	0.0	0.0	0.0
43.490	0.0	0.0	0.0

Viga 5

Distancia al eje 1	A_{st}	A_{stmin}	$A_{st\ dispuesta}$
(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
-0.490	0.0	0.0	0.0
-0.001	0.0	0.0	0.0
0.001	11.3	9.5	11.3
0.942	8.4	9.5	9.5
1.290	8.2	9.5	9.5
1.433	10.5	7.5	10.5
1.810	17.6	2.0	17.6
2.187	16.9	2.0	16.9
2.867	15.5	2.0	15.5
4.300	13.8	2.0	13.8
5.733	12.3	2.0	12.3
6.167	11.6	2.0	11.6
6.834	10.5	2.0	10.5
7.167	10.2	2.0	10.2
8.600	8.8	2.0	8.8
9.500	8.1	2.0	8.1
10.033	7.5	2.0	7.5
10.821	6.5	2.0	6.5
11.467	6.0	2.0	6.0
12.900	4.7	2.0	4.7
14.333	3.5	2.0	3.5
15.767	2.3	2.0	2.3
17.200	1.1	2.0	2.0
18.633	0.0	0.0	0.0
20.067	0.0	0.0	0.0
21.500	0.0	0.0	0.0
22.933	0.0	0.0	0.0
24.367	0.0	0.0	0.0
25.800	1.1	2.0	2.0
27.233	2.3	2.0	2.3
28.667	3.5	2.0	3.5
30.100	4.7	2.0	4.7
31.533	6.0	2.0	6.0
32.179	6.5	2.0	6.5
32.967	7.5	2.0	7.5
33.500	8.1	2.0	8.1
34.400	8.8	2.0	8.8
35.833	10.2	2.0	10.2
36.166	10.5	2.0	10.5
36.833	11.6	2.0	11.6
37.267	12.3	2.0	12.3
38.700	13.8	2.0	13.8
40.133	15.5	2.0	15.5
40.813	16.9	2.0	16.9
41.190	17.6	2.0	17.6
41.567	10.5	7.5	10.5
41.710	8.2	9.5	9.5
42.058	8.4	9.5	9.5
42.999	11.3	9.5	11.3
43.001	0.0	0.0	0.0
43.490	0.0	0.0	0.0

Viga 6

Distancia al eje 1	A_{st}	A_{stmin}	$A_{st\ dispuesta}$
(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
-0.490	0.0	0.0	0.0
-0.001	0.0	0.0	0.0
0.001	11.7	9.5	11.7
0.942	8.9	9.5	9.5
1.290	8.6	9.5	9.5
1.433	10.9	7.5	10.9

1.810	18.0	2.0	18.0
2.187	17.4	2.0	17.4
2.867	16.0	2.0	16.0
4.300	14.2	2.0	14.2
5.733	12.7	2.0	12.7
6.167	12.0	2.0	12.0
6.834	10.8	2.0	10.8
7.167	10.5	2.0	10.5
8.600	9.1	2.0	9.1
9.500	8.3	2.0	8.3
10.033	7.8	2.0	7.8
10.821	6.8	2.0	6.8
11.467	6.2	2.0	6.2
12.900	4.9	2.0	4.9
14.333	3.7	2.0	3.7
15.767	2.4	2.0	2.4
17.200	1.2	2.0	2.0
18.633	0.0	0.0	0.0
20.067	0.0	0.0	0.0
21.500	0.0	0.0	0.0
22.933	0.0	0.0	0.0
24.367	0.0	0.0	0.0
25.800	1.2	2.0	2.0
27.233	2.4	2.0	2.4
28.667	3.7	2.0	3.7
30.100	4.9	2.0	4.9
31.533	6.2	2.0	6.2
32.179	6.8	2.0	6.8
32.967	7.8	2.0	7.8
33.500	8.3	2.0	8.3
34.400	9.1	2.0	9.1
35.833	10.5	2.0	10.5
36.166	10.8	2.0	10.8
36.833	12.0	2.0	12.0
37.267	12.7	2.0	12.7
38.700	14.2	2.0	14.2
40.133	16.0	2.0	16.0
40.813	17.4	2.0	17.4
41.190	18.0	2.0	18.0
41.567	10.9	7.5	10.9
41.710	8.6	9.5	9.5
42.058	8.9	9.5	9.5
42.999	11.7	9.5	11.7
43.001	0.0	0.0	0.0
43.490	0.0	0.0	0.0

Viga 7

Distancia al eje 1	A_{st}	A_{stmin}	A_{st} dispuesta
(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
-0.490	0.0	0.0	0.0
-0.001	0.0	0.0	0.0
0.001	10.7	9.5	10.7
0.942	7.9	9.5	9.5
1.290	7.6	9.5	9.5
1.433	9.9	7.5	9.9
1.810	17.0	2.0	17.0
2.187	16.3	2.0	16.3
2.867	15.0	2.0	15.0
4.300	13.3	2.0	13.3
5.733	11.9	2.0	11.9
6.167	11.2	2.0	11.2
6.834	10.0	2.0	10.0
7.167	9.7	2.0	9.7
8.600	8.3	2.0	8.3
9.500	7.5	2.0	7.5
10.033	6.9	2.0	6.9

10.821	5.9	2.0	5.9
11.467	5.4	2.0	5.4
12.900	4.1	2.0	4.1
14.333	2.8	2.0	2.8
15.767	1.6	2.0	2.0
17.200	0.0	0.0	0.0
18.633	0.0	0.0	0.0
20.067	0.0	0.0	0.0
21.500	0.0	0.0	0.0
22.933	0.0	0.0	0.0
24.367	0.0	0.0	0.0
25.800	0.0	0.0	0.0
27.233	1.6	2.0	2.0
28.667	2.8	2.0	2.8
30.100	4.1	2.0	4.1
31.533	5.4	2.0	5.4
32.179	5.9	2.0	5.9
32.967	6.9	2.0	6.9
33.500	7.5	2.0	7.5
34.400	8.3	2.0	8.3
35.833	9.7	2.0	9.7
36.166	10.0	2.0	10.0
36.833	11.2	2.0	11.2
37.267	11.9	2.0	11.9
38.700	13.3	2.0	13.3
40.133	15.0	2.0	15.0
40.813	16.3	2.0	16.3
41.190	17.0	2.0	17.0
41.567	9.9	7.5	9.9
41.710	7.6	9.5	9.5
42.058	7.9	9.5	9.5
42.999	10.7	9.5	10.7
43.001	0.0	0.0	0.0
43.490	0.0	0.0	0.0

Viga 8

Distancia al eje 1	A_{st}	A_{stmin}	$A_{st\ dispuesta}$
(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
-0.490	0.0	0.0	0.0
-0.001	0.0	0.0	0.0
0.001	8.4	9.5	9.5
0.942	5.6	9.5	9.5
1.290	5.3	9.5	9.5
1.433	7.6	7.5	7.6
1.810	14.8	2.0	14.8
2.187	14.2	2.0	14.2
2.867	13.0	2.0	13.0
4.300	11.5	2.0	11.5
5.733	10.3	2.0	10.3
6.167	9.6	2.0	9.6
6.834	8.5	2.0	8.5
7.167	8.2	2.0	8.2
8.600	6.9	2.0	6.9
9.500	6.1	2.0	6.1
10.033	5.5	2.0	5.5
10.821	4.5	2.0	4.5
11.467	3.9	2.0	3.9
12.900	2.6	2.0	2.6
14.333	1.3	2.0	2.0
15.767	0.0	0.0	0.0
17.200	0.0	0.0	0.0
18.633	0.0	0.0	0.0
20.067	0.0	0.0	0.0
21.500	0.0	0.0	0.0
22.933	0.0	0.0	0.0
24.367	0.0	0.0	0.0

25.800	0.0	0.0	0.0
27.233	0.0	0.0	0.0
28.667	1.3	2.0	2.0
30.100	2.6	2.0	2.6
31.533	3.9	2.0	3.9
32.179	4.5	2.0	4.5
32.967	5.5	2.0	5.5
33.500	6.1	2.0	6.1
34.400	6.9	2.0	6.9
35.833	8.2	2.0	8.2
36.166	8.5	2.0	8.5
36.833	9.6	2.0	9.6
37.267	10.3	2.0	10.3
38.700	11.5	2.0	11.5
40.133	13.0	2.0	13.0
40.813	14.2	2.0	14.2
41.190	14.8	2.0	14.8
41.567	7.6	7.5	7.6
41.710	5.3	9.5	9.5
42.058	5.6	9.5	9.5
42.999	8.4	9.5	9.5
43.001	0.0	0.0	0.0
43.490	0.0	0.0	0.0

Viga 9

Distancia al eje 1	A_{st}	A_{stmin}	$A_{st\ dispuesta}$
(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
-0.490	0.0	0.0	0.0
-0.001	0.0	0.0	0.0
0.001	8.5	9.5	9.5
0.942	5.6	9.5	9.5
1.290	5.3	9.5	9.5
1.433	7.6	7.5	7.6
1.810	14.7	2.0	14.7
2.187	14.1	2.0	14.1
2.867	12.8	2.0	12.8
4.300	11.3	2.0	11.3
5.733	10.0	2.0	10.0
6.167	9.3	2.0	9.3
6.834	8.2	2.0	8.2
7.167	7.9	2.0	7.9
8.600	6.5	2.0	6.5
9.500	5.7	2.0	5.7
10.033	5.1	2.0	5.1
10.821	4.1	2.0	4.1
11.467	3.5	2.0	3.5
12.900	2.2	2.0	2.2
14.333	1.0	2.0	2.0
15.767	0.0	0.0	0.0
17.200	0.0	0.0	0.0
18.633	0.0	0.0	0.0
20.067	0.0	0.0	0.0
21.500	0.0	0.0	0.0
22.933	0.0	0.0	0.0
24.367	0.0	0.0	0.0
25.800	0.0	0.0	0.0
27.233	0.0	0.0	0.0
28.667	1.0	2.0	2.0
30.100	2.2	2.0	2.2
31.533	3.5	2.0	3.5
32.179	4.1	2.0	4.1
32.967	5.1	2.0	5.1
33.500	5.7	2.0	5.7
34.400	6.5	2.0	6.5
35.833	7.9	2.0	7.9
36.166	8.2	2.0	8.2

36.833	9.3	2.0	9.3
37.267	10.0	2.0	10.0
38.700	11.3	2.0	11.3
40.133	12.8	2.0	12.8
40.813	14.1	2.0	14.1
41.190	14.7	2.0	14.7
41.567	7.6	7.5	7.6
41.710	5.3	9.5	9.5
42.058	5.6	9.5	9.5
42.999	8.5	9.5	9.5
43.001	0.0	0.0	0.0
43.490	0.0	0.0	0.0

12.3 Resumen de verificaciones

Viga 1. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 6. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 7. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 8. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 9. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

13 ROTURA POR TORSIÓN EN LAS VIGAS

En este apartado se presenta la verificación a torsión de las vigas. Tanto los esfuerzos de cálculo como los resistentes corresponden a los esfuerzos que actúan sobre la viga. Las armaduras obtenidas corresponden a la armadura de la viga (sin la losa).

T_{d}-, T_{d}+	:	Torsor mayorado actuando en la viga
N_{d}-, N_{d}+	:	Axiles concomitantes
T_{u1}	:	Resistencia a torsión de las bielas de compresión de la viga
A_{t}	:	Armadura transversal de torsión en una cara por unidad de longitud en la viga
A_{l}	:	Armadura longitudinal de torsión total de la viga

13.1 Comprobación del Estado Límite Último por torsión

Se listan los valores correspondientes al centro de la viga, a la armadura transversal máxima, a la armadura longitudinal máxima y al resultado más desfavorable relativo a la resistencia de las bielas de compresión

13.1.1 Situación persistente. Combinación fundamental

Viga 1:

Viga 1. Tras la apertura al tráfico								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_{d}-	N_{d}+	T_{u1}	T_{d}/T_{u1}	A_{t}	A_{l}
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
4.300	-12.7	15.7	4479.3	4479.3	256.9	0.061	0.9	4.53

21.500	-3.1	3.1	7412.5	7412.5	262.2	0.012	0.2	0.89

Viga 1. A tiempo infinito								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
4.300	-12.7	15.7	3929.0	3929.0	251.1	0.062	0.9	4.53
21.500	-3.1	3.1	6613.9	6613.9	262.2	0.012	0.2	0.89

Viga 2:

Viga 2. Tras la apertura al tráfico								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
21.500	-3.9	3.9	7410.6	7410.6	262.2	0.015	0.2	1.12
38.700	-14.5	14.9	4478.9	4478.9	256.9	0.058	0.9	4.30

Viga 2. A tiempo infinito								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
21.500	-3.9	3.9	6574.4	6574.4	262.2	0.015	0.2	1.12
38.700	-14.5	14.9	3916.9	3916.9	251.0	0.059	0.9	4.30

Viga 3:

Viga 3. Tras la apertura al tráfico								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
21.500	-4.1	4.1	7410.6	7410.6	262.2	0.016	0.2	1.19
38.700	-12.1	14.9	4478.9	4478.9	256.9	0.058	0.9	4.31

Viga 3. A tiempo infinito								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
21.500	-4.1	4.1	6545.4	6545.4	262.2	0.016	0.2	1.19
38.700	-12.1	14.9	3910.8	3910.8	250.9	0.059	0.9	4.31

Viga 4:

Viga 4. Tras la apertura al tráfico								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
21.500	-4.6	4.6	7410.6	7410.6	262.2	0.017	0.3	1.32
38.700	-12.9	14.8	4478.9	4478.9	256.9	0.058	0.9	4.27

Viga 4. A tiempo infinito								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
21.500	-4.6	4.6	6526.1	6526.1	262.2	0.017	0.3	1.32
38.700	-12.9	14.8	3905.7	3905.7	250.9	0.059	0.9	4.27

Viga 5:

Viga 5. Tras la apertura al tráfico								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
4.300	-14.4	14.4	4478.9	4478.9	256.9	0.056	0.9	4.17
21.500	-5.2	5.2	7410.6	7410.6	262.2	0.020	0.3	1.51

Viga 5. A tiempo infinito								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
4.300	-14.4	14.4	3904.1	3904.1	250.9	0.058	0.9	4.17

21.500	-5.2	5.2	6519.4	6519.4	262.2	0.020	0.3	1.51

Viga 6:

Viga 6. Tras la apertura al tráfico								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
21.500	-4.6	4.6	7410.6	7410.6	262.2	0.017	0.3	1.32
38.700	-14.8	12.9	4478.9	4478.9	256.9	0.058	0.9	4.27

Viga 6. A tiempo infinito								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
21.500	-4.6	4.6	6526.1	6526.1	262.2	0.017	0.3	1.32
38.700	-14.8	12.9	3905.7	3905.7	250.9	0.059	0.9	4.27

Viga 7:

Viga 7. Tras la apertura al tráfico								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
21.500	-4.1	4.1	7410.6	7410.6	262.2	0.016	0.2	1.19
38.700	-14.9	12.1	4478.9	4478.9	256.9	0.058	0.9	4.31

Viga 7. A tiempo infinito								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
21.500	-4.1	4.1	6545.4	6545.4	262.2	0.016	0.2	1.19
38.700	-14.9	12.1	3910.8	3910.8	250.9	0.059	0.9	4.31

Viga 8:

Viga 8. Tras la apertura al tráfico								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
21.500	-3.9	3.9	7410.6	7410.6	262.2	0.015	0.2	1.12
38.700	-14.9	14.5	4478.9	4478.9	256.9	0.058	0.9	4.30

Viga 8. A tiempo infinito								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
21.500	-3.9	3.9	6574.4	6574.4	262.2	0.015	0.2	1.12
38.700	-14.9	14.5	3916.9	3916.9	251.0	0.059	0.9	4.30

Viga 9:

Viga 9. Tras la apertura al tráfico								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
4.300	-15.7	12.7	4479.3	4479.3	256.9	0.061	0.9	4.53
21.500	-3.1	3.1	7412.5	7412.5	262.2	0.012	0.2	0.89

Viga 9. A tiempo infinito								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
4.300	-15.7	12.7	3929.0	3929.0	251.1	0.062	0.9	4.53
21.500	-3.1	3.1	6613.9	6613.9	262.2	0.012	0.2	0.89

13.2 Comprobación de la Interacción Cortante - Torsión

T_d : Torsor de cálculo (viga + losa)

T_{u1}	:	Resistencia a torsión de las bielas de compresión (viga + losa)
V_{rd}	:	Cortante efectivo
V_{u1}	:	Cortante de agotamiento por compresión oblicua en el alma.
β	:	Coeficiente de interacción cortante - torsión

Se listan los valores correspondientes al resultado más desfavorable y al centro de la viga

13.2.1 Situación persistente. Combinación fundamental

Viga 1:

Viga 1. Tras la apertura al tráfico						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{\beta}+(V_{rd}/V_{u1})^{\beta}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
21.500	9.6	444.1	58.6	4049.2	0.021	Cumple
41.190	41.4	420.2	1303.8	3700.9	0.381	Cumple

Viga 1. A tiempo infinito						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{\beta}+(V_{rd}/V_{u1})^{\beta}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
21.500	9.6	444.1	58.6	3994.5	0.022	Cumple
41.190	41.4	415.5	1303.8	3669.4	0.384	Cumple

Viga 2:

Viga 2. Tras la apertura al tráfico						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{\beta}+(V_{rd}/V_{u1})^{\beta}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
21.500	7.8	444.1	92.3	4055.2	0.024	Cumple
41.190	16.6	420.2	1510.6	3703.2	0.388	Cumple

Viga 2. A tiempo infinito						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{\beta}+(V_{rd}/V_{u1})^{\beta}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
21.500	7.8	444.1	92.3	3997.4	0.024	Cumple
41.190	16.6	415.4	1510.6	3670.9	0.392	Cumple

Viga 3:

Viga 3. Tras la apertura al tráfico						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{\beta}+(V_{rd}/V_{u1})^{\beta}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
21.500	8.0	444.1	223.6	4055.2	0.048	Cumple
41.190	9.0	420.2	1694.2	3704.8	0.426	Cumple

Viga 3. A tiempo infinito						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{\beta}+(V_{rd}/V_{u1})^{\beta}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
21.500	8.0	444.1	223.6	3995.4	0.049	Cumple
41.190	9.0	415.4	1694.2	3672.3	0.430	Cumple

Viga 4:

Viga 4. Tras la apertura al tráfico						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{\beta}+(V_{rd}/V_{u1})^{\beta}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
21.500	0.6	444.1	302.3	4055.2	0.054	Cumple
41.190	11.4	420.2	1780.9	3704.8	0.453	Cumple

Viga 4. A tiempo infinito						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{\beta}+(V_{rd}/V_{u1})^{\beta}$	Verificaciones

(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
21.500	0.6	444.1	302.3	3994.0	0.054	Cumple
41.190	11.4	415.4	1780.9	3672.2	0.458	Cumple

Viga 5:

Viga 5. Tras la apertura al tráfico						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
1.810	4.5	420.2	1743.4	3704.8	0.432	Cumple
21.500	1.9	444.1	295.0	4055.2	0.054	Cumple

Viga 5. A tiempo infinito						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
1.810	4.5	415.4	1743.4	3672.1	0.437	Cumple
21.500	1.9	444.1	295.0	3993.6	0.055	Cumple

Viga 6:

Viga 6. Tras la apertura al tráfico						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
21.500	0.6	444.1	302.3	4055.2	0.054	Cumple
41.190	11.4	420.2	1780.9	3704.8	0.453	Cumple

Viga 6. A tiempo infinito						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
21.500	0.6	444.1	302.3	3994.0	0.054	Cumple
41.190	11.4	415.4	1780.9	3672.2	0.458	Cumple

Viga 7:

Viga 7. Tras la apertura al tráfico						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
21.500	8.0	444.1	223.6	4055.2	0.048	Cumple
41.190	9.0	420.2	1694.2	3704.8	0.426	Cumple

Viga 7. A tiempo infinito						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
21.500	8.0	444.1	223.6	3995.4	0.049	Cumple
41.190	9.0	415.4	1694.2	3672.3	0.430	Cumple

Viga 8:

Viga 8. Tras la apertura al tráfico						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
21.500	7.8	444.1	92.3	4055.2	0.024	Cumple
41.190	16.6	420.2	1510.6	3703.2	0.388	Cumple

Viga 8. A tiempo infinito						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
21.500	7.8	444.1	92.3	3997.4	0.024	Cumple
41.190	16.6	415.4	1510.6	3670.9	0.392	Cumple

Viga 9:

Viga 9. Tras la apertura al tráfico						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{\beta}+(V_{rd}/V_{u1})^{\beta}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
21.500	9.6	444.1	58.6	4049.2	0.021	Cumple
41.190	41.4	420.2	1303.8	3700.9	0.381	Cumple

Viga 9. A tiempo infinito						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{\beta}+(V_{rd}/V_{u1})^{\beta}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
21.500	9.6	444.1	58.6	3994.5	0.022	Cumple
41.190	41.4	415.5	1303.8	3669.4	0.384	Cumple

13.3 Resumen de armaduras

Viga 1		
Distancia al eje 1	A_t	A_l
(m)	(cm^2/m)	(cm^2)
-0.490	0.0	0.00
-0.001	0.0	0.01
0.000	0.5	2.25
0.001	0.5	2.41
0.942	0.6	2.61
1.290	0.6	2.68
1.433	0.7	3.23
1.810	0.8	3.87
2.187	0.8	3.99
2.867	0.9	4.21
4.300	0.9	4.53
5.733	0.9	4.45
6.167	0.9	4.38
6.834	0.9	4.26
7.167	0.9	4.20
8.600	0.8	3.89
9.500	0.8	3.68
10.033	0.7	3.55
10.821	0.7	3.34
11.467	0.7	3.17
12.900	0.6	2.76
14.333	0.5	2.34
15.767	0.4	1.92
17.200	0.3	1.54
18.633	0.3	1.24
20.067	0.2	1.02
21.500	0.2	0.89
22.933	0.2	1.02
24.367	0.3	1.24
25.800	0.3	1.54
27.233	0.4	1.92
28.667	0.5	2.34
30.100	0.6	2.76
31.533	0.7	3.17
32.179	0.7	3.34
32.967	0.7	3.55
33.500	0.8	3.68
34.400	0.8	3.89
35.833	0.9	4.20
36.166	0.9	4.26
36.833	0.9	4.38
37.267	0.9	4.45
38.700	0.9	4.53
40.133	0.9	4.21
40.813	0.8	3.99
41.190	0.8	3.87
41.567	0.7	3.23

41.710	0.6	2.68
42.058	0.6	2.61
42.999	0.5	2.41
43.000	0.5	2.25
43.001	0.0	0.01
43.490	0.0	0.00

Viga 2

Distancia al eje 1	A_t	A_l
(m)	(cm^2/m)	(cm^2)
-0.490	0.0	0.00
-0.001	0.0	0.00
0.000	0.6	2.57
0.001	0.6	2.57
0.942	0.6	2.71
1.290	0.6	2.76
1.433	0.7	3.32
1.810	0.8	3.98
2.187	0.8	4.05
2.867	0.9	4.17
4.300	0.9	4.30
5.733	0.9	4.13
6.167	0.8	4.06
6.834	0.8	3.95
7.167	0.8	3.89
8.600	0.8	3.62
9.500	0.7	3.44
10.033	0.7	3.32
10.821	0.7	3.15
11.467	0.6	3.01
12.900	0.6	2.70
14.333	0.5	2.38
15.767	0.4	2.06
17.200	0.4	1.75
18.633	0.3	1.48
20.067	0.3	1.26
21.500	0.2	1.12
22.933	0.3	1.26
24.367	0.3	1.48
25.800	0.4	1.75
27.233	0.4	2.06
28.667	0.5	2.38
30.100	0.6	2.70
31.533	0.6	3.01
32.179	0.7	3.15
32.967	0.7	3.32
33.500	0.7	3.44
34.400	0.8	3.62
35.833	0.8	3.89
36.166	0.8	3.95
36.833	0.8	4.06
37.267	0.9	4.13
38.700	0.9	4.30
40.133	0.9	4.17
40.813	0.8	4.05
41.190	0.8	3.98
41.567	0.7	3.32
41.710	0.6	2.76
42.058	0.6	2.71
42.999	0.6	2.57
43.000	0.6	2.57
43.001	0.0	0.00
43.490	0.0	0.00

Viga 3

Distancia al eje 1	A_t	A_l
(m)	(cm^2/m)	(cm^2)

-0.490	0.0	0.00
-0.001	0.0	0.00
0.000	0.6	2.51
0.001	0.6	2.51
0.942	0.6	2.66
1.290	0.6	2.71
1.433	0.7	3.26
1.810	0.8	3.92
2.187	0.8	4.00
2.867	0.9	4.13
4.300	0.9	4.31
5.733	0.9	4.18
6.167	0.9	4.12
6.834	0.8	4.01
7.167	0.8	3.95
8.600	0.8	3.68
9.500	0.7	3.50
10.033	0.7	3.39
10.821	0.7	3.22
11.467	0.6	3.08
12.900	0.6	2.76
14.333	0.5	2.43
15.767	0.4	2.11
17.200	0.4	1.79
18.633	0.3	1.51
20.067	0.3	1.30
21.500	0.2	1.19
22.933	0.3	1.30
24.367	0.3	1.51
25.800	0.4	1.79
27.233	0.4	2.11
28.667	0.5	2.43
30.100	0.6	2.76
31.533	0.6	3.08
32.179	0.7	3.22
32.967	0.7	3.39
33.500	0.7	3.50
34.400	0.8	3.68
35.833	0.8	3.95
36.166	0.8	4.01
36.833	0.9	4.12
37.267	0.9	4.18
38.700	0.9	4.31
40.133	0.9	4.13
40.813	0.8	4.00
41.190	0.8	3.92
41.567	0.7	3.26
41.710	0.6	2.71
42.058	0.6	2.66
42.999	0.6	2.51
43.000	0.6	2.51
43.001	0.0	0.00
43.490	0.0	0.00

Viga 4

Distancia al eje 1	A_t	A_l
(m)	(cm^2/m)	(cm^2)
-0.490	0.0	0.00
-0.001	0.0	0.00
0.000	0.5	2.50
0.001	0.5	2.50
0.942	0.6	2.64
1.290	0.6	2.70
1.433	0.7	3.25
1.810	0.8	3.90
2.187	0.8	3.97
2.867	0.9	4.11

4.300	0.9	4.27
5.733	0.9	4.13
6.167	0.8	4.07
6.834	0.8	3.96
7.167	0.8	3.90
8.600	0.8	3.64
9.500	0.7	3.47
10.033	0.7	3.37
10.821	0.7	3.20
11.467	0.6	3.07
12.900	0.6	2.76
14.333	0.5	2.45
15.767	0.4	2.15
17.200	0.4	1.87
18.633	0.3	1.63
20.067	0.3	1.45
21.500	0.3	1.32
22.933	0.3	1.45
24.367	0.3	1.63
25.800	0.4	1.87
27.233	0.4	2.15
28.667	0.5	2.45
30.100	0.6	2.76
31.533	0.6	3.07
32.179	0.7	3.20
32.967	0.7	3.37
33.500	0.7	3.47
34.400	0.8	3.64
35.833	0.8	3.90
36.166	0.8	3.96
36.833	0.8	4.07
37.267	0.9	4.13
38.700	0.9	4.27
40.133	0.9	4.11
40.813	0.8	3.97
41.190	0.8	3.90
41.567	0.7	3.25
41.710	0.6	2.70
42.058	0.6	2.64
42.999	0.5	2.50
43.000	0.5	2.50
43.001	0.0	0.00
43.490	0.0	0.00

Viga 5

Distancia al eje 1	A_t	A_l
(m)	(cm^2/m)	(cm^2)
-0.490	0.0	0.00
-0.001	0.0	0.00
0.000	0.5	2.44
0.001	0.5	2.44
0.942	0.6	2.59
1.290	0.6	2.64
1.433	0.7	3.18
1.810	0.8	3.82
2.187	0.8	3.89
2.867	0.8	4.02
4.300	0.9	4.17
5.733	0.8	4.01
6.167	0.8	3.94
6.834	0.8	3.83
7.167	0.8	3.77
8.600	0.7	3.49
9.500	0.7	3.32
10.033	0.7	3.21
10.821	0.6	3.05
11.467	0.6	2.93

12.900	0.6	2.67
14.333	0.5	2.42
15.767	0.5	2.19
17.200	0.4	1.98
18.633	0.4	1.77
20.067	0.3	1.60
21.500	0.3	1.51
22.933	0.3	1.60
24.367	0.4	1.77
25.800	0.4	1.98
27.233	0.5	2.19
28.667	0.5	2.42
30.100	0.6	2.67
31.533	0.6	2.93
32.179	0.6	3.05
32.967	0.7	3.21
33.500	0.7	3.32
34.400	0.7	3.49
35.833	0.8	3.77
36.166	0.8	3.83
36.833	0.8	3.94
37.267	0.8	4.01
38.700	0.9	4.17
40.133	0.8	4.02
40.813	0.8	3.89
41.190	0.8	3.82
41.567	0.7	3.18
41.710	0.6	2.64
42.058	0.6	2.59
42.999	0.5	2.44
43.000	0.5	2.44
43.001	0.0	0.00
43.490	0.0	0.00

Viga 6

Distancia al eje 1	A_t	A_l
(m)	(cm^2/m)	(cm^2)
-0.490	0.0	0.00
-0.001	0.0	0.00
0.000	0.5	2.50
0.001	0.5	2.50
0.942	0.6	2.64
1.290	0.6	2.70
1.433	0.7	3.25
1.810	0.8	3.90
2.187	0.8	3.97
2.867	0.9	4.11
4.300	0.9	4.27
5.733	0.9	4.13
6.167	0.8	4.07
6.834	0.8	3.96
7.167	0.8	3.90
8.600	0.8	3.64
9.500	0.7	3.47
10.033	0.7	3.37
10.821	0.7	3.20
11.467	0.6	3.07
12.900	0.6	2.76
14.333	0.5	2.45
15.767	0.4	2.15
17.200	0.4	1.87
18.633	0.3	1.63
20.067	0.3	1.45
21.500	0.3	1.32
22.933	0.3	1.45
24.367	0.3	1.63
25.800	0.4	1.87

27.233	0.4	2.15
28.667	0.5	2.45
30.100	0.6	2.76
31.533	0.6	3.07
32.179	0.7	3.20
32.967	0.7	3.37
33.500	0.7	3.47
34.400	0.8	3.64
35.833	0.8	3.90
36.166	0.8	3.96
36.833	0.8	4.07
37.267	0.9	4.13
38.700	0.9	4.27
40.133	0.9	4.11
40.813	0.8	3.97
41.190	0.8	3.90
41.567	0.7	3.25
41.710	0.6	2.70
42.058	0.6	2.64
42.999	0.5	2.50
43.000	0.5	2.50
43.001	0.0	0.00
43.490	0.0	0.00

Viga 7

Distancia al eje 1	A_t	A_l
(m)	(cm^2/m)	(cm^2)
-0.490	0.0	0.00
-0.001	0.0	0.00
0.000	0.6	2.51
0.001	0.6	2.51
0.942	0.6	2.66
1.290	0.6	2.71
1.433	0.7	3.26
1.810	0.8	3.92
2.187	0.8	4.00
2.867	0.9	4.13
4.300	0.9	4.31
5.733	0.9	4.18
6.167	0.9	4.12
6.834	0.8	4.01
7.167	0.8	3.95
8.600	0.8	3.69
9.500	0.7	3.50
10.033	0.7	3.39
10.821	0.7	3.22
11.467	0.6	3.08
12.900	0.6	2.76
14.333	0.5	2.43
15.767	0.4	2.11
17.200	0.4	1.79
18.633	0.3	1.51
20.067	0.3	1.30
21.500	0.2	1.19
22.933	0.3	1.30
24.367	0.3	1.51
25.800	0.4	1.79
27.233	0.4	2.11
28.667	0.5	2.43
30.100	0.6	2.76
31.533	0.6	3.08
32.179	0.7	3.22
32.967	0.7	3.39
33.500	0.7	3.50
34.400	0.8	3.69
35.833	0.8	3.95
36.166	0.8	4.01

36.833	0.9	4.12
37.267	0.9	4.18
38.700	0.9	4.31
40.133	0.9	4.13
40.813	0.8	4.00
41.190	0.8	3.92
41.567	0.7	3.26
41.710	0.6	2.71
42.058	0.6	2.66
42.999	0.6	2.51
43.000	0.6	2.51
43.001	0.0	0.00
43.490	0.0	0.00

Viga 8

Distancia al eje 1	A_t	A_l
(m)	(cm^2/m)	(cm^2)
-0.490	0.0	0.00
-0.001	0.0	0.00
0.000	0.6	2.57
0.001	0.6	2.57
0.942	0.6	2.71
1.290	0.6	2.76
1.433	0.7	3.32
1.810	0.8	3.98
2.187	0.8	4.05
2.867	0.9	4.17
4.300	0.9	4.30
5.733	0.9	4.13
6.167	0.8	4.06
6.834	0.8	3.95
7.167	0.8	3.89
8.600	0.8	3.62
9.500	0.7	3.44
10.033	0.7	3.32
10.821	0.7	3.15
11.467	0.6	3.01
12.900	0.6	2.70
14.333	0.5	2.38
15.767	0.4	2.06
17.200	0.4	1.75
18.633	0.3	1.48
20.067	0.3	1.26
21.500	0.2	1.12
22.933	0.3	1.26
24.367	0.3	1.48
25.800	0.4	1.75
27.233	0.4	2.06
28.667	0.5	2.38
30.100	0.6	2.70
31.533	0.6	3.01
32.179	0.7	3.15
32.967	0.7	3.32
33.500	0.7	3.44
34.400	0.8	3.62
35.833	0.8	3.89
36.166	0.8	3.95
36.833	0.8	4.06
37.267	0.9	4.13
38.700	0.9	4.30
40.133	0.9	4.17
40.813	0.8	4.05
41.190	0.8	3.98
41.567	0.7	3.32
41.710	0.6	2.76
42.058	0.6	2.71
42.999	0.6	2.57

43.000	0.6	2.57
43.001	0.0	0.00
43.490	0.0	0.00

Viga 9

Distancia al eje 1	A_t	A_l
(m)	(cm^2/m)	(cm^2)
-0.490	0.0	0.00
-0.001	0.0	0.01
0.000	0.5	2.25
0.001	0.5	2.41
0.942	0.6	2.61
1.290	0.6	2.68
1.433	0.7	3.23
1.810	0.8	3.87
2.187	0.8	3.99
2.867	0.9	4.21
4.300	0.9	4.53
5.733	0.9	4.45
6.167	0.9	4.38
6.834	0.9	4.26
7.167	0.9	4.20
8.600	0.8	3.89
9.500	0.8	3.68
10.033	0.7	3.55
10.821	0.7	3.34
11.467	0.7	3.17
12.900	0.6	2.76
14.333	0.5	2.34
15.767	0.4	1.92
17.200	0.3	1.54
18.633	0.3	1.24
20.067	0.2	1.02
21.500	0.2	0.89
22.933	0.2	1.02
24.367	0.3	1.24
25.800	0.3	1.54
27.233	0.4	1.92
28.667	0.5	2.34
30.100	0.6	2.76
31.533	0.7	3.17
32.179	0.7	3.34
32.967	0.7	3.55
33.500	0.8	3.68
34.400	0.8	3.89
35.833	0.9	4.20
36.166	0.9	4.26
36.833	0.9	4.38
37.267	0.9	4.45
38.700	0.9	4.53
40.133	0.9	4.21
40.813	0.8	3.99
41.190	0.8	3.87
41.567	0.7	3.23
41.710	0.6	2.68
42.058	0.6	2.61
42.999	0.5	2.41
43.000	0.5	2.25
43.001	0.0	0.01
43.490	0.0	0.00

13.4 Resumen de verificaciones

Viga 1. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 6. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 7. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 8. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 9. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

14 RASANTE VIGA - LOSA

14.1 Resumen de armaduras

Viga 1

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	21.500	21.500	27.2
3	21.500	43.000	21.500	27.2
4	43.000	43.500	0.500	0.0

Viga 2

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	21.500	21.500	27.0
3	21.500	43.000	21.500	27.0
4	43.000	43.500	0.500	0.0

Viga 3

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	21.500	21.500	27.0
3	21.500	43.000	21.500	27.0
4	43.000	43.500	0.500	0.0

Viga 4

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	21.500	21.500	27.0
3	21.500	43.000	21.500	27.0
4	43.000	43.500	0.500	0.0

Viga 5

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	21.500	21.500	27.0
3	21.500	43.000	21.500	27.0

4	43.000	43.500	0.500	0.0

Viga 6

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	21.500	21.500	27.0
3	21.500	43.000	21.500	27.0
4	43.000	43.500	0.500	0.0

Viga 7

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	21.500	21.500	27.0
3	21.500	43.000	21.500	27.0
4	43.000	43.500	0.500	0.0

Viga 8

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	21.500	21.500	27.0
3	21.500	43.000	21.500	27.0
4	43.000	43.500	0.500	0.0

Viga 9

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	21.500	21.500	27.2
3	21.500	43.000	21.500	27.2
4	43.000	43.500	0.500	0.0

14.2 Resumen de verificaciones

Viga 1. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 6. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 7. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 8. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 9. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

15 RASANTE EN EL ALA INFERIOR DE LAS VIGAS

15.1 Resumen de armaduras

Viga 1

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	21.500	21.500	4.3
3	21.500	43.000	21.500	4.3
4	43.000	43.500	0.500	0.0

Viga 2

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	21.500	21.500	4.3
3	21.500	43.000	21.500	4.3
4	43.000	43.500	0.500	0.0

Viga 3

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	21.500	21.500	4.3
3	21.500	43.000	21.500	4.3
4	43.000	43.500	0.500	0.0

Viga 4

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	21.500	21.500	4.3
3	21.500	43.000	21.500	4.3
4	43.000	43.500	0.500	0.0

Viga 5

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	21.500	21.500	4.3
3	21.500	43.000	21.500	4.3
4	43.000	43.500	0.500	0.0

Viga 6

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	21.500	21.500	4.3
3	21.500	43.000	21.500	4.3
4	43.000	43.500	0.500	0.0

Viga 7

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	21.500	21.500	4.3
3	21.500	43.000	21.500	4.3
4	43.000	43.500	0.500	0.0

Viga 8

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta

	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	21.500	21.500	4.3
3	21.500	43.000	21.500	4.3
4	43.000	43.500	0.500	0.0

Viga 9

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	21.500	21.500	4.3
3	21.500	43.000	21.500	4.3
4	43.000	43.500	0.500	0.0

15.2 Resumen de verificaciones

Viga 1. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 6. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 7. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 8. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 9. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

16 RASANTE EN EL ALA SUPERIOR DE LAS VIGAS

16.1 Resumen de armaduras

	Viga 1			Armadura necesaria	
Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Ala superior viga	Losa
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0	0.0
2	0.000	21.500	21.500	2.5	3.8
3	21.500	43.000	21.500	2.5	3.8
4	43.000	43.500	0.500	0.0	0.0

	Viga 2			Armadura necesaria	
Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Ala superior viga	Losa
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0	0.0
2	0.000	21.500	21.500	2.5	3.8
3	21.500	43.000	21.500	2.5	3.8
4	43.000	43.500	0.500	0.0	0.0

	Viga 3			Armadura necesaria	
Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Ala superior viga	Losa
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)

1	-0.500	0.000	0.500	0.0	0.0
2	0.000	21.500	21.500	2.5	3.8
3	21.500	43.000	21.500	2.5	3.8
4	43.000	43.500	0.500	0.0	0.0

Viga 4				Armadura necesaria	
Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Ala superior viga	Losa
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0	0.0
2	0.000	21.500	21.500	2.5	3.8
3	21.500	43.000	21.500	2.5	3.8
4	43.000	43.500	0.500	0.0	0.0

Viga 5				Armadura necesaria	
Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Ala superior viga	Losa
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0	0.0
2	0.000	21.500	21.500	2.5	3.8
3	21.500	43.000	21.500	2.5	3.8
4	43.000	43.500	0.500	0.0	0.0

Viga 6				Armadura necesaria	
Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Ala superior viga	Losa
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0	0.0
2	0.000	21.500	21.500	2.5	3.8
3	21.500	43.000	21.500	2.5	3.8
4	43.000	43.500	0.500	0.0	0.0

Viga 7				Armadura necesaria	
Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Ala superior viga	Losa
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0	0.0
2	0.000	21.500	21.500	2.5	3.8
3	21.500	43.000	21.500	2.5	3.8
4	43.000	43.500	0.500	0.0	0.0

Viga 8				Armadura necesaria	
Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Ala superior viga	Losa
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0	0.0
2	0.000	21.500	21.500	2.5	3.8
3	21.500	43.000	21.500	2.5	3.8
4	43.000	43.500	0.500	0.0	0.0

Viga 9				Armadura necesaria	
Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Ala superior viga	Losa
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0	0.0
2	0.000	21.500	21.500	2.5	3.8
3	21.500	43.000	21.500	2.5	3.8
4	43.000	43.500	0.500	0.0	0.0

16.2 Resumen de verificaciones

Viga 1. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 6. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 7. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 8. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 9. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

17 Flechas

17.1 Flechas características

En este apartado se listan las flechas producidas por cada una de las acciones, sin mayorar.
Se listan los valores mínimos y máximos a lo largo de cada viga.

$\delta_{mín}$: Flecha mínima (negativa si es descendente).
$\delta_{máx}$: Flecha máxima (negativa si es descendente).

Viga	Peso propio de las vigas (PV)		Pretesado instantáneo (PI)		Peso propio de la losa (PL)		Superestructura (SE)	
	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1	-55.6	2.1	-4.8	116.7	-52.0	1.9	-26.0	0.0
2	-55.6	2.1	-4.8	116.7	-51.0	1.9	-22.1	0.0
3	-55.6	2.1	-4.8	116.7	-51.0	1.9	-19.0	0.0
4	-55.6	2.1	-4.8	116.7	-51.0	1.9	-16.8	0.0
5	-55.6	2.1	-4.8	116.7	-51.0	1.9	-16.0	0.0
6	-55.6	2.1	-4.8	116.7	-51.0	1.9	-16.8	0.0
7	-55.6	2.1	-4.8	116.7	-51.0	1.9	-19.0	0.0
8	-55.6	2.1	-4.8	116.7	-51.0	1.9	-22.1	0.0
9	-55.6	2.1	-4.8	116.7	-52.0	1.9	-26.0	0.0

Viga	Tráfico en aceras (TRA)		Tráfico en plataforma (TRP)		Gradiente térmico (GT)		Pérdidas de pretesado hasta el fraguado de la losa (PPS)	
	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1	-10.3	0.4	-7.5	2.7	-7.9	10.3	-4.1	0.2
2	-7.5	0.4	-16.9	0.0	-7.9	10.3	-4.1	0.2
3	-4.8	0.3	-26.4	0.0	-7.9	10.3	-4.1	0.2
4	-2.6	0.0	-31.4	0.0	-7.9	10.3	-4.1	0.2
5	-2.0	0.0	-32.7	0.0	-7.9	10.3	-4.1	0.2
6	-2.6	0.0	-31.4	0.0	-7.9	10.3	-4.1	0.2
7	-4.8	0.3	-26.4	0.0	-7.9	10.3	-4.1	0.2
8	-7.5	0.4	-16.9	0.0	-7.9	10.3	-4.1	0.2
9	-10.3	0.4	-7.5	2.7	-7.9	10.3	-4.1	0.2

Viga	Pérdidas de pretesado entre el fraguado de la losa y tiempo infinito (PPC)		Viento vertical (VI)		Valor frecuente del tráfico en plataforma (TRP1)	
	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1	-7.5	0.3	-7.0	7.0	-4.1	1.5
2	-7.8	0.3	-6.2	6.2	-9.6	0.0

3	-8.0	0.3	-5.4	5.4	-15.2	0.0
4	-8.2	0.3	-4.3	4.3	-18.2	0.0
5	-8.2	0.3	-3.0	3.0	-18.8	0.0
6	-8.2	0.3	-4.3	4.3	-18.2	0.0
7	-8.0	0.3	-5.4	5.4	-15.2	0.0
8	-7.8	0.3	-6.2	6.2	-9.6	0.0
9	-7.5	0.3	-7.0	7.0	-4.1	1.5

17.2 Situación persistente. Combinación característica

Las flechas que se listan en este apartado incluyen las flechas por fluencia de las cargas permanentes en el instante a tiempo infinito.
Se listan los valores mínimos y máximos a lo largo de cada viga.

No se están compatilizando las deformaciones diferidas entre viga y losa producidas por las acciones permanentes que actúan inicialmente sobre la viga aislada

$\delta_{mín}$: Flecha mínima (negativa si es descendente).
$\delta_{máx}$: Flecha máxima (negativa si es descendente).

Viga	Tras la transferencia del pretesado		Tras el hormigonado de la losa		Tras la disposición de la superestructura		Tras la apertura al tráfico	
	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1	-3.0	67.3	-0.9	12.2	-26.8	0.0	-49.3	3.5
2	-3.0	67.3	-0.9	13.1	-22.0	0.8	-51.1	5.7
3	-3.0	67.3	-0.9	13.1	-18.8	2.3	-54.6	8.7
4	-3.0	67.3	-0.9	13.1	-16.6	3.7	-55.4	10.8
5	-3.0	67.3	-0.9	13.1	-15.8	4.2	-55.2	11.7
6	-3.0	67.3	-0.9	13.1	-16.6	3.7	-55.4	10.8
7	-3.0	67.3	-0.9	13.1	-18.8	2.3	-54.6	8.7
8	-3.0	67.3	-0.9	13.1	-22.0	0.8	-51.1	5.7
9	-3.0	67.3	-0.9	12.2	-26.8	0.0	-49.3	3.5

Viga	Tiempo infinito. Todas las acciones		Tiempo infinito. Acciones permanentes	
	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1	-78.0	2.2	-55.5	0.1
2	-75.0	6.2	-45.9	1.9
3	-75.7	10.1	-39.8	4.8
4	-74.5	13.7	-35.7	7.4
5	-73.6	15.2	-34.2	8.5
6	-74.5	13.7	-35.7	7.4
7	-75.7	10.1	-39.8	4.8
8	-75.0	6.2	-45.9	1.9
9	-78.0	2.2	-55.5	0.1

17.3 Verificación de flechas

En este apartado se comparan las flechas debidas a las cargas variables en situación frecuente con la flecha admisible.

Viga			Flecha admisible	Observación
	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{admisible}$	
	(mm)	(mm)	(mm)	
1	-8.3	1.7	-43.0	Cumple
2	-12.6	0.2	-43.0	Cumple
3	-17.1	0.1	-43.0	Cumple

4	-19.3	0.0	-43.0	Cumple
5	-19.6	0.0	-43.0	Cumple
6	-19.3	0.0	-43.0	Cumple
7	-17.1	0.1	-43.0	Cumple
8	-12.6	0.2	-43.0	Cumple
9	-8.3	1.7	-43.0	Cumple

17.3.1 Resumen de verificaciones

Viga 1. Verifica la comprobación.

Viga 2. Verifica la comprobación.

Viga 3. Verifica la comprobación.

Viga 4. Verifica la comprobación.

Viga 5. Verifica la comprobación.

Viga 6. Verifica la comprobación.

Viga 7. Verifica la comprobación.

Viga 8. Verifica la comprobación.

Viga 9. Verifica la comprobación.

18 Giros

18.1 Giros característicos

En este apartado se listan los giros producidos por cada una de las acciones, sin mayorar.
Se listan los valores en los 2 apoyos de cada viga.

$\theta_{mín}$: Giro mínimo (positivo en sentido antihorario).
$\theta_{máx}$: Giro máximo (positivo en sentido antihorario).

Viga	Apoyo	Peso propio de las vigas (PV)		Pretesado instantáneo (PI)		Peso propio de la losa (PL)		Superestructura (SE)	
		$\theta_{máx}$ (rad)	$\theta_{mín}$ (rad)	$\theta_{máx}$ (rad)	$\theta_{mín}$ (rad)	$\theta_{máx}$ (rad)	$\theta_{mín}$ (rad)	$\theta_{máx}$ (rad)	$\theta_{mín}$ (rad)
1	1	-0.004144	-0.004144	0.009692	0.009692	-0.003870	-0.003870	-0.001914	-0.001936
1	2	0.004144	0.004144	-0.009693	-0.009693	0.003870	0.003870	0.001936	0.001914
2	1	-0.004144	-0.004144	0.009692	0.009692	-0.003795	-0.003795	-0.001528	-0.001638
2	2	0.004144	0.004144	-0.009693	-0.009693	0.003795	0.003795	0.001638	0.001528
3	1	-0.004144	-0.004144	0.009692	0.009692	-0.003795	-0.003795	-0.001209	-0.001405
3	2	0.004144	0.004144	-0.009693	-0.009693	0.003795	0.003795	0.001405	0.001209
4	1	-0.004144	-0.004144	0.009692	0.009692	-0.003795	-0.003795	-0.000981	-0.001243
4	2	0.004144	0.004144	-0.009693	-0.009693	0.003795	0.003795	0.001243	0.000981
5	1	-0.004144	-0.004144	0.009692	0.009692	-0.003795	-0.003795	-0.000900	-0.001186
5	2	0.004144	0.004144	-0.009693	-0.009693	0.003795	0.003795	0.001187	0.000900
6	1	-0.004144	-0.004144	0.009692	0.009692	-0.003795	-0.003795	-0.000981	-0.001243
6	2	0.004144	0.004144	-0.009693	-0.009693	0.003795	0.003795	0.001243	0.000981
7	1	-0.004144	-0.004144	0.009692	0.009692	-0.003795	-0.003795	-0.001209	-0.001405
7	2	0.004144	0.004144	-0.009693	-0.009693	0.003795	0.003795	0.001405	0.001209
8	1	-0.004144	-0.004144	0.009692	0.009692	-0.003795	-0.003795	-0.001528	-0.001638
8	2	0.004144	0.004144	-0.009693	-0.009693	0.003795	0.003795	0.001638	0.001528
9	1	-0.004144	-0.004144	0.009692	0.009692	-0.003870	-0.003870	-0.001914	-0.001936
9	2	0.004144	0.004144	-0.009693	-0.009693	0.003870	0.003870	0.001936	0.001914

Viga	Apoyo	Tráfico en aceras (TRA)		Tráfico en plataforma (TRP)		Gradiente térmico (GT)		Pérdidas de pretesado hasta el fraguado de la losa (PPS)	
		$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$	$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$	$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$	$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$
		(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)
1	1	0.000028	-0.000768	0.000161	-0.000527	0.000961	-0.000732	-0.000342	-0.000342
1	2	0.000768	-0.000028	0.000527	-0.000161	0.000732	-0.000961	0.000342	0.000342
2	1	0.000027	-0.000556	0.000000	-0.001217	0.000961	-0.000732	-0.000343	-0.000343
2	2	0.000556	-0.000027	0.001217	0.000000	0.000732	-0.000961	0.000343	0.000343
3	1	0.000018	-0.000355	0.000000	-0.001920	0.000961	-0.000732	-0.000343	-0.000343
3	2	0.000355	-0.000018	0.001920	0.000000	0.000732	-0.000961	0.000343	0.000343
4	1	0.000000	-0.000190	0.000000	-0.002295	0.000961	-0.000732	-0.000343	-0.000343
4	2	0.000190	0.000000	0.002295	0.000000	0.000732	-0.000961	0.000343	0.000343
5	1	0.000000	-0.000142	0.000000	-0.002390	0.000961	-0.000732	-0.000343	-0.000343
5	2	0.000142	0.000000	0.002390	0.000000	0.000732	-0.000961	0.000343	0.000343
6	1	0.000000	-0.000190	0.000000	-0.002295	0.000961	-0.000732	-0.000343	-0.000343
6	2	0.000190	0.000000	0.002295	0.000000	0.000732	-0.000961	0.000343	0.000343
7	1	0.000018	-0.000355	0.000000	-0.001920	0.000961	-0.000732	-0.000343	-0.000343
7	2	0.000355	-0.000018	0.001920	0.000000	0.000732	-0.000961	0.000343	0.000343
8	1	0.000027	-0.000556	0.000000	-0.001217	0.000961	-0.000732	-0.000343	-0.000343
8	2	0.000556	-0.000027	0.001217	0.000000	0.000732	-0.000961	0.000343	0.000343
9	1	0.000028	-0.000768	0.000161	-0.000527	0.000961	-0.000732	-0.000342	-0.000342
9	2	0.000768	-0.000028	0.000527	-0.000161	0.000732	-0.000961	0.000342	0.000342

Viga	Apoyo	Pérdidas de pretesado entre el fraguado de la losa y tiempo infinito (PPC)		Viento vertical (VI)		Valor frecuente del tráfico en plataforma (TRP1)	
		$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$	$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$	$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$
		(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)
1	1	-0.000641	-0.000641	0.000519	-0.000519	0.000097	-0.000296
1	2	0.000641	0.000641	0.000519	-0.000519	0.000296	-0.000097
2	1	-0.000664	-0.000664	0.000459	-0.000459	0.000000	-0.000695
2	2	0.000664	0.000664	0.000459	-0.000459	0.000695	0.000000
3	1	-0.000679	-0.000679	0.000399	-0.000399	0.000000	-0.001099
3	2	0.000679	0.000679	0.000399	-0.000399	0.001099	0.000000
4	1	-0.000690	-0.000690	0.000322	-0.000322	0.000000	-0.001322
4	2	0.000690	0.000690	0.000322	-0.000322	0.001322	0.000000
5	1	-0.000694	-0.000694	0.000225	-0.000225	0.000000	-0.001370
5	2	0.000694	0.000694	0.000225	-0.000225	0.001370	0.000000
6	1	-0.000690	-0.000690	0.000322	-0.000322	0.000000	-0.001322
6	2	0.000690	0.000690	0.000322	-0.000322	0.001322	0.000000
7	1	-0.000679	-0.000679	0.000399	-0.000399	0.000000	-0.001099
7	2	0.000679	0.000679	0.000399	-0.000399	0.001099	0.000000
8	1	-0.000664	-0.000664	0.000459	-0.000459	0.000000	-0.000695
8	2	0.000664	0.000664	0.000459	-0.000459	0.000695	0.000000
9	1	-0.000641	-0.000641	0.000519	-0.000519	0.000097	-0.000296
9	2	0.000641	0.000641	0.000519	-0.000519	0.000296	-0.000097

18.2 Situación persistente. Combinación característica

Los giros que se listan en este apartado incluyen los giros por fluencia de las cargas permanentes en el instante a tiempo infinito.
Se listan los valores en los 2 apoyos de cada viga.

$\theta_{mín}$: Giro mínimo (positivo en sentido antihorario).
$\theta_{máx}$: Giro máximo (positivo en sentido antihorario).

Viga	Apoyo	Tras la transferencia del pretesado		Tras el hormigonado de la losa		Tras la disposición de la superestructura		Tras la apertura al tráfico	
		$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$	$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$	$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$	$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$
		(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)
1	1	0.005064	0.006033	0.000852	0.001821	-0.001062	-0.000115	0.000007	-0.001849

1	2	-0.006033	-0.005064	-0.001821	-0.000852	0.000115	0.001061	0.001849	-0.000007
2	1	0.005064	0.006033	0.000926	0.001895	-0.000603	0.000257	0.000369	-0.001955
2	2	-0.006033	-0.005064	-0.001895	-0.000926	-0.000257	0.000602	0.001955	-0.000369
3	1	0.005064	0.006033	0.000926	0.001895	-0.000283	0.000490	0.000685	-0.002225
3	2	-0.006033	-0.005064	-0.001895	-0.000926	-0.000490	0.000283	0.002225	-0.000685
4	1	0.005064	0.006033	0.000926	0.001895	-0.000055	0.000652	0.000906	-0.002273
4	2	-0.006033	-0.005064	-0.001895	-0.000926	-0.000652	0.000055	0.002273	-0.000906
5	1	0.005064	0.006033	0.000926	0.001895	0.000026	0.000709	0.000986	-0.002262
5	2	-0.006033	-0.005064	-0.001895	-0.000926	-0.000709	-0.000026	0.002262	-0.000987
6	1	0.005064	0.006033	0.000926	0.001895	-0.000055	0.000652	0.000906	-0.002273
6	2	-0.006033	-0.005064	-0.001895	-0.000926	-0.000652	0.000055	0.002273	-0.000906
7	1	0.005064	0.006033	0.000926	0.001895	-0.000283	0.000490	0.000685	-0.002225
7	2	-0.006033	-0.005064	-0.001895	-0.000926	-0.000490	0.000283	0.002225	-0.000685
8	1	0.005064	0.006033	0.000926	0.001895	-0.000603	0.000257	0.000369	-0.001955
8	2	-0.006033	-0.005064	-0.001895	-0.000926	-0.000257	0.000602	0.001955	-0.000369
9	1	0.005064	0.006033	0.000852	0.001821	-0.001062	-0.000115	0.000007	-0.001849
9	2	-0.006033	-0.005064	-0.001821	-0.000852	0.000115	0.001061	0.001849	-0.000007

Viga	Apoyo	A tiempo infinito	
		$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$
		(rad)	(rad)
1	1	-0.001102	-0.001875
1	2	0.001875	0.001102
2	1	-0.000299	-0.001625
2	2	0.001625	0.000299
3	1	0.000317	-0.001680
3	2	0.001680	-0.000317
4	1	0.000753	-0.001579
4	2	0.001579	-0.000753
5	1	0.000909	-0.001516
5	2	0.001516	-0.000909
6	1	0.000753	-0.001579
6	2	0.001579	-0.000753
7	1	0.000317	-0.001680
7	2	0.001680	-0.000317
8	1	-0.000299	-0.001625
8	2	0.001625	0.000299
9	1	-0.001102	-0.001875
9	2	0.001875	0.001102

El usuario no ha definido cargas de fatiga

20 CÁLCULO DE LA CUANTÍA DE ACERO EN LAS VIGAS

20.1 Cálculo de la armadura de difusión del pretensado

El cálculo de la armadura de difusión del pretensado se realiza mediante un modelo de elementos finitos de la viga.

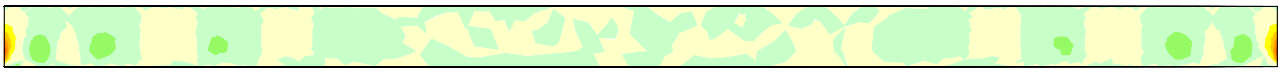
Viga 1:

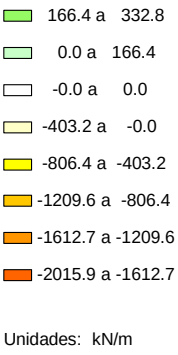
Esfuerzos N_y (Tensión normal vertical) :

Difusión del pretensado

Viga 9

Ny (Tensión normal vertical)





Cuantías de armadura a disponer en los distintos tramos en los que se divide la viga :

Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)
0.957	10.2	0.957	0.0	0.957	0.0	0.957	10.2
0.957	0.2	0.957	0.0	0.957	0.0		
0.957	1.7	0.957	0.0	0.957	0.0		
0.957	0.6	0.957	0.0	0.957	0.1		
0.957	0.1	0.957	0.0	0.957	0.1		
0.957	2.1	0.957	0.0	0.957	1.2		
0.957	3.2	0.957	0.0	0.957	0.5		
0.957	0.5	0.957	0.0	0.957	0.3		
0.957	0.3	0.957	0.0	0.957	0.5		
0.957	0.5	0.957	0.0	0.957	3.2		
0.957	1.2	0.957	0.0	0.957	2.1		
0.957	0.1	0.957	0.0	0.957	0.1		
0.957	0.1	0.957	0.0	0.957	0.6		
0.957	0.0	0.957	0.0	0.957	1.7		
0.957	0.0	0.957	0.0	0.957	0.2		

A_s : Cuantía vertical a disponer en cada tramo.

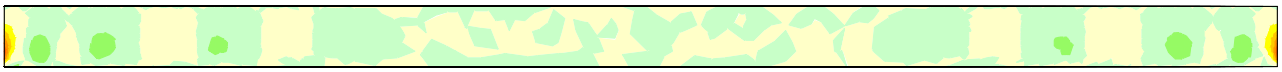
Viga 2:

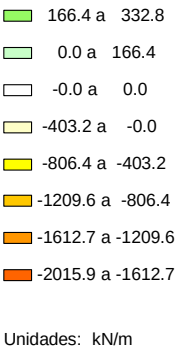
Esfuerzos N_y (Tensión normal vertical) :

Difusión del pretensado

Viga 9

Ny (Tensión normal vertical)





Cuantías de armadura a disponer en los distintos tramos en los que se divide la viga :

Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)
0.957	10.2	0.957	0.0	0.957	0.0	0.957	10.2
0.957	0.2	0.957	0.0	0.957	0.0		
0.957	1.7	0.957	0.0	0.957	0.0		
0.957	0.6	0.957	0.0	0.957	0.1		
0.957	0.1	0.957	0.0	0.957	0.1		
0.957	2.1	0.957	0.0	0.957	1.2		
0.957	3.2	0.957	0.0	0.957	0.5		
0.957	0.5	0.957	0.0	0.957	0.3		
0.957	0.3	0.957	0.0	0.957	0.5		
0.957	0.5	0.957	0.0	0.957	3.2		
0.957	1.2	0.957	0.0	0.957	2.1		
0.957	0.1	0.957	0.0	0.957	0.1		
0.957	0.1	0.957	0.0	0.957	0.6		
0.957	0.0	0.957	0.0	0.957	1.7		
0.957	0.0	0.957	0.0	0.957	0.2		

A_s : Cuantía vertical a disponer en cada tramo.

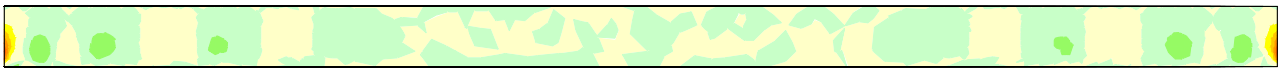
Viga 3:

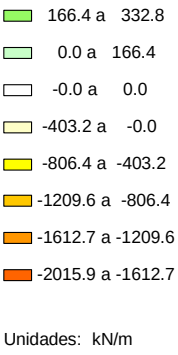
Esfuerzos N_y (Tensión normal vertical) :

Difusión del pretensado

Viga 9

Ny (Tensión normal vertical)





Cuantías de armadura a disponer en los distintos tramos en los que se divide la viga :

Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)
0.957	10.2	0.957	0.0	0.957	0.0	0.957	10.2
0.957	0.2	0.957	0.0	0.957	0.0		
0.957	1.7	0.957	0.0	0.957	0.0		
0.957	0.6	0.957	0.0	0.957	0.1		
0.957	0.1	0.957	0.0	0.957	0.1		
0.957	2.1	0.957	0.0	0.957	1.2		
0.957	3.2	0.957	0.0	0.957	0.5		
0.957	0.5	0.957	0.0	0.957	0.3		
0.957	0.3	0.957	0.0	0.957	0.5		
0.957	0.5	0.957	0.0	0.957	3.2		
0.957	1.2	0.957	0.0	0.957	2.1		
0.957	0.1	0.957	0.0	0.957	0.1		
0.957	0.1	0.957	0.0	0.957	0.6		
0.957	0.0	0.957	0.0	0.957	1.7		
0.957	0.0	0.957	0.0	0.957	0.2		

A_s : Cuantía vertical a disponer en cada tramo.

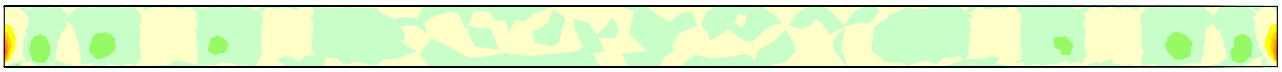
Viga 4:

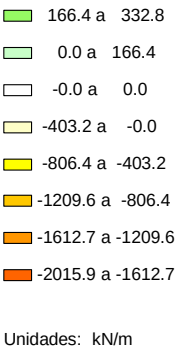
Esfuerzos N_y (Tensión normal vertical) :

Difusión del pretensado

Viga 9

Ny (Tensión normal vertical)





Cuantías de armadura a disponer en los distintos tramos en los que se divide la viga :

Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)
0.957	10.2	0.957	0.0	0.957	0.0	0.957	10.2
0.957	0.2	0.957	0.0	0.957	0.0		
0.957	1.7	0.957	0.0	0.957	0.0		
0.957	0.6	0.957	0.0	0.957	0.1		
0.957	0.1	0.957	0.0	0.957	0.1		
0.957	2.1	0.957	0.0	0.957	1.2		
0.957	3.2	0.957	0.0	0.957	0.5		
0.957	0.5	0.957	0.0	0.957	0.3		
0.957	0.3	0.957	0.0	0.957	0.5		
0.957	0.5	0.957	0.0	0.957	3.2		
0.957	1.2	0.957	0.0	0.957	2.1		
0.957	0.1	0.957	0.0	0.957	0.1		
0.957	0.1	0.957	0.0	0.957	0.6		
0.957	0.0	0.957	0.0	0.957	1.7		
0.957	0.0	0.957	0.0	0.957	0.2		

A_s : Cuantía vertical a disponer en cada tramo.

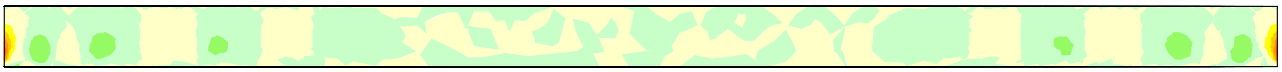
Viga 5:

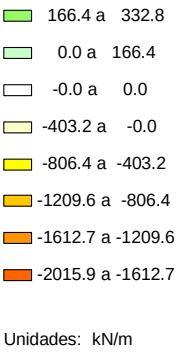
Esfuerzos N_y (Tensión normal vertical) :

Difusión del pretensado

Viga 9

Ny (Tensión normal vertical)





Cuantías de armadura a disponer en los distintos tramos en los que se divide la viga :

Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)
0.957	10.2	0.957	0.0	0.957	0.0	0.957	10.2
0.957	0.2	0.957	0.0	0.957	0.0		
0.957	1.7	0.957	0.0	0.957	0.0		
0.957	0.6	0.957	0.0	0.957	0.1		
0.957	0.1	0.957	0.0	0.957	0.1		
0.957	2.1	0.957	0.0	0.957	1.2		
0.957	3.2	0.957	0.0	0.957	0.5		
0.957	0.5	0.957	0.0	0.957	0.3		
0.957	0.3	0.957	0.0	0.957	0.5		
0.957	0.5	0.957	0.0	0.957	3.2		
0.957	1.2	0.957	0.0	0.957	2.1		
0.957	0.1	0.957	0.0	0.957	0.1		
0.957	0.1	0.957	0.0	0.957	0.6		
0.957	0.0	0.957	0.0	0.957	1.7		
0.957	0.0	0.957	0.0	0.957	0.2		

A_s : Cuantía vertical a disponer en cada tramo.

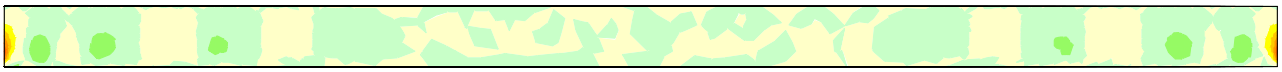
Viga 6:

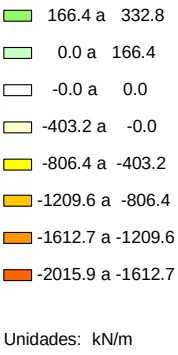
Esfuerzos N_y (Tensión normal vertical) :

Difusión del pretensado

Viga 9

Ny (Tensión normal vertical)





Cuantías de armadura a disponer en los distintos tramos en los que se divide la viga :

Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)
0.957	10.2	0.957	0.0	0.957	0.0	0.957	10.2
0.957	0.2	0.957	0.0	0.957	0.0		
0.957	1.7	0.957	0.0	0.957	0.0		
0.957	0.6	0.957	0.0	0.957	0.1		
0.957	0.1	0.957	0.0	0.957	0.1		
0.957	2.1	0.957	0.0	0.957	1.2		
0.957	3.2	0.957	0.0	0.957	0.5		
0.957	0.5	0.957	0.0	0.957	0.3		
0.957	0.3	0.957	0.0	0.957	0.5		
0.957	0.5	0.957	0.0	0.957	3.2		
0.957	1.2	0.957	0.0	0.957	2.1		
0.957	0.1	0.957	0.0	0.957	0.1		
0.957	0.1	0.957	0.0	0.957	0.6		
0.957	0.0	0.957	0.0	0.957	1.7		
0.957	0.0	0.957	0.0	0.957	0.2		

A_s : Cuantía vertical a disponer en cada tramo.

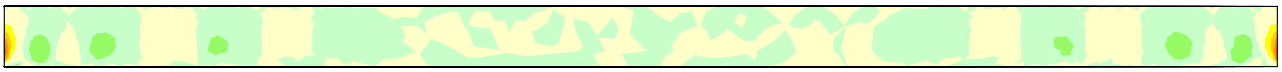
Viga 7:

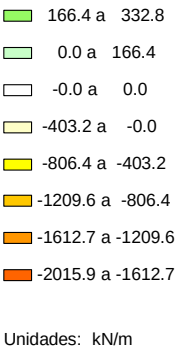
Esfuerzos N_y (Tensión normal vertical) :

Difusión del pretensado

Viga 9

Ny (Tensión normal vertical)





Cuantías de armadura a disponer en los distintos tramos en los que se divide la viga :

Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)
0.957	10.2	0.957	0.0	0.957	0.0	0.957	10.2
0.957	0.2	0.957	0.0	0.957	0.0		
0.957	1.7	0.957	0.0	0.957	0.0		
0.957	0.6	0.957	0.0	0.957	0.1		
0.957	0.1	0.957	0.0	0.957	0.1		
0.957	2.1	0.957	0.0	0.957	1.2		
0.957	3.2	0.957	0.0	0.957	0.5		
0.957	0.5	0.957	0.0	0.957	0.3		
0.957	0.3	0.957	0.0	0.957	0.5		
0.957	0.5	0.957	0.0	0.957	3.2		
0.957	1.2	0.957	0.0	0.957	2.1		
0.957	0.1	0.957	0.0	0.957	0.1		
0.957	0.1	0.957	0.0	0.957	0.6		
0.957	0.0	0.957	0.0	0.957	1.7		
0.957	0.0	0.957	0.0	0.957	0.2		

A_s : Cuantía vertical a disponer en cada tramo.

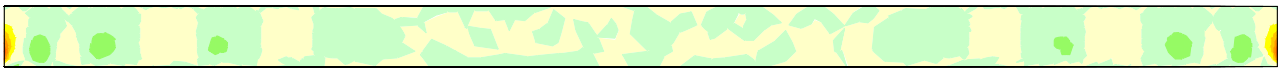
Viga 8:

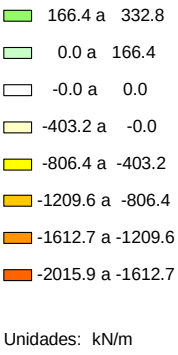
Esfuerzos N_y (Tensión normal vertical) :

Difusión del pretensado

Viga 9

Ny (Tensión normal vertical)





Cuantías de armadura a disponer en los distintos tramos en los que se divide la viga :

Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)
0.957	10.2	0.957	0.0	0.957	0.0	0.957	10.2
0.957	0.2	0.957	0.0	0.957	0.0		
0.957	1.7	0.957	0.0	0.957	0.0		
0.957	0.6	0.957	0.0	0.957	0.1		
0.957	0.1	0.957	0.0	0.957	0.1		
0.957	2.1	0.957	0.0	0.957	1.2		
0.957	3.2	0.957	0.0	0.957	0.5		
0.957	0.5	0.957	0.0	0.957	0.3		
0.957	0.3	0.957	0.0	0.957	0.5		
0.957	0.5	0.957	0.0	0.957	3.2		
0.957	1.2	0.957	0.0	0.957	2.1		
0.957	0.1	0.957	0.0	0.957	0.1		
0.957	0.1	0.957	0.0	0.957	0.6		
0.957	0.0	0.957	0.0	0.957	1.7		
0.957	0.0	0.957	0.0	0.957	0.2		

A_s : Cuantía vertical a disponer en cada tramo.

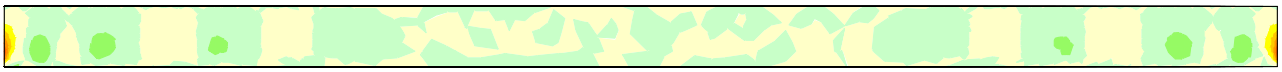
Viga 9:

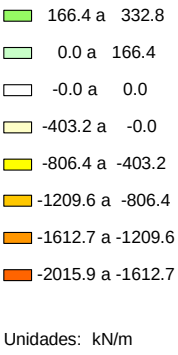
Esfuerzos N_y (Tensión normal vertical) :

Difusión del pretensado

Viga 9

Ny (Tensión normal vertical)





Cuantías de armadura a disponer en los distintos tramos en los que se divide la viga :

Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)
0.957	10.2	0.957	0.0	0.957	0.0	0.957	10.2
0.957	0.2	0.957	0.0	0.957	0.0		
0.957	1.7	0.957	0.0	0.957	0.0		
0.957	0.6	0.957	0.0	0.957	0.1		
0.957	0.1	0.957	0.0	0.957	0.1		
0.957	2.1	0.957	0.0	0.957	1.2		
0.957	3.2	0.957	0.0	0.957	0.5		
0.957	0.5	0.957	0.0	0.957	0.3		
0.957	0.3	0.957	0.0	0.957	0.5		
0.957	0.5	0.957	0.0	0.957	3.2		
0.957	1.2	0.957	0.0	0.957	2.1		
0.957	0.1	0.957	0.0	0.957	0.1		
0.957	0.1	0.957	0.0	0.957	0.6		
0.957	0.0	0.957	0.0	0.957	1.7		
0.957	0.0	0.957	0.0	0.957	0.2		

A_s : Cuantía vertical a disponer en cada tramo.

20.2 Resumen de cuantías de armadura transversal

A_{sQ}: Cuantías por cortante (mm^2/m)
A_{sQMin}: Cuantías mínimas por cortante (mm^2/m)
A_{sT}: Cuantías por torsión (mm^2/m)
A_{sPret}: Cuantías por introducción del pretensado (mm^2/m)
A_{sTotal}: Cuantías totales en el alma (mm^2/m)
$A_{sRasVL\ cálculo}$: Cuantías por rasante Viga-Losa (mm^2/m)
$A_{sRasVL\ refuerzo}$: Cuantías de refuerzo por rasante Viga-Losa (mm^2/m)
$A_{sRasVL\ mínima}$: Cuantías mínimas por rasante Viga-Losa (mm^2/m)
A_{sRasAI}: Cuantías por rasante en el ala inferior (mm^2/m)
A_{sRasAS}: Cuantías por rasante en el ala superior (mm^2/m)

Número Estribos: número de estribos
Barra: Barra usada en los estribos
Sep.: separación de las armaduras (mm)

Las armaduras se refieren siempre al total de todas las ramas que atraviesan las sección.

Viga 1:

Armadura transversal en el alma

Longitud	A_{sQ} (mm²/m)	A_{sQMin} (mm²/m)	A_{sT} (mm²/m)	A_{sPret} (mm²/m)	A_{sTotal} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.483	1398.0	950.0	106.2	1015.9	2520.1	4	Ø16	150
0.600	1398.0	950.0	110.0	1015.9	2523.9	4	Ø16	150
0.700	1398.0	950.0	117.9	19.2	1535.1	7	Ø10	100
0.500	1398.0	232.6	160.5	166.4	1724.8	4	Ø12	125
2.500	1398.0	203.6	166.9	166.4	1731.3	20	Ø12	125
2.500	1041.1	203.6	186.7	315.8	1543.6	25	Ø10	100
2.500	820.0	203.6	177.8	49.4	1047.3	20	Ø10	125
2.200	589.2	203.6	155.4	123.2	867.8	22	Ø8	100
2.500	354.7	203.6	132.1	11.8	498.7	25	Ø6	100
2.450	129.6	203.6	102.0	0.6	306.2	14	Ø6	175
2.450	0.0	0.0	72.4	0.8	73.2	7	Ø6	350
2.617	0.0	0.0	49.6	0.5	50.1	7	Ø6	350
2.617	0.0	0.0	49.6	0.5	50.1	7	Ø6	350
2.450	0.0	0.0	72.4	0.8	73.2	7	Ø6	350
2.450	129.6	203.6	102.0	0.6	306.2	14	Ø6	175
2.500	354.7	203.6	132.1	11.8	498.7	25	Ø6	100
2.200	589.2	203.6	155.4	123.2	867.8	22	Ø8	100
2.500	820.0	203.6	177.8	49.4	1047.3	20	Ø10	125
2.500	1041.1	203.6	186.7	315.8	1543.6	25	Ø10	100
2.500	1398.0	203.6	166.9	166.4	1731.3	20	Ø12	125
0.500	1398.0	232.6	160.5	166.4	1724.8	4	Ø12	125
0.700	1398.0	950.0	117.9	19.2	1535.1	7	Ø10	100
0.600	1398.0	950.0	110.0	1015.9	2523.9	4	Ø16	150
0.483	1398.0	950.0	106.2	1015.9	2520.1	4	Ø16	150

Armadura de rasante viga-losa

Longitud	A_{sRasVL} cálculo (mm²/m)	A_{sRasVL} refuerzo (mm²/m)	A_{sRasVL} mínima (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.483	0.0	0.0	0.0	0	Ø6	0
0.500	2724.2	43.3	1100.0	4	Ø10	125
0.750	2724.2	1153.4	1100.0	6	Ø10	125
0.500	2724.2	914.6	1100.0	4	Ø10	125
2.500	2724.2	914.6	1100.0	20	Ø10	125
2.500	2724.2	1153.4	1100.0	20	Ø10	125
2.500	2724.2	1467.5	1100.0	25	Ø10	100
2.125	2724.2	1718.8	1100.0	17	Ø12	125
2.600	2724.2	2158.7	1100.0	26	Ø12	100
2.400	2724.2	2401.0	1100.0	16	Ø16	150
2.400	2724.2	2562.6	1100.0	16	Ø16	150
2.742	2724.2	2572.9	1100.0	18	Ø16	150
2.742	2724.2	2572.9	1100.0	18	Ø16	150
2.400	2724.2	2562.6	1100.0	16	Ø16	150
2.400	2724.2	2401.0	1100.0	16	Ø16	150
2.600	2724.2	2158.7	1100.0	26	Ø12	100
2.125	2724.2	1718.8	1100.0	17	Ø12	125
2.500	2724.2	1467.5	1100.0	25	Ø10	100
2.500	2724.2	1153.4	1100.0	20	Ø10	125
2.500	2724.2	914.6	1100.0	20	Ø10	125
0.500	2724.2	914.6	1100.0	4	Ø10	125
0.750	2724.2	1153.4	1100.0	6	Ø10	125
0.500	2724.2	43.3	1100.0	4	Ø10	125

0.483	0.0	0.0	0.0	0	Ø6	0

Armadura de rasante en el ala inferior

Longitud	A_{sRasAI} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.378	49.5	2	Ø6	350
0.700	307.2	4	Ø6	175
0.700	307.2	4	Ø6	175
0.525	307.2	3	Ø6	175
2.450	307.2	14	Ø6	175
2.450	307.2	14	Ø6	175
2.625	307.2	15	Ø6	175
2.100	307.2	12	Ø6	175
2.625	307.2	15	Ø6	175
2.450	307.2	14	Ø6	175
2.450	307.2	14	Ø6	175
2.547	307.2	14	Ø6	175
2.547	307.2	14	Ø6	175
2.450	307.2	14	Ø6	175
2.450	307.2	14	Ø6	175
2.625	307.2	15	Ø6	175
2.100	307.2	12	Ø6	175
2.625	307.2	15	Ø6	175
2.450	307.2	14	Ø6	175
2.450	307.2	14	Ø6	175
0.525	307.2	3	Ø6	175
0.700	307.2	4	Ø6	175
0.700	307.2	4	Ø6	175
0.378	49.5	2	Ø6	350

Armadura de rasante en el ala superior

Longitud	A_{sRasAS} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.404	373.8	4	Ø8	125
0.700	700.0	7	Ø10	100
0.700	700.0	7	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.200	700.0	22	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.400	700.0	24	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.596	700.0	25	Ø10	100
2.596	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.400	700.0	24	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.200	700.0	22	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
0.700	700.0	7	Ø10	100
0.700	700.0	7	Ø10	100
0.404	373.8	4	Ø8	125

Viga 2:

Armadura transversal en el alma

Longitud	A_{sQ} (mm²/m)	A_{sQMin} (mm²/m)	A_{sT} (mm²/m)	A_{sPret} (mm²/m)	A_{sTotal} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.483	1407.5	950.0	113.3	1015.9	2536.7	4	Ø16	150
0.600	1407.5	950.0	116.0	1015.9	2539.3	4	Ø16	150
0.700	1407.5	950.0	121.4	19.2	1548.1	7	Ø10	100
0.500	1407.5	232.6	165.3	166.4	1739.1	4	Ø12	125
2.500	1407.5	203.6	169.4	166.4	1743.2	20	Ø12	125
2.500	1072.1	203.6	174.6	315.8	1562.5	25	Ø10	100
2.500	855.0	203.6	164.8	49.4	1069.3	20	Ø10	125
2.400	626.8	203.6	144.9	123.2	894.9	24	Ø8	100
2.500	370.1	203.6	123.5	11.8	505.4	25	Ø6	100
2.450	143.1	203.6	100.3	0.6	304.5	14	Ø6	175
2.450	0.0	0.0	77.6	0.8	78.4	7	Ø6	350
2.417	0.0	0.0	57.9	0.5	58.4	6	Ø6	350
2.417	0.0	0.0	57.9	0.5	58.4	6	Ø6	350
2.450	0.0	0.0	77.6	0.8	78.4	7	Ø6	350
2.450	143.1	203.6	100.3	0.6	304.5	14	Ø6	175
2.500	370.1	203.6	123.5	11.8	505.4	25	Ø6	100
2.400	626.8	203.6	144.9	123.2	894.9	24	Ø8	100
2.500	855.0	203.6	164.8	49.4	1069.3	20	Ø10	125
2.500	1072.1	203.6	174.6	315.8	1562.5	25	Ø10	100
2.500	1407.5	203.6	169.4	166.4	1743.2	20	Ø12	125
0.500	1407.5	232.6	165.3	166.4	1739.1	4	Ø12	125
0.700	1407.5	950.0	121.4	19.2	1548.1	7	Ø10	100
0.600	1407.5	950.0	116.0	1015.9	2539.3	4	Ø16	150
0.483	1407.5	950.0	113.3	1015.9	2536.7	4	Ø16	150

Armadura de rasante viga-losa

Longitud	A_{sRasVL} cálculo (mm²/m)	A_{sRasVL} refuerzo (mm²/m)	A_{sRasVL} mínima (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.483	0.0	0.0	0.0	0	Ø6	0
0.500	2703.3	22.5	1100.0	4	Ø10	125
0.750	2703.3	1132.5	1100.0	6	Ø10	125
0.500	2703.3	893.7	1100.0	4	Ø10	125
2.500	2703.3	893.7	1100.0	20	Ø10	125
2.500	2703.3	1132.5	1100.0	20	Ø10	125
2.500	2703.3	1446.6	1100.0	25	Ø10	100
2.375	2703.3	1698.0	1100.0	19	Ø12	125
2.500	2703.3	2137.8	1100.0	25	Ø12	100
2.400	2703.3	2380.1	1100.0	16	Ø16	150
2.550	2703.3	2541.7	1100.0	17	Ø16	150
2.442	2703.3	2562.9	1100.0	16	Ø16	150
2.442	2703.3	2562.9	1100.0	16	Ø16	150
2.550	2703.3	2541.7	1100.0	17	Ø16	150
2.400	2703.3	2380.1	1100.0	16	Ø16	150
2.500	2703.3	2137.8	1100.0	25	Ø12	100
2.375	2703.3	1698.0	1100.0	19	Ø12	125
2.500	2703.3	1446.6	1100.0	25	Ø10	100
2.500	2703.3	1132.5	1100.0	20	Ø10	125
2.500	2703.3	893.7	1100.0	20	Ø10	125
0.500	2703.3	893.7	1100.0	4	Ø10	125
0.750	2703.3	1132.5	1100.0	6	Ø10	125
0.500	2703.3	22.5	1100.0	4	Ø10	125
0.483	0.0	0.0	0.0	0	Ø6	0

Armadura de rasante en el ala inferior

Longitud	A_{sRasAI} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.378	56.5	2	Ø6	350
0.700	302.4	4	Ø6	175
0.700	302.4	4	Ø6	175
0.525	302.4	3	Ø6	175
2.450	302.4	14	Ø6	175
2.450	302.4	14	Ø6	175
2.625	302.4	15	Ø6	175
2.275	302.4	13	Ø6	175
2.625	302.4	15	Ø6	175
2.450	302.4	14	Ø6	175
2.450	302.4	14	Ø6	175
2.372	302.4	13	Ø6	175
2.372	302.4	13	Ø6	175
2.450	302.4	14	Ø6	175
2.450	302.4	14	Ø6	175
2.625	302.4	15	Ø6	175
2.275	302.4	13	Ø6	175
2.625	302.4	15	Ø6	175
2.450	302.4	14	Ø6	175
2.450	302.4	14	Ø6	175
0.525	302.4	3	Ø6	175
0.700	302.4	4	Ø6	175
0.700	302.4	4	Ø6	175
0.378	56.5	2	Ø6	350

Armadura de rasante en el ala superior

Longitud	A_{sRasAS} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.404	373.7	4	Ø8	125
0.700	700.0	7	Ø10	100
0.700	700.0	7	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.400	700.0	24	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.400	700.0	24	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.396	700.0	23	Ø10	100
2.396	700.0	23	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.400	700.0	24	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.400	700.0	24	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
0.700	700.0	7	Ø10	100
0.700	700.0	7	Ø10	100
0.404	373.7	4	Ø8	125

Viga 3:

Armadura transversal en el alma

Longitud	A_{sQ} (mm²/m)	A_{sQMin} (mm²/m)	A_{sT} (mm²/m)	A_{sPret} (mm²/m)	A_{sTotal} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)

0.533	1623.3	950.0	110.7	1015.9	2749.8	5	Ø16	125
0.500	1623.3	950.0	113.5	1015.9	2752.6	4	Ø16	125
0.750	1623.3	950.0	119.3	19.2	1761.7	6	Ø12	125
0.500	1623.3	232.6	162.7	166.4	1952.3	5	Ø12	100
1.600	1623.3	203.6	167.2	166.4	1956.9	16	Ø12	100
2.500	1234.1	203.6	176.1	315.8	1726.0	20	Ø12	125
2.000	1165.8	203.6	173.5	315.8	1655.1	16	Ø12	125
2.500	903.1	203.6	159.4	32.5	1094.9	20	Ø10	125
2.500	651.9	203.6	138.6	7.8	798.2	20	Ø8	125
2.500	410.3	203.6	115.3	2.4	528.0	25	Ø6	100
2.450	190.8	203.6	91.6	0.6	295.8	14	Ø6	175
2.450	0.0	0.0	69.4	0.4	69.7	7	Ø6	350
1.217	0.0	0.0	53.3	1.0	54.3	3	Ø6	350
1.217	0.0	0.0	53.3	1.0	54.3	3	Ø6	350
2.450	0.0	0.0	69.4	0.4	69.7	7	Ø6	350
2.450	190.8	203.6	91.6	0.6	295.8	14	Ø6	175
2.500	410.3	203.6	115.3	2.4	528.0	25	Ø6	100
2.500	651.9	203.6	138.6	7.8	798.2	20	Ø8	125
2.500	903.1	203.6	159.4	32.5	1094.9	20	Ø10	125
2.000	1165.8	203.6	173.5	315.8	1655.1	16	Ø12	125
2.500	1234.1	203.6	176.1	315.8	1726.0	20	Ø12	125
1.600	1623.3	203.6	167.2	166.4	1956.9	16	Ø12	100
0.500	1623.3	232.6	162.7	166.4	1952.3	5	Ø12	100
0.750	1623.3	950.0	119.3	19.2	1761.7	6	Ø12	125
0.500	1623.3	950.0	113.5	1015.9	2752.6	4	Ø16	125
0.533	1623.3	950.0	110.7	1015.9	2749.8	5	Ø16	125

Armadura de rasante viga-losa

Longitud	A_{sRasVL} cálculo (mm²/m)	A_{sRasVL} refuerzo (mm²/m)	A_{sRasVL} mínima (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.533	2703.3	0.0	1100.0	0	Ø6	0
0.500	2703.3	0.0	1100.0	0	Ø6	0
0.750	2703.3	893.7	1100.0	6	Ø10	125
0.500	2703.3	441.3	1100.0	4	Ø10	125
1.625	2703.3	441.3	1100.0	13	Ø10	125
2.500	2703.3	893.7	1100.0	20	Ø10	125
1.875	2703.3	893.7	1100.0	15	Ø10	125
2.500	2703.3	1446.6	1100.0	25	Ø10	100
2.500	2703.3	1899.0	1100.0	25	Ø12	100
2.500	2703.3	2137.8	1100.0	25	Ø12	100
2.400	2703.3	2380.1	1100.0	16	Ø16	150
2.550	2703.3	2541.7	1100.0	17	Ø16	150
1.267	2703.3	2563.9	1100.0	8	Ø16	150
1.267	2703.3	2563.9	1100.0	8	Ø16	150
2.550	2703.3	2541.7	1100.0	17	Ø16	150
2.400	2703.3	2380.1	1100.0	16	Ø16	150
2.500	2703.3	2137.8	1100.0	25	Ø12	100
2.500	2703.3	1899.0	1100.0	25	Ø12	100
2.500	2703.3	1446.6	1100.0	25	Ø10	100
1.875	2703.3	893.7	1100.0	15	Ø10	125
2.500	2703.3	893.7	1100.0	20	Ø10	125
1.625	2703.3	441.3	1100.0	13	Ø10	125
0.500	2703.3	441.3	1100.0	4	Ø10	125
0.750	2703.3	893.7	1100.0	6	Ø10	125
0.500	2703.3	0.0	1100.0	0	Ø6	0
0.533	2703.3	0.0	1100.0	0	Ø6	0

Armadura de rasante en el ala inferior

Longitud	A_{sRasAI} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)

0.553	302.6	4	Ø6	175
0.525	302.6	3	Ø6	175
0.700	302.6	4	Ø6	175
0.525	302.6	3	Ø6	175
1.575	302.6	9	Ø6	175
2.450	302.6	14	Ø6	175
2.100	302.6	12	Ø6	175
2.450	302.6	14	Ø6	175
2.450	302.6	14	Ø6	175
2.625	302.6	15	Ø6	175
2.450	302.6	14	Ø6	175
2.450	302.6	14	Ø6	175
1.147	302.6	6	Ø6	175
1.147	302.6	6	Ø6	175
2.450	302.6	14	Ø6	175
2.450	302.6	14	Ø6	175
2.625	302.6	15	Ø6	175
2.450	302.6	14	Ø6	175
2.450	302.6	14	Ø6	175
2.100	302.6	12	Ø6	175
2.450	302.6	14	Ø6	175
1.575	302.6	9	Ø6	175
0.525	302.6	3	Ø6	175
0.700	302.6	4	Ø6	175
0.525	302.6	3	Ø6	175
0.553	302.6	4	Ø6	175

Armadura de rasante en el ala superior

Longitud	A_{sRasAS} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.530	700.0	6	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
0.800	700.0	8	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
1.600	700.0	16	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.000	700.0	20	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.400	700.0	24	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
1.170	700.0	11	Ø10	100
1.170	700.0	11	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.400	700.0	24	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.000	700.0	20	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
1.600	700.0	16	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
0.800	700.0	8	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
0.530	700.0	6	Ø10	100

Viga 4:

Armadura transversal en el alma

Longitud	A_{sQ} (mm²/m)	A_{sQMin} (mm²/m)	A_{sT} (mm²/m)	A_{sPret} (mm²/m)	A_{sTotal} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.533	1726.6	950.0	110.1	1015.9	2852.6	5	Ø16	125
0.500	1726.6	950.0	112.8	1015.9	2855.3	4	Ø16	125
0.700	1726.6	950.0	118.6	19.2	1864.4	7	Ø12	100
0.500	1726.6	232.6	161.7	166.4	2054.7	5	Ø12	100
1.700	1726.6	203.6	166.2	166.4	2059.2	17	Ø12	100
2.500	1417.9	203.6	178.2	211.9	1808.1	20	Ø12	125
2.375	1230.9	203.6	171.0	315.8	1717.7	19	Ø12	125
2.500	870.8	203.6	148.2	123.2	1142.2	20	Ø10	125
2.500	674.3	203.6	133.3	7.8	815.4	25	Ø8	100
2.500	452.6	203.6	111.1	1.4	565.1	25	Ø6	100
2.550	236.6	203.6	88.8	0.8	326.2	17	Ø6	150
2.450	23.3	38.8	70.0	0.4	109.2	7	Ø6	350
0.692	0.0	0.0	57.4	0.5	57.9	1	Ø6	350
0.692	0.0	0.0	57.4	0.5	57.9	1	Ø6	350
2.450	23.3	38.8	70.0	0.4	109.2	7	Ø6	350
2.550	236.6	203.6	88.8	0.8	326.2	17	Ø6	150
2.500	452.6	203.6	111.1	1.4	565.1	25	Ø6	100
2.500	674.3	203.6	133.3	7.8	815.4	25	Ø8	100
2.500	870.8	203.6	148.2	123.2	1142.2	20	Ø10	125
2.375	1230.9	203.6	171.0	315.8	1717.7	19	Ø12	125
2.500	1417.9	203.6	178.2	211.9	1808.1	20	Ø12	125
1.700	1726.6	203.6	166.2	166.4	2059.2	17	Ø12	100
0.500	1726.6	232.6	161.7	166.4	2054.7	5	Ø12	100
0.700	1726.6	950.0	118.6	19.2	1864.4	7	Ø12	100
0.500	1726.6	950.0	112.8	1015.9	2855.3	4	Ø16	125
0.533	1726.6	950.0	110.1	1015.9	2852.6	5	Ø16	125

Armadura de rasante viga-losa

Longitud	A_{sRasVL} cálculo (mm²/m)	A_{sRasVL} refuerzo (mm²/m)	A_{sRasVL} mínima (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.533	2703.3	0.0	1100.0	0	Ø6	0
0.500	2703.3	0.0	1100.0	0	Ø6	0
0.750	2703.3	441.3	1100.0	6	Ø10	125
0.500	2703.3	441.3	1100.0	4	Ø10	125
1.625	2703.3	441.3	1100.0	13	Ø10	125
2.500	2703.3	893.7	1100.0	20	Ø10	125
2.375	2703.3	893.7	1100.0	19	Ø10	125
2.500	2703.3	1446.6	1100.0	25	Ø10	100
2.500	2703.3	1698.0	1100.0	20	Ø12	125
2.500	2703.3	2137.8	1100.0	25	Ø12	100
2.550	2703.3	2326.3	1100.0	17	Ø16	150
2.400	2703.3	2541.7	1100.0	16	Ø16	150
0.767	2703.3	2621.6	1100.0	5	Ø16	150
0.767	2703.3	2621.6	1100.0	5	Ø16	150
2.400	2703.3	2541.7	1100.0	16	Ø16	150
2.550	2703.3	2326.3	1100.0	17	Ø16	150
2.500	2703.3	2137.8	1100.0	25	Ø12	100
2.500	2703.3	1698.0	1100.0	20	Ø12	125
2.500	2703.3	1446.6	1100.0	25	Ø10	100
2.375	2703.3	893.7	1100.0	19	Ø10	125
2.500	2703.3	893.7	1100.0	20	Ø10	125
1.625	2703.3	441.3	1100.0	13	Ø10	125
0.500	2703.3	441.3	1100.0	4	Ø10	125
0.750	2703.3	441.3	1100.0	6	Ø10	125
0.500	2703.3	0.0	1100.0	0	Ø6	0
0.533	2703.3	0.0	1100.0	0	Ø6	0

Armadura de rasante en el ala inferior

Longitud	A_{sRasAI} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.553	301.9	4	Ø6	175
0.525	301.9	3	Ø6	175
0.700	301.9	4	Ø6	175
0.525	301.9	3	Ø6	175
1.575	301.9	9	Ø6	175
2.625	301.9	15	Ø6	175
2.275	301.9	13	Ø6	175
2.450	301.9	14	Ø6	175
2.625	301.9	15	Ø6	175
2.450	301.9	14	Ø6	175
2.625	301.9	15	Ø6	175
2.450	301.9	14	Ø6	175
0.622	301.9	3	Ø6	175
0.622	301.9	3	Ø6	175
2.450	301.9	14	Ø6	175
2.625	301.9	15	Ø6	175
2.450	301.9	14	Ø6	175
2.625	301.9	15	Ø6	175
2.450	301.9	14	Ø6	175
2.275	301.9	13	Ø6	175
2.625	301.9	15	Ø6	175
1.575	301.9	9	Ø6	175
0.525	301.9	3	Ø6	175
0.700	301.9	4	Ø6	175
0.525	301.9	3	Ø6	175
0.553	301.9	4	Ø6	175

Armadura de rasante en el ala superior

Longitud	A_{sRasAS} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.530	700.0	6	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
0.700	700.0	7	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
1.700	700.0	17	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.400	700.0	24	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
0.670	700.0	6	Ø10	100
0.670	700.0	6	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.400	700.0	24	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
1.700	700.0	17	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
0.700	700.0	7	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
0.530	700.0	6	Ø10	100

Viga 5:

Armadura transversal en el alma

Longitud	A_{sQ} (mm²/m)	A_{sQMin} (mm²/m)	A_{sT} (mm²/m)	A_{sPret} (mm²/m)	A_{sTotal} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.533	1681.7	950.0	107.7	1015.9	2805.2	5	Ø16	125
0.500	1681.7	950.0	110.4	1015.9	2808.0	4	Ø16	125
0.700	1681.7	950.0	116.1	19.2	1817.0	7	Ø12	100
0.500	1681.7	232.6	158.5	166.4	2006.6	5	Ø12	100
1.600	1681.7	203.6	162.8	166.4	2010.9	16	Ø12	100
2.500	1280.0	203.6	169.7	315.8	1765.5	20	Ø12	125
2.125	1211.0	203.6	166.5	315.8	1693.3	17	Ø12	125
2.500	928.9	203.6	149.6	47.4	1125.9	20	Ø10	125
2.500	691.7	203.6	130.0	7.8	829.4	25	Ø8	100
2.550	464.1	203.6	110.4	1.4	575.8	17	Ø8	150
2.550	252.1	203.6	93.1	0.6	345.8	17	Ø6	150
2.400	47.9	88.5	77.5	0.4	166.5	8	Ø6	300
1.042	0.0	0.0	65.6	1.0	66.6	2	Ø6	350
1.042	0.0	0.0	65.6	1.0	66.6	2	Ø6	350
2.400	47.9	88.5	77.5	0.4	166.5	8	Ø6	300
2.550	252.1	203.6	93.1	0.6	345.8	17	Ø6	150
2.550	464.1	203.6	110.4	1.4	575.8	17	Ø8	150
2.500	691.7	203.6	130.0	7.8	829.4	25	Ø8	100
2.500	928.9	203.6	149.6	47.4	1125.9	20	Ø10	125
2.125	1211.0	203.6	166.5	315.8	1693.3	17	Ø12	125
2.500	1280.0	203.6	169.7	315.8	1765.5	20	Ø12	125
1.600	1681.7	203.6	162.8	166.4	2010.9	16	Ø12	100
0.500	1681.7	232.6	158.5	166.4	2006.6	5	Ø12	100
0.700	1681.7	950.0	116.1	19.2	1817.0	7	Ø12	100
0.500	1681.7	950.0	110.4	1015.9	2808.0	4	Ø16	125
0.533	1681.7	950.0	107.7	1015.9	2805.2	5	Ø16	125

Armadura de rasante viga-losa

Longitud	A_{sRasVL} cálculo (mm²/m)	A_{sRasVL} refuerzo (mm²/m)	A_{sRasVL} mínima (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.533	2703.3	0.0	1100.0	0	Ø6	0
0.500	2703.3	0.0	1100.0	0	Ø6	0
0.750	2703.3	441.3	1100.0	6	Ø10	125
0.500	2703.3	441.3	1100.0	4	Ø10	125
1.500	2703.3	441.3	1100.0	12	Ø10	125
2.500	2703.3	893.7	1100.0	20	Ø10	125
2.125	2703.3	893.7	1100.0	17	Ø10	125
2.500	2703.3	1446.6	1100.0	25	Ø10	100
2.500	2703.3	1698.0	1100.0	20	Ø12	125
2.500	2703.3	2033.1	1100.0	25	Ø12	100
2.550	2703.3	2326.3	1100.0	17	Ø16	150
2.400	2703.3	2514.8	1100.0	16	Ø16	150
1.142	2703.3	2594.7	1100.0	7	Ø16	150
1.142	2703.3	2594.7	1100.0	7	Ø16	150
2.400	2703.3	2514.8	1100.0	16	Ø16	150
2.550	2703.3	2326.3	1100.0	17	Ø16	150
2.500	2703.3	2033.1	1100.0	25	Ø12	100
2.500	2703.3	1698.0	1100.0	20	Ø12	125
2.500	2703.3	1446.6	1100.0	25	Ø10	100
2.125	2703.3	893.7	1100.0	17	Ø10	125
2.500	2703.3	893.7	1100.0	20	Ø10	125
1.500	2703.3	441.3	1100.0	12	Ø10	125
0.500	2703.3	441.3	1100.0	4	Ø10	125
0.750	2703.3	441.3	1100.0	6	Ø10	125
0.500	2703.3	0.0	1100.0	0	Ø6	0
0.533	2703.3	0.0	1100.0	0	Ø6	0

Armadura de rasante en el ala inferior

Longitud	A_{sRasAI} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.553	299.8	4	Ø6	175
0.525	299.8	3	Ø6	175
0.700	299.8	4	Ø6	175
0.525	299.8	3	Ø6	175
1.575	299.8	9	Ø6	175
2.450	299.8	14	Ø6	175
2.100	299.8	12	Ø6	175
2.450	299.8	14	Ø6	175
2.625	299.8	15	Ø6	175
2.450	299.8	14	Ø6	175
2.625	299.8	15	Ø6	175
2.450	299.8	14	Ø6	175
0.972	299.8	5	Ø6	175
0.972	299.8	5	Ø6	175
2.450	299.8	14	Ø6	175
2.625	299.8	15	Ø6	175
2.450	299.8	14	Ø6	175
2.625	299.8	15	Ø6	175
2.450	299.8	14	Ø6	175
2.100	299.8	12	Ø6	175
2.450	299.8	14	Ø6	175
1.575	299.8	9	Ø6	175
0.525	299.8	3	Ø6	175
0.700	299.8	4	Ø6	175
0.525	299.8	3	Ø6	175
0.553	299.8	4	Ø6	175

Armadura de rasante en el ala superior

Longitud	A_{sRasAS} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.530	700.0	6	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
0.700	700.0	7	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
1.600	700.0	16	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.100	700.0	21	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.600	700.0	26	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.400	700.0	24	Ø10	100
1.070	700.0	10	Ø10	100
1.070	700.0	10	Ø10	100
2.400	700.0	24	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.600	700.0	26	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.100	700.0	21	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
1.600	700.0	16	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
0.700	700.0	7	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
0.530	700.0	6	Ø10	100

Viga 6:

Armadura transversal en el alma

Longitud	A_{sQ} (mm²/m)	A_{sQMin} (mm²/m)	A_{sT} (mm²/m)	A_{sPret} (mm²/m)	A_{sTotal} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.533	1726.6	950.0	110.1	1015.9	2852.6	5	Ø16	125
0.500	1726.6	950.0	112.8	1015.9	2855.3	4	Ø16	125
0.700	1726.6	950.0	118.6	19.2	1864.4	7	Ø12	100
0.500	1726.6	232.6	161.7	166.4	2054.7	5	Ø12	100
1.700	1726.6	203.6	166.2	166.4	2059.2	17	Ø12	100
2.500	1418.0	203.6	178.2	211.9	1808.1	20	Ø12	125
2.375	1230.9	203.6	171.0	315.8	1717.7	19	Ø12	125
2.500	870.8	203.6	148.2	123.2	1142.2	20	Ø10	125
2.500	674.3	203.6	133.3	7.8	815.4	25	Ø8	100
2.500	452.6	203.6	111.1	1.4	565.1	25	Ø6	100
2.550	236.6	203.6	88.8	0.8	326.2	17	Ø6	150
2.450	23.3	38.8	70.0	0.4	109.2	7	Ø6	350
0.692	0.0	0.0	57.4	0.5	57.9	1	Ø6	350
0.692	0.0	0.0	57.4	0.5	57.9	1	Ø6	350
2.450	23.3	38.8	70.0	0.4	109.2	7	Ø6	350
2.550	236.6	203.6	88.8	0.8	326.2	17	Ø6	150
2.500	452.6	203.6	111.1	1.4	565.1	25	Ø6	100
2.500	674.3	203.6	133.3	7.8	815.4	25	Ø8	100
2.500	870.8	203.6	148.2	123.2	1142.2	20	Ø10	125
2.375	1230.9	203.6	171.0	315.8	1717.7	19	Ø12	125
2.500	1418.0	203.6	178.2	211.9	1808.1	20	Ø12	125
1.700	1726.6	203.6	166.2	166.4	2059.2	17	Ø12	100
0.500	1726.6	232.6	161.7	166.4	2054.7	5	Ø12	100
0.700	1726.6	950.0	118.6	19.2	1864.4	7	Ø12	100
0.500	1726.6	950.0	112.8	1015.9	2855.3	4	Ø16	125
0.533	1726.6	950.0	110.1	1015.9	2852.6	5	Ø16	125

Armadura de rasante viga-losa

Longitud	A_{sRasVL} cálculo (mm²/m)	A_{sRasVL} refuerzo (mm²/m)	A_{sRasVL} mínima (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.533	2703.3	0.0	1100.0	0	Ø6	0
0.500	2703.3	0.0	1100.0	0	Ø6	0
0.750	2703.3	441.3	1100.0	6	Ø10	125
0.500	2703.3	441.3	1100.0	4	Ø10	125
1.625	2703.3	441.3	1100.0	13	Ø10	125
2.500	2703.3	893.7	1100.0	20	Ø10	125
2.375	2703.3	893.7	1100.0	19	Ø10	125
2.500	2703.3	1446.6	1100.0	25	Ø10	100
2.500	2703.3	1698.0	1100.0	20	Ø12	125
2.500	2703.3	2137.8	1100.0	25	Ø12	100
2.550	2703.3	2326.3	1100.0	17	Ø16	150
2.400	2703.3	2541.7	1100.0	16	Ø16	150
0.767	2703.3	2621.6	1100.0	5	Ø16	150
0.767	2703.3	2621.6	1100.0	5	Ø16	150
2.400	2703.3	2541.7	1100.0	16	Ø16	150
2.550	2703.3	2326.3	1100.0	17	Ø16	150
2.500	2703.3	2137.8	1100.0	25	Ø12	100
2.500	2703.3	1698.0	1100.0	20	Ø12	125
2.500	2703.3	1446.6	1100.0	25	Ø10	100
2.375	2703.3	893.7	1100.0	19	Ø10	125
2.500	2703.3	893.7	1100.0	20	Ø10	125
1.625	2703.3	441.3	1100.0	13	Ø10	125
0.500	2703.3	441.3	1100.0	4	Ø10	125
0.750	2703.3	441.3	1100.0	6	Ø10	125
0.500	2703.3	0.0	1100.0	0	Ø6	0
0.533	2703.3	0.0	1100.0	0	Ø6	0

Armadura de rasante en el ala inferior

Longitud	A_{sRasAI} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.553	301.9	4	Ø6	175
0.525	301.9	3	Ø6	175
0.700	301.9	4	Ø6	175
0.525	301.9	3	Ø6	175
1.575	301.9	9	Ø6	175
2.625	301.9	15	Ø6	175
2.275	301.9	13	Ø6	175
2.450	301.9	14	Ø6	175
2.625	301.9	15	Ø6	175
2.450	301.9	14	Ø6	175
2.625	301.9	15	Ø6	175
2.450	301.9	14	Ø6	175
0.622	301.9	3	Ø6	175
0.622	301.9	3	Ø6	175
2.450	301.9	14	Ø6	175
2.625	301.9	15	Ø6	175
2.450	301.9	14	Ø6	175
2.625	301.9	15	Ø6	175
2.450	301.9	14	Ø6	175
2.275	301.9	13	Ø6	175
2.625	301.9	15	Ø6	175
1.575	301.9	9	Ø6	175
0.525	301.9	3	Ø6	175
0.700	301.9	4	Ø6	175
0.525	301.9	3	Ø6	175
0.553	301.9	4	Ø6	175

Armadura de rasante en el ala superior

Longitud	A_{sRasAS} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.530	700.0	6	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
0.700	700.0	7	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
1.700	700.0	17	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.400	700.0	24	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
0.670	700.0	6	Ø10	100
0.670	700.0	6	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.400	700.0	24	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
1.700	700.0	17	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
0.700	700.0	7	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
0.530	700.0	6	Ø10	100

Viga 7:

Armadura transversal en el alma

Longitud	A_{sQ} (mm²/m)	A_{sQMin} (mm²/m)	A_{sT} (mm²/m)	A_{sPret} (mm²/m)	A_{sTotal} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.533	1623.3	950.0	110.7	1015.9	2749.8	5	Ø16	125
0.500	1623.3	950.0	113.5	1015.9	2752.6	4	Ø16	125
0.750	1623.3	950.0	119.3	19.2	1761.7	6	Ø12	125
0.500	1623.3	232.6	162.7	166.4	1952.3	5	Ø12	100
1.600	1623.3	203.6	167.2	166.4	1956.9	16	Ø12	100
2.500	1234.1	203.6	176.1	315.8	1726.0	20	Ø12	125
2.000	1165.8	203.6	173.5	315.8	1655.1	16	Ø12	125
2.500	903.1	203.6	159.4	32.5	1095.0	20	Ø10	125
2.500	651.9	203.6	138.6	7.8	798.2	20	Ø8	125
2.500	410.3	203.6	115.3	2.4	528.0	25	Ø6	100
2.450	190.8	203.6	91.6	0.6	295.8	14	Ø6	175
2.450	0.0	0.0	69.4	0.4	69.7	7	Ø6	350
1.217	0.0	0.0	53.3	1.0	54.3	3	Ø6	350
1.217	0.0	0.0	53.3	1.0	54.3	3	Ø6	350
2.450	0.0	0.0	69.4	0.4	69.7	7	Ø6	350
2.450	190.8	203.6	91.6	0.6	295.8	14	Ø6	175
2.500	410.3	203.6	115.3	2.4	528.0	25	Ø6	100
2.500	651.9	203.6	138.6	7.8	798.2	20	Ø8	125
2.500	903.1	203.6	159.4	32.5	1095.0	20	Ø10	125
2.000	1165.8	203.6	173.5	315.8	1655.1	16	Ø12	125
2.500	1234.1	203.6	176.1	315.8	1726.0	20	Ø12	125
1.600	1623.3	203.6	167.2	166.4	1956.9	16	Ø12	100
0.500	1623.3	232.6	162.7	166.4	1952.3	5	Ø12	100
0.750	1623.3	950.0	119.3	19.2	1761.7	6	Ø12	125
0.500	1623.3	950.0	113.5	1015.9	2752.6	4	Ø16	125
0.533	1623.3	950.0	110.7	1015.9	2749.8	5	Ø16	125

Armadura de rasante viga-losa

Longitud	A_{sRasVL} cálculo (mm²/m)	A_{sRasVL} refuerzo (mm²/m)	A_{sRasVL} mínima (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.533	2703.3	0.0	1100.0	0	Ø6	0
0.500	2703.3	0.0	1100.0	0	Ø6	0
0.750	2703.3	893.7	1100.0	6	Ø10	125
0.500	2703.3	441.3	1100.0	4	Ø10	125
1.625	2703.3	441.3	1100.0	13	Ø10	125
2.500	2703.3	893.7	1100.0	20	Ø10	125
1.875	2703.3	893.7	1100.0	15	Ø10	125
2.500	2703.3	1446.6	1100.0	25	Ø10	100
2.500	2703.3	1899.0	1100.0	25	Ø12	100
2.500	2703.3	2137.8	1100.0	25	Ø12	100
2.400	2703.3	2380.1	1100.0	16	Ø16	150
2.550	2703.3	2541.7	1100.0	17	Ø16	150
1.267	2703.3	2563.9	1100.0	8	Ø16	150
1.267	2703.3	2563.9	1100.0	8	Ø16	150
2.550	2703.3	2541.7	1100.0	17	Ø16	150
2.400	2703.3	2380.1	1100.0	16	Ø16	150
2.500	2703.3	2137.8	1100.0	25	Ø12	100
2.500	2703.3	1899.0	1100.0	25	Ø12	100
2.500	2703.3	1446.6	1100.0	25	Ø10	100
1.875	2703.3	893.7	1100.0	15	Ø10	125
2.500	2703.3	893.7	1100.0	20	Ø10	125
1.625	2703.3	441.3	1100.0	13	Ø10	125
0.500	2703.3	441.3	1100.0	4	Ø10	125
0.750	2703.3	893.7	1100.0	6	Ø10	125
0.500	2703.3	0.0	1100.0	0	Ø6	0

0.533	2703.3	0.0	1100.0	0	Ø6	0

Armadura de rasante en el ala inferior

Longitud	A_{sRasAI} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.553	302.6	4	Ø6	175
0.525	302.6	3	Ø6	175
0.700	302.6	4	Ø6	175
0.525	302.6	3	Ø6	175
1.575	302.6	9	Ø6	175
2.450	302.6	14	Ø6	175
2.100	302.6	12	Ø6	175
2.450	302.6	14	Ø6	175
2.450	302.6	14	Ø6	175
2.625	302.6	15	Ø6	175
2.450	302.6	14	Ø6	175
2.450	302.6	14	Ø6	175
1.147	302.6	6	Ø6	175
1.147	302.6	6	Ø6	175
2.450	302.6	14	Ø6	175
2.450	302.6	14	Ø6	175
2.625	302.6	15	Ø6	175
2.450	302.6	14	Ø6	175
2.450	302.6	14	Ø6	175
2.100	302.6	12	Ø6	175
2.450	302.6	14	Ø6	175
1.575	302.6	9	Ø6	175
0.525	302.6	3	Ø6	175
0.700	302.6	4	Ø6	175
0.525	302.6	3	Ø6	175
0.553	302.6	4	Ø6	175

Armadura de rasante en el ala superior

Longitud	A_{sRasAS} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.530	700.0	6	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
0.800	700.0	8	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
1.600	700.0	16	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.000	700.0	20	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.400	700.0	24	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
1.170	700.0	11	Ø10	100
1.170	700.0	11	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.400	700.0	24	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.000	700.0	20	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
1.600	700.0	16	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
0.800	700.0	8	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
0.530	700.0	6	Ø10	100

Viga 8:

Armadura transversal en el alma

Longitud	A_{sQ} (mm²/m)	A_{sQMin} (mm²/m)	A_{sT} (mm²/m)	A_{sPret} (mm²/m)	A_{sTotal} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.483	1407.5	950.0	113.3	1015.9	2536.7	4	Ø16	150
0.600	1407.5	950.0	116.0	1015.9	2539.3	4	Ø16	150
0.700	1407.5	950.0	121.4	19.2	1548.1	7	Ø10	100
0.500	1407.5	232.6	165.3	166.4	1739.2	4	Ø12	125
2.500	1407.5	203.6	169.4	166.4	1743.2	20	Ø12	125
2.500	1072.1	203.6	174.6	315.8	1562.5	25	Ø10	100
2.500	855.0	203.6	164.8	49.4	1069.3	20	Ø10	125
2.400	626.8	203.6	144.9	123.2	894.9	24	Ø8	100
2.500	370.1	203.6	123.5	11.8	505.4	25	Ø6	100
2.450	143.1	203.6	100.3	0.6	304.5	14	Ø6	175
2.450	0.0	0.0	77.6	0.8	78.4	7	Ø6	350
2.417	0.0	0.0	57.9	0.5	58.4	6	Ø6	350
2.417	0.0	0.0	57.9	0.5	58.4	6	Ø6	350
2.450	0.0	0.0	77.6	0.8	78.4	7	Ø6	350
2.450	143.1	203.6	100.3	0.6	304.5	14	Ø6	175
2.500	370.1	203.6	123.5	11.8	505.4	25	Ø6	100
2.400	626.8	203.6	144.9	123.2	894.9	24	Ø8	100
2.500	855.0	203.6	164.8	49.4	1069.3	20	Ø10	125
2.500	1072.1	203.6	174.6	315.8	1562.5	25	Ø10	100
2.500	1407.5	203.6	169.4	166.4	1743.2	20	Ø12	125
0.500	1407.5	232.6	165.3	166.4	1739.2	4	Ø12	125
0.700	1407.5	950.0	121.4	19.2	1548.1	7	Ø10	100
0.600	1407.5	950.0	116.0	1015.9	2539.3	4	Ø16	150
0.483	1407.5	950.0	113.3	1015.9	2536.7	4	Ø16	150

Armadura de rasante viga-losa

Longitud	A_{sRasVL} cálculo (mm²/m)	A_{sRasVL} refuerzo (mm²/m)	A_{sRasVL} mínima (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.483	0.0	0.0	0.0	0	Ø6	0
0.500	2703.3	22.5	1100.0	4	Ø10	125
0.750	2703.3	1132.5	1100.0	6	Ø10	125
0.500	2703.3	893.7	1100.0	4	Ø10	125
2.500	2703.3	893.7	1100.0	20	Ø10	125
2.500	2703.3	1132.5	1100.0	20	Ø10	125
2.500	2703.3	1446.6	1100.0	25	Ø10	100
2.375	2703.3	1698.0	1100.0	19	Ø12	125
2.500	2703.3	2137.8	1100.0	25	Ø12	100
2.400	2703.3	2380.1	1100.0	16	Ø16	150
2.550	2703.3	2541.7	1100.0	17	Ø16	150
2.442	2703.3	2562.9	1100.0	16	Ø16	150
2.442	2703.3	2562.9	1100.0	16	Ø16	150
2.550	2703.3	2541.7	1100.0	17	Ø16	150
2.400	2703.3	2380.1	1100.0	16	Ø16	150
2.500	2703.3	2137.8	1100.0	25	Ø12	100
2.375	2703.3	1698.0	1100.0	19	Ø12	125
2.500	2703.3	1446.6	1100.0	25	Ø10	100
2.500	2703.3	1132.5	1100.0	20	Ø10	125
2.500	2703.3	893.7	1100.0	20	Ø10	125
0.500	2703.3	893.7	1100.0	4	Ø10	125
0.750	2703.3	1132.5	1100.0	6	Ø10	125
0.500	2703.3	22.5	1100.0	4	Ø10	125
0.483	0.0	0.0	0.0	0	Ø6	0

Armadura de rasante en el ala inferior

Longitud	A_{sRasAI} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.378	56.5	2	Ø6	350
0.700	302.4	4	Ø6	175
0.700	302.4	4	Ø6	175
0.525	302.4	3	Ø6	175
2.450	302.4	14	Ø6	175
2.450	302.4	14	Ø6	175
2.625	302.4	15	Ø6	175
2.275	302.4	13	Ø6	175
2.625	302.4	15	Ø6	175
2.450	302.4	14	Ø6	175
2.450	302.4	14	Ø6	175
2.372	302.4	13	Ø6	175
2.372	302.4	13	Ø6	175
2.450	302.4	14	Ø6	175
2.450	302.4	14	Ø6	175
2.625	302.4	15	Ø6	175
2.275	302.4	13	Ø6	175
2.625	302.4	15	Ø6	175
2.450	302.4	14	Ø6	175
2.450	302.4	14	Ø6	175
0.525	302.4	3	Ø6	175
0.700	302.4	4	Ø6	175
0.700	302.4	4	Ø6	175
0.378	56.5	2	Ø6	350

Armadura de rasante en el ala superior

Longitud	A_{sRasAS} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.404	373.7	4	Ø8	125
0.700	700.0	7	Ø10	100
0.700	700.0	7	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.400	700.0	24	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.400	700.0	24	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.396	700.0	23	Ø10	100
2.396	700.0	23	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.400	700.0	24	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.400	700.0	24	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
0.700	700.0	7	Ø10	100
0.700	700.0	7	Ø10	100
0.404	373.7	4	Ø8	125

Viga 9:

Armadura transversal en el alma

Longitud	A_{sQ} (mm²/m)	A_{sQMin} (mm²/m)	A_{sT} (mm²/m)	A_{sPret} (mm²/m)	A_{sTotal} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.483	1398.0	950.0	106.2	1015.9	2520.1	4	Ø16	150
0.600	1398.0	950.0	110.0	1015.9	2523.9	4	Ø16	150
0.700	1398.0	950.0	117.9	19.2	1535.1	7	Ø10	100
0.500	1398.0	232.6	160.5	166.4	1724.8	4	Ø12	125
2.500	1398.0	203.6	166.9	166.4	1731.3	20	Ø12	125
2.500	1041.1	203.6	186.7	315.8	1543.6	25	Ø10	100
2.500	820.0	203.6	177.8	49.4	1047.3	20	Ø10	125
2.200	589.2	203.6	155.4	123.2	867.8	22	Ø8	100
2.500	354.7	203.6	132.1	11.8	498.7	25	Ø6	100
2.450	129.6	203.6	102.0	0.6	306.2	14	Ø6	175
2.450	0.0	0.0	72.4	0.8	73.2	7	Ø6	350
2.617	0.0	0.0	49.6	0.5	50.1	7	Ø6	350
2.617	0.0	0.0	49.6	0.5	50.1	7	Ø6	350
2.450	0.0	0.0	72.4	0.8	73.2	7	Ø6	350
2.450	129.6	203.6	102.0	0.6	306.2	14	Ø6	175
2.500	354.7	203.6	132.1	11.8	498.7	25	Ø6	100
2.200	589.2	203.6	155.4	123.2	867.8	22	Ø8	100
2.500	820.0	203.6	177.8	49.4	1047.3	20	Ø10	125
2.500	1041.1	203.6	186.7	315.8	1543.6	25	Ø10	100
2.500	1398.0	203.6	166.9	166.4	1731.3	20	Ø12	125
0.500	1398.0	232.6	160.5	166.4	1724.8	4	Ø12	125
0.700	1398.0	950.0	117.9	19.2	1535.1	7	Ø10	100
0.600	1398.0	950.0	110.0	1015.9	2523.9	4	Ø16	150
0.483	1398.0	950.0	106.2	1015.9	2520.1	4	Ø16	150

Armadura de rasante viga-losa

Longitud	A_{sRasVL} cálculo (mm²/m)	A_{sRasVL} refuerzo (mm²/m)	A_{sRasVL} mínima (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.483	0.0	0.0	0.0	0	Ø6	0
0.500	2724.2	43.3	1100.0	4	Ø10	125
0.750	2724.2	1153.4	1100.0	6	Ø10	125
0.500	2724.2	914.6	1100.0	4	Ø10	125
2.500	2724.2	914.6	1100.0	20	Ø10	125
2.500	2724.2	1153.4	1100.0	20	Ø10	125
2.500	2724.2	1467.5	1100.0	25	Ø10	100
2.125	2724.2	1718.8	1100.0	17	Ø12	125
2.600	2724.2	2158.7	1100.0	26	Ø12	100
2.400	2724.2	2401.0	1100.0	16	Ø16	150
2.400	2724.2	2562.6	1100.0	16	Ø16	150
2.742	2724.2	2572.9	1100.0	18	Ø16	150
2.742	2724.2	2572.9	1100.0	18	Ø16	150
2.400	2724.2	2562.6	1100.0	16	Ø16	150
2.400	2724.2	2401.0	1100.0	16	Ø16	150
2.600	2724.2	2158.7	1100.0	26	Ø12	100
2.125	2724.2	1718.8	1100.0	17	Ø12	125
2.500	2724.2	1467.5	1100.0	25	Ø10	100
2.500	2724.2	1153.4	1100.0	20	Ø10	125
2.500	2724.2	914.6	1100.0	20	Ø10	125
0.500	2724.2	914.6	1100.0	4	Ø10	125
0.750	2724.2	1153.4	1100.0	6	Ø10	125
0.500	2724.2	43.3	1100.0	4	Ø10	125
0.483	0.0	0.0	0.0	0	Ø6	0

Armadura de rasante en el ala inferior

Longitud	A_{sRasAI} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)

0.378	49.5	2	Ø6	350
0.700	307.2	4	Ø6	175
0.700	307.2	4	Ø6	175
0.525	307.2	3	Ø6	175
2.450	307.2	14	Ø6	175
2.450	307.2	14	Ø6	175
2.625	307.2	15	Ø6	175
2.100	307.2	12	Ø6	175
2.625	307.2	15	Ø6	175
2.450	307.2	14	Ø6	175
2.450	307.2	14	Ø6	175
2.547	307.2	14	Ø6	175
2.547	307.2	14	Ø6	175
2.450	307.2	14	Ø6	175
2.450	307.2	14	Ø6	175
2.625	307.2	15	Ø6	175
2.100	307.2	12	Ø6	175
2.625	307.2	15	Ø6	175
2.450	307.2	14	Ø6	175
2.450	307.2	14	Ø6	175
0.525	307.2	3	Ø6	175
0.700	307.2	4	Ø6	175
0.700	307.2	4	Ø6	175
0.378	49.5	2	Ø6	350

Armadura de rasante en el ala superior

Longitud	A_{sRasAS} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.404	373.8	4	Ø8	125
0.700	700.0	7	Ø10	100
0.700	700.0	7	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.200	700.0	22	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.400	700.0	24	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.596	700.0	25	Ø10	100
2.596	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.400	700.0	24	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.200	700.0	22	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
0.700	700.0	7	Ø10	100
0.700	700.0	7	Ø10	100
0.404	373.8	4	Ø8	125

21 CÁLCULO DE LA SITUACIÓN DE TRANSPORTE DE LAS VIGAS

En este informe se obtienen las longitudes de vuelo para las cuales no es necesaria armadura pasiva de refuerzo en la situación de transporte.
En los cálculos a rotura se consideran las armaduras de pretesado, de postesado y las armaduras pasivas de refuerzo a rotura por flexión, así como las armaduras perimetrales.

Vuelo en extremo 1 de la viga

Viga 1. Situación persistente. Combinación fundamental

Longitud de vuelo (m)	M_d (kNm)	M_u (kNm)	$C_s=M_u/M_d$
0.000	0.0	0.0	100.000
1.433	-104.7	-741.5	7.079
2.867	-397.2	-698.5	1.758

Vuelo en extremo 1 de la viga

Viga 2. Situación persistente. Combinación fundamental

Longitud de vuelo (m)	M_d (kNm)	M_u (kNm)	$C_s=M_u/M_d$
0.000	0.0	0.0	100.000
1.433	-104.7	-741.5	7.079
2.867	-397.2	-698.5	1.758

Vuelo en extremo 1 de la viga

Viga 3. Situación persistente. Combinación fundamental

Longitud de vuelo (m)	M_d (kNm)	M_u (kNm)	$C_s=M_u/M_d$
0.000	0.0	0.0	100.000
1.433	-104.7	-751.3	7.173
2.867	-397.2	-714.6	1.799

Vuelo en extremo 1 de la viga

Viga 4. Situación persistente. Combinación fundamental

Longitud de vuelo (m)	M_d (kNm)	M_u (kNm)	$C_s=M_u/M_d$
0.000	0.0	0.0	100.000
1.433	-104.7	-751.3	7.173
2.867	-397.2	-714.6	1.799

Vuelo en extremo 1 de la viga

Viga 5. Situación persistente. Combinación fundamental

Longitud de vuelo (m)	M_d (kNm)	M_u (kNm)	$C_s=M_u/M_d$
0.000	0.0	0.0	100.000
1.433	-104.7	-751.3	7.173
2.867	-397.2	-714.6	1.799

Vuelo en extremo 1 de la viga

Viga 6. Situación persistente. Combinación fundamental

Longitud de vuelo (m)	M_d (kNm)	M_u (kNm)	$C_s=M_u/M_d$
0.000	0.0	0.0	100.000
1.433	-104.7	-751.3	7.173
2.867	-397.2	-714.6	1.799

Vuelo en extremo 1 de la viga

Viga 7. Situación persistente. Combinación fundamental

Longitud de vuelo (m)	M_d (kNm)	M_u (kNm)	$C_s=M_u/M_d$
0.000	0.0	0.0	100.000
1.433	-104.7	-751.3	7.173
2.867	-397.2	-714.6	1.799

Vuelo en extremo 1 de la viga

Viga 8. Situación persistente. Combinación fundamental

Longitud de vuelo (m)	M_d (kNm)	M_u (kNm)	$C_s=M_u/M_d$

0.000	0.0	0.0	100.000
1.433	-104.7	-741.5	7.079
2.867	-397.2	-698.5	1.758

Vuelo en extremo 1 de la viga

Viga 9. Situación persistente. Combinación fundamental

Longitud de vuelo (m)	M_d (kNm)	M_u (kNm)	$C_s=M_u/M_d$
0.000	0.0	0.0	100.000
1.433	-104.7	-741.5	7.079
2.867	-397.2	-698.5	1.758

Longitudes de vuelo máximas admisibles sin armaduras adicionales de refuerzo

Viga	Longitud en extremo 1 (m)	Longitud en extremo 2 (m)
1	2.867	2.867
2	2.867	2.867
3	2.867	2.867
4	2.867	2.867
5	2.867	2.867
6	2.867	2.867
7	2.867	2.867
8	2.867	2.867
9	2.867	2.867

22 ROTURA POR FLEXIÓN EN LA LOSA

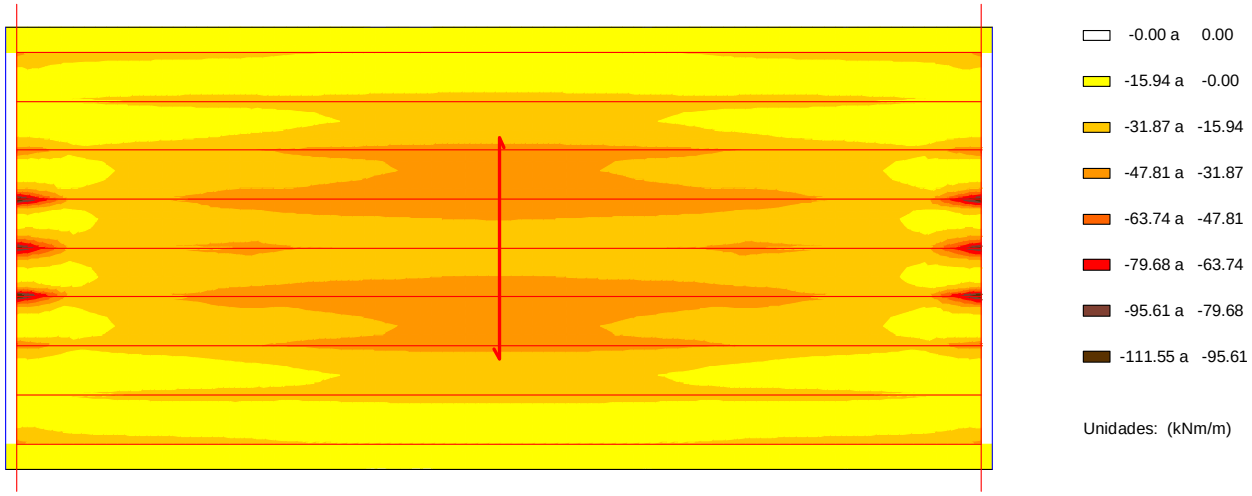
En este apartado se presentan las envolventes de los esfuerzos flectores para cada combinación, y las armaduras de flexión obtenidas. La flexión positiva corresponde a tracciones en la cara inferior de la losa.

22.1 Esfuerzos de flexión mayorados

22.1.1 Situación persistente. Combinación fundamental

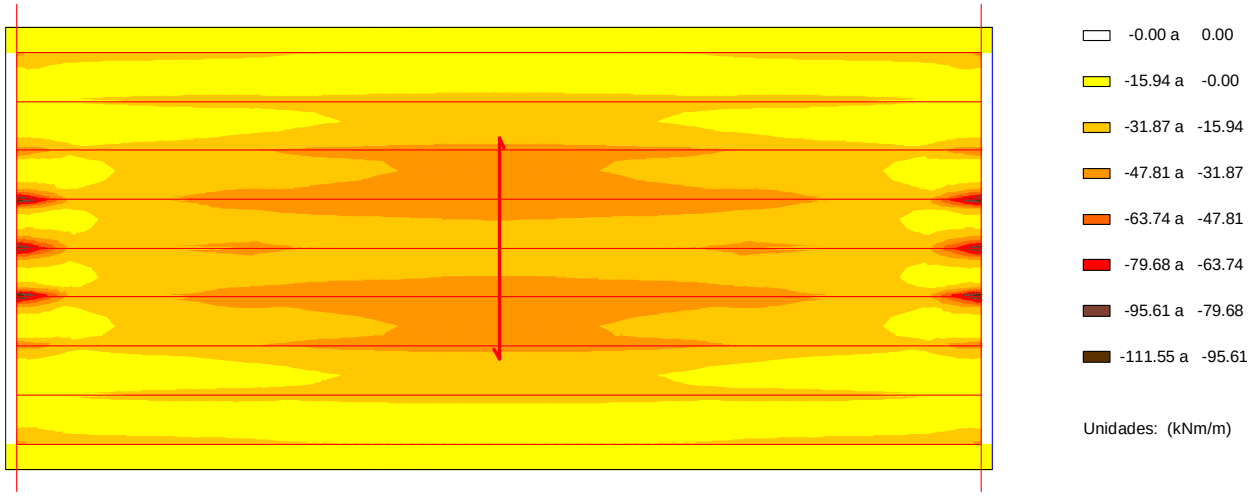
Momento transversal. Flexión negativa (W-A) (kNm/m)

Situación persistente. Combinación fundamental



Momento transversal. Flexión negativa (W-A) (kNm/m)

Situación persistente. Combinación fundamental

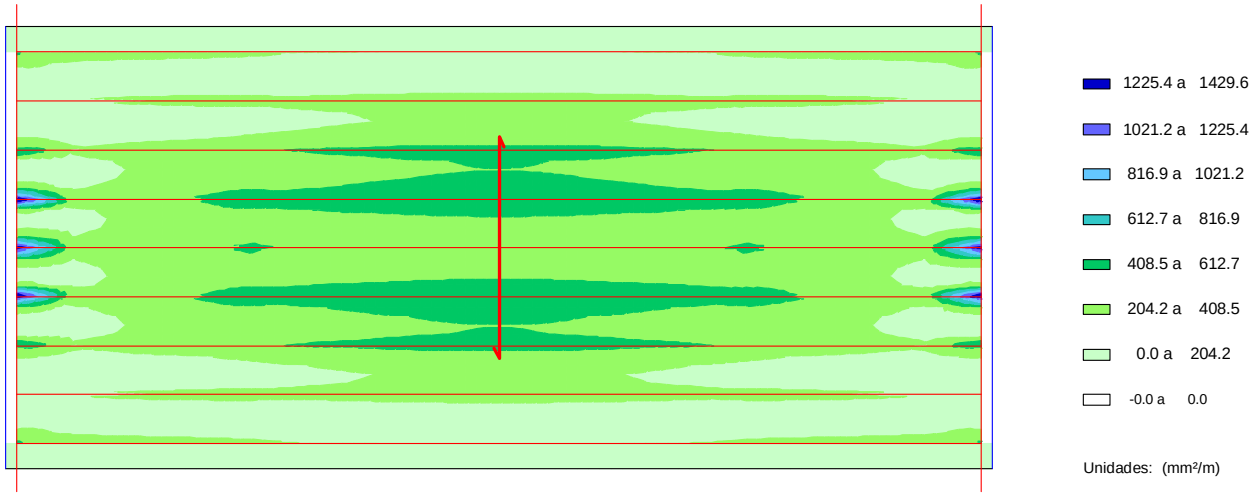


22.2 Armadura de flexión

En este apartado se presenta la armadura máxima de entre la necesaria por cálculo, la mínima mecánica y la geométrica.

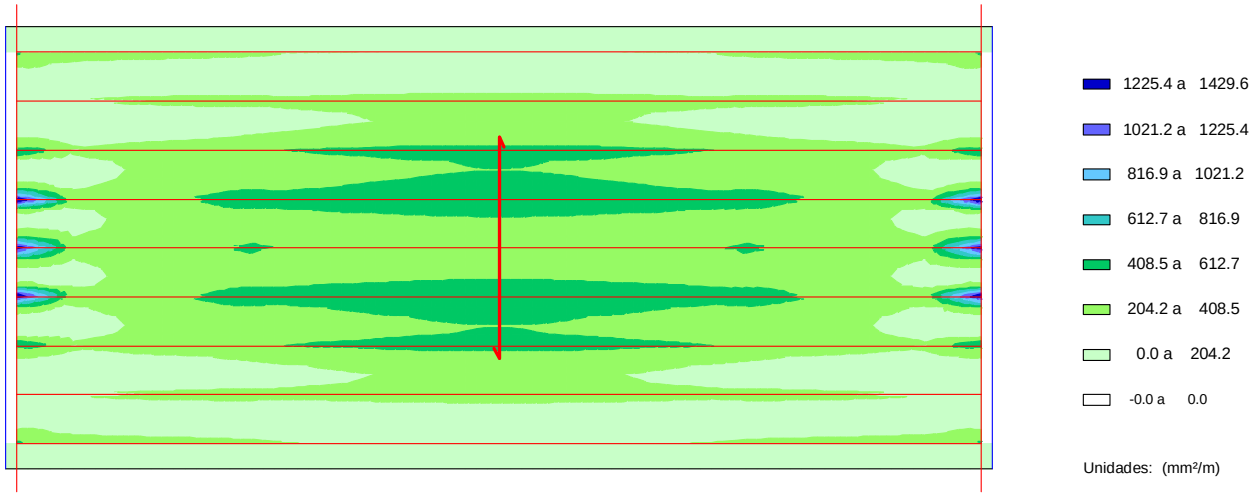
Armadura de cálculo transversal superior (mm²/m)

Envolvente global



Armadura de cálculo transversal superior (mm²/m)

Envolvente global



22.3 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

23 ROTURA POR CORTANTE EN LA LOSA

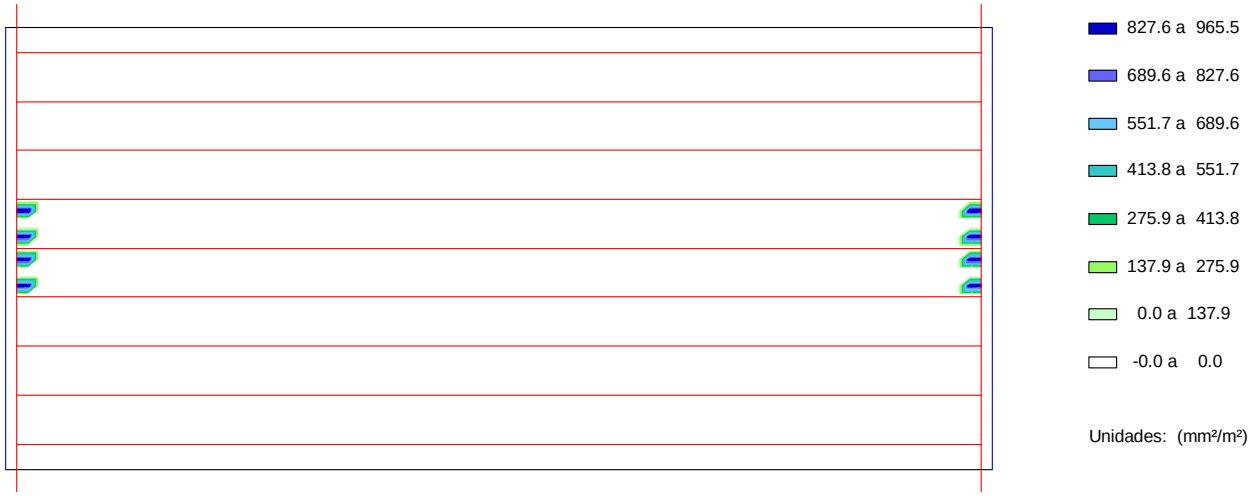
En este apartado se presentan las envolventes de los esfuerzos cortantes para cada combinación, y las armaduras de cortante obtenidas.

23.1 Esfuerzos cortantes mayorados

23.1.1 Situación persistente. Combinación fundamental

Armadura mínima de cortante

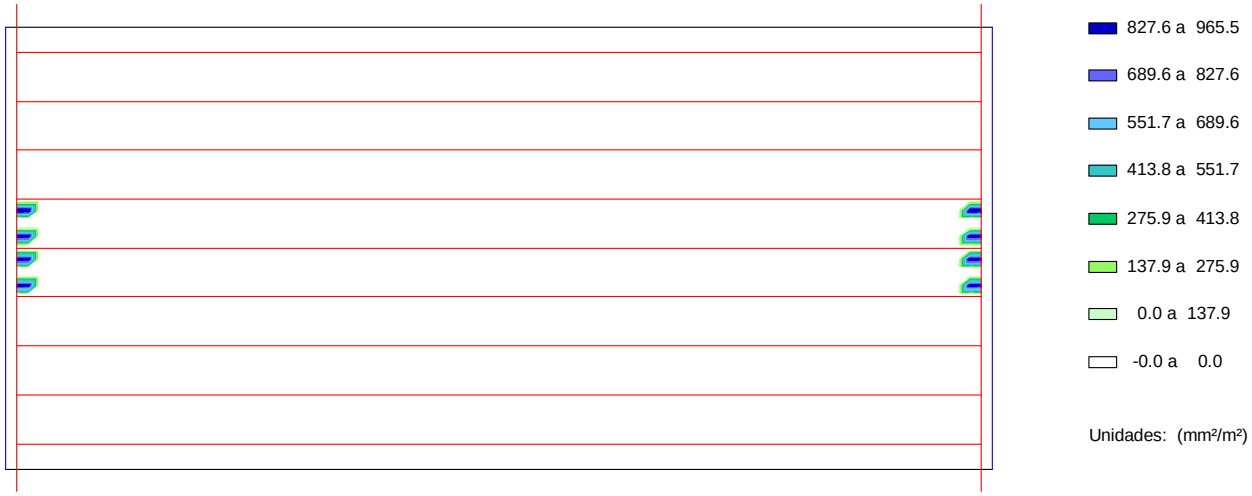
Envolvente global



23.2 Comprobación de las bielas de compresión

Armadura mínima de cortante

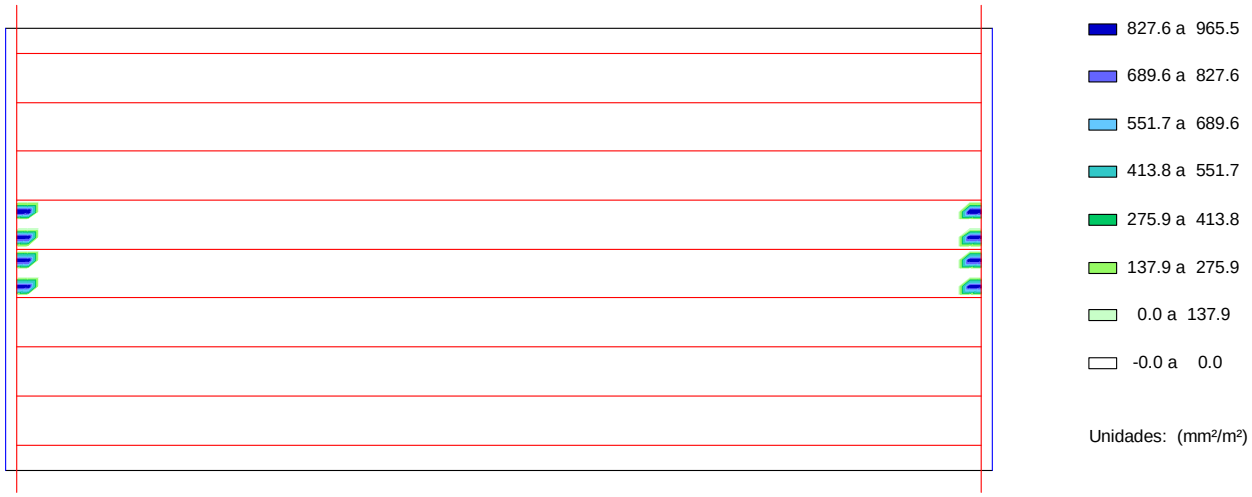
Envolvente global



23.3 Armadura de cálculo de cortante

Armadura mínima de cortante

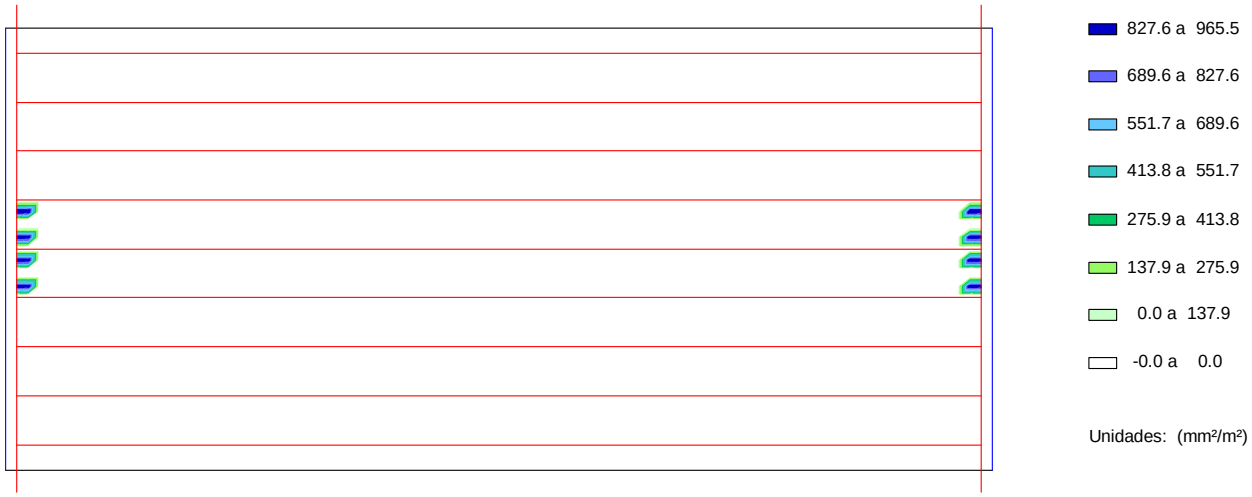
Envolvente global



23.4 Armadura mínima de cortante

Armadura mínima de cortante

Envolvente global



23.5 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

24 VERIFICACIÓN DEL EL FISURACIÓN EN LA Llosa

24.1 Cálculo a fisuración

24.1.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente

M_k: Flector máximo.Situación persistente. Combinación cuasi permanente
N_k: Axil concomitante.Situación persistente. Combinación cuasi permanente
w_k: Abertura de fisura.
w_{adm}: Abertura de fisura admisible.

Armadura inferior longitudinal

Zona	Armadura por flexión (mm^2/m)	Armadura	M_k (kNm/m)	W_k (mm)	W_{adm} (mm)	Resultado
1	399.2	Ø10/0.175 m	7.95	0.06	0.30	Cumple

Armadura superior longitudinal

Zona	Armadura por flexión (mm^2/m)	Armadura	M_k (kNm/m)	W_k (mm)	W_{adm} (mm)	Resultado
1	322.3	Ø8/0.150 m	-6.02	0.06	0.30	Cumple

Armadura inferior transversal

Zona	Armadura por flexión (mm^2/m)	Armadura	M_k (kNm/m)	W_k (mm)	W_{adm} (mm)	Resultado
1	1309.3	Ø16/0.150 m	7.81	0.02	0.30	Cumple
2	1230.3	Ø20/0.250 m	7.53	0.02	0.30	Cumple
3	1309.3	Ø16/0.150 m	7.81	0.02	0.30	Cumple

Armadura superior transversal

Zona	Armadura por flexión (mm^2/m)	Armadura	M_k (kNm/m)	W_k (mm)	W_{adm} (mm)	Resultado
1	1429.6	Ø20/0.200 m	-22.11	0.05	0.30	Cumple
2	983.2	Ø16/0.200 m	-16.99	0.06	0.30	Cumple
3	1429.6	Ø20/0.200 m	-22.11	0.05	0.30	Cumple

24.2 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

26 PRUEBA DE CARGA

27 Reacciones por apoyo. Valores característicos

Reacciones en vigas en el eje 1 y en el eje 2

		Reacción vertical (kN)					
		Peso propio de las vigas (PV)		Peso propio de la losa (PL)		Superestructura (SE)	
Eje	Viga	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
1	1	375.6	375.6	310.2	310.2	333.8	335.4
1	2	375.6	375.6	304.2	304.2	229.1	245.0
1	3	375.6	375.6	304.2	304.2	190.8	222.1
1	4	375.6	375.6	304.2	304.2	142.5	188.1
1	5	375.6	375.6	304.2	304.2	130.8	180.3
1	6	375.6	375.6	304.2	304.2	142.5	188.1
1	7	375.6	375.6	304.2	304.2	190.8	222.1
1	8	375.6	375.6	304.2	304.2	229.1	245.0
1	9	375.6	375.6	310.2	310.2	333.8	335.4
2	1	375.6	375.6	310.2	310.2	333.8	335.4
2	2	375.6	375.6	304.2	304.2	229.1	245.0
2	3	375.6	375.6	304.2	304.2	190.8	222.1
2	4	375.6	375.6	304.2	304.2	142.5	188.1
2	5	375.6	375.6	304.2	304.2	130.8	180.3
2	6	375.6	375.6	304.2	304.2	142.5	188.1
2	7	375.6	375.6	304.2	304.2	190.8	222.1

2	8	375.6	375.6	304.2	304.2	229.1	245.0
2	9	375.6	375.6	310.2	310.2	333.8	335.4

Reacción vertical (kN)

		Tráfico en aceras (TRA)		Tráfico en plataforma (TRP)		Viento vertical (VI)	
Eje	Viga	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
1	1	-3.9	136.1	-49.5	48.7	-85.9	85.9
1	2	-3.9	85.4	-0.3	190.5	-69.5	69.5
1	3	-3.2	56.1	0.0	402.4	-66.0	66.0
1	4	-0.7	22.6	0.0	565.7	-55.0	55.0
1	5	0.0	14.1	0.0	568.7	-35.7	35.7
1	6	-0.7	22.6	0.0	565.7	-55.0	55.0
1	7	-3.2	56.1	0.0	402.4	-66.0	66.0
1	8	-3.9	85.4	-0.3	190.5	-69.5	69.5
1	9	-3.9	136.1	-49.5	48.7	-85.9	85.9
2	1	-3.9	136.1	-49.5	48.7	-85.9	85.9
2	2	-3.9	85.4	-0.3	190.5	-69.5	69.5
2	3	-3.2	56.1	0.0	402.4	-66.0	66.0
2	4	-0.7	22.6	0.0	565.7	-55.0	55.0
2	5	0.0	14.1	0.0	568.7	-35.7	35.7
2	6	-0.7	22.6	0.0	565.7	-55.0	55.0
2	7	-3.2	56.1	0.0	402.4	-66.0	66.0
2	8	-3.9	85.4	-0.3	190.5	-69.5	69.5
2	9	-3.9	136.1	-49.5	48.7	-85.9	85.9

Reacción vertical (kN)

		Gradiente térmico (GT)	
Eje	Viga	Min.	Max.
1	1	0.0	0.0
1	2	0.0	0.0
1	3	0.0	0.0
1	4	0.0	0.0
1	5	0.0	0.0
1	6	0.0	0.0
1	7	0.0	0.0
1	8	0.0	0.0
1	9	0.0	0.0
2	1	0.0	0.0
2	2	0.0	0.0
2	3	0.0	0.0
2	4	0.0	0.0
2	5	0.0	0.0
2	6	0.0	0.0
2	7	0.0	0.0
2	8	0.0	0.0
2	9	0.0	0.0

28 Reacciones por apoyo. Valores de combinación

Reacciones en vigas en el eje 1 y en el eje 2

Instante	Descripción
I1	Tras la transferencia del pretesado
I2	Tras el hormigonado de la losa
I3	Tras la disposición de la superestructura
I4	Tras la apertura al tráfico
I5	A tiempo infinito

Situación persistente. Combinación cuasi permanente:

Reacción vertical (kN)						
Valores máximos						
Eje	Viga	I1	I2	I3	I4	I5
1	1	375.6	685.8	1021.2	1021.2	1021.2
1	2	375.6	679.8	924.9	924.9	924.9
1	3	375.6	679.8	902.0	902.0	902.0
1	4	375.6	679.8	867.9	867.9	867.9
1	5	375.6	679.8	860.1	860.1	860.1
1	6	375.6	679.8	867.9	867.9	867.9
1	7	375.6	679.8	902.0	902.0	902.0
1	8	375.6	679.8	924.9	924.9	924.9
1	9	375.6	685.8	1021.2	1021.2	1021.2
2	1	375.6	685.8	1021.2	1021.2	1021.2
2	2	375.6	679.8	924.9	924.9	924.9
2	3	375.6	679.8	902.0	902.0	902.0
2	4	375.6	679.8	867.9	867.9	867.9
2	5	375.6	679.8	860.1	860.1	860.1
2	6	375.6	679.8	867.9	867.9	867.9
2	7	375.6	679.8	902.0	902.0	902.0
2	8	375.6	679.8	924.9	924.9	924.9
2	9	375.6	685.8	1021.2	1021.2	1021.2

Situación persistente. Combinación frecuente:

Reacción vertical (kN)						
Valores máximos						
Eje	Viga	I1	I2	I3	I4	I5
1	1	375.6	685.8	1021.2	1103.6	1103.6
1	2	375.6	679.8	924.9	1069.0	1069.0
1	3	375.6	679.8	902.0	1165.4	1165.4
1	4	375.6	679.8	867.9	1224.7	1224.7
1	5	375.6	679.8	860.1	1210.3	1210.3
1	6	375.6	679.8	867.9	1224.7	1224.7
1	7	375.6	679.8	902.0	1165.4	1165.4
1	8	375.6	679.8	924.9	1069.0	1069.0
1	9	375.6	685.8	1021.2	1103.6	1103.6
2	1	375.6	685.8	1021.2	1103.6	1103.6
2	2	375.6	679.8	924.9	1069.0	1069.0
2	3	375.6	679.8	902.0	1165.4	1165.4
2	4	375.6	679.8	867.9	1224.7	1224.7
2	5	375.6	679.8	860.1	1210.3	1210.3
2	6	375.6	679.8	867.9	1224.7	1224.7
2	7	375.6	679.8	902.0	1165.4	1165.4
2	8	375.6	679.8	924.9	1069.0	1069.0
2	9	375.6	685.8	1021.2	1103.6	1103.6

Situación persistente. Combinación característica:

Reacción vertical (kN)						
Valores máximos						
Eje	Viga	I1	I2	I3	I4	I5
1	1	375.6	685.8	1021.2	1257.6	1257.6
1	2	375.6	679.8	924.9	1242.4	1242.4
1	3	375.6	679.8	902.0	1400.1	1400.1
1	4	375.6	679.8	867.9	1489.2	1489.2
1	5	375.6	679.8	860.1	1464.3	1464.3
1	6	375.6	679.8	867.9	1489.2	1489.2
1	7	375.6	679.8	902.0	1400.1	1400.1
1	8	375.6	679.8	924.9	1242.4	1242.4
1	9	375.6	685.8	1021.2	1257.6	1257.6
2	1	375.6	685.8	1021.2	1257.6	1257.6
2	2	375.6	679.8	924.9	1242.4	1242.4
2	3	375.6	679.8	902.0	1400.1	1400.1
2	4	375.6	679.8	867.9	1489.2	1489.2

2	5	375.6	679.8	860.1	1464.3	1464.3
2	6	375.6	679.8	867.9	1489.2	1489.2
2	7	375.6	679.8	902.0	1400.1	1400.1
2	8	375.6	679.8	924.9	1242.4	1242.4
2	9	375.6	685.8	1021.2	1257.6	1257.6

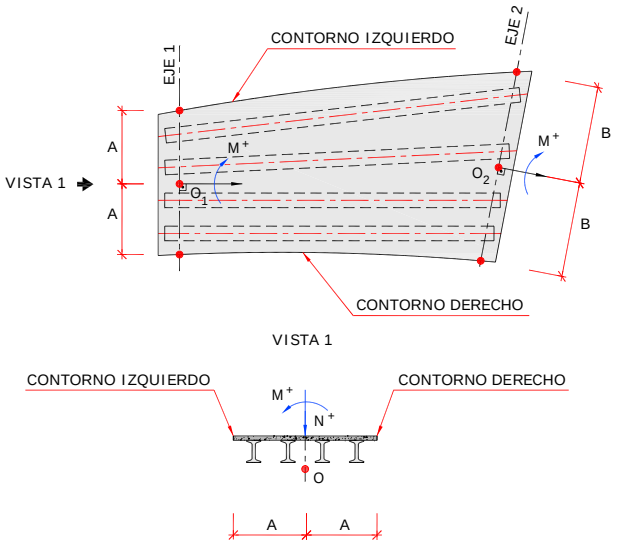
Situación persistente. Combinación fundamental:

Reacción vertical (kN)
Valores máximos

Eje	Viga	I1	I2	I3	I4	I5
1	1	507.1	925.9	1378.7	1705.5	1705.5
1	2	507.1	917.8	1248.6	1683.5	1683.5
1	3	507.1	917.8	1217.7	1896.1	1896.1
1	4	507.1	917.8	1171.7	2015.4	2015.4
1	5	507.1	917.8	1161.1	1980.0	1980.0
1	6	507.1	917.8	1171.7	2015.4	2015.4
1	7	507.1	917.8	1217.7	1896.1	1896.1
1	8	507.1	917.8	1248.6	1683.5	1683.5
1	9	507.1	925.9	1378.7	1705.5	1705.5
2	1	507.1	925.9	1378.7	1705.5	1705.5
2	2	507.1	917.8	1248.6	1683.5	1683.5
2	3	507.1	917.8	1217.7	1896.1	1896.1
2	4	507.1	917.8	1171.7	2015.4	2015.4
2	5	507.1	917.8	1161.1	1980.0	1980.0
2	6	507.1	917.8	1171.7	2015.4	2015.4
2	7	507.1	917.8	1217.7	1896.1	1896.1
2	8	507.1	917.8	1248.6	1683.5	1683.5
2	9	507.1	925.9	1378.7	1705.5	1705.5

29 Reacciones por eje. Valores característicos

Reacciones totales en el eje 1 y en el eje 2
En este apartado se listan las reacciones máximas y mínimas por eje de apoyo, obtenidas a partir de la contribución de cada uno de los apoyos de las vigas del eje.
Se obtiene así la rección vertical y el momento transversal referido a un eje perpendicular al eje de apoyos que pasa por el punto medio de la sección del eje de apoyos.



N- M-: Axil mínimo en el eje de apoyos con el momento concomitante máximo negativo.
N- M+: Axil mínimo en el eje de apoyos con el momento concomitante máximo positivo.

N+ M-: Axil máximo en el eje de apoyos con el momento concomitante máximo negativo.
N+ M+: Axil máximo en el eje de apoyos con el momento concomitante máximo positivo.
M- N-: Momento mínimo en el eje de apoyos con el axil concomitante máximo negativo.
M- N+: Momento mínimo en el eje de apoyos con el axil concomitante máximo positivo.
M+ N-: Momento máximo en el eje de apoyos con el axil concomitante máximo negativo.
M+ N+: Momento máximo en el eje de apoyos con el axil concomitante máximo positivo.

PV : Peso propio de las vigas

Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	3380.4	0.0	3380.4	0.0	3380.4	0.0	3380.4	0.0
2	3380.4	0.0	3380.4	0.0	3380.4	0.0	3380.4	0.0

PV : Peso propio de las vigas

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	3380.4	0.0	3380.4	0.0	3380.4	0.0	3380.4	0.0
2	3380.4	0.0	3380.4	0.0	3380.4	0.0	3380.4	0.0

PL : Peso propio de la losa

Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	2750.0	0.0	2750.0	0.0	2750.0	0.0	2750.0	0.0
2	2750.0	0.0	2750.0	0.0	2750.0	0.0	2750.0	0.0

PL : Peso propio de la losa

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	2750.0	0.0	2750.0	0.0	2750.0	0.0	2750.0	0.0
2	2750.0	0.0	2750.0	0.0	2750.0	0.0	2750.0	0.0

SE : Superestructura

Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	1926.4	-0.0	1926.4	-0.0	2158.6	-0.0	2158.6	-0.0
2	1926.4	0.0	1926.4	0.0	2158.6	-0.0	2158.6	-0.0

SE : Superestructura

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	2158.6	-0.0	2158.6	-0.0	1926.4	-0.0	1926.4	-0.0
2	2158.6	-0.0	2158.6	-0.0	1926.4	0.0	1926.4	0.0

TRA : Tráfico en aceras

Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	0.0	0.0	0.0	0.0	591.4	-0.0	591.4	-0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	591.4	-0.0	591.4	-0.0

TRA : Tráfico en aceras

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	295.7	-2143.9	295.7	-2143.9	295.7	2143.9	295.7	2143.9
2	295.7	-2143.9	295.7	-2143.9	295.7	2143.9	295.7	2143.9

TRP: Tráfico en plataforma

Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	0.0	0.0	0.0	0.0	1968.8	-2322.4	1968.8	2322.4
2	0.0	0.0	0.0	0.0	1968.8	-2322.4	1968.8	2322.4

TRP: Tráfico en plataforma

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	1166.9	-3393.2	1576.1	-3393.2	1166.9	3393.2	1576.1	3393.2
2	1166.9	-3393.2	1576.1	-3393.2	1166.9	3393.2	1576.1	3393.2

VI : Viento vertical

Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	-327.2	1636.0	-327.2	1636.0	327.2	-1636.0	327.2	-1636.0
2	-327.2	1636.0	-327.2	1636.0	327.2	-1636.0	327.2	-1636.0

VI : Viento vertical

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	327.2	-1636.0	327.2	-1636.0	-327.2	1636.0	-327.2	1636.0
2	327.2	-1636.0	327.2	-1636.0	-327.2	1636.0	-327.2	1636.0

GT : Gradiente térmico

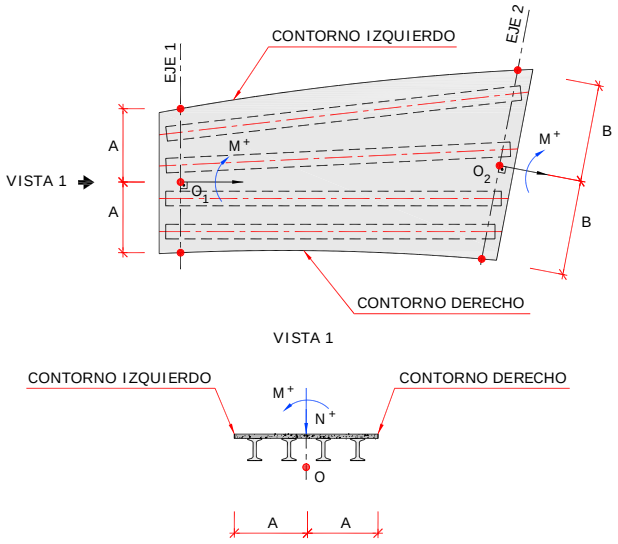
Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

GT : Gradiente térmico

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

30 Reacciones por eje. Valores de combinación

En este apartado se listan las reacciones máximas y mínimas por eje de apoyo, obtenidas a partir de la contribución de cada uno de los apoyos de las vigas del eje.
Se obtiene así la rección vertical y el momento transversal referido a un eje perpendicular al eje de apoyos que pasa por el punto medio de la sección del eje de apoyos.



Reacciones totales en el eje 1 y en el eje 2

Situación persistente. Combinación cuasi permanente:

A tiempo infinito

Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	8056.8	0.0	8056.8	0.0	8289.0	-0.0	8289.0	-0.0
2	8056.8	0.0	8056.8	0.0	8289.0	0.0	8289.0	0.0

A tiempo infinito

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	8289.0	-0.0	8289.0	-0.0	8056.8	0.0	8056.8	0.0
2	8289.0	0.0	8289.0	0.0	8056.8	0.0	8056.8	0.0

Situación persistente. Combinación frecuente:

A tiempo infinito

Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	7991.3	327.2	7991.3	327.2	9686.2	-1302.2	9686.2	1302.2
2	7991.3	327.2	7991.3	327.2	9686.2	-1302.2	9686.2	1302.2

A tiempo infinito

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	9060.6	-2774.6	9348.6	-2774.6	8828.4	2774.6	9116.5	2774.6
2	9060.6	-2774.6	9348.6	-2774.6	8828.4	2774.6	9116.4	2774.6

Situación persistente. Combinación característica:

A tiempo infinito

Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector	Axil (kN)	Flector	Axil (kN)	Flector	Axil (kN)	Flector

		(kNm)		(kNm)		(kNm)		(kNm)
1	7729.6	1636.0	7729.6	1636.0	11045.5	-3304.0	11045.5	1340.8
2	7729.6	1636.0	7729.6	1636.0	11045.5	-3304.0	11045.5	1340.8

A tiempo infinito

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	9947.9	-6518.6	10357.0	-6518.7	9323.0	6518.6	9732.2	6518.6
2	9947.9	-6518.6	10357.0	-6518.6	9323.0	6518.6	9732.2	6518.6

Situación persistente. Combinación fundamental:

A tiempo infinito

Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	7566.0	2454.0	7566.0	2454.0	14940.9	-4607.7	14940.9	1662.9
2	7566.0	2454.0	7566.0	2454.0	14940.9	-4607.7	14940.9	1662.9

A tiempo infinito

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	12267.3	-14231.6	13057.6	-14231.6	10690.6	14231.6	11481.0	14231.6
2	12267.3	-14231.6	12819.7	-14231.6	10928.6	14231.6	12155.2	14231.6

Programa: CivilEstudio

Versión: 34 - 6
Barcelona, 2018

CivilEstudio, software propiedad de CivilCAD Consultores, S.L.
Autores: L.M.Callís, J.M.Roig, I.Callís, P.Reinés
Licencia de uso concedida a: Most Enginyers, S.L.
Número de usuario: 12202

Proyecto:

Nombre del proyecto: *PRECÀLCUL DE LES ESTRUCTURES DEL PROJECTE D'OBRES BÀSIQUES D'URBANITZACIÓ DEL PLA DIRECTOR URBANÍSTIC DEL CENTRE DIRECCIONAL DE CERDANYOLA DEL VALLÈS*
Nombre de la estructura: *4. V-E.1. Pont sobre el torrent de Magrans a l'eix-E*
Nombre del elemento estructural: *Tauler*
Tipo de estructura: *Vigas pretesadas*
Funcionalidad de la estructura: *Estructura de Carretera*
Clase de estructura: *Tablero sin tierras*
Vida útil: *100 años*

Normativas:

Ámbito: *Normas españolas*

Unidades:

Sistema *S.I.*

Despiece:

Sistema Métrico Europeo

Módulo del programa:

Módulo Tablero de vigas
Nombre del archivo de proyecto: *ve1_1.vig*
Ruta de acceso: *p:\parc de l'alba\estructures\4. v-e.1\civilcad tauler*

Informe:

Tipo de informe: *Informe de mediciones*
Informe generado el día 17-12-2020 a las 20:10:30.

Índice

MEDICIONES DEL TABLERO DE VIGAS :

Vigas

Viga 1

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Hormigón de la viga	1	29.454	29.45

Total:	29.454	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Armadura en el alma	1	879.2	879.24
Armadura de refuerzo de rasante viga-losa	1	424.9	424.94
Armadura en el ala inferior	1	103.1	103.06
Armadura en el ala superior	1	310.3	310.27
Armadura longitudinal de piel	1	641.4	641.44
Armadura de refuerzo en extremos	1	127.4	127.41
Armadura de refuerzo a rotura	1	0.0	0.00
Armadura debida al postesado	1	0.0	0.00

Total:	2486.4	kg

Unidad: Peso de acero activo de pretesado

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Acero de pretesado de la viga	1	2176.0	2176.02

Total:	2176.0	kg

Viga 2

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Hormigón de la viga	1	29.453	29.45

Total:	29.453	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Armadura en el alma	1	885.1	885.12
Armadura de refuerzo de rasante viga-losa	1	423.2	423.17
Armadura en el ala inferior	1	103.1	103.06
Armadura en el ala superior	1	310.3	310.27
Armadura longitudinal de piel	1	641.4	641.44

Armadura de refuerzo en extremos	1	127.4	127.41
Armadura de refuerzo a rotura	1	0.0	0.00
Armadura debida al postesado	1	0.0	0.00

Total:	2490.5	kg

Unidad: Peso de acero activo de pretesado

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Acero de pretesado de la viga	1	2176.0	2176.02

Total:	2176.0	kg

Viga 3

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Hormigón de la viga	1	29.428	29.43

Total:	29.428	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Armadura en el alma	1	1029.0	1029.02
Armadura de refuerzo de rasante viga-losa	1	410.9	410.85
Armadura en el ala inferior	1	103.9	103.88
Armadura en el ala superior	1	313.7	313.72
Armadura longitudinal de piel	1	641.4	641.44
Armadura de refuerzo en extremos	1	191.1	191.12
Armadura de refuerzo a rotura	1	0.0	0.00
Armadura debida al postesado	1	0.0	0.00

Total:	2690.0	kg

Unidad: Peso de acero activo de pretesado

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Acero de pretesado de la viga	1	2176.0	2176.02

Total:	2176.0	kg

Viga 4

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Hormigón de la viga	1	29.421	29.42

Total:	29.421	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Armadura en el alma	1	1096.7	1096.66
Armadura de refuerzo de rasante viga-losa	1	393.7	393.70
Armadura en el ala inferior	1	103.9	103.88
Armadura en el ala superior	1	313.7	313.72
Armadura longitudinal de piel	1	641.4	641.44
Armadura de refuerzo en extremos	1	191.1	191.12
Armadura de refuerzo a rotura	1	0.0	0.00
Armadura debida al postesado	1	0.0	0.00

Total:	2740.5	kg

Unidad: Peso de acero activo de pretesado

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Acero de pretesado de la viga	1	2176.0	2176.02

Total:	2176.0	kg

Viga 5

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Hormigón de la viga	1	29.422	29.42

Total:	29.422	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Armadura en el alma	1	1087.2	1087.23
Armadura de refuerzo de rasante viga-losa	1	397.0	397.02
Armadura en el ala inferior	1	103.9	103.88
Armadura en el ala superior	1	313.7	313.72
Armadura longitudinal de piel	1	641.4	641.44
Armadura de refuerzo en extremos	1	191.1	191.12
Armadura de refuerzo a rotura	1	0.0	0.00
Armadura debida al postesado	1	0.0	0.00

Total:	2734.4	kg

Unidad: Peso de acero activo de pretesado

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Acero de pretesado de la viga	1	2176.0	2176.02

Total:	2176.0	kg

Viga 6

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Hormigón de la viga	1	29.421	29.42

Total:	29.421	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Armadura en el alma	1	1096.7	1096.66
Armadura de refuerzo de rasante viga-losa	1	393.7	393.70
Armadura en el ala inferior	1	103.9	103.88
Armadura en el ala superior	1	313.7	313.72
Armadura longitudinal de piel	1	641.4	641.44
Armadura de refuerzo en extremos	1	191.1	191.12
Armadura de refuerzo a rotura	1	0.0	0.00
Armadura debida al postesado	1	0.0	0.00

Total:	2740.5	kg

Unidad: Peso de acero activo de pretesado

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Acero de pretesado de la viga	1	2176.0	2176.02

Total:	2176.0	kg

Viga 7

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Hormigón de la viga	1	29.428	29.43

Total:	29.428	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Armadura en el alma	1	1029.0	1029.02
Armadura de refuerzo de rasante viga-losa	1	410.9	410.85
Armadura en el ala inferior	1	103.9	103.88
Armadura en el ala superior	1	313.7	313.72
Armadura longitudinal de piel	1	641.4	641.44
Armadura de refuerzo en extremos	1	191.1	191.12
Armadura de refuerzo a rotura	1	0.0	0.00
Armadura debida al postesado	1	0.0	0.00

Total:	2690.0	kg

Unidad: Peso de acero activo de pretesado

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Acero de pretesado de la viga	1	2176.0	2176.02

Total:	2176.0	kg

Viga 8

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Hormigón de la viga	1	29.453	29.45

Total:	29.453	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Armadura en el alma	1	885.1	885.12
Armadura de refuerzo de rasante viga-losa	1	423.2	423.17
Armadura en el ala inferior	1	103.1	103.06
Armadura en el ala superior	1	310.3	310.27
Armadura longitudinal de piel	1	641.4	641.44
Armadura de refuerzo en extremos	1	127.4	127.41
Armadura de refuerzo a rotura	1	0.0	0.00
Armadura debida al postesado	1	0.0	0.00

Total:	2490.5	kg

Unidad: Peso de acero activo de pretesado

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Acero de pretesado de la viga	1	2176.0	2176.02

Total:	2176.0	kg

Viga 9

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Hormigón de la viga	1	29.454	29.45

Total:	29.454	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Armadura en el alma	1	879.2	879.24
Armadura de refuerzo de rasante viga-losa	1	424.9	424.94
Armadura en el ala inferior	1	103.1	103.06
Armadura en el ala superior	1	310.3	310.27

Armadura longitudinal de piel	1	641.4	641.44
Armadura de refuerzo en extremos	1	127.4	127.41
Armadura de refuerzo a rotura	1	0.0	0.00
Armadura debida al postesado	1	0.0	0.00

Total:	2486.4	kg

Unidad: Peso de acero activo de pretesado

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Acero de pretesado de la viga	1	2176.0	2176.02

Total:	2176.0	kg

Losa

Losa

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Hormigón de la losa	1	219.999	220.00

Total:	219.999	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Armadura inferior longitudinal	1	9395.4	9395.42
Armadura superior longitudinal	1	7588.4	7588.39
Armadura inferior transversal	1	3199.0	3198.97
Armadura superior transversal	1	2396.9	2396.87
Armadura de zuncho	1	0.0	0.00
Armadura de cortante	1	563.5	563.47
Armadura de borde	1	0.0	0.00

Total:	23143.1	kg

PREDISSENY APARELL DE RECOLZAMENT DEL TAULER
4-E.1. PONT SOBRE EL TORRENT DE MAGRANS EIX E

1. PROPOSTA DE NEOPRÈ

El neopreno en sí se plantea como un rectángulo de dimensiones:

$a := 350\ mm$ $b := 450\ mm$

Con una altura total

$h_{elastómero\_total} := 71\ mm$ $n_{capas} := 6$ $h_{1.elastómero} := \frac{h_{elastómero\_total}}{n_{capas}} = 11.833\ mm$

$h_{apoyo\_total} := 99\ mm$ $n_{chapas} := n_{capas} - 1 = 5$

$G_{neo} := 0.9\ MPa$ $G_{neo\_rapido} := 2 \cdot G_{neo} = 1.8\ MPa$

Número de recolzaments per alineació: $n_{rec} := 9$

Número de alineacions: $n_{ali} := 2$

2. REACCIONS I GIRS

De l'informe de càlcul del tauler s'extreu:

26 Reacciones por apoyo. Valores de combinación

Reacciones en vigas en el eje 1 y en el eje 2

Instante	Descripción
I1	Tras la transferencia del pretesado
I2	Tras la ejecución de las riostras
I3	Tras el hormigonado de la losa
I4	Tras la disposición de la superestructura
I5	Tras la apertura al tráfico
I6	A tiempo infinito

Situación persistente. Combinación fundamental:

Reacción vertical (kN)						
Valores máximos						
Eje	Viga	I1	I2	I3	I4	I5
1	1	507.1	925.9	1378.7	1705.5	1705.5
1	2	507.1	917.8	1248.6	1683.5	1683.5
1	3	507.1	917.8	1217.7	1896.1	1896.1
1	4	507.1	917.8	1171.7	2015.4	2015.4
1	5	507.1	917.8	1161.1	1980.0	1980.0
1	6	507.1	917.8	1171.7	2015.4	2015.4
1	7	507.1	917.8	1217.7	1896.1	1896.1
1	8	507.1	917.8	1248.6	1683.5	1683.5
1	9	507.1	925.9	1378.7	1705.5	1705.5
2	1	507.1	925.9	1378.7	1705.5	1705.5
2	2	507.1	917.8	1248.6	1683.5	1683.5
2	3	507.1	917.8	1217.7	1896.1	1896.1
2	4	507.1	917.8	1171.7	2015.4	2015.4
2	5	507.1	917.8	1161.1	1980.0	1980.0

2	6	507.1	917.8	1171.7	2015.4	2015.4
2	7	507.1	917.8	1217.7	1896.1	1896.1
2	8	507.1	917.8	1248.6	1683.5	1683.5
2	9	507.1	925.9	1378.7	1705.5	1705.5

$R_{max} := 2015.4$ **kN**

$R_{min} := 1161.1$ **kN**

Viga	Apoyo	Tras la transferencia del pretesado		Tras el hormigonado de la losa		Tras la disposición de la superestructura		Tras la apertura al tráfico	
		$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$	$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$	$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$	$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$
		(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)
1	1	0.005064	0.006033	0.000852	0.001821	-0.001062	-0.000115	0.000007	-0.001849

1	2	-0.006033	-0.005064	-0.001821	-0.000852	0.000115	0.001061	0.001849	-0.000007
2	1	0.005064	0.006033	0.000926	0.001895	-0.000603	0.000257	0.000369	-0.001955
2	2	-0.006033	-0.005064	-0.001895	-0.000926	-0.000257	0.000602	0.001955	-0.000369
3	1	0.005064	0.006033	0.000926	0.001895	-0.000283	0.000490	0.000685	-0.002225
3	2	-0.006033	-0.005064	-0.001895	-0.000926	-0.000490	0.000283	0.002225	-0.000685
4	1	0.005064	0.006033	0.000926	0.001895	-0.000055	0.000652	0.000906	-0.002273
4	2	-0.006033	-0.005064	-0.001895	-0.000926	-0.000652	0.000055	0.002273	-0.000906
5	1	0.005064	0.006033	0.000926	0.001895	0.000026	0.000709	0.000986	-0.002262
5	2	-0.006033	-0.005064	-0.001895	-0.000926	-0.000709	-0.000026	0.002262	-0.000987
6	1	0.005064	0.006033	0.000926	0.001895	-0.000055	0.000652	0.000906	-0.002273
6	2	-0.006033	-0.005064	-0.001895	-0.000926	-0.000652	0.000055	0.002273	-0.000906
7	1	0.005064	0.006033	0.000926	0.001895	-0.000283	0.000490	0.000685	-0.002225
7	2	-0.006033	-0.005064	-0.001895	-0.000926	-0.000490	0.000283	0.002225	-0.000685
8	1	0.005064	0.006033	0.000926	0.001895	-0.000603	0.000257	0.000369	-0.001955
8	2	-0.006033	-0.005064	-0.001895	-0.000926	-0.000257	0.000602	0.001955	-0.000369
9	1	0.005064	0.006033	0.000852	0.001821	-0.001062	-0.000115	0.000007	-0.001849
9	2	-0.006033	-0.005064	-0.001821	-0.000852	0.000115	0.001061	0.001849	-0.000007

Viga	Apoyo	A tiempo infinito	
		$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$
		(rad)	(rad)
1	1	-0.001102	-0.001875
1	2	0.001875	0.001102
2	1	-0.000299	-0.001625
2	2	0.001625	0.000299
3	1	0.000317	-0.001680
3	2	0.001680	-0.000317
4	1	0.000753	-0.001579
4	2	0.001579	-0.000753
5	1	0.000909	-0.001516
5	2	0.001516	-0.000909
6	1	0.000753	-0.001579
6	2	0.001579	-0.000753
7	1	0.000317	-0.001680
7	2	0.001680	-0.000317
8	1	-0.000299	-0.001625
8	2	0.001625	0.000299
9	1	-0.001102	-0.001875
9	2	0.001875	0.001102

$\theta_{max} := 0.006033$ **rad**

3. ANÀLISI DE RIGIDESA HORITZONTAL DEL PONT

$$K_{1.apoyo} := \frac{a \cdot b \cdot G_{neo}}{h_{elastómero\_total}} = 1996.479 \ \frac{1}{m} \cdot kN$$

$$K_{estribo} := 10^{90} \cdot \frac{1}{m} \cdot kN \qquad K_{conjunto\_estribo} := \frac{1}{\frac{1}{K_{estribo}} + \frac{1}{K_{1.apoyo} \cdot n_{rec}}} = \left(1.797 \cdot 10^{4}\right) \frac{1}{m} \cdot kN$$

$$K_{longitudinal\_puente} := 2 \cdot K_{conjunto\_estribo} = \left(3.594 \cdot 10^{4}\right) \frac{1}{m} \cdot kN$$

4. ANÀLISI D'ESFORÇOS HORIZONTALS

Ample del tauler: $B := 20 \ m$
Longitud total del tauler: $L := 44 \ m$
Cantell del tauler: $H := 2.35 \ m$
Número de carrils virtuals: $n_{cv} := 3$
Esviatge del tauler: $\varphi := 0 \cdot grad = 0 \ °$

$$grad := \frac{90 \ °}{100} = 0.016$$

Força de frenada i arrancada:

$$Q_{lk\_1} := \max\left(180 \ kN, \min\left(1.2 \cdot 300 \ kN + 0.1 \cdot 3 \ m \cdot \frac{9 \ kN}{m^2} \cdot L, 900 \ kN\right)\right) = 478.8 \ kN$$

$$Q_{lk\_2} := \max\left(180 \ kN, \min\left(1.2 \cdot 200 \ kN + 0.1 \cdot 3 \ m \cdot \frac{2.5 \ kN}{m^2} \cdot L, 900 \ kN\right)\right) = 273 \ kN$$

$$Q_{lk\_3} := \max\left(180 \ kN, \min\left(1.2 \cdot 100 \ kN + 0.1 \cdot 3 \ m \cdot \frac{2.5 \ kN}{m^2} \cdot L, 900 \ kN\right)\right) = 180 \ kN$$

$$F_{fren} := Q_{lk\_1} + Q_{lk\_2} + Q_{lk\_3} = 931.8 \ kN$$

Força horitzontal induïda pel vent:

$c_{dir} := 1.0$
$c_{season} := 1.0$

Període de retorno $T := 100 \ yr$

$$c_{prob} := \sqrt{\left(\frac{1 - 0.2 \cdot \ln\left(-\ln\left(1 - \frac{1 \ yr}{T}\right)\right)}{1 - 0.2 \cdot \ln\left(-\ln(0.98)\right)}\right)} = 1.038$$

$v_{b.0} := 29 \ \frac{m}{s}$

$v_b := v_{b.0} \cdot c_{dir} \cdot c_{season} \cdot c_{prob} = 30.116 \ \frac{m}{s}$

$\rho := 1.25 \cdot \frac{kg}{m^3}$

$c_e := 1.492$

$t_{pavi} := 10 \ cm$

El canto del tablero efectivo a viento es $h_{vt} := H + t_{pavi} + 2\ m = 4.45\ m$

$A_{ref\_Y} := h_{vt} = 4.45\ m$

El coeficiente de fuerza

$B_{tablero\_viento} := B = 20\ m$

$$c_{f.Y} := \max\left(\min\left(2.5 - 0.3 \cdot \frac{B_{tablero\_viento}}{A_{ref\_Y}}, 2.4\right), 1.3\right) = 1.3$$

Fuerza total de viento sobre tablero

$$F_{w.Y\_total} := \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^{\ 2} \cdot c_e \cdot c_{f.Y} \cdot A_{ref\_Y} \cdot L = 215.275\ kN$$

Fuerza de viento transversal en cada apoyo:

$$F_{w\_Y\_apoyo} := \frac{K_{1.apoyo}}{K_{longitudinal\_puente}} \cdot F_{w.Y\_total} = 11.96\ kN$$

Fuerza de viento longitudinal en cada apoyo:

$$F_{w\_X\_apoyo} := F_{w\_Y\_apoyo} \cdot 0.25 = 2.99\ kN$$

Fuerza de frenado longitudinal en cada apoyo:

$$F_{fr\_X\_apoyo} := \frac{K_{1.apoyo}}{K_{longitudinal\_puente}} \cdot F_{fren} = 51.767\ kN$$

5. ANÀLISI D'EFECTES TERMOHIGROMÈTRICS

$$\varepsilon_{termohigrometric\_total} := 1\ \frac{mm}{m}$$

$$\Delta_{total} := \frac{L}{2} \cdot \varepsilon_{termohigrometric\_total} = 22\ mm$$

$$F_{termohigrometrica\_total} := K_{longitudinal\_puente} \cdot \Delta_{total} = 790.606\ kN$$

$$F_{termohigrometrica\_X\_apoyo} := \frac{K_{1.apoyo}}{K_{longitudinal\_puente}} \cdot F_{termohigrometrica\_total} = 43.923\ kN$$

6. VERIFICACIÓ DEL NEOPRÈ

Verificación de aparato de apoyo según norma EN 1337-3:2005

Coeficiente de mayoración de acciones $\gamma_A := 1.35$

Parámetros de cálculo

$h_{elastómero\_total} = 71\ mm$ $a = 0.35\ m$ $b = 0.45\ m$

$a' := a - 2\ cm = 0.33\ m$ $b' := b - 2\ cm = 0.43\ m$

$A_1 := a' \cdot b' = (1.419 \cdot 10^3)\ cm^2$ $G_{neo} = 0.9\ MPa$ $G_{neo\_rapido} = 1.8\ MPa$

$$S := \frac{a' \cdot b'}{2 \cdot (a' + b') \cdot h_{1.elastómero}} = 7.889$$

$$A_{reducida} := a' \cdot b' \cdot \left(1 - \frac{\Delta_{total} \cdot \gamma_A}{a'}\right) = (1.291 \cdot 10^3)\ cm^2$$

Deformación máxima de compresión

$N_{ed} := R_{max} = (2.015 \cdot 10^3)\ kN$

$$\varepsilon_{c.d} := \frac{N_{ed}}{G_{neo} \cdot A_{reducida} \cdot S} = 2.198$$

Deformación máxima en cizalla

$$H_{ed} := \gamma_A \cdot \sqrt{F_{w\_Y\_apoyo}^{\ 2} + (F_{fr\_X\_apoyo} + F_{w\_X\_apoyo})^2} = 75.664\ kN$$

$$v_{xy.d} := \frac{H_{ed} \cdot h_{elastómero\_total}}{a \cdot b \cdot G_{neo\_rapido}} + \Delta_{total} \cdot \gamma_A = 48.649\ mm$$

$$\varepsilon_{q.d} := \frac{v_{xy.d}}{h_{elastómero\_total}} = 0.685 \quad < 1 \quad \text{if}\ (\varepsilon_{q.d} \le 1, \text{“válido”}, \text{“NO válido”}) = \text{“válido”}$$

Deformación máxima en cizalla debida a rotación angular

$\theta_{max\_cargas} := \theta_{max} \cdot \gamma_A$

$$\varepsilon_{\alpha.d} := \frac{a'^2 \cdot \theta_{max\_cargas} \cdot h_{1.elastómero}}{2 \cdot h_{1.elastómero}^{\ 3} \cdot n_{capas}} = 0.528$$

Deformación máxima de diseño

$\varepsilon_{t.d} := \varepsilon_{c.d} + \varepsilon_{q.d} + \varepsilon_{\alpha.d} = 3.411 \quad < 7$ if $(\varepsilon_{t.d} \leq 7, \text{“válido”}, \text{“NO válido”}) = \text{“válido”}$

Flecha vertical

$$v_{c.d} := \frac{N_{ed} \cdot h_{elastómero\_total}}{A_{reducida}} \cdot \left(\frac{1}{5 \cdot G_{neo} \cdot S^2} + \frac{1}{2000\ \text{MPa}} \right) = 4.511\ \text{mm}$$

Límite de rotación

$$v_{c.d} - \frac{(a' \cdot \theta_{max\_cargas})}{3} = 0.004\ \text{m} \quad \text{if} \left(v_{c.d} - \frac{(a' \cdot \theta_{max\_cargas})}{3} \geq 0, \text{“válido”}, \text{“NO válido”} \right) = \text{“válido”}$$

Estabilidad a torsión

$$\frac{N_{ed}}{A_{reducida}} = 15.608\ \text{MPa} \qquad \frac{2 \cdot a' \cdot G_{neo} \cdot S}{3 \cdot h_{1.elastómero}} = 132.005\ \text{MPa}$$

$$\text{if} \left(\frac{N_{ed}}{A_{reducida}} \leq \frac{2 \cdot a' \cdot G_{neo} \cdot S}{3 \cdot h_{1.elastómero}}, \text{“válido”}, \text{“NO válido”} \right) = \text{“válido”}$$

Condición de no deslizamiento

$$\frac{R_{min}}{A_{reducida}} = 8.992\ \text{MPa}$$

$$\text{if} \left(\frac{R_{min}}{A_{reducida}} \geq 3\ \text{MPa}, \text{“válido”}, \text{“NO válido”} \right) = \text{“válido”}$$

$K_f := 0.2$ [0.2 para morteros lecho de resina , 0.6 para hormigón]

$$\mu_e := 0.1 + \frac{1.5\ \text{MPa} \cdot K_f}{\frac{R_{min}}{A_{reducida}}} = 0.133$$

$H_{ed} = 75.664\ \text{kN} \qquad \mu_e \cdot R_{min} = 154.849\ \text{kN}$

$\text{if} \left(H_{ed} \leq \mu_e \cdot R_{min} \cdot \gamma_A, \text{“no es necesario anclar”}, \text{“ES NECESARIO ANCLAR”} \right) = \text{“no es necesario anclar”}$

7. CATÀL·LEG DE NEOPRENS

Sense pèrdua de generalitat s'escull el catàleg del fabricant Mecanogumba

				mínima $\sigma \geq 5$ N/mm²			mínima $\sigma < 5$ N/mm²									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Formato Dimensiones en planta a · b D	Carga Admisible	Módulo E	Nº de capas	Desplaza-miento admisible Tipo 1	Altura total del apoyo Tipo 1	Altura total de elastómero Tipo 1 T	Desplaza-miento admisible Tipos 2 a 5	Altura total del apoyo Tipo 2	Altura total del apoyo Tipo 4	Altura total del apoyo Tipo 5	Altura total de elastómero Tipos 2 a 5 T	Pernos para Tipos 2 y 4 ver 1.2.2	Angulos de giro □ n · α	Angulos de giro ▯ n · α	Angulos de giro ◇ n · α	Angulos de giro Ø n · α
mm	kN	N/mm²		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm		arc.	arc.	arc.	arc.
350 x 450	2360	520	1	11,2	24	16	--	--	--	--	--	4	0,003	0,002	0,003	
			2	18,9	39	27	15,4	66	106	40	22		0,005	0,004	0,006	
			3	26,6	54	38	23,1	81	121	55	33		0,008	0,006	0,010	
			4	34,3	69	49	30,8	96	136	70	44		0,010	0,008	0,013	
			5	42,0	84	60	38,5	111	151	85	55		0,013	0,010	0,016	
			6	49,5	99	71	46,2	126	166	100	66		0,015	0,012	0,019	
			7	54,6	114	82	52,4	141	181	115	77		0,018	0,014	0,023	
			8	59,0	129	93	57,1	156	196	130	88		0,020	0,016	0,026	
			9	62,7	144	104	61,1	171	211	145	99		0,023	0,018	0,029	

Datos según fabricante para el siguiente apoyo:

$a = 350\ \text{mm}$ $b = 450\ \text{mm}$ $n_{capas} = 6$

$h_{elastómero\_total} = 71\ \text{mm}$ $h_{apoyo\_total} = 99\ \text{mm}$

$carga_{admisible} := 2360\ \text{kN}$ $\dfrac{N_{ed}}{\gamma_A} = 1492.889\ \text{kN}$

$desplazamiento_{max} := 49.5\ \text{mm}$ $\dfrac{v_{xy.d}}{\gamma_A} = 36.037\ \text{mm}$

$giro_{admisible} := 0.015\ \text{rad}$ $\dfrac{\theta_{max\_cargas}}{\gamma_A} = 0.006\ \text{rad}$

$$\text{if}\left(carga_{admisible} \geq \frac{N_{ed}}{\gamma_A}, \text{“válido”}, \text{“NO válido”}\right) = \text{“válido”}$$

$$\text{if}\left(desplazamiento_{max} \geq \frac{v_{xy.d}}{\gamma_A}, \text{“válido”}, \text{“NO válido”}\right) = \text{“válido”}$$

$$\text{if}\left(giro_{admisible} \geq \frac{\theta_{max\_cargas}}{\gamma_A}, \text{“válido”}, \text{“NO válido”}\right) = \text{“válido”}$$

Programa: CivilEstudio

Versión: 34 - 6
Barcelona, 2018

CivilEstudio, software propiedad de CivilCAD Consultores, S.L.
Autores: L.M.Callís, J.M.Roig, I.Callís, P.Reinés
Licencia de uso concedida a: Most Enginyers, S.L.
Número de usuario: 12202

Proyecto:

Nombre del proyecto: *PRECÀLCUL DE LES ESTRUCTURES DEL PROJECTE D'OBRES BÀSIQUES D'URBANITZACIÓ DEL PLA DIRECTOR URBANÍSTIC DEL CENTRE DIRECCIONAL DE CERDANYOLA DEL VALLÈS*
Nombre de la estructura: *4 V.E.1 Pont sobre el torrent de Magrans a l'eix E*
Nombre del elemento estructural: *Estrep flotant*
Tipo de estructura: *Cargadero cimentado mediante pilotes*
Funcionalidad de la estructura: *Estructura de Carretera*
Clase de estructura: *Cargadero sin encepado*
Vida útil: *100 años*

Normativas:

Ámbito: *Normas españolas*

Unidades:

Sistema *S.I.*

Despiece:

Sistema Métrico Europeo

Módulo del programa:

Módulo Estribo flotante
Nombre del archivo de proyecto: *ve1_v1.efl*
Ruta de acceso: *p:\parc de l'alba\estructures\4. v-e.1\civilcad estrep*

Informe:

Tipo de informe: *Memoria de cálculo*
Informe generado el día 19-12-2020 a las 18:54:49.

Incidencias :

Incidencia nº 1 :
Tarea :
Cálculo: fisuración
Causa :
La armadura necesaria es superior a la armadura máxima del despiece (diámetro máximo y separación mínima).

Incidencia nº 2 :
Tarea :
Generación del despiece
Causa :
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara inferior. Posición del despiece incorrecta.
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara superior. Posición del despiece incorrecta.
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara interior. Posición del despiece incorrecta.
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara exterior. Posición del despiece incorrecta.

Índice

1 RESUMEN DE VERIFICACIONES

2 DEFINICIóN DEL PROYECTO

2.1 Normativas
2.2 Geometría
2.2.1 Planta
2.2.2 Sección
2.2.3 Cargadero
2.2.4 Espaldón
2.2.5 Apoyos
2.2.6 Aleta 1
2.2.7 Aleta 2
2.2.8 Pilotes
2.3 Terreno
2.4 Materiales
2.4.1 Hormigón Alzado. Espaldón
2.4.2 Hormigón Alzado. Cargadero
2.4.3 Hormigón Alzado. Aletas
2.4.4 Hormigón Pilotes
2.4.5 Hormigón Capa de nivelación
2.4.6 Armadura pasiva Alzado. Espaldón
2.4.7 Armadura pasiva Alzado. Cargadero
2.4.8 Armadura pasiva Alzado. Aletas
2.4.9 Armadura pasiva Pilotes
2.5 Fisuración
2.6 Acciones
2.6.1 Acciones permanentes en el estribo
2.6.2 Acciones variables en el estribo
2.6.3 Acciones permanentes en el tablero
2.6.4 Acciones variables en el tablero
2.7 Seguridad
2.8 Armadura
2.8.1 Recubrimientos geométricos
2.9 Configuración del cálculo

3 MODELO

4 ESFUERZOS CARACTERíSTICOS

4.1 Peso propio. Estribo
4.1.1 Pilotes
4.1.2 Cargadero
4.1.3 Espaldón
4.1.4 Aleta 1
4.1.5 Aleta 2
4.2 Terreno. Tierras. Empuje en trasdós
4.2.1 Pilotes
4.2.2 Cargadero
4.2.3 Espaldón
4.2.4 Aleta 1

4.2.5 Aleta 2
4.3 Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje
4.3.1 Pilotes
4.3.2 Cargadero
4.3.3 Espaldón
4.3.4 Aleta 1
4.3.5 Aleta 2
4.4 Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical
4.4.1 Pilotes
4.4.2 Cargadero
4.4.3 Espaldón
4.4.4 Aleta 1
4.4.5 Aleta 2
4.5 Peso propio. Tablero
4.5.1 Pilotes
4.5.2 Cargadero
4.5.3 Espaldón
4.5.4 Aleta 1
4.5.5 Aleta 2
4.6 Superestructura del tablero
4.6.1 Pilotes
4.6.2 Cargadero
4.6.3 Espaldón
4.6.4 Aleta 1
4.6.5 Aleta 2
4.7 Reología. Retracción
4.7.1 Pilotes
4.7.2 Cargadero
4.7.3 Espaldón
4.7.4 Aleta 1
4.7.5 Aleta 2
4.8 Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1
4.8.1 Pilotes
4.8.2 Cargadero
4.8.3 Espaldón
4.8.4 Aleta 1
4.8.5 Aleta 2
4.9 Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2
4.9.1 Pilotes
4.9.2 Cargadero
4.9.3 Espaldón
4.9.4 Aleta 1
4.9.5 Aleta 2
4.10 Viento. Con sobrecarga de uso
4.10.1 Pilotes
4.10.2 Cargadero
4.10.3 Espaldón
4.10.4 Aleta 1
4.10.5 Aleta 2

5 ESTADO LíMITE DE HUNDIMIENTO

5.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio
5.2 Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio
5.3 Resumen de verificaciones

6 ESTADO LíMITE DE ASIENTOS

6.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio
6.2 Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio
6.3 Resumen de verificaciones

7 ESTADO LíMITE DE ARRANQUE DE LOS PILOTES

7.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio
7.2 Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio
7.3 Resumen de verificaciones

8 ESTADO LíMITE DE FLEXIóN

8.1 Pilotes
8.1.1 Esfuerzos de cálculo
8.1.2 Armaduras
8.2 Espaldón
8.2.1 Esfuerzos de cálculo
8.2.2 Armaduras
8.3 Cargadero
8.3.1 Esfuerzos de cálculo
8.3.2 Armaduras
8.4 Aleta 1
8.4.1 Esfuerzos de cálculo
8.4.2 Armaduras
8.5 Aleta2
8.5.1 Esfuerzos de cálculo
8.5.2 Armaduras
8.6 Resumen de verificaciones

9 ESTADO LíMITE DE TORSIóN

9.1 Cargadero
9.1.1 Esfuerzos de cálculo
9.1.2 Dimensionamiento de armaduras
9.2 Resumen de verificaciones

10 ESTADO LíMITE DE FISURACIóN

10.1 Pilotes
10.1.1 Esfuerzos de cálculo
10.1.2 Cálculo de E.L. de fisuración
10.2 Espaldón
10.2.1 Esfuerzos de cálculo
10.2.2 Cálculo de E.L. de fisuración
10.3 Cargadero
10.3.1 Esfuerzos de cálculo
10.3.2 Cálculo de E.L. de fisuración
10.3.2.1 Resultados del cálculo por secciones
10.3.2.2 Resultados del cálculo en la sección más desfavorable
10.4 Aleta 1
10.4.1 Esfuerzos de cálculo
10.4.2 Cálculo de E.L. de fisuración
10.5 Aleta2
10.5.1 Esfuerzos de cálculo
10.5.2 Cálculo de E.L. de fisuración

10.6 Resumen de verificaciones

11 ESTADO LíMITE DE CORTANTE

11.1 Pilotes
11.1.1 Esfuerzos de cálculo
11.1.2 Armaduras de cortante
11.2 Espaldón
11.2.1 Esfuerzos de cálculo
11.2.2 Armaduras de cortante
11.3 Cargadero
11.3.1 Esfuerzos de cálculo
11.3.2 Armaduras de cortante
11.4 Aleta 1
11.4.1 Esfuerzos de cálculo
11.4.2 Armaduras de cortante
11.5 Aleta2
11.5.1 Esfuerzos de cálculo
11.5.2 Armaduras de cortante
11.6 Resumen de verificaciones

12 ESTADO LíMITE DE DEFORMACIONES

12.1 Pilotes
12.2 Muro espaldón
12.2.1 Deformaciones
12.2.2 Cálculo de E.L. de deformaciones
12.2.2.1 Desplazamientos. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio
12.2.2.2 Desplazamientos. Situación persistente. Combinación frecuente. Estructura en servicio
12.2.2.3 Desplazamientos. Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio
12.3 Aleta 1
12.4 Aleta2
12.5 Resumen de verificaciones

13 ESTADO LíMITE DE DESPIECE

13.1 Resumen de verificaciones

1 RESUMEN DE VERIFICACIONES

Nombre del proyecto: *PRECÀLCUL DE LES ESTRUCTURES DEL PROJECTE D'OBRES BÀSIQUES D'URBANITZACIÓ DEL PLA DIRECTOR URBANÍSTIC DEL CENTRE DIRECCIONAL DE CERDANYOLA DEL VALLÈS*
Nombre de la estructura: *4 V.E.1 Pont sobre el torrent de Magrans a l'eix E*
Nombre del elemento estructural: *Estrep flotant*
Tipo de estructura: *Cargadero cimentado mediante pilotes*
Funcionalidad de la estructura: *Estructura de Carretera*
Clase de estructura: *Cargadero sin encepado*
Vida útil: *100 años*

Estribo flotante		
Estado límite geotécnico último de hundimiento de los pilotes		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite geotécnico último de arranque de los pilotes		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite geotécnico de servicio de asientos		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por flexión		
Situación persistente	Envolvente global	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por torsión		
Situación persistente	Envolvente global	Cumple
Estado límite estructural de servicio de fisuración		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	No cumple
Estado límite estructural último de rotura por cortante		
Situación persistente	Envolvente global	Cumple
Estado límite estructural de servicio de deformaciones		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Obtención del despiece de la armadura		
Generación del armado	.	No cumple

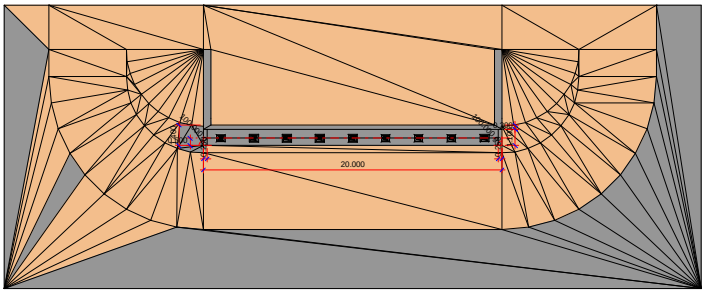
2 DEFINICIóN DEL PROYECTO

2.1 Normativas

IAP. Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera. V. 2011
Guía. Guía de cimentaciones. V. 2009
EHE. Instrucción Española del Hormigón Estructural. V. 2008

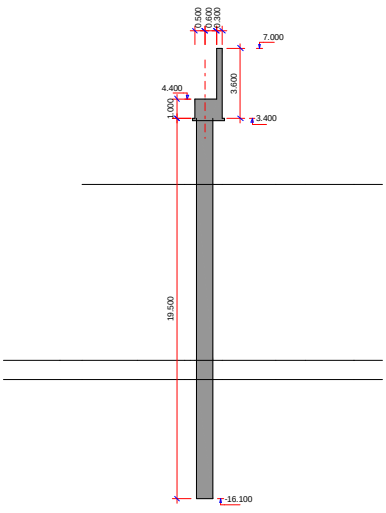
2.2 Geometría

2.2.1 Planta



2.2.2 Sección

Sección del muro frontal

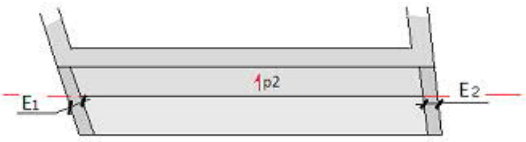


Canto del encepado	:	0.000 m
Cota de la cara superior del encepado	:	3.400 m

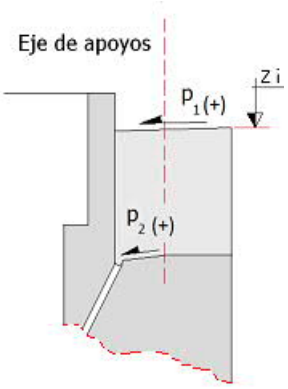
Espesor de la capa de nivelación : 0.100 m

2.2.3 Cargadero

Alzado



Planta

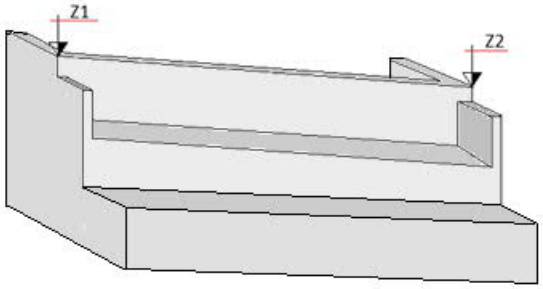


Z_1 : 6.700 m
Z_2 : 4.400 m
Z_3 : 4.400 m
Z_4 : 6.700 m

E_1 : 0.250 m
E_2 : 0.250 m

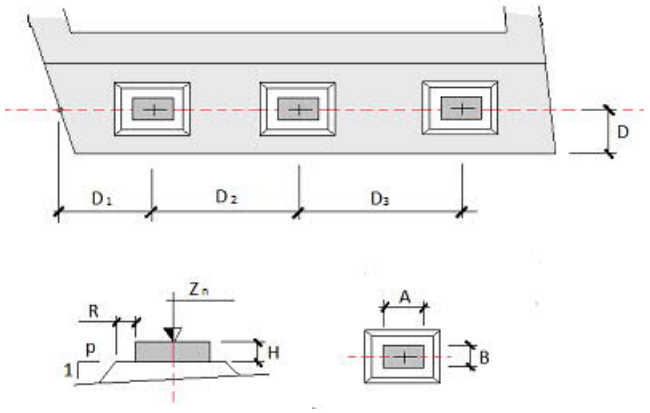
p_1 : 0.0 %
p_2 : 1.0 %

2.2.4 Espaldón



Z_1	:	7.000	m
Z_2	:	7.000	m

2.2.5 Apoyos

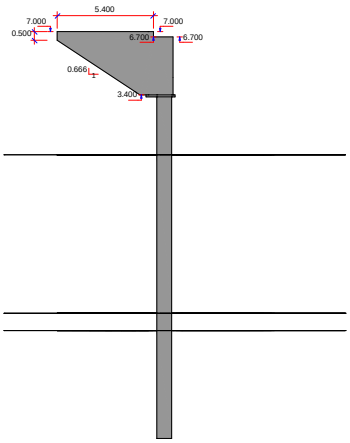


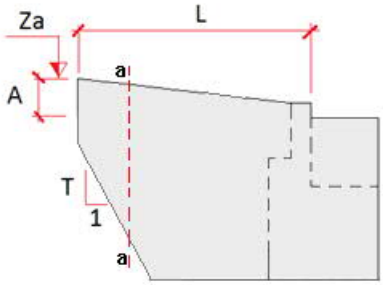
D	:	0.500	m
R	:	0.050	m
P	:	1.0	

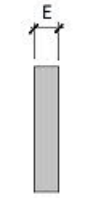
Apoyo	D_i (m)	H (m)	Z_n (m)	A (m)	B (m)
1	1.150	0.099	4.550	0.450	0.350
2	2.212	0.099	4.550	0.450	0.350
3	2.212	0.099	4.550	0.450	0.350
4	2.212	0.099	4.550	0.450	0.350
5	2.212	0.099	4.550	0.450	0.350
6	2.212	0.099	4.550	0.450	0.350
7	2.212	0.099	4.550	0.450	0.350
8	2.212	0.099	4.550	0.450	0.350
9	2.212	0.099	4.550	0.450	0.350

2.2.6 Aleta 1

Alzado aleta 1





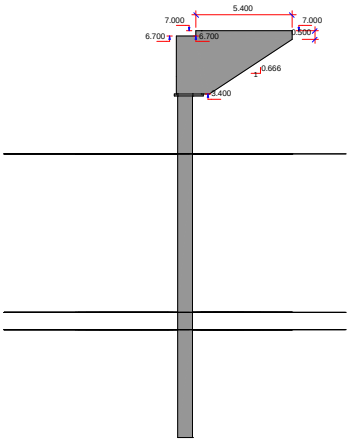


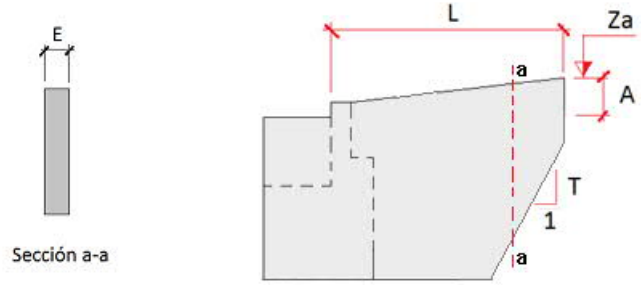
Sección a-a

E : 0.500 m

2.2.7 Aleta 2

Alzado aleta 2





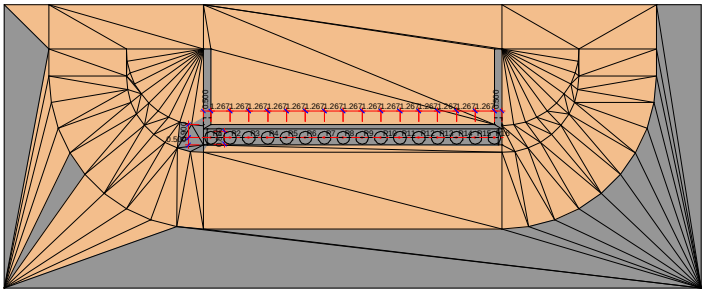
E : 0.500 m

2.2.8 Pilotes

Geometría del pilote :

Longitud	:	19.500 m
Diámetro	:	0.850 m

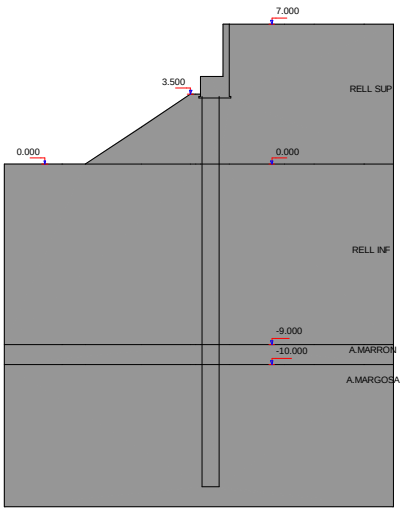
Planta de los pilotes



2.3 Terreno

Definición de las cotas del terreno

Terreno



Cota por debajo de la que se consideran los muelles para la modelización del terreno: 0.000 m

Definición de parámetros geotécnicos de las capas del terreno

Capa	Nombre	Tipo	Cota inferior (m)	Densidad natural (kN/m3)
1	RELL SUP	Granular	0.000	18.0
2	RELL INF	Granular	-9.000	18.0
3	A.MARRON	Cohesivo	-10.000	20.0
4	A.MARGOSA	Cohesivo	-10000.000	21.0

Capa	Nombre	Tipo	Ángulo de rozamiento (º)	Cohesión (kN/m2)	Resist. Hund. Fuste (kN/m2)	Resist. Hund. Punta (kN/m2)	Resistencia Arranque (kN/m2)
1	RELL SUP	Granular	30.0	5.0	0.0	0.0	0.0
2	RELL INF	Granular	24.0	5.0	0.0	0.0	0.0
3	A.MARRON	Cohesivo	25.0	20.0	88.0	0.0	61.0
4	A.MARGOSA	Cohesivo	20.0	60.0	90.0	2000.0	63.0

Definición de los parámetros contacto hormigón-terreno

Capa	Nombre	Áng. roz. zapata-terreno (º)	Adherencia (kN/m2)	Áng. roz. alzado-terreno (º)
1	RELL SUP	0.0	0.0	0.0
2	RELL INF	0.0	0.0	0.0
3	A.MARRON	0.0	0.0	0.0
4	A.MARGOSA	0.0	0.0	0.0

Coeficiente de balasto vertical : 100000 kN/m3

2.4 Materiales

2.4.1 Hormigón Alzado. Espaldón

Denominación: HA-30

Resistencia característica a compresión, f_{ck}	:	30.0 MPa
Resistencia media a compresión, f_{cm}	:	38.0 MPa
Resistencia característica a tracción, $f_{ct,k}$	:	-2.0 MPa
Resistencia media a tracción, $f_{ct,m}$	:	-2.9 MPa

Módulo elástico secante, E_{cm}	:	28576.8	MPa
Módulo elástico inicial (tangente), E_c	:	33577.7	MPa
Coeficiente de Poisson, ν	:	0.20	
Peso específico, γ	:	25.0	kN/m^3
Coeficiente del tipo de cemento, s	:	0.25	
Coeficiente de la naturaleza del árido, α	:	1.0	
Coeficiente de dilatación térmica, α	:	0.00001000	$^oC^{-1}$

Diagrama rectangular:

Coeficiente profundidad del bloque de compresión, λ	:	0.80
Coeficiente intensidad del bloque de compresión, η	:	1.00

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_c	:	1.00
ELU, situación persistente, γ_c	:	1.50
ELU, situación accidental, γ_c	:	1.30

Factores de cansancio del hormigón:

Factor de cansancio a compresión, α_{cc}	:	1.00
Factor de cansancio a tracción, α_{ct}	:	1.00

Endurecimiento : Normal
Tipo de cemento para Alzado. Espaldón : CEM II/A-S (según RC-08).

2.4.2 Hormigón Alzado. Cargadero

Denominación: HA-30

Resistencia característica a compresión, f_{ck}	:	30.0	MPa
Resistencia media a compresión, f_{cm}	:	38.0	MPa
Resistencia característica a tracción, $f_{ct,k}$	:	-2.0	MPa
Resistencia media a tracción, $f_{ct,m}$	:	-2.9	MPa
Módulo elástico secante, E_{cm}	:	28576.8	MPa
Módulo elástico inicial (tangente), E_c	:	33577.7	MPa
Coeficiente de Poisson, ν	:	0.20	
Peso específico, γ	:	25.0	kN/m^3
Coeficiente del tipo de cemento, s	:	0.25	
Coeficiente de la naturaleza del árido, α	:	1.0	
Coeficiente de dilatación térmica, α	:	0.00001000	$^oC^{-1}$

Diagrama rectangular:

Coeficiente profundidad del bloque de compresión, λ	:	0.80
Coeficiente intensidad del bloque de compresión, η	:	1.00

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_c	:	1.00
ELU, situación persistente, γ_c	:	1.50
ELU, situación accidental, γ_c	:	1.30

Factores de cansancio del hormigón:

Factor de cansancio a compresión, α_{cc}	:	1.00
Factor de cansancio a tracción, α_{ct}	:	1.00

Endurecimiento : Normal
Tipo de cemento para Alzado. Cargadero : CEM II/A-S (según RC-08).

2.4.3 Hormigón Alzado. Aletas

Denominación: HA-30

Resistencia característica a compresión, f_{ck}	:	30.0	MPa
Resistencia media a compresión, f_{cm}	:	38.0	MPa
Resistencia característica a tracción, $f_{ct,k}$	:	-2.0	MPa
Resistencia media a tracción, $f_{ct,m}$	:	-2.9	MPa
Módulo elástico secante, E_{cm}	:	28576.8	MPa
Módulo elástico inicial (tangente), E_c	:	33577.7	MPa
Coeficiente de Poisson, ν	:	0.20	

Peso específico, γ	25.0	kN/m^3
Coeficiente del tipo de cemento, s	0.25	
Coeficiente de la naturaleza del árido, α	1.0	
Coeficiente de dilatación térmica, α	0.00001000	$^oC^{-1}$

Diagrama rectangular:

Coeficiente profundidad del bloque de compresión, λ	0.80	
Coeficiente intensidad del bloque de compresión, η	1.00	

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_c	1.00	
ELU, situación persistente, γ_c	1.50	
ELU, situación accidental, γ_c	1.30	

Factores de cansancio del hormigón:

Factor de cansancio a compresión, α_{cc}	1.00	
Factor de cansancio a tracción, α_{ct}	1.00	

Endurecimiento : Normal
Tipo de cemento para Alzado. Aletas : CEM II/A-S (según RC-08).

2.4.4 Hormigón Pilotes

Denominación: HA-30

Resistencia característica a compresión, f_{ck}	30.0	MPa
Resistencia media a compresión, f_{cm}	38.0	MPa
Resistencia característica a tracción, $f_{ct,k}$	-2.0	MPa
Resistencia media a tracción, $f_{ct,m}$	-2.9	MPa
Módulo elástico secante, E_{cm}	28576.8	MPa
Módulo elástico inicial (tangente), E_c	33577.7	MPa
Coeficiente de Poisson, ν	0.20	
Peso específico, γ	25.0	kN/m^3
Coeficiente del tipo de cemento, s	0.25	
Coeficiente de la naturaleza del árido, α	1.0	
Coeficiente de dilatación térmica, α	0.00001000	$^oC^{-1}$

Diagrama rectangular:

Coeficiente profundidad del bloque de compresión, λ	0.80	
Coeficiente intensidad del bloque de compresión, η	1.00	

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_c	1.00	
ELU, situación persistente, γ_c	1.50	
ELU, situación accidental, γ_c	1.30	

Factores de cansancio del hormigón:

Factor de cansancio a compresión, α_{cc}	1.00	
Factor de cansancio a tracción, α_{ct}	1.00	

Endurecimiento : Normal
Tipo de cemento para Pilotes : CEM II/A-S (según RC-08).

2.4.5 Hormigón Capa de nivelación

Denominación: HM-15

Resistencia característica a compresión, f_{ck}	15.0	MPa

Tipo de cemento para Capa de nivelación : CEM I (según RC-08).

2.4.6 Armadura pasiva Alzado. Espaldón

Denominación: AP500 S

Límite elástico característico, f_{yk}	500	MPa
Tensión unitaria de rotura , f_s	550	MPa

Módulo de deformación longitudinal del acero, E_S	:	200000	MPa
Deformación última en compresión, $\varepsilon_{max,1}$	:	0.01000	
Deformación última en tracción, $\varepsilon_{max,2}$	:	-0.01000	
Densidad del acero, γ	:	77.0	kN/m^3

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_S	:	1.00
ELU, situación persistente, γ_S	:	1.15
ELU, situación accidental, γ_S	:	1.00

2.4.7 Armadura pasiva Alzado. Cargadero

Denominación: AP500 S

Límite elástico característico, f_{yk}	:	500	MPa
Tensión unitaria de rotura , f_S	:	550	MPa
Módulo de deformación longitudinal del acero, E_S	:	200000	MPa
Deformación última en compresión, $\varepsilon_{max,1}$	:	0.01000	
Deformación última en tracción, $\varepsilon_{max,2}$	:	-0.01000	
Densidad del acero, γ	:	77.0	kN/m^3

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_S	:	1.00
ELU, situación persistente, γ_S	:	1.15
ELU, situación accidental, γ_S	:	1.00

2.4.8 Armadura pasiva Alzado. Aletas

Denominación: AP500 S

Límite elástico característico, f_{yk}	:	500	MPa
Tensión unitaria de rotura , f_S	:	550	MPa
Módulo de deformación longitudinal del acero, E_S	:	200000	MPa
Deformación última en compresión, $\varepsilon_{max,1}$	:	0.01000	
Deformación última en tracción, $\varepsilon_{max,2}$	:	-0.01000	
Densidad del acero, γ	:	77.0	kN/m^3

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_S	:	1.00
ELU, situación persistente, γ_S	:	1.15
ELU, situación accidental, γ_S	:	1.00

2.4.9 Armadura pasiva Pilotes

Denominación: AP500 S

Límite elástico característico, f_{yk}	:	500	MPa
Tensión unitaria de rotura , f_S	:	550	MPa
Módulo de deformación longitudinal del acero, E_S	:	200000	MPa
Deformación última en compresión, $\varepsilon_{max,1}$	:	0.01000	
Deformación última en tracción, $\varepsilon_{max,2}$	:	-0.01000	
Densidad del acero, γ	:	77.0	kN/m^3

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_S	:	1.00
ELU, situación persistente, γ_S	:	1.15
ELU, situación accidental, γ_S	:	1.00

2.5 Fisuración

Alzado. Espaldón

Clase de exposición: IIb

Anchura de fisura admisible : 0.30 mm

Alzado. Cargadero
Clase de exposición: IIb
Anchura de fisura admisible : 0.30 mm

Alzado. Aletas
Clase de exposición: IIb
Anchura de fisura admisible : 0.30 mm

Pilotes
Clase de exposición: IIa
Anchura de fisura admisible : 0.30 mm

2.6 Acciones

2.6.1 Acciones permanentes en el estribo

Terreno :

Se considera el empuje activo en el terreno del trasdós.

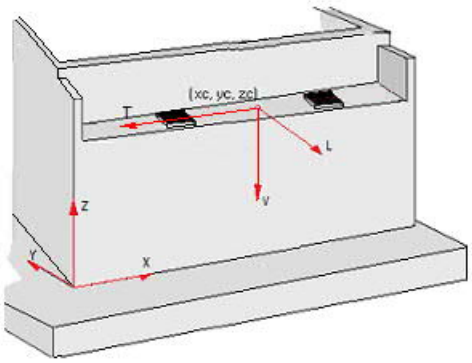
2.6.2 Acciones variables en el estribo

Sobrecarga en terraplén :

Sobrecarga en coronación de las tierras del trasdós : 10.00 kN/m^2

2.6.3 Acciones permanentes en el tablero

Definición de los ejes de las cargas del tablero :



	x (m)	y (m)	z (m)
Eje L	0.000	-1.000	0.000
Eje T	-1.000	0.000	0.000
Eje V	0.000	0.000	-1.000

Cargas :

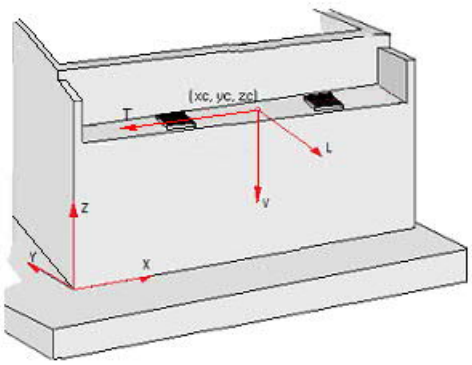
PP_Tab	:	Peso propio. Tablero
SE	:	Superestructura del tablero
RT	:	Reología. Retracción

Acción	Hip.	Apoyo	F_L (kN)	F_T (kN)	F_V (kN)	Tipo	+/-
PP_Tab	1	1	0.00	0.00	375.60	Excluyentes	No
	1	2	0.00	0.00	375.60		
	1	3	0.00	0.00	375.60		
	1	4	0.00	0.00	375.60		
	1	5	0.00	0.00	375.60		
	1	6	0.00	0.00	375.60		
	1	7	0.00	0.00	375.60		
	1	8	0.00	0.00	375.60		
	1	9	0.00	0.00	375.60		
	2	1	0.00	0.00	310.20		
	2	2	0.00	0.00	304.20		
	2	3	0.00	0.00	304.20		
	2	4	0.00	0.00	304.20		
	2	5	0.00	0.00	304.20		
	2	6	0.00	0.00	304.20		
	2	7	0.00	0.00	304.20		
	2	8	0.00	0.00	304.20		
	2	9	0.00	0.00	310.20		
SE	1	1	0.00	0.00	335.40	Excluyentes	No
	1	2	0.00	0.00	245.00		
	1	3	0.00	0.00	222.10		
	1	4	0.00	0.00	188.10		
	1	5	0.00	0.00	180.30		
	1	6	0.00	0.00	188.10		
	1	7	0.00	0.00	222.10		
	1	8	0.00	0.00	245.00		
	1	9	0.00	0.00	335.40		
RT	1	1	44.00	0.00	0.00	Excluyentes	No
	1	2	44.00	0.00	0.00		
	1	3	44.00	0.00	0.00		
	1	4	44.00	0.00	0.00		
	1	5	44.00	0.00	0.00		
	1	6	44.00	0.00	0.00		
	1	7	44.00	0.00	0.00		
	1	8	44.00	0.00	0.00		
	1	9	44.00	0.00	0.00		

+/- : indica si se consideran o no las acciones de signo contrario a las introducidas.

2.6.4 Acciones variables en el tablero

Definición de los ejes de las cargas del tablero :



	x (m)	y (m)	z (m)
Eje L	0.000	-1.000	0.000
Eje T	-1.000	0.000	0.000

Eje V	0.000	0.000	-1.000

Cargas :

VI_CS_L	:	Viento. Con sobrecarga de uso. Componente longitudinal
VI_CS_T	:	Viento. Con sobrecarga de uso. Componente transversal
VI_CS_V	:	Viento. Con sobrecarga de uso. Componente vertical
GR1	:	Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1
GR2	:	Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Acción	Hip.	Apoyo	F_L (kN)	F_T (kN)	F_V (kN)	Tipo	+/-
VI_CS_L	1	1	3.00	0.00	0.00	Excluyentes	Sí
	1	2	3.00	0.00	0.00		
	1	3	3.00	0.00	0.00		
	1	4	3.00	0.00	0.00		
	1	5	3.00	0.00	0.00		
	1	6	3.00	0.00	0.00		
	1	7	3.00	0.00	0.00		
	1	8	3.00	0.00	0.00		
	1	9	3.00	0.00	0.00		
VI_CS_T	1	1	0.00	12.00	0.00	Excluyentes	Sí
	1	2	0.00	12.00	0.00		
	1	3	0.00	12.00	0.00		
	1	4	0.00	12.00	0.00		
	1	5	0.00	12.00	0.00		
	1	6	0.00	12.00	0.00		
	1	7	0.00	12.00	0.00		
	1	8	0.00	12.00	0.00		
	1	9	0.00	12.00	0.00		
VI_CS_V	1	1	0.00	0.00	85.90	Excluyentes	Sí
	1	2	0.00	0.00	69.50		
	1	3	0.00	0.00	66.00		
	1	4	0.00	0.00	55.00		
	1	5	0.00	0.00	35.70		
	1	6	0.00	0.00	55.00		
	1	7	0.00	0.00	66.00		
	1	8	0.00	0.00	69.50		
	1	9	0.00	0.00	85.90		
GR1	1	1	0.00	0.00	184.80	Excluyentes	No
	1	2	0.00	0.00	275.90		
	1	3	0.00	0.00	458.50		
	1	4	0.00	0.00	588.30		
	1	5	0.00	0.00	582.80		
	1	6	0.00	0.00	588.30		
	1	7	0.00	0.00	458.50		
	1	8	0.00	0.00	275.90		
	1	9	0.00	0.00	184.80		
GR2	1	1	52.00	0.00	36.53	Excluyentes	No
	1	2	52.00	0.00	142.88		
	1	3	52.00	0.00	301.80		
	1	4	52.00	0.00	424.27		
	1	5	52.00	0.00	426.52		
	1	6	52.00	0.00	424.27		
	1	7	52.00	0.00	301.80		
	1	8	52.00	0.00	142.88		
	1	9	52.00	0.00	36.53		

+/- : indica si se consideran o no las acciones de signo contrario a las introducidas.

Combinaciones de viento :

$VI\_SS_1 = 1.0 \cdot VI\_SS\_L + 0.0 \cdot VI\_SS\_T + 0.0 \cdot VI\_SS\_V$
$VI\_SS_2 = 0.0 \cdot VI\_SS\_L + 1.0 \cdot VI\_SS\_T + 1.0 \cdot VI\_SS\_V$

$VI\_CS_1 = 1.0 \cdot VI\_CS\_L + 0.0 \cdot VI\_CS\_T + 0.0 \cdot VI\_CS\_V$
$VI\_CS_2 = 0.0 \cdot VI\_CS\_L + 1.0 \cdot VI\_CS\_T + 1.0 \cdot VI\_CS\_V$

2.7 Seguridad

ESTADOS LÍMITE ESTRUCTURALES						
	Estado límite de Servicio		Estado límite Último			
			Situación Persistente		Situación Accidental	
	Coeficiente favorable	Coeficiente desfavorable	Coeficiente favorable	Coeficiente desfavorable	Coeficiente favorable	Coeficiente desfavorable
Peso propio. Estribo	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Peso propio. Tablero	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Superestructura del tablero	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Descensos de apoyo.	0.00	1.00	0.00	1.20	0.00	1.00
Reología. Retracción	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Reología. Fluencia	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Pretensado	0.90	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00
Terreno. Tierras. Empuje en trasdós	1.00	1.00	1.00	1.50	1.00	1.00
Terreno. Tierras. Peso propio	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Terreno. Fricción negativa	0.00	1.00	0.00	1.20	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje	0.00	1.00	0.00	1.50	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. TS	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. UDL	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. Frenado/arranque	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. Fuerza centrífuga	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. Tráfico vertical en aceras	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Viento. Sin sobrecarga de uso.	0.00	1.00	0.00	1.50	0.00	1.00
Temperatura. Efecto global	0.00	1.00	0.00	1.50	0.00	1.00
Temperatura. Aumento uniforme de temperatura	0.00	1.00	0.00	1.50	0.00	1.00
Temperatura. Gradiente térmico	0.00	1.00	0.00	1.50	0.00	1.00
Sismo	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
Impacto. Vehículos de carretera. Contra las aletas	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00

ESTADOS LÍMITE GEOTÉCNICOS				
	Estado límite Último			
	Situación Persistente		Situación Accidental	
	Coeficiente favorable	Coeficiente desfavorable	Coeficiente favorable	Coeficiente desfavorable
Peso propio. Estribo	1.00	1.00	1.00	1.00
Peso propio. Tablero	1.00	1.00	1.00	1.00
Superestructura del tablero	1.00	1.00	1.00	1.00
Descensos de apoyo.	0.00	1.00	0.00	1.00
Reología. Retracción	1.00	1.00	1.00	1.00
Reología. Fluencia	1.00	1.00	1.00	1.00
Pretensado	1.00	1.00	1.00	1.00
Terreno. Tierras. Empuje en trasdós	1.00	1.00	1.00	1.00
Terreno. Tierras. Peso propio	1.00	1.00	1.00	1.00
Terreno. Fricción negativa	0.00	1.00	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje	0.00	1.00	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén.	0.00	1.00	0.00	1.00

Acción vertical				
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1	0.00	1.00	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2	0.00	1.00	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. TS	0.00	1.00	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. UDL	0.00	1.00	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. Frenado/arranque	0.00	1.00	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. Fuerza centrífuga	0.00	1.00	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. Tráfico vertical en aceras	0.00	1.00	0.00	1.00
Viento. Sin sobrecarga de uso.	0.00	1.00	0.00	1.00
Temperatura. Efecto global	0.00	1.00	0.00	1.00
Temperatura. Aumento uniforme de temperatura	0.00	1.00	0.00	1.00
Temperatura. Gradiente térmico	0.00	1.00	0.00	1.00
Sismo	0.00	0.00	1.00	1.00
Impacto. Vehículos de carretera. Contra las aletas	0.00	0.00	1.00	1.00

Factores de seguridad. EL geotécnico de Hundimiento

Situación persistente. Combinación característica	:	2.600
Situación persistente. Combinación cuasi permanente	:	3.000
Situación accidental. Combinación sísmica	:	2.200
Situación accidental. Combinación de impacto	:	2.200

Factores de seguridad. EL geotécnico de Deslizamiento

Situación persistente. Combinación característica	:	1.300
Situación persistente. Combinación cuasi permanente	:	1.500
Situación accidental. Combinación sísmica	:	1.100
Situación accidental. Combinación de impacto	:	1.100

Factores de seguridad. EL geotécnico de Vuelco rígido

Situación persistente. Combinación característica	:	1.800
Situación persistente. Combinación cuasi permanente	:	2.000
Situación accidental. Combinación sísmica	:	1.500
Situación accidental. Combinación de impacto	:	1.500

Factores de seguridad. EL geotécnico de Estabilidad global

Situación persistente. Combinación característica	:	1.300
Situación persistente. Combinación cuasi permanente	:	1.500
Situación accidental. Combinación sísmica	:	1.100
Situación accidental. Combinación de impacto	:	1.100

Factores de seguridad. EL geotécnico de Pandeo en los pilotes

Situación persistente. Combinación característica	:	2.600
Situación persistente. Combinación cuasi permanente	:	3.000
Situación accidental. Combinación sísmica	:	2.200
Situación accidental. Combinación de impacto	:	2.200

Factores de seguridad. EL geotécnico de Resistencia horizontal

Situación persistente. Combinación característica	:	2.600
Situación persistente. Combinación cuasi permanente	:	3.000
Situación accidental. Combinación sísmica	:	2.200

Situación accidental. Combinación de impacto	:	2.200

Factores de seguridad. EL geotécnico de Arranque pilotes

Situación persistente. Combinación característica	:	2.600
Situación persistente. Combinación cuasi permanente	:	3.000
Situación accidental. Combinación sísmica	:	2.200
Situación accidental. Combinación de impacto	:	2.200

Coeficientes de combinación

	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1	0.75	0.75	0.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. TS	0.75	0.75	0.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. UDL	0.40	0.40	0.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. Tráfico vertical en aceras	0.40	0.40	0.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2	0.00	0.00	0.00
Viento. Sin sobrecarga de uso. Componente longitudinal	0.60	0.20	0.00
Temperatura. Efecto global	0.60	0.60	0.50
Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje	1.00	1.00	1.00

Movimientos admisibles

Desplazamiento máximo horizontal en coronación	:	50	mm
Desplazamiento máximo vertical en coronación	:	50	mm
Desplazamiento máximo vertical en la zapata/encepado	:	25	mm

Combinaciones de acciones

Listado de acciones sobre el estribo

PP_Est: Peso propio. Estribo
PP_Tab: Peso propio. Tablero
SE: Superestructura del tablero
RT: Reología. Retracción
Emp_T: Terreno. Tierras. Empuje en trasdós
GR1: Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1
GR2: Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2
VI_CS: Viento. Con sobrecarga de uso
SR_Emp: Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje
SR_V: Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Estado límite: Estado límite geotécnico último de hundimiento de los pilotes
Situación: Situación persistente
Combinación: Combinación cuasi permanente
Instante: Estructura en servicio

EST-ELU-GEO-CP-SV-1 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 VI_CS + ψ_2 GR1
EST-ELU-GEO-CP-SV-2 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR1
EST-ELU-GEO-CP-SV-3 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR2
EST-ELU-GEO-CP-SV-4 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V

Situación: Situación persistente
Combinación: Combinación característica
Instante: Estructura en servicio

EST-ELU-GEO-CR-SV-1 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 VI_CS + ψ_0 GR1
EST-ELU-GEO-CR-SV-2 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 GR1
EST-ELU-GEO-CR-SV-3 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 GR2
EST-ELU-GEO-CR-SV-4 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + GR1

EST-ELU-GEO-CR-SV-5 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 VI_CS + GR1
EST-ELU-GEO-CR-SV-6 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + GR2
EST-ELU-GEO-CR-SV-7 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 GR1
EST-ELU-GEO-CR-SV-8 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 GR2
EST-ELU-GEO-CR-SV-9 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V

Estado límite: Estado límite geotécnico último de arranque de los pilotes
Situación: Situación persistente
Combinación: Combinación cuasi permanente
Instante: Estructura en servicio

EST-ELU-GEO-CP-SV-1 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 VI_CS + ψ_2 GR1
EST-ELU-GEO-CP-SV-2 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR1
EST-ELU-GEO-CP-SV-3 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR2
EST-ELU-GEO-CP-SV-4 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V

Situación: Situación persistente
Combinación: Combinación característica
Instante: Estructura en servicio

EST-ELU-GEO-CR-SV-1 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 VI_CS + ψ_0 GR1
EST-ELU-GEO-CR-SV-2 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 GR1
EST-ELU-GEO-CR-SV-3 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 GR2
EST-ELU-GEO-CR-SV-4 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + GR1
EST-ELU-GEO-CR-SV-5 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 VI_CS + GR1
EST-ELU-GEO-CR-SV-6 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + GR2
EST-ELU-GEO-CR-SV-7 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 GR1
EST-ELU-GEO-CR-SV-8 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 GR2
EST-ELU-GEO-CR-SV-9 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V

Estado límite: Estado límite geotécnico de servicio de asientos
Situación: Situación persistente
Combinación: Combinación cuasi permanente
Instante: Estructura en servicio

EST-ELS-GEO-CP-SV-1 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 VI_CS + ψ_2 GR1
EST-ELS-GEO-CP-SV-2 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR1
EST-ELS-GEO-CP-SV-3 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR2
EST-ELS-GEO-CP-SV-4 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V

Situación: Situación persistente
Combinación: Combinación característica
Instante: Estructura en servicio

EST-ELS-GEO-CR-SV-1 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 VI_CS + ψ_0 GR1
EST-ELS-GEO-CR-SV-2 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 GR1
EST-ELS-GEO-CR-SV-3 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 GR2
EST-ELS-GEO-CR-SV-4 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + GR1
EST-ELS-GEO-CR-SV-5 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 VI_CS + GR1
EST-ELS-GEO-CR-SV-6 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + GR2
EST-ELS-GEO-CR-SV-7 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 GR1
EST-ELS-GEO-CR-SV-8 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 GR2
EST-ELS-GEO-CR-SV-9 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V

Estado límite: Estado límite estructural último de rotura por flexión
Situación: Situación persistente
Combinación: Envolvente global
Instante: Envolvente global

EST-ELU-STR-P-EG-1 =

Estado límite: Estado límite estructural último de rotura por torsión
Situación: Situación persistente
Combinación: Envolvente global
Instante: Envolvente global

EST-ELU-STR-P-EG-1 =

Estado límite: Estado límite estructural de servicio de fisuración
Situación: Situación persistente
Combinación: Combinación cuasi permanente
Instante: Estructura en servicio

EST-ELS-STR-CP-SV-1 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 VI_CS + ψ_2 GR1
EST-ELS-STR-CP-SV-2 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR1
EST-ELS-STR-CP-SV-3 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR2
EST-ELS-STR-CP-SV-4 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V

Estado límite: Estado límite estructural último de rotura por cortante
Situación: Situación persistente
Combinación: Envolvente global
Instante: Envolvente global

EST-ELU-STR-P-EG-1 =

Estado límite: Estado límite estructural de servicio de deformaciones
Situación: Situación persistente
Combinación: Combinación cuasi permanente
Instante: Estructura en servicio

EST-ELS-STR-CP-SV-1 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 VI_CS + ψ_2 GR1
EST-ELS-STR-CP-SV-2 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR1
EST-ELS-STR-CP-SV-3 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR2
EST-ELS-STR-CP-SV-4 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V

Situación: Situación persistente
Combinación: Combinación frecuente
Instante: Estructura en servicio

EST-ELS-STR-FR-SV-1 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_1 SR_Emp + ψ_1 SR_V + ψ_2 VI_CS + ψ_2 GR1
EST-ELS-STR-FR-SV-2 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_1 SR_Emp + ψ_1 SR_V + ψ_2 GR1
EST-ELS-STR-FR-SV-3 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_1 SR_Emp + ψ_1 SR_V + ψ_2 GR2
EST-ELS-STR-FR-SV-4 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_1 GR1
EST-ELS-STR-FR-SV-5 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 VI_CS + ψ_1 GR1
EST-ELS-STR-FR-SV-6 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_1 GR2
EST-ELS-STR-FR-SV-7 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR1
EST-ELS-STR-FR-SV-8 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR2
EST-ELS-STR-FR-SV-9 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V

Situación: Situación persistente
Combinación: Combinación característica
Instante: Estructura en servicio

EST-ELS-STR-CR-SV-1 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 VI_CS + ψ_0 GR1
EST-ELS-STR-CR-SV-2 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 GR1
EST-ELS-STR-CR-SV-3 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 GR2
EST-ELS-STR-CR-SV-4 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + GR1
EST-ELS-STR-CR-SV-5 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 VI_CS + GR1
EST-ELS-STR-CR-SV-6 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + GR2
EST-ELS-STR-CR-SV-7 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 GR1
EST-ELS-STR-CR-SV-8 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 GR2
EST-ELS-STR-CR-SV-9 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V

2.8 Armadura

2.8.1 Recubrimientos geométricos

Alzado. Espaldón	:	45	mm
Alzado. Cargadero	:	45	mm
Alzado. Aletas	:	45	mm
Pilotes	:	70	mm

2.9 Configuración del cálculo

Método de distribución de tensiones uniforme (Método de la zapata equivalente)

El cálculo se realiza con una discretización de malla fina (adecuada para el cálculo definitivo de la estructura).

Los esfuerzos de cálculo se obtienen a partir de los esfuerzos del modelo de elementos finitos, integrándolos en una anchura de 1.000 m

La verificación del cálculo a flexión de los pilotes se realiza en un pilote con los esfuerzos pésimos.

La verificación del cálculo a cortante de los pilotes se realiza en un pilote con los esfuerzos pésimos.

3 MODELO

Para el cálculo del estribo se genera un modelo de elementos finitos.

Cada parte de la estructura se modeliza con placas discretizadas con elementos tipo TCCL1 (Elementos triangulares de lámina de Reissner-Mindlin, cuadrático en desplazamientos y giros, y lineal en desplazamientos de cortante).
Los pilotes se modelizan mediante elementos tipo barra.

Número de nodos de la estructura	:	4308
Número de elementos del tipo barra	:	487
Número de elementos del tipo lámina triangular TCCL1	:	1860

α: Ángulo interior mínimo de los elementos de la discretización
$L_{máx.}$: Longitud máxima de un lado del elemento TCCL1

Placa	α (º)	$L_{máx.}$ (m)
1	30.0	0.500
2	30.0	0.500
3	30.0	0.500
4	30.0	0.500
5	30.0	0.500
6	30.0	0.500

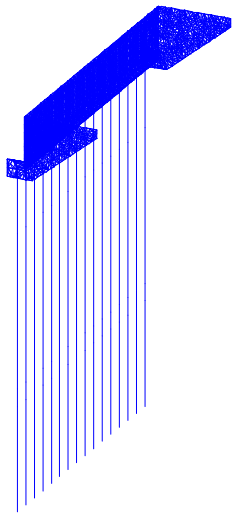
$L_{máx.}$: Longitud máxima de los elementos barra

Prisma	$L_{máx.}$ (m)
1	1.000
2	1.000
3	1.000
4	1.000
5	3.000
6	1.000
7	1.000
8	1.000
9	1.000
10	3.000
11	1.000
12	1.000
13	1.000
14	1.000
15	3.000
16	1.000
17	1.000
18	1.000
19	1.000
20	3.000
21	1.000

22	1.000
23	1.000
24	1.000
25	3.000
26	1.000
27	1.000
28	1.000
29	1.000
30	3.000
31	1.000
32	1.000
33	1.000
34	1.000
35	3.000
36	1.000
37	1.000
38	1.000
39	1.000
40	3.000
41	1.000
42	1.000
43	1.000
44	1.000
45	3.000
46	1.000
47	1.000
48	1.000
49	1.000
50	3.000
51	1.000
52	1.000
53	1.000
54	1.000
55	3.000
56	1.000
57	1.000
58	1.000
59	1.000
60	3.000
61	1.000
62	1.000
63	1.000
64	1.000
65	3.000
66	1.000
67	1.000
68	1.000
69	1.000
70	3.000
71	1.000
72	1.000
73	1.000
74	1.000
75	3.000
76	1.000
77	1.000
78	1.000
79	1.000
80	3.000
81	1.000
82	1.000
83	1.000
84	1.000
85	1.000
86	1.000
87	1.000
88	1.000
89	1.000
90	1.000
91	1.000

92	1.000
93	1.000
94	1.000
95	1.000
96	1.000
97	1.000
98	1.000
99	1.000
100	1.000
101	1.000
102	1.000
103	1.000
104	1.000
105	1.000
106	1.000
107	1.000
108	1.000
109	1.000
110	1.000
111	1.000
112	1.000
113	1.000
114	1.000
115	1.000
116	1.000
117	1.000
118	1.000
119	1.000
120	1.000
121	1.000
122	1.000
123	1.000
124	1.000
125	1.000
126	1.000
127	1.000
128	1.000
129	1.000
130	5.000
131	5.000
132	5.000
133	5.000
134	5.000
135	5.000
136	5.000
137	5.000
138	5.000
139	5.000
140	5.000
141	5.000
142	5.000
143	5.000
144	5.000
145	5.000
146	5.000
147	5.000
148	5.000
149	5.000
150	5.000
151	5.000
152	5.000
153	5.000
154	5.000
155	5.000
156	5.000
157	5.000
158	5.000
159	5.000
160	5.000
161	5.000

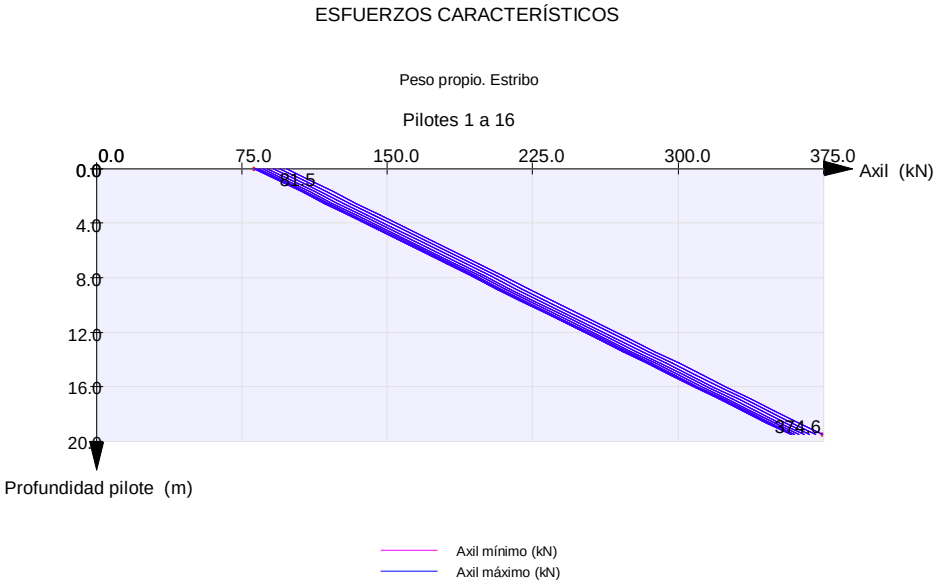
162	5.000
163	5.000
164	5.000
165	5.000
166	5.000
167	5.000
168	5.000
169	5.000
170	5.000
171	5.000
172	5.000
173	5.000
174	5.000
175	5.000
176	5.000
177	5.000
178	5.000
179	5.000
180	5.000
181	5.000
182	5.000
183	5.000
184	10.000
185	10.000
186	10.000
187	10.000
188	10.000
189	10.000
190	10.000
191	10.000
192	10.000
193	10.000
194	10.000
195	10.000
196	10.000
197	10.000
198	10.000
199	10.000

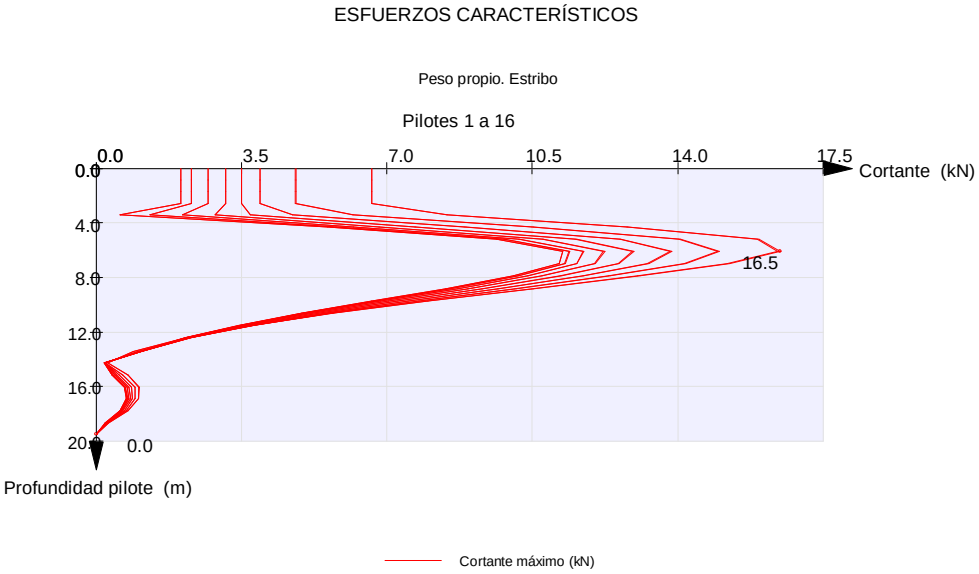


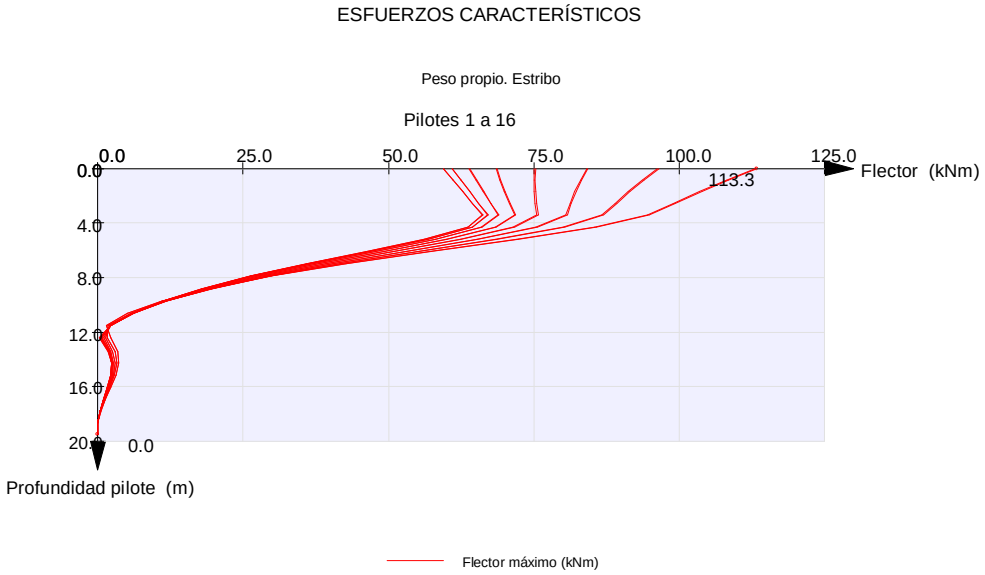
4 ESFUERZOS CARACTERíSTICOS

4.1 Peso propio. Estribo

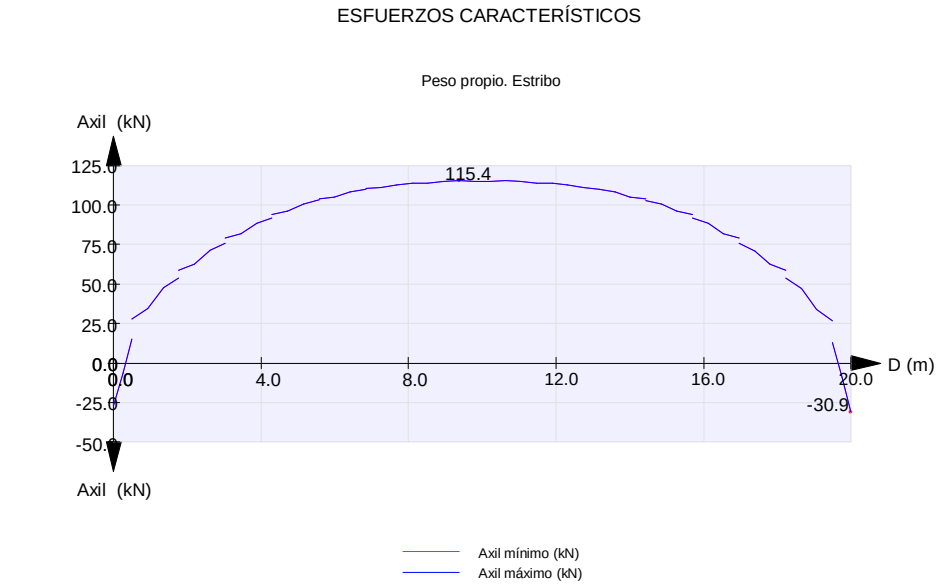
4.1.1 Pilotes





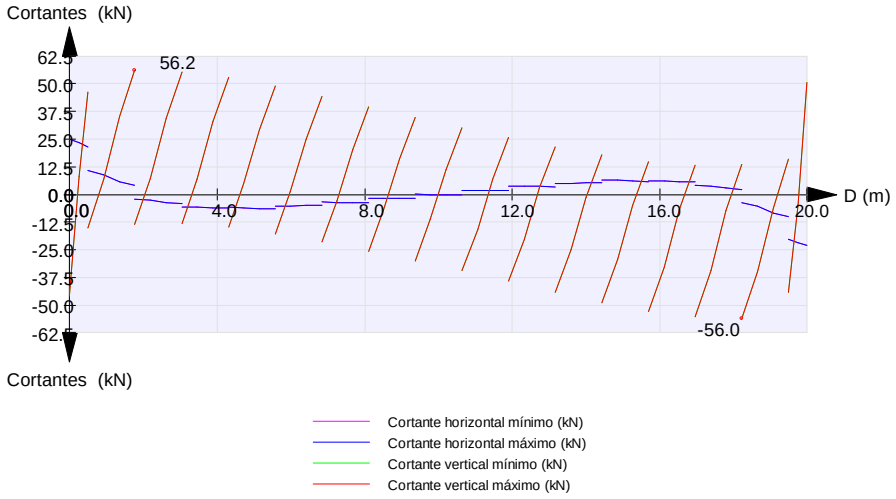


4.1.2 Cargadero



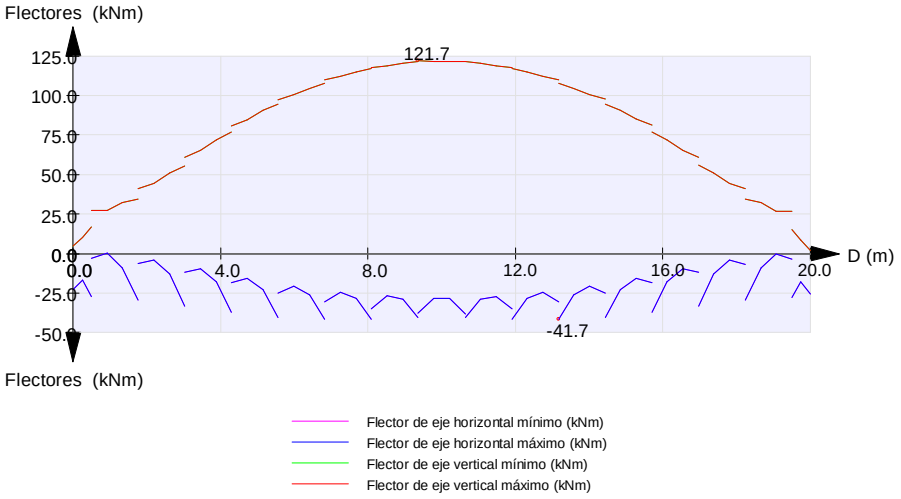
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

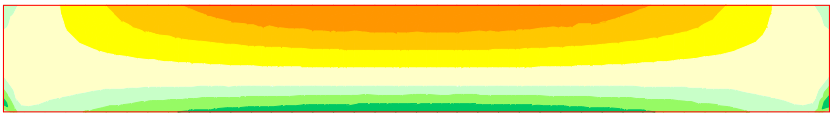


4.1.3 Espaldón

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

Axil eje horizontal



45.76 a 68.64
22.88 a 45.76
0.00 a 22.88
-0.00 a 0.00
-45.56 a -0.00
-91.12 a -45.56
-136.67 a -91.12
-182.23 a -136.67

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

Axil eje vertical

24.72 a 37.09
12.36 a 24.72
0.00 a 12.36
-0.00 a 0.00
-24.49 a -0.00
-48.98 a -24.49
-73.46 a -48.98
-97.95 a -73.46

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

Cortante eje horizontal

13.11 a 17.48

8.74 a 13.11

4.37 a 8.74

0.00 a 4.37

-0.00 a 0.00

-5.65 a -0.00

-11.30 a -5.65

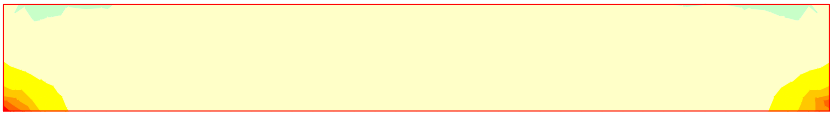
-16.95 a -11.30

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

Cortante eje vertical



0.00 a 0.71

-0.00 a 0.00

-6.74 a -0.00

-13.48 a -6.74

-20.22 a -13.48

-26.96 a -20.22

-33.70 a -26.96

-40.44 a -33.70

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

Momento de eje vertical (armado horizontal)

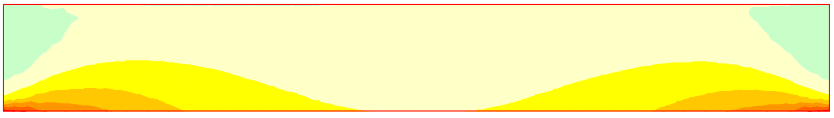
9.01 a 11.26
6.76 a 9.01
4.50 a 6.76
2.25 a 4.50
0.00 a 2.25
-0.00 a 0.00
-1.58 a -0.00
-3.15 a -1.58

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

Momento de eje horizontal (armado vertical)



0.00 a 1.80
-0.00 a 0.00
-2.15 a -0.00
-4.29 a -2.15
-6.44 a -4.29
-8.59 a -6.44
-10.73 a -8.59
-12.88 a -10.73

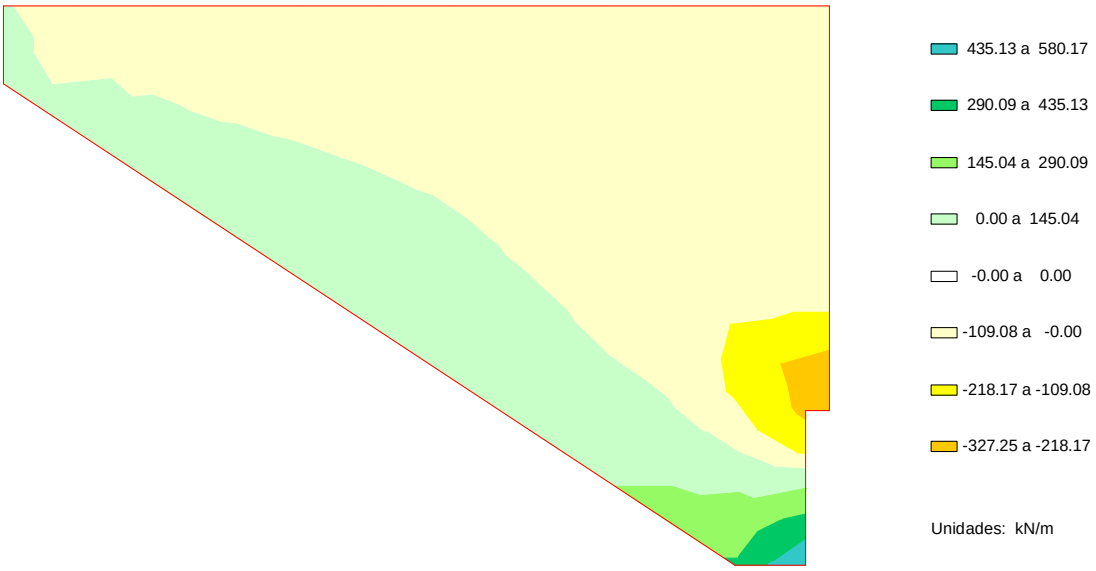
Unidades: kNm/m

4.1.4 Aleta 1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

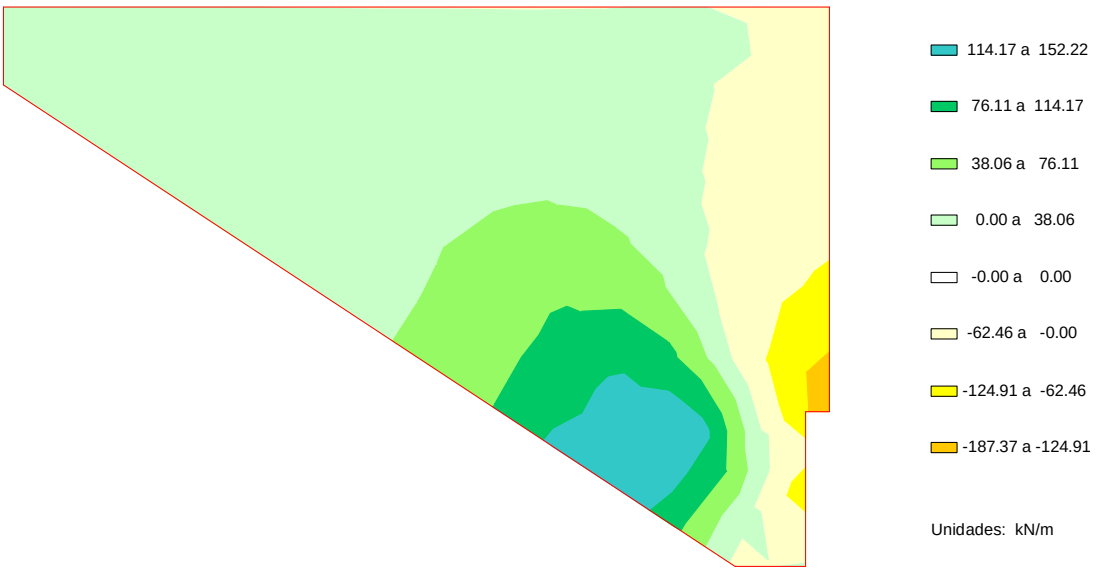
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

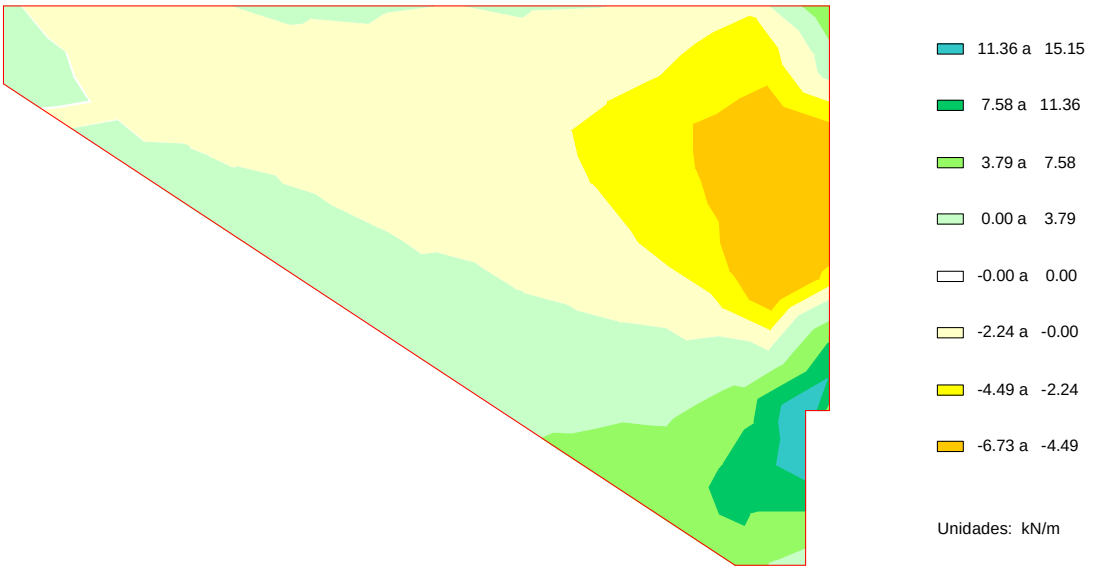
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

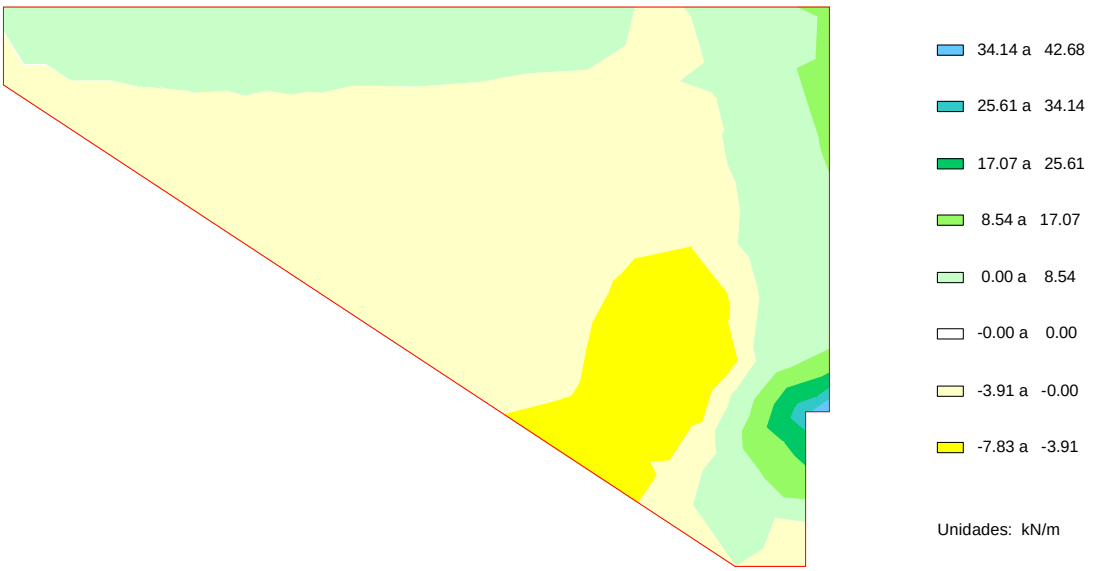
Cortante eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

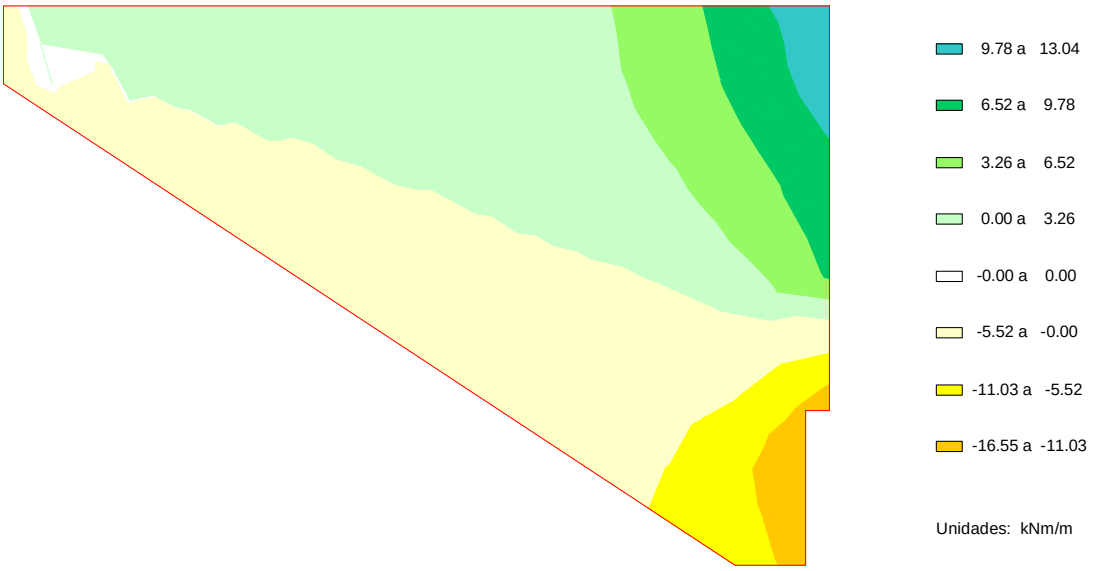
Cortante eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

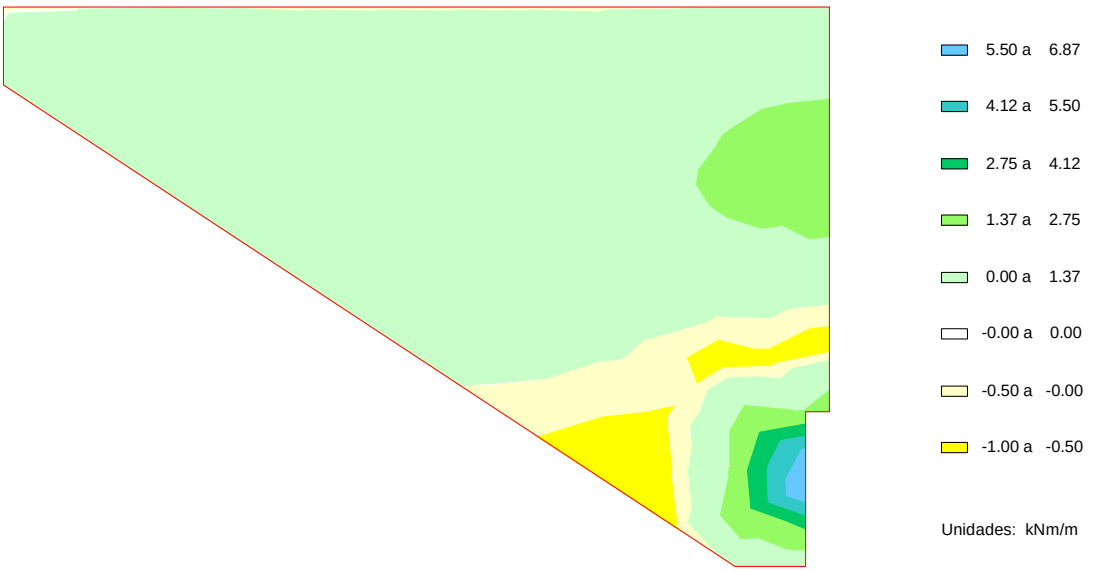
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

Momento de eje horizontal (armado vertical)

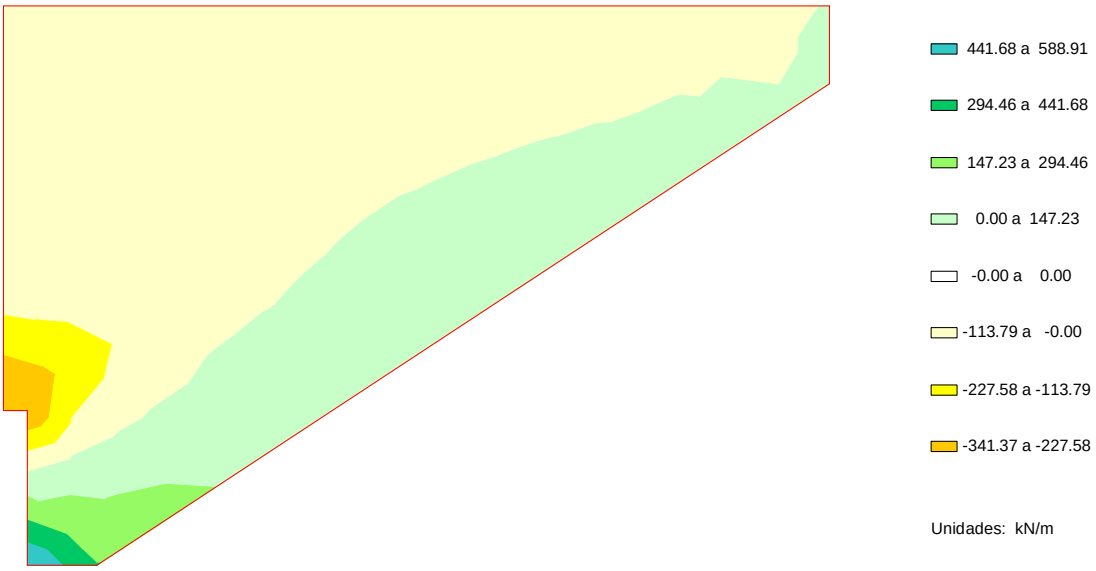


4.1.5 Aleta 2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

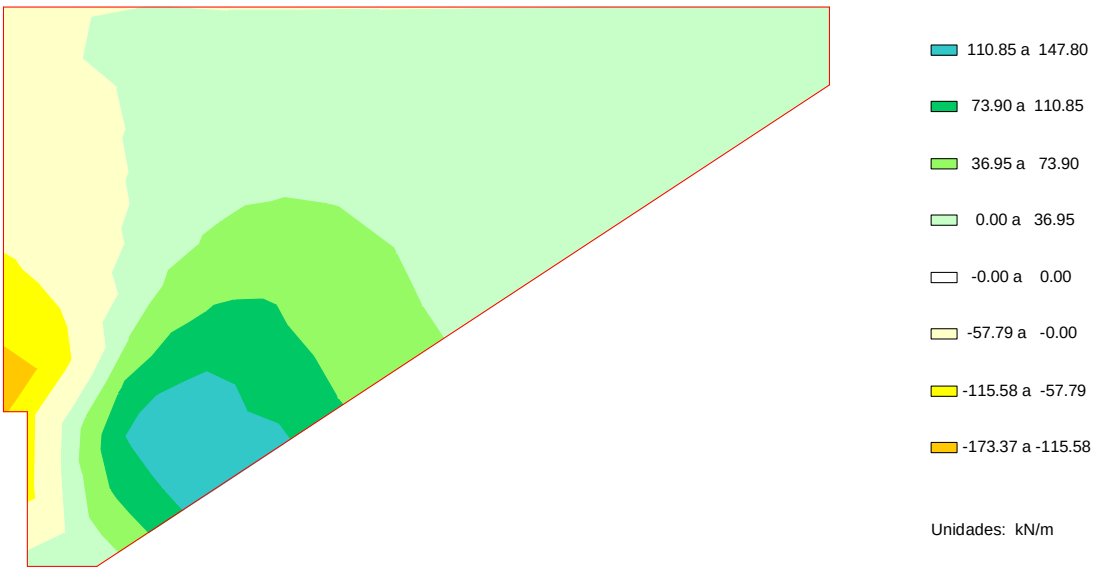
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

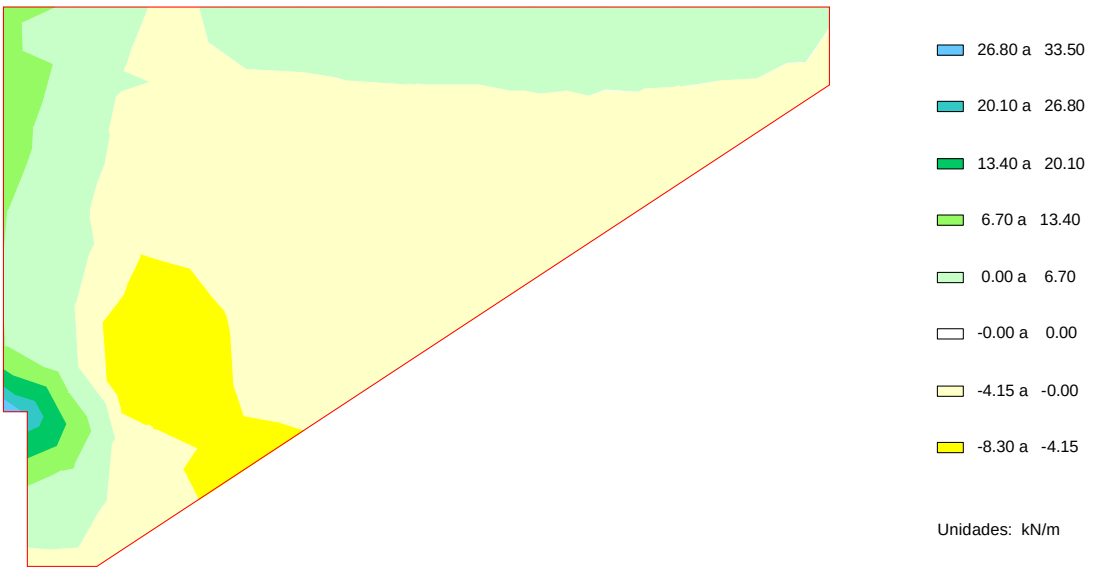
Peso propio. Estribo

Cortante eje horizontal

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

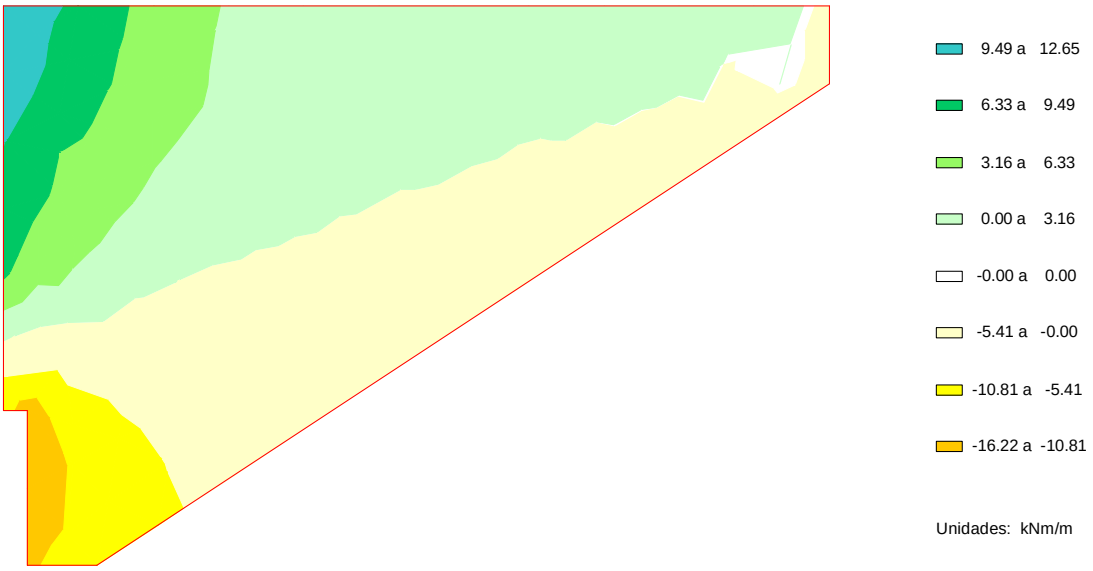
Cortante eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

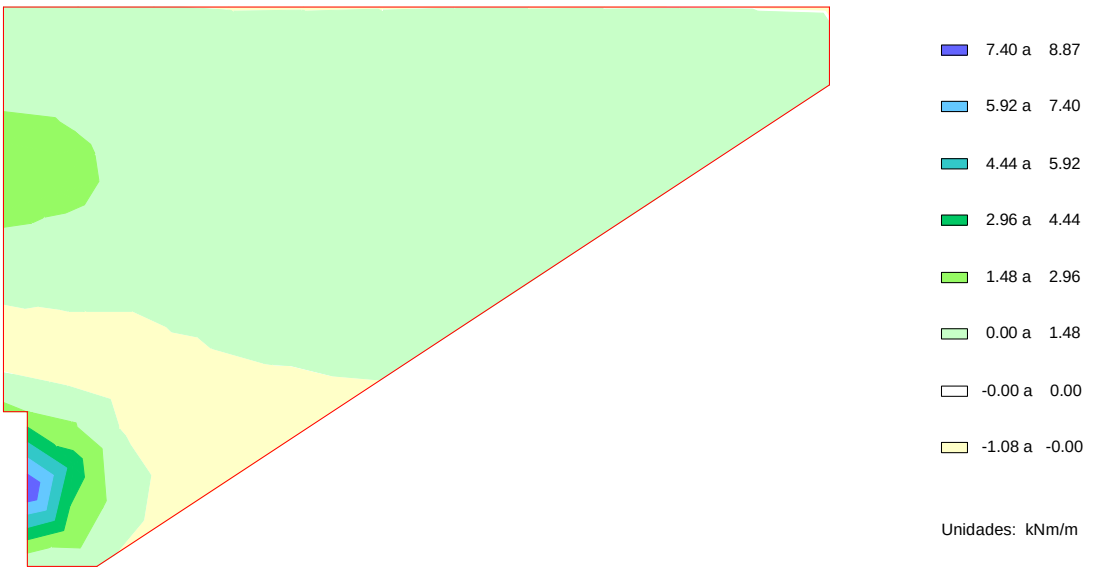
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

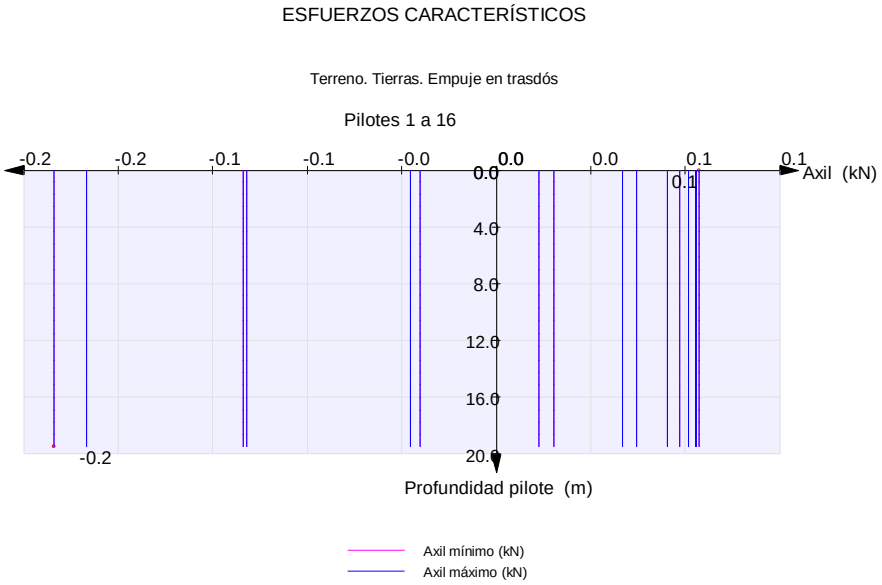
Peso propio. Estribo

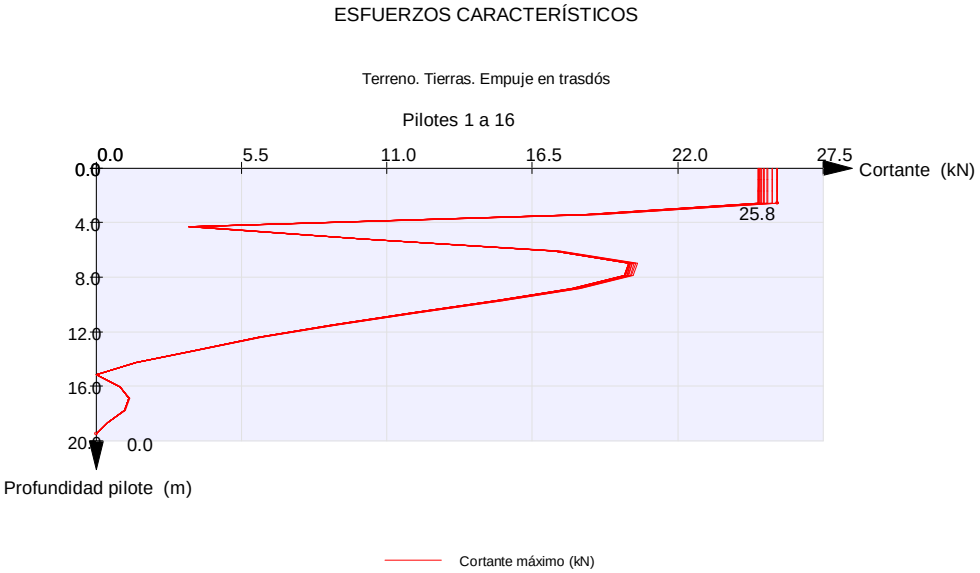
Momento de eje horizontal (armado vertical)

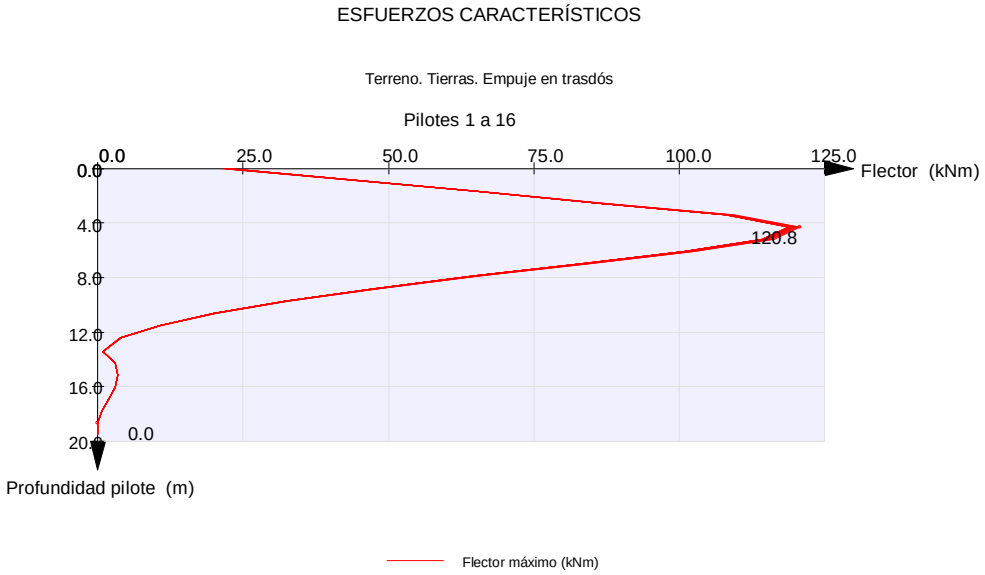


4.2 Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

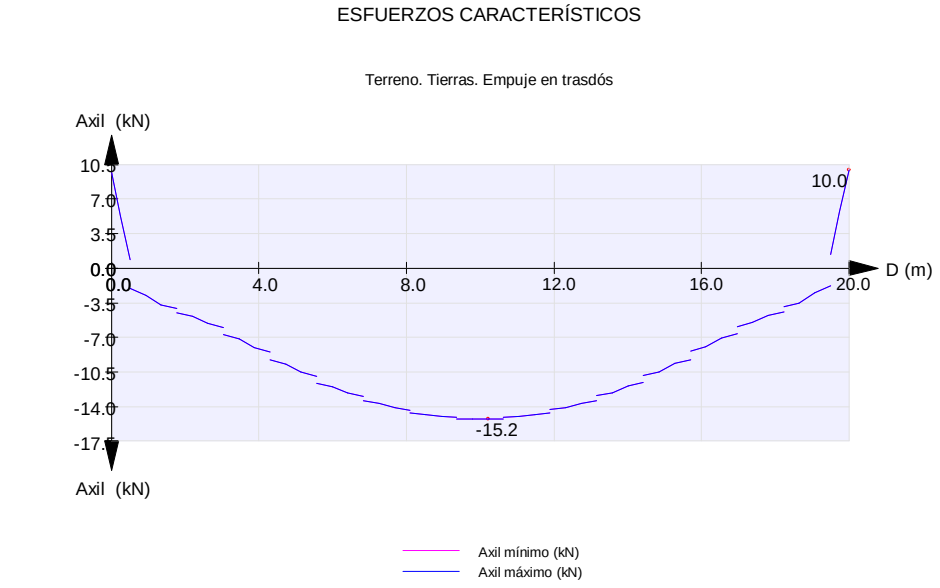
4.2.1 Pilotes


ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS
Terreno. Tierras. Empuje en trasdós
Pilotes 1 a 16
-0.2 -0.2 -0.1 -0.1 -0.0 0.0 0.0 0.1 0.1
Axil (kN)
0.0
4.0
8.0
12.0
16.0
20.0
-0.2
0.1
Profundidad pilote (m)
Axil mínimo (kN)
Axil máximo (kN)


ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS
Terreno. Tierras. Empuje en trasdós
Pilotes 1 a 16
0.0 5.5 11.0 16.5 22.0 27.5
Cortante (kN)
0.0
4.0
8.0
12.0
16.0
20.0
25.8
0.0
Profundidad pilote (m)
Cortante máximo (kN)

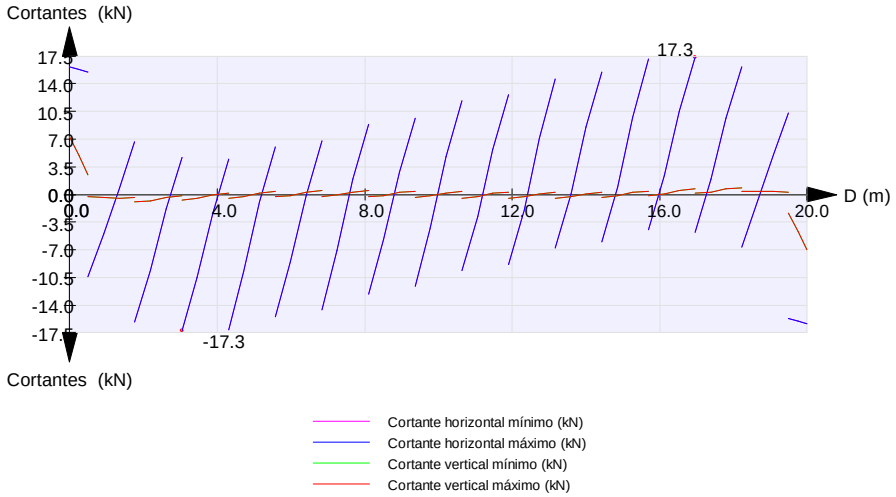


4.2.2 Cargadero



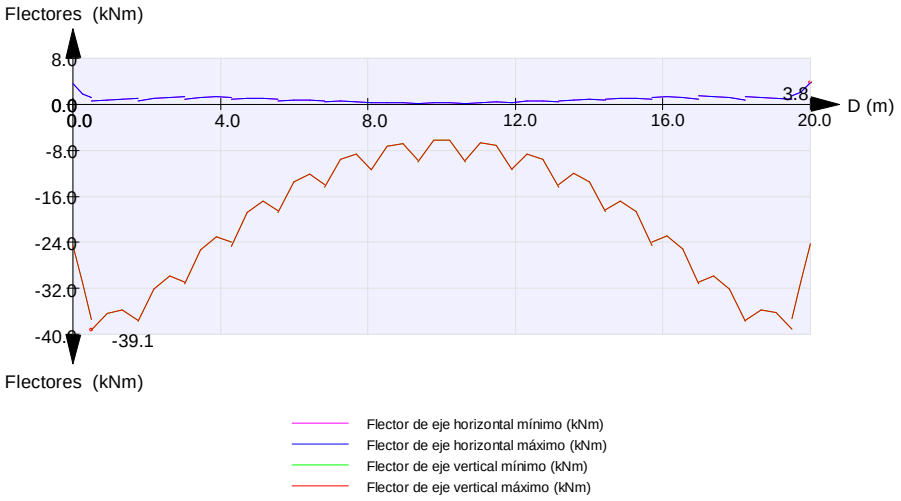
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

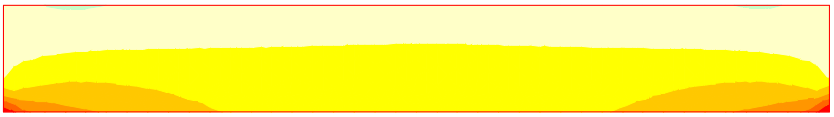


4.2.3 Espaldón

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Axil eje horizontal



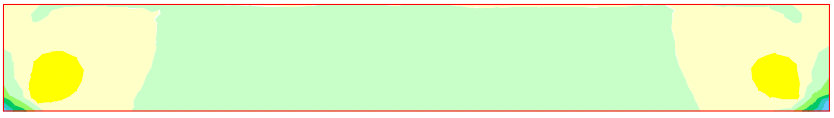
0.00 a 0.38
-0.00 a 0.00
-6.53 a -0.00
-13.07 a -6.53
-19.60 a -13.07
-26.13 a -19.60
-32.66 a -26.13
-39.20 a -32.66

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Axil eje vertical



5.23 a 6.54
3.93 a 5.23
2.62 a 3.93
1.31 a 2.62
0.00 a 1.31
-0.00 a 0.00
-0.87 a -0.00
-1.74 a -0.87

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Cortante eje horizontal

6.54 a 8.72

4.36 a 6.54

2.18 a 4.36

0.00 a 2.18

-0.00 a 0.00

-3.11 a -0.00

-6.22 a -3.11

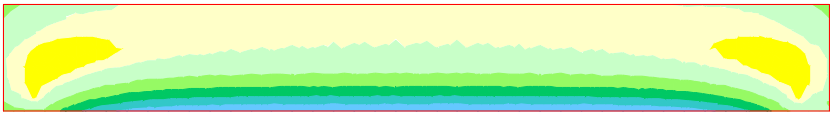
-9.32 a -6.22

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Cortante eje vertical



6.64 a 8.30

4.98 a 6.64

3.32 a 4.98

1.66 a 3.32

0.00 a 1.66

-0.00 a 0.00

-0.64 a -0.00

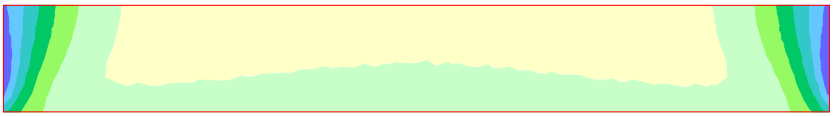
-1.28 a -0.64

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Momento de eje vertical (armado horizontal)



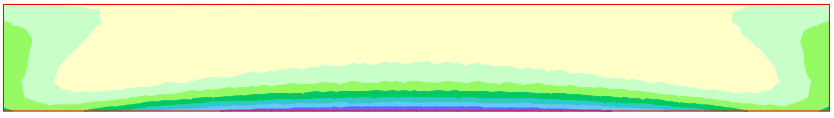
5.61 a 6.73
4.49 a 5.61
3.36 a 4.49
2.24 a 3.36
1.12 a 2.24
0.00 a 1.12
-0.00 a 0.00
-0.39 a -0.00

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Momento de eje horizontal (armado vertical)



3.61 a 4.33
2.89 a 3.61
2.16 a 2.89
1.44 a 2.16
0.72 a 1.44
0.00 a 0.72
-0.00 a 0.00
-0.61 a -0.00

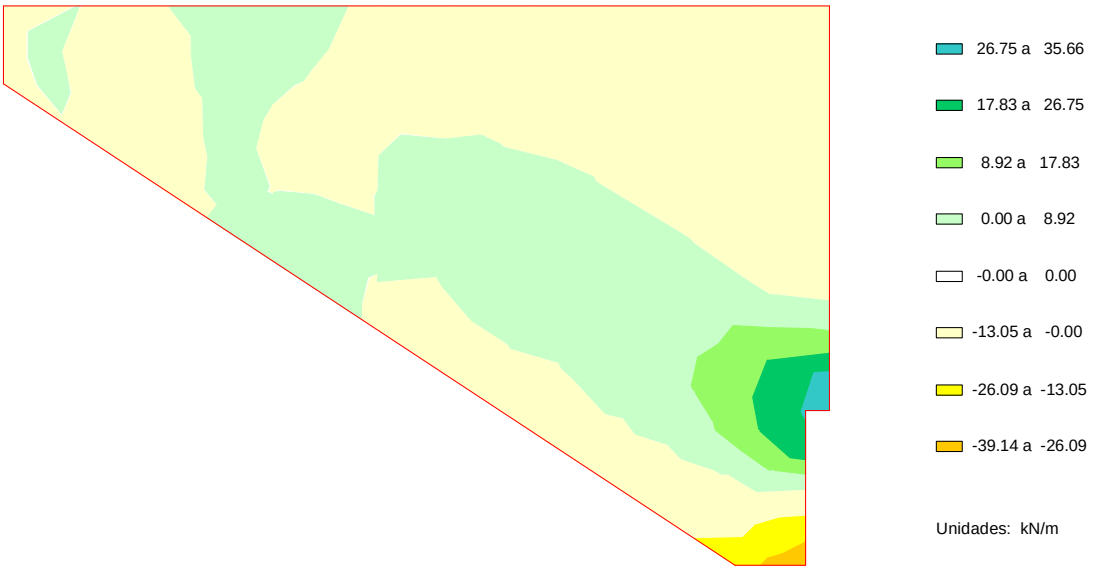
Unidades: kNm/m

4.2.4 Aleta 1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

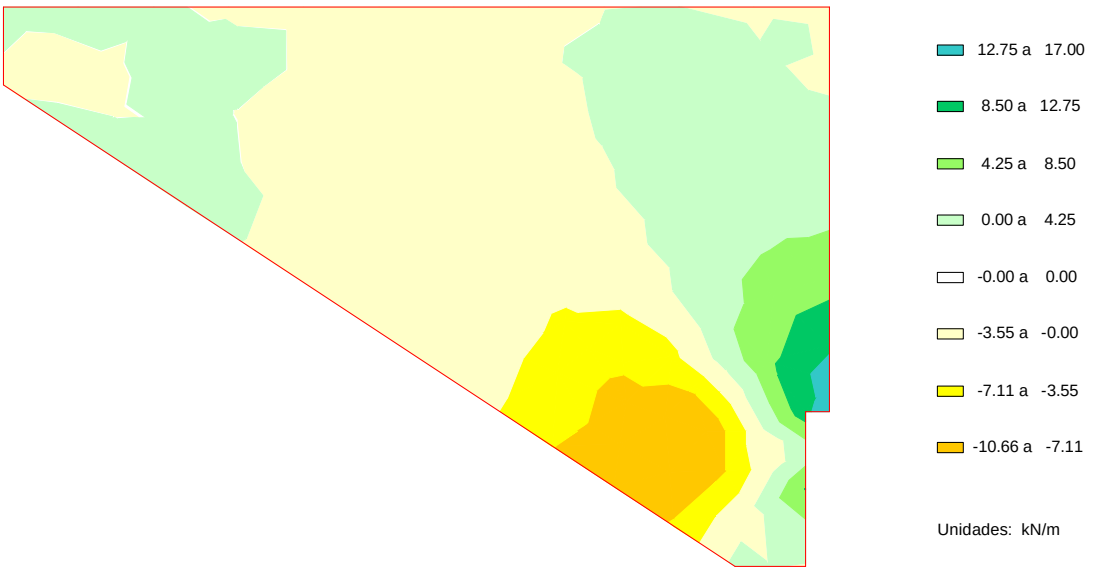
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

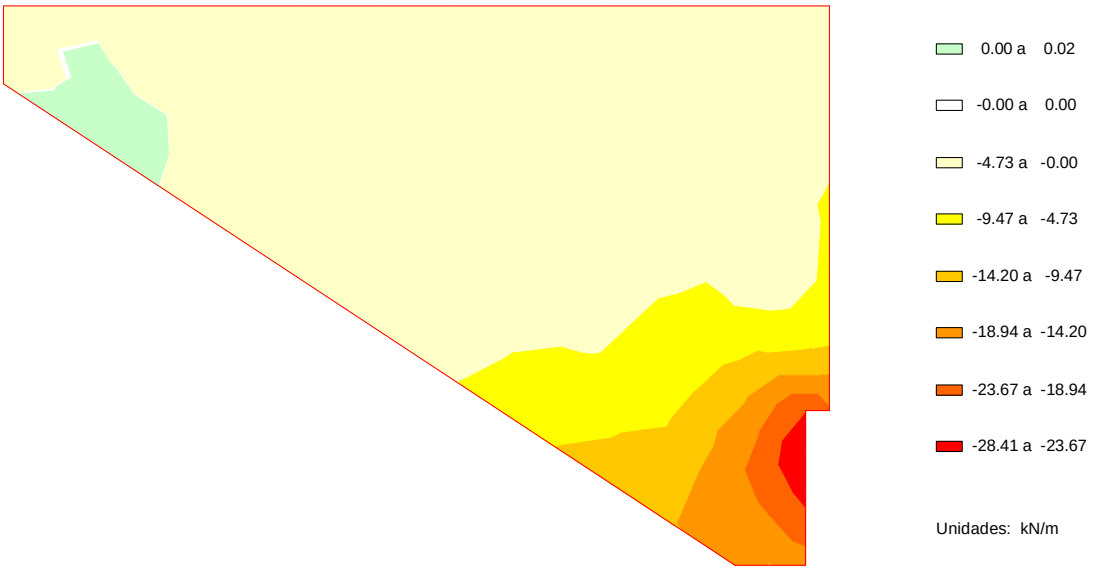
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

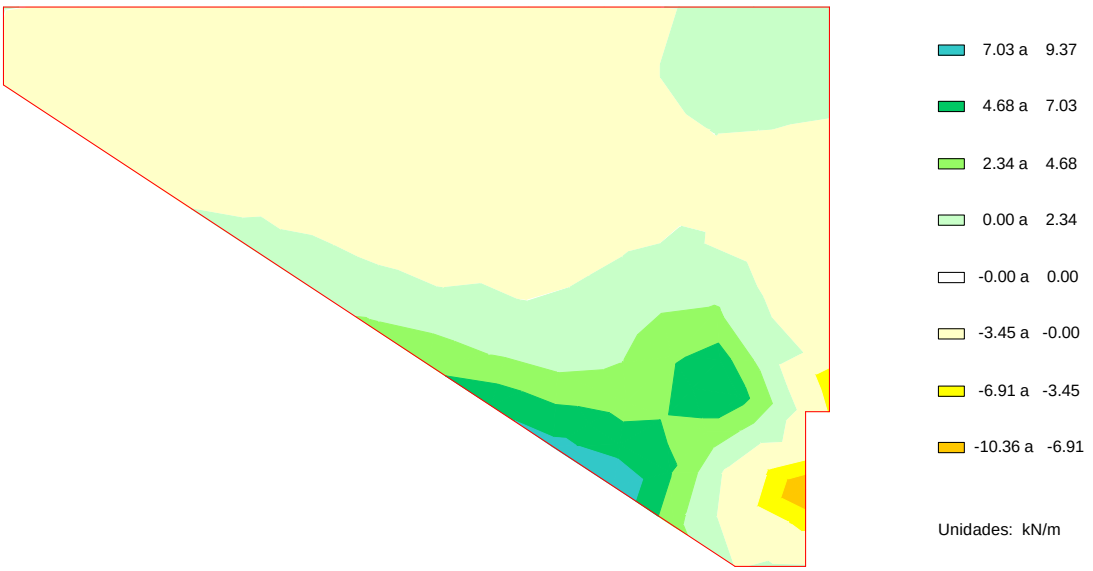
Cortante eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

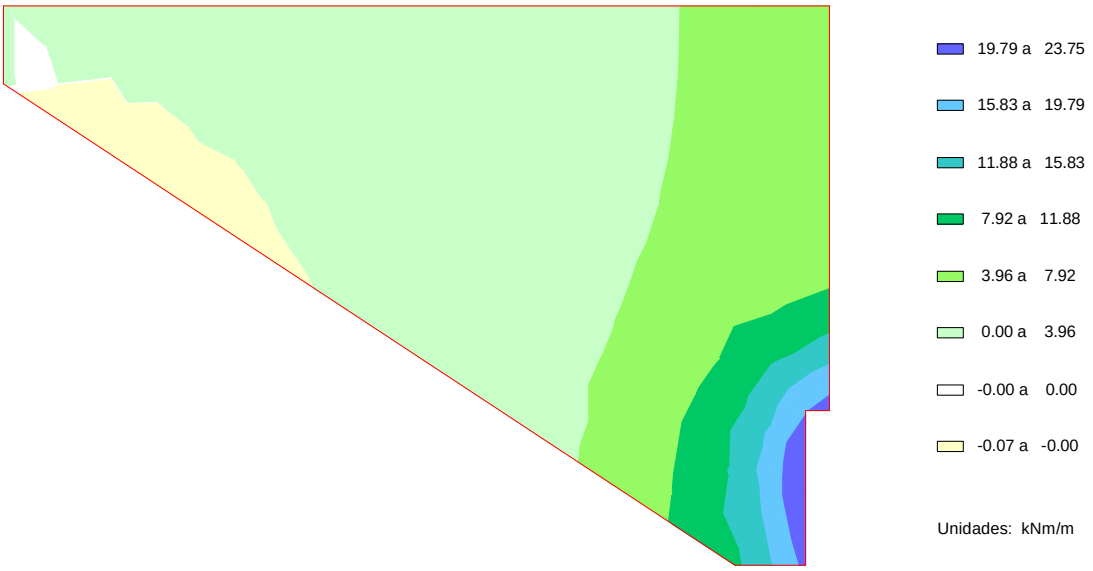
Cortante eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

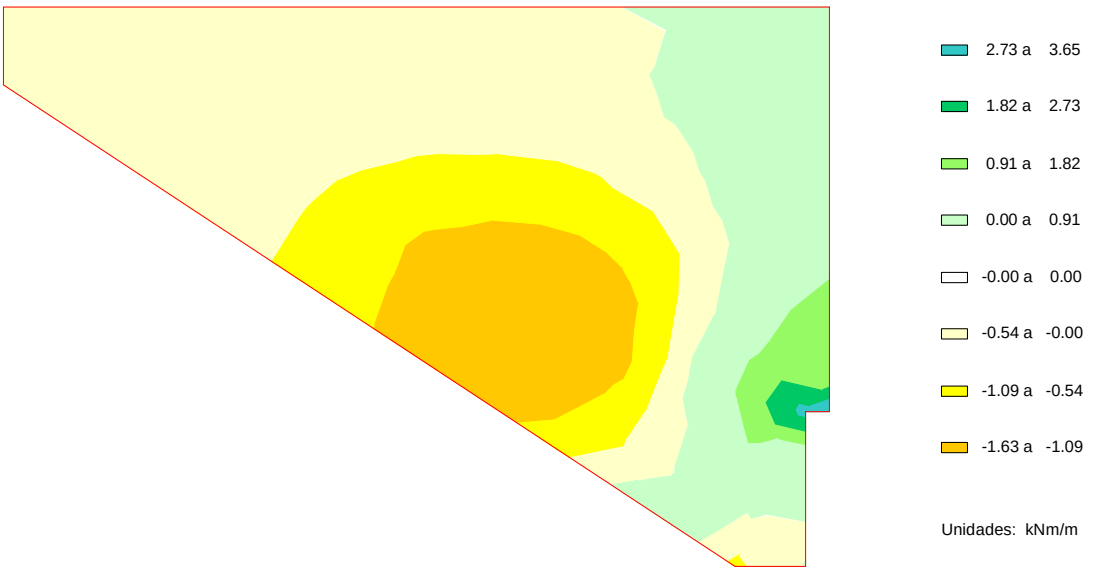
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Momento de eje horizontal (armado vertical)

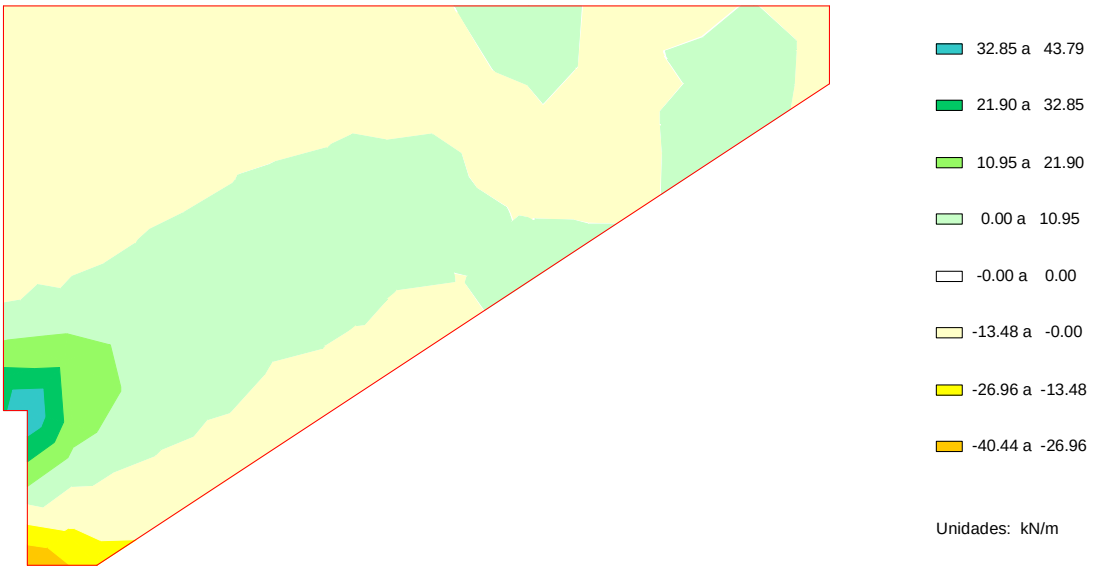


4.2.5 Aleta 2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

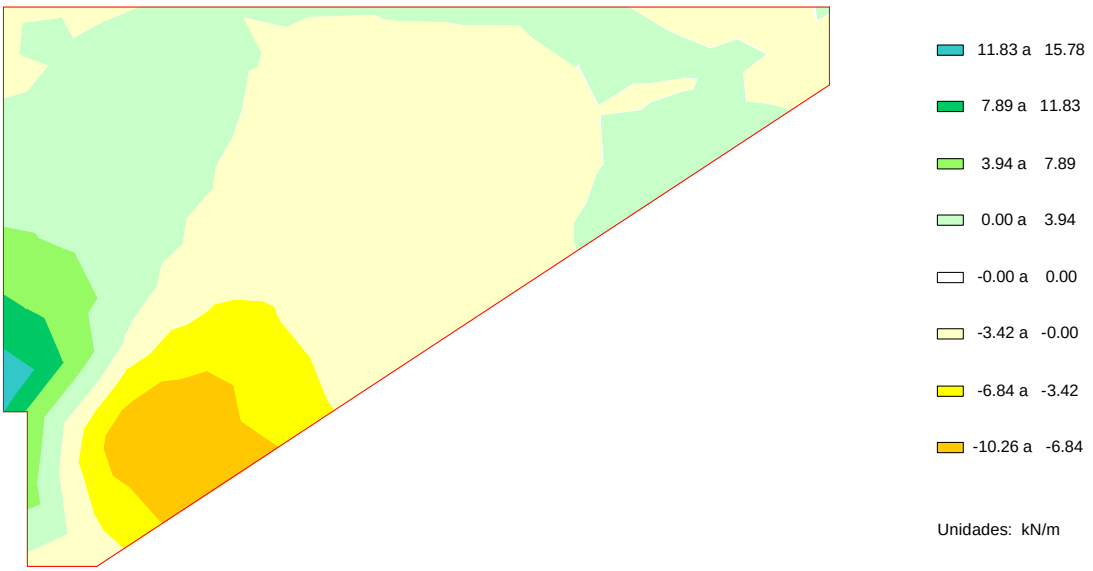
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

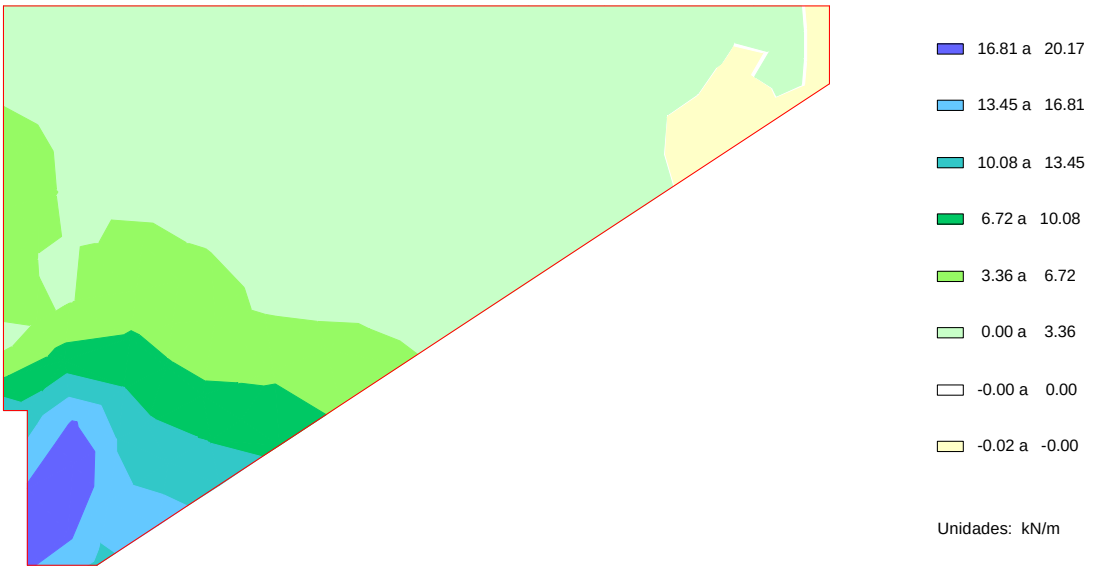
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

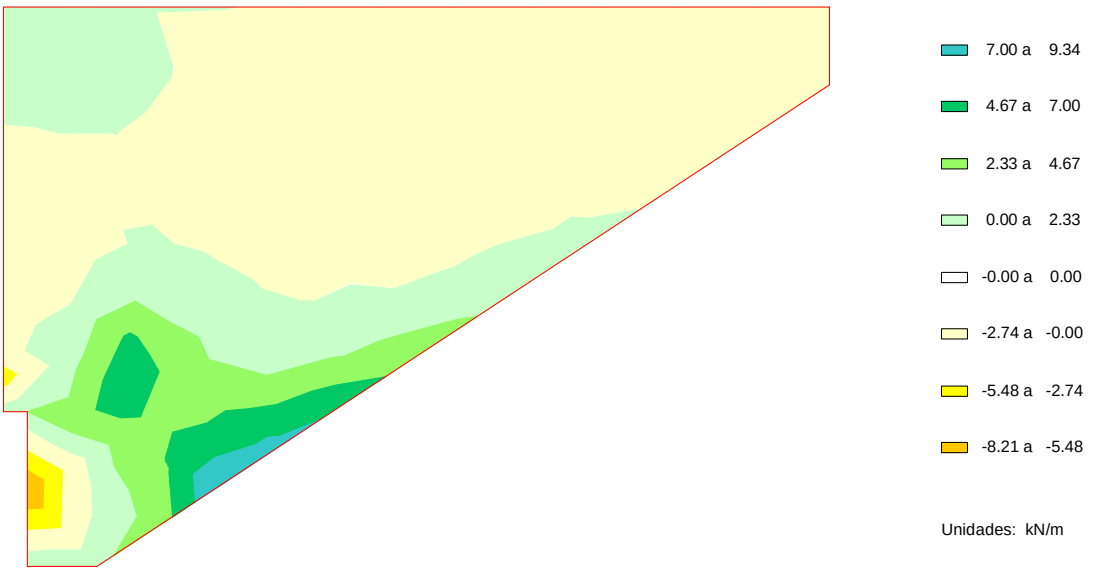
Cortante eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

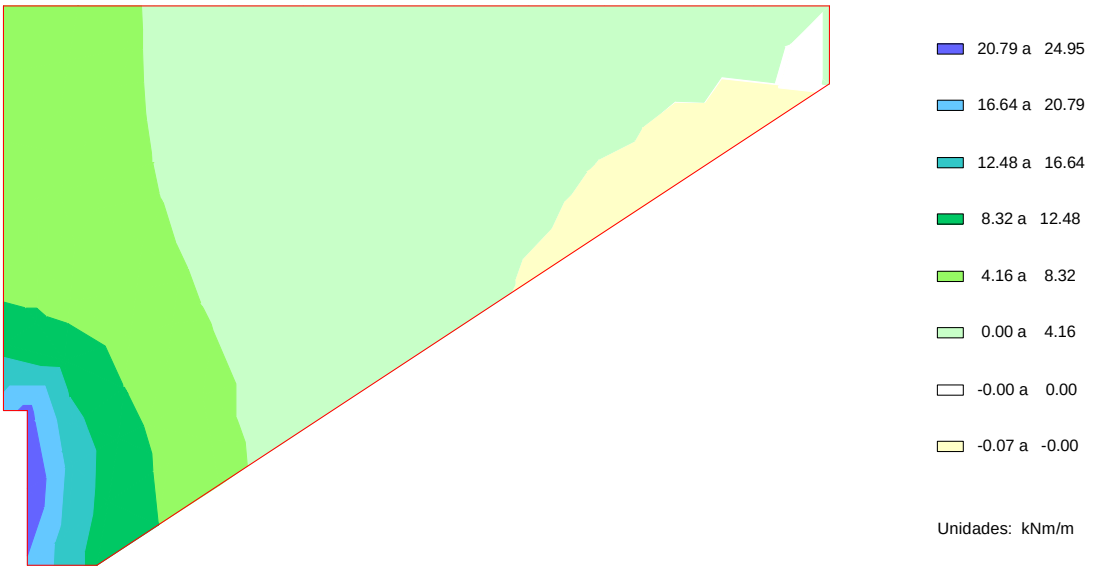
Cortante eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

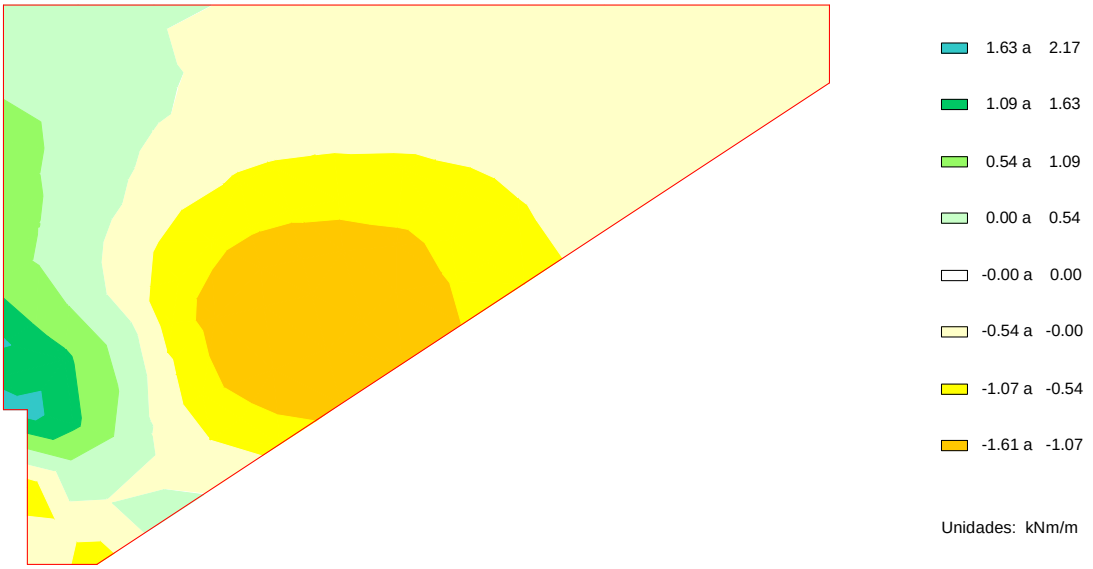
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Momento de eje horizontal (armado vertical)

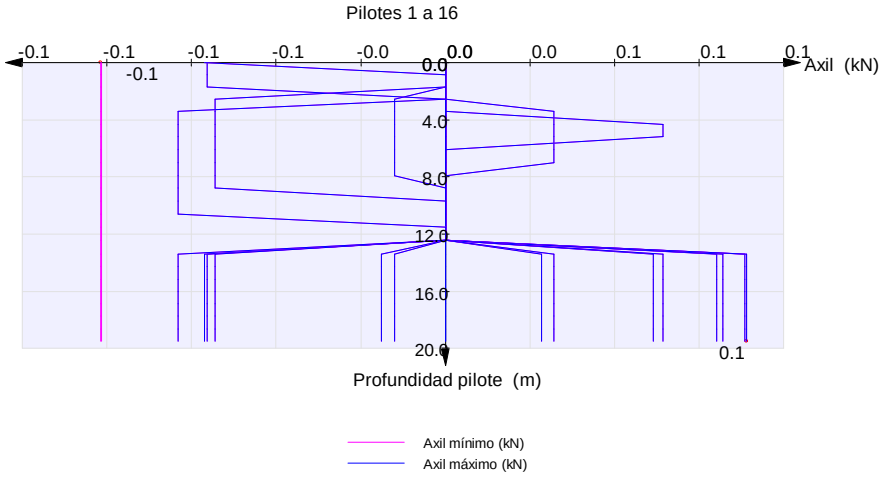


4.3 Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

4.3.1 Pilotes

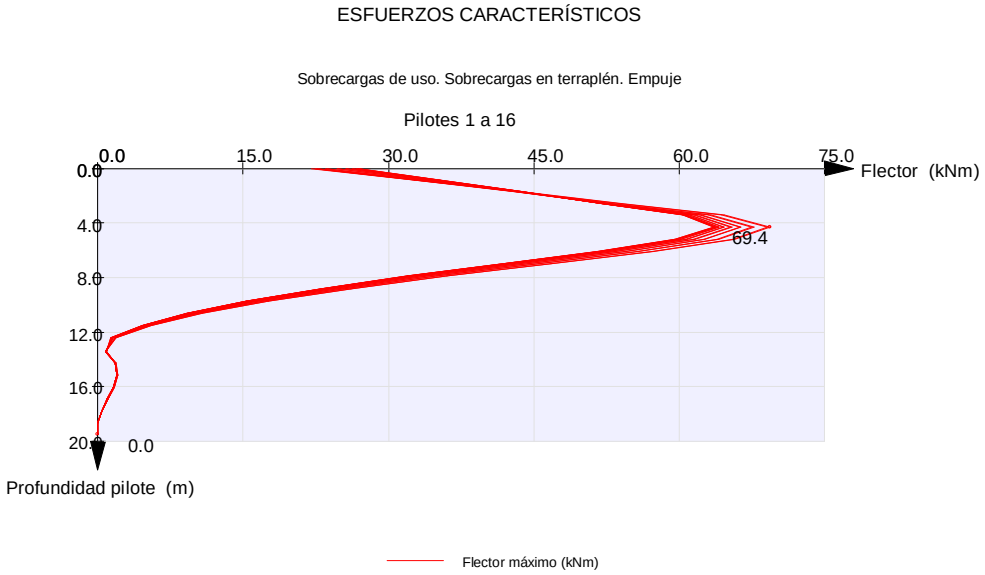
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

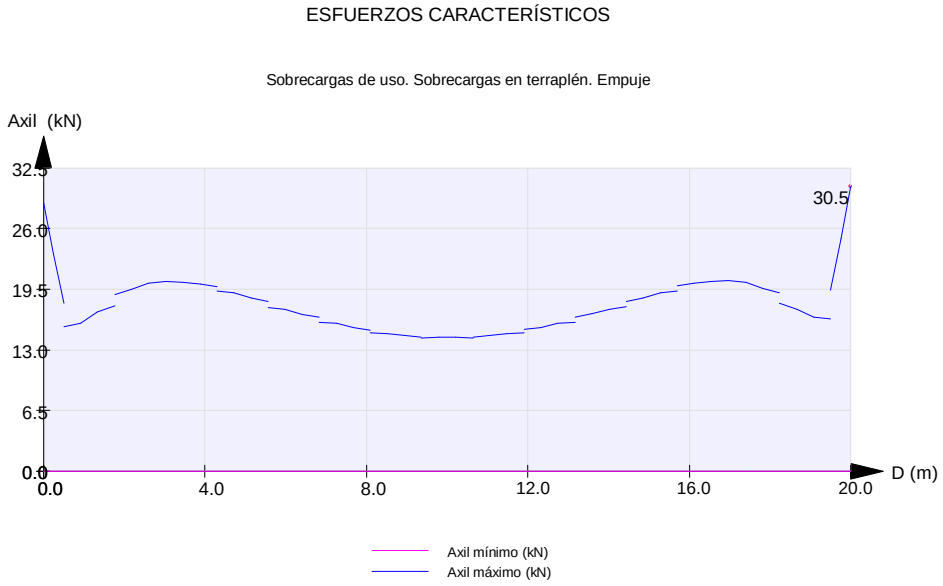


ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

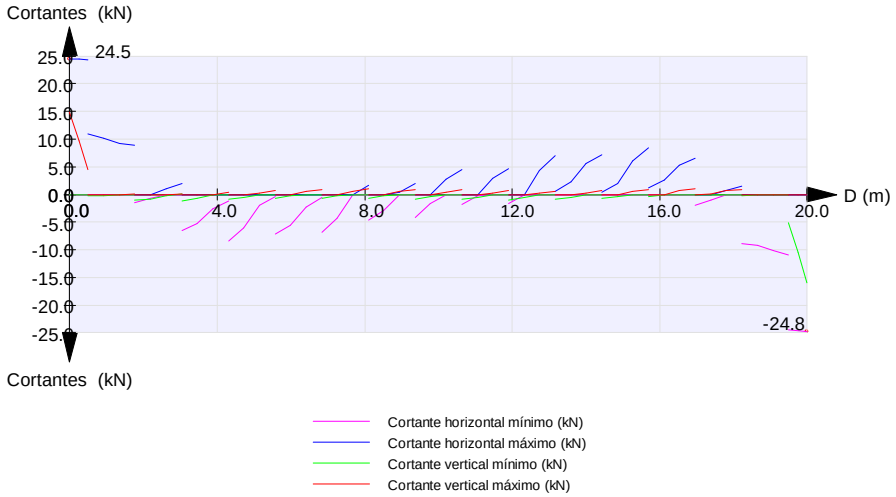


4.3.2 Cargadero



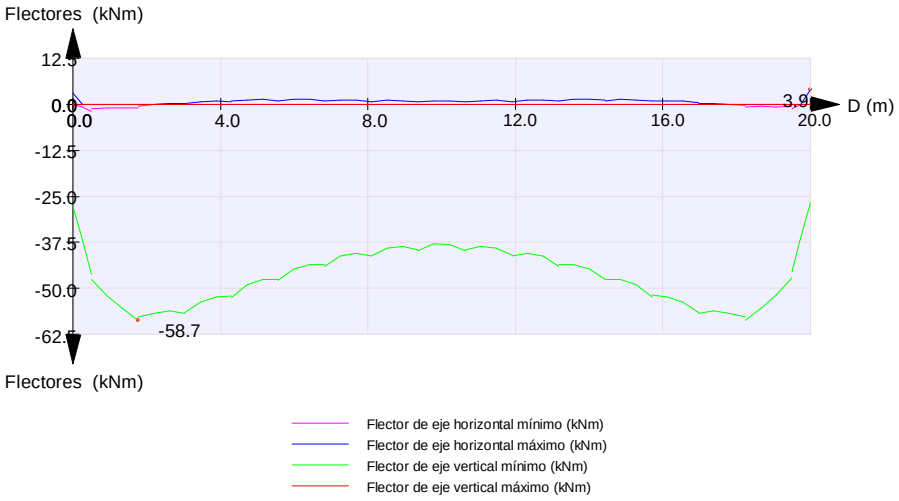
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje



4.3.3 Espaldón

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Axil eje horizontal

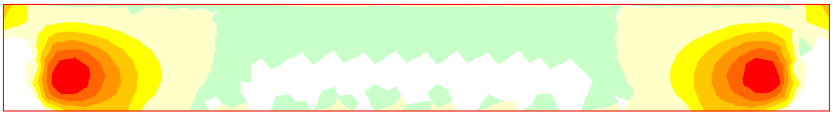
-8.33 a -2.80
-13.85 a -8.33
-19.38 a -13.85
-24.91 a -19.38
-30.44 a -24.91
-35.97 a -30.44
-41.50 a -35.97
-47.03 a -41.50

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Axil eje vertical



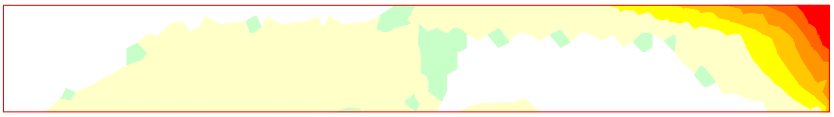
0.00 a 0.10
-0.00 a 0.00
-0.48 a -0.00
-0.95 a -0.48
-1.43 a -0.95
-1.90 a -1.43
-2.38 a -1.90
-2.86 a -2.38

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Cortante eje horizontal



0.00 a 0.08

-0.00 a 0.00

-2.22 a -0.00

-4.43 a -2.22

-6.65 a -4.43

-8.86 a -6.65

-11.08 a -8.86

-13.29 a -11.08

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Cortante eje vertical

0.00 a 0.04

-0.00 a 0.00

-0.49 a -0.00

-0.98 a -0.49

-1.47 a -0.98

-1.96 a -1.47

-2.46 a -1.96

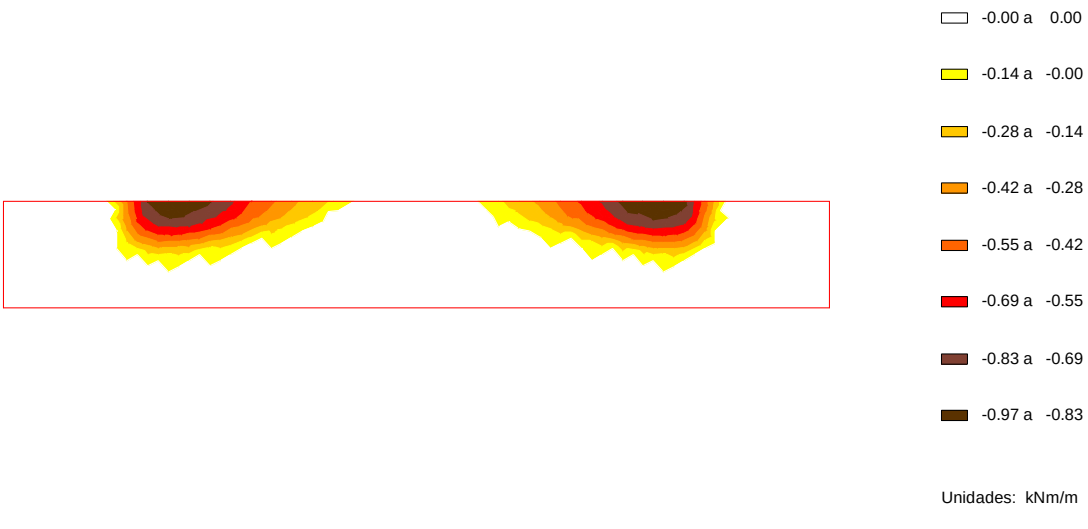
-2.95 a -2.46

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

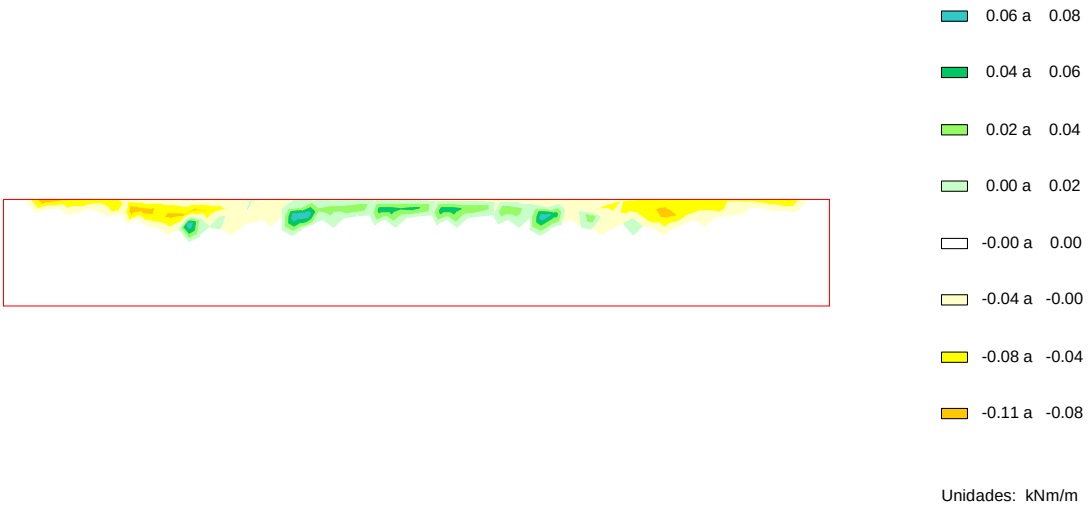
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Momento de eje horizontal (armado vertical)

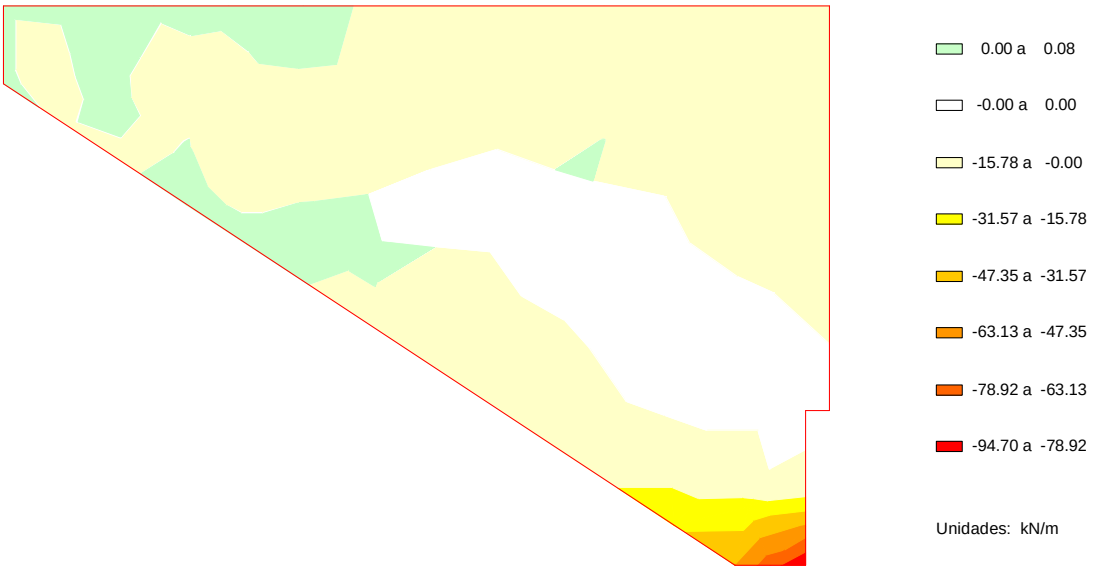


4.3.4 Aleta 1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

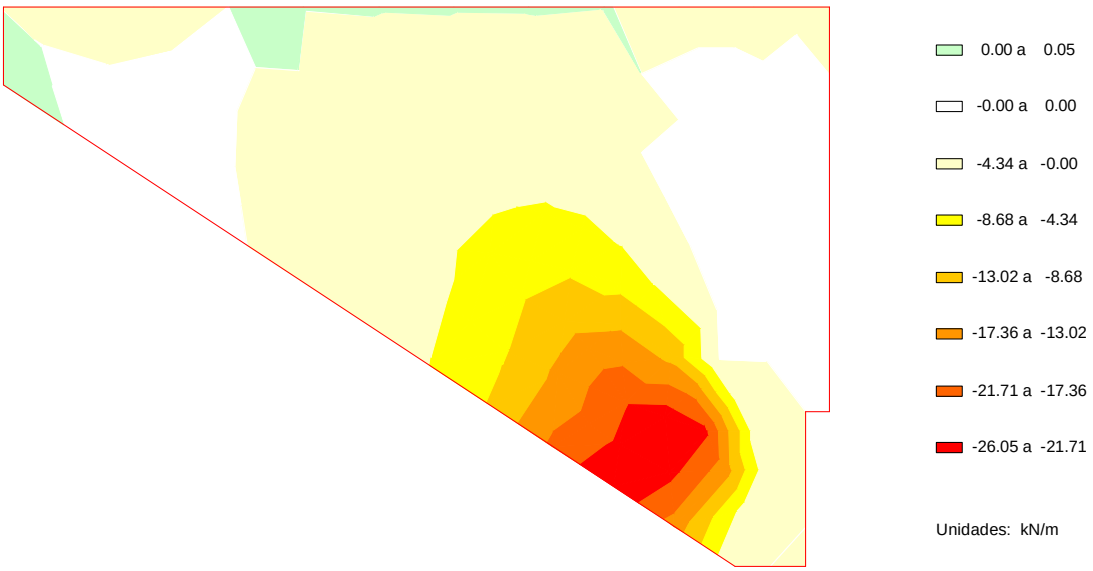
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

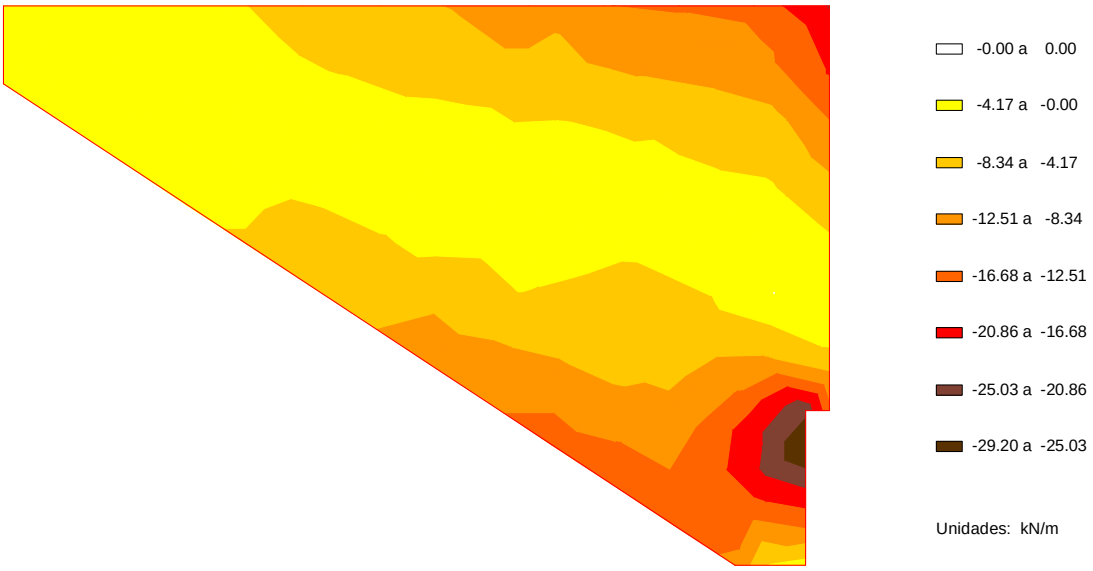
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

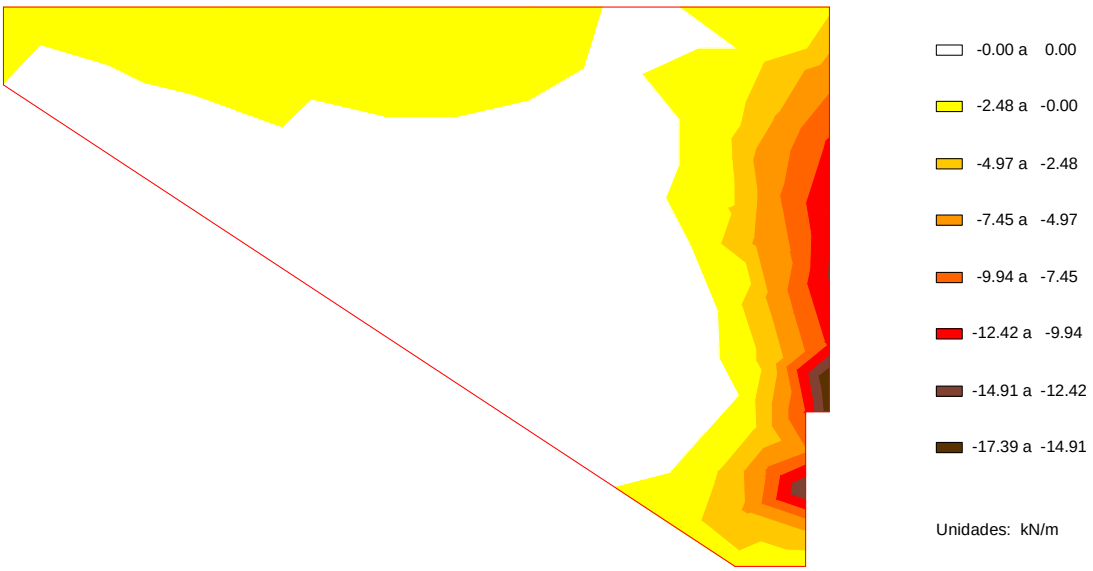
Cortante eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

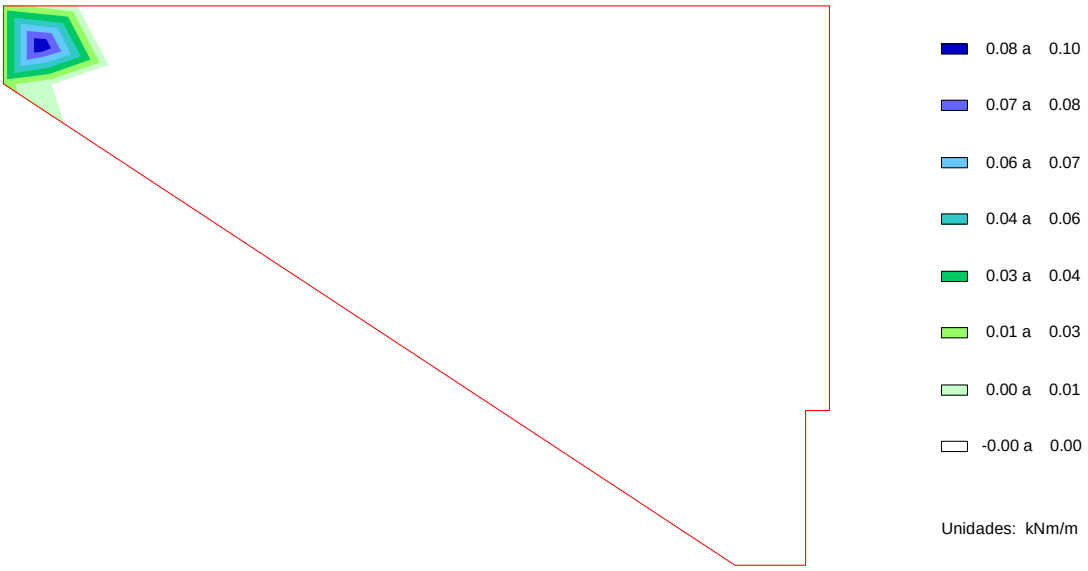
Cortante eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

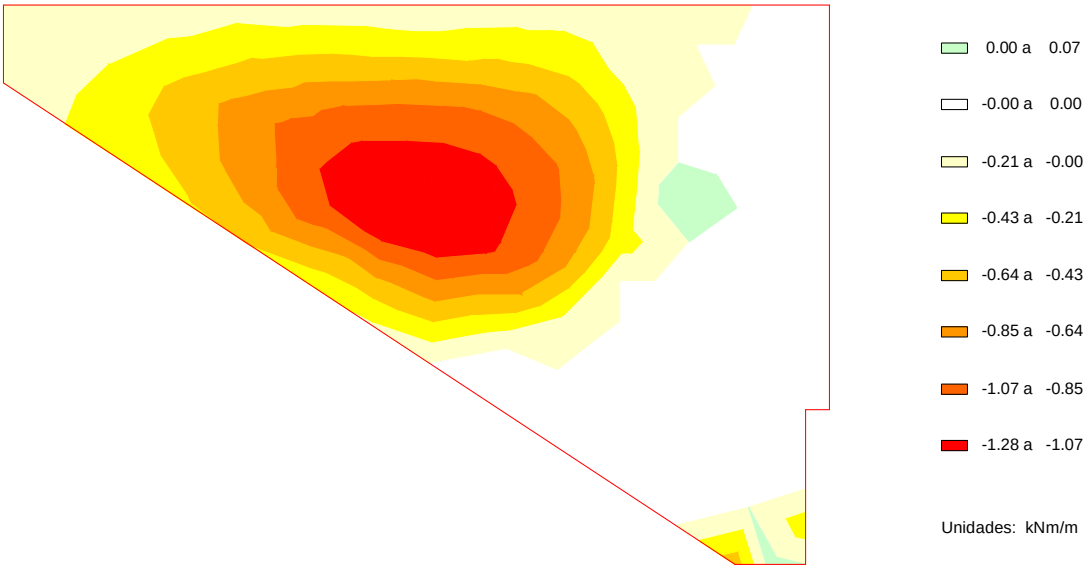
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Momento de eje horizontal (armado vertical)



4.3.5 Aleta 2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

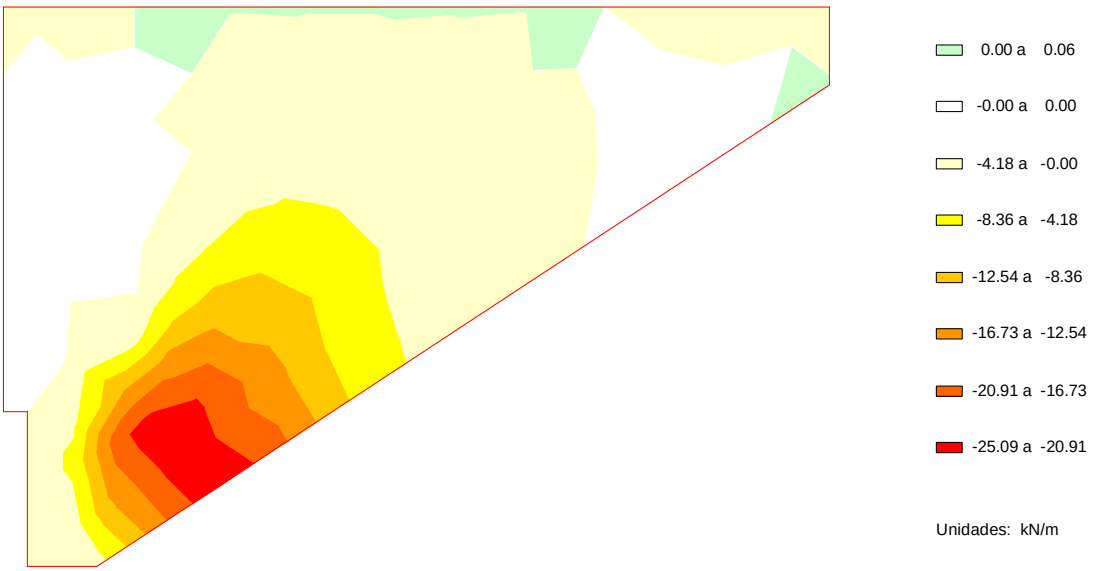
Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Axil eje horizontal

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

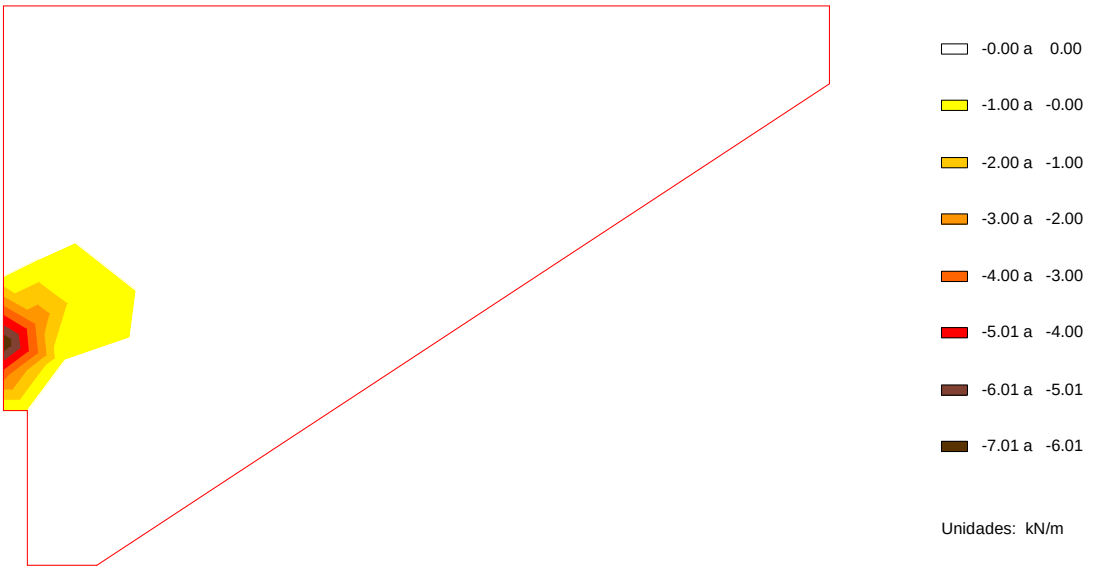
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

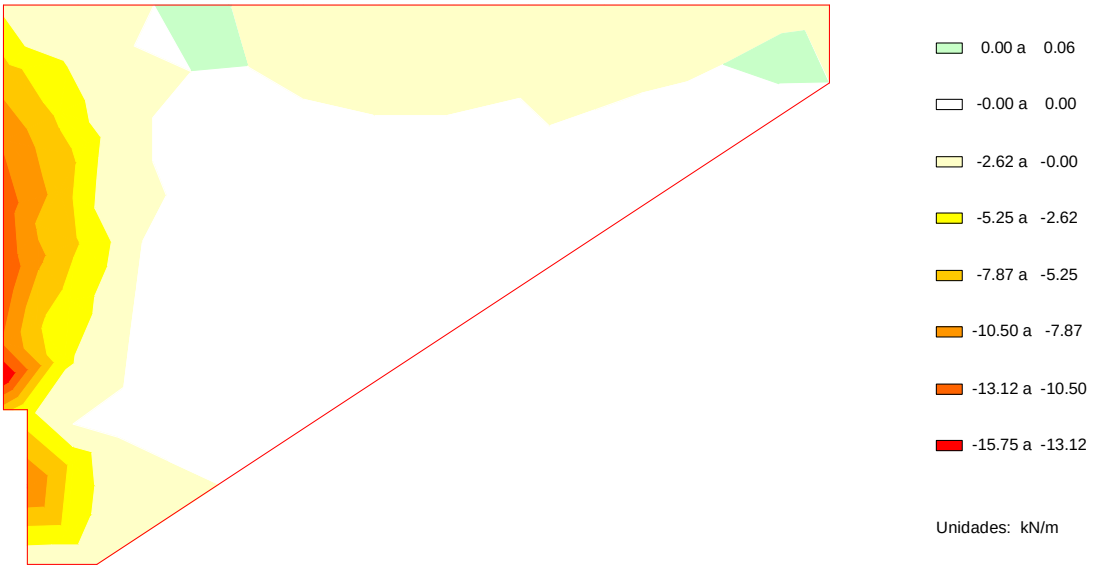
Cortante eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

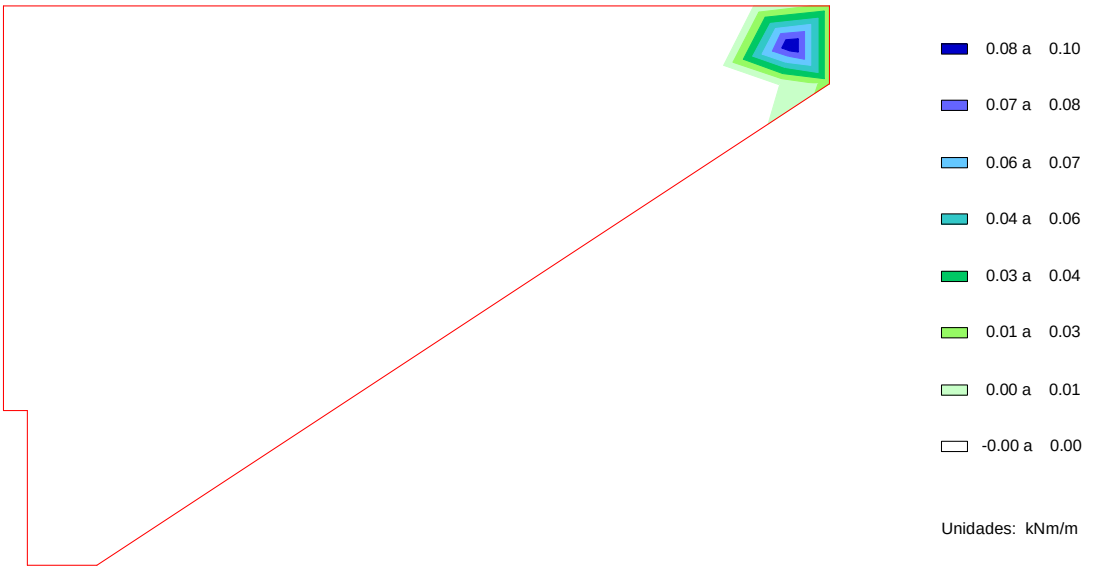
Cortante eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

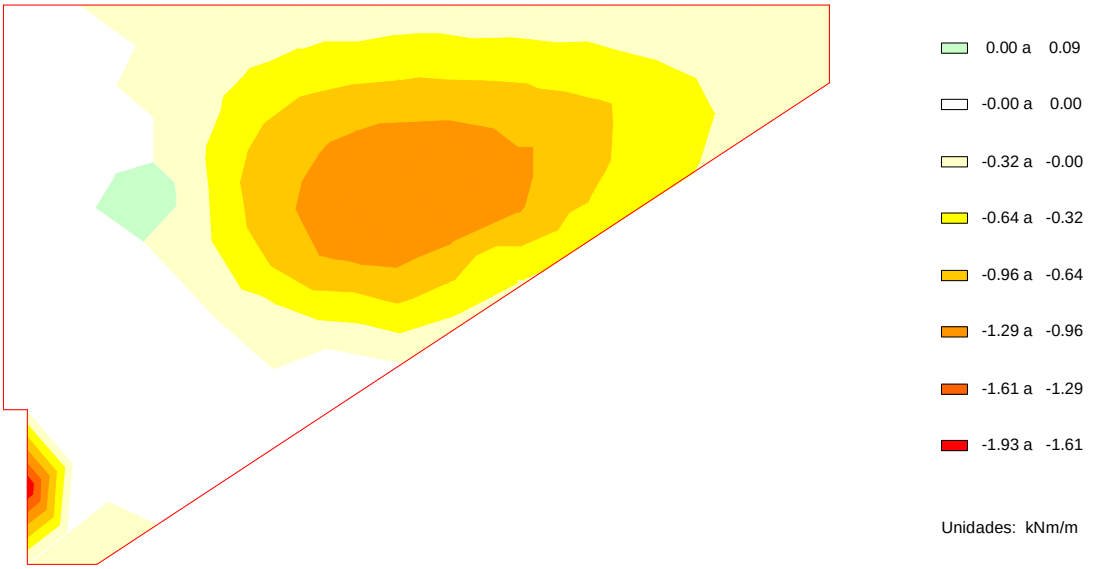
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

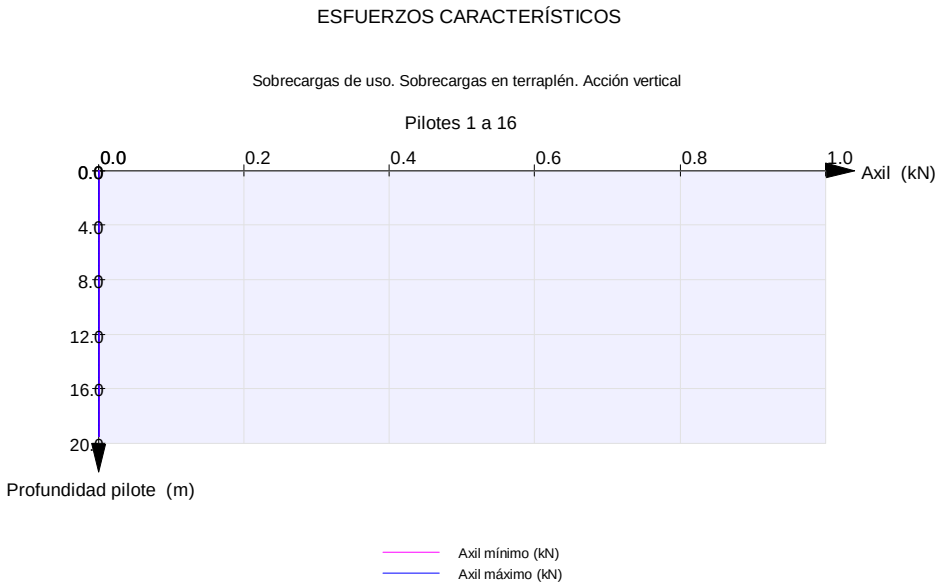
Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

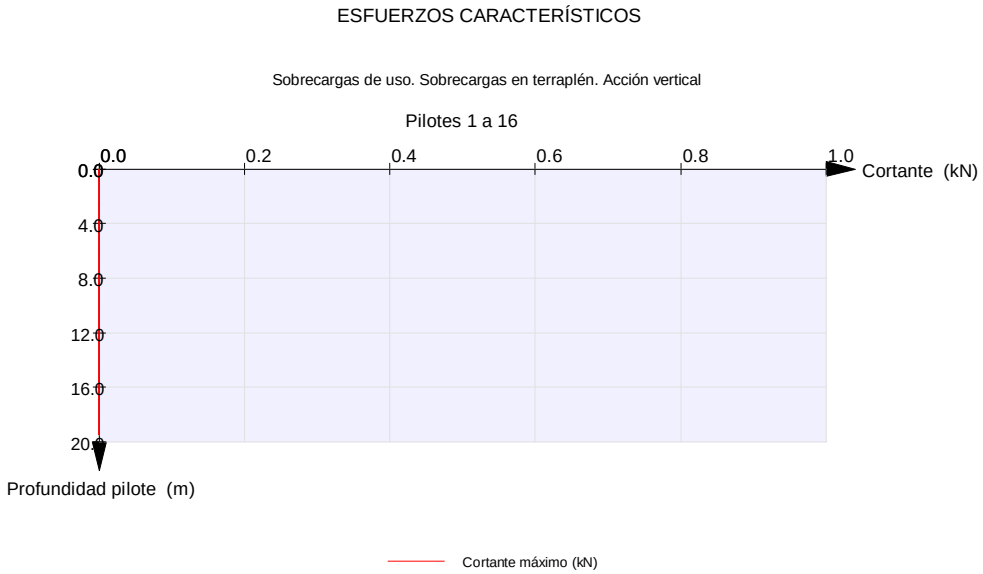
Momento de eje horizontal (armado vertical)



4.4 Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

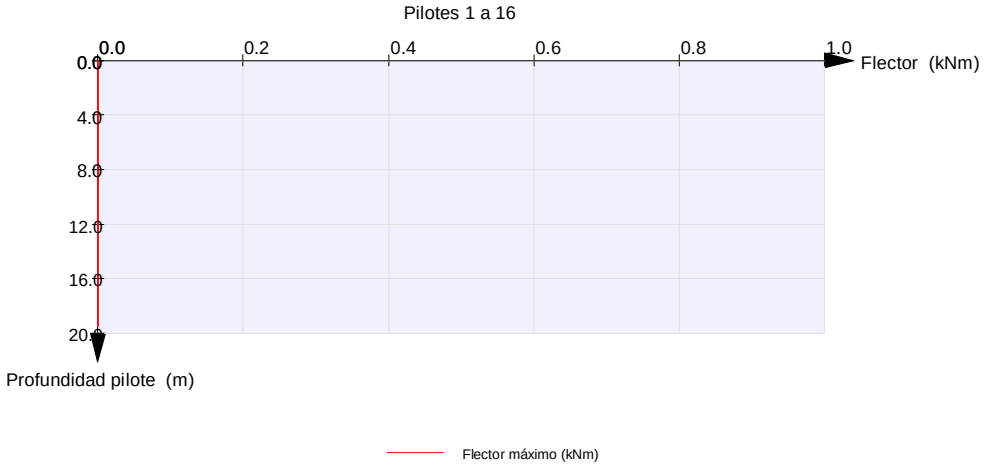
4.4.1 Pilotes


ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS
Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical
Pilotes 1 a 16
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
Axil (kN)
0.0
4.0
8.0
12.0
16.0
20.0
Profundidad pilote (m)
Axil mínimo (kN)
Axil máximo (kN)


ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS
Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical
Pilotes 1 a 16
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
Cortante (kN)
0.0
4.0
8.0
12.0
16.0
20.0
Profundidad pilote (m)
Cortante máximo (kN)

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

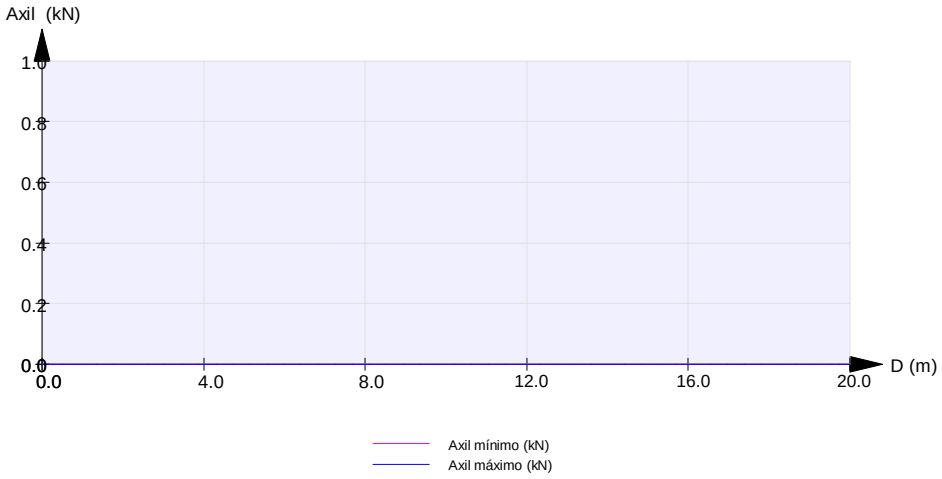
Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical



4.4.2 Cargadero

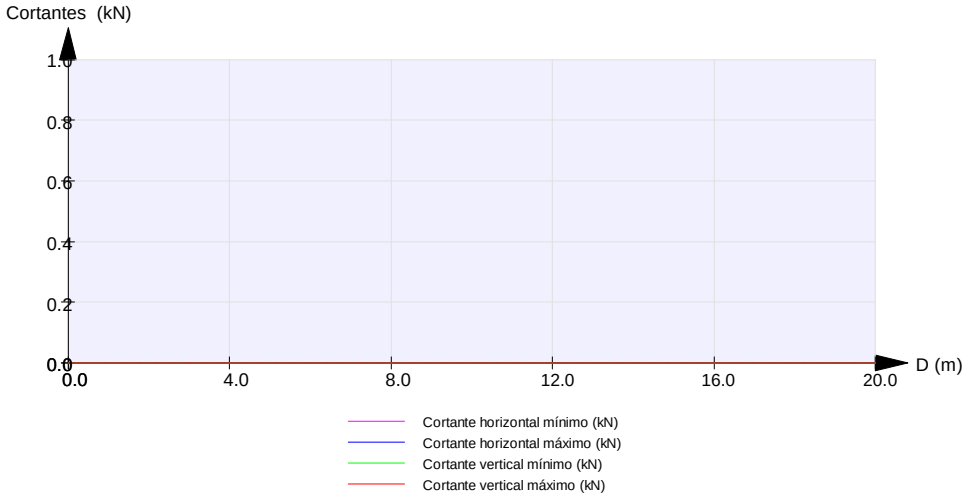
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical



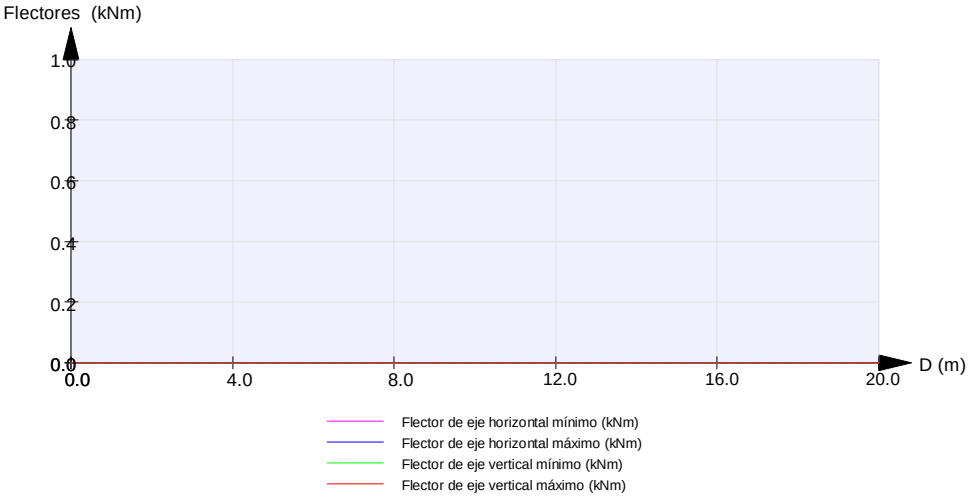
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical



4.4.3 Espaldón

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

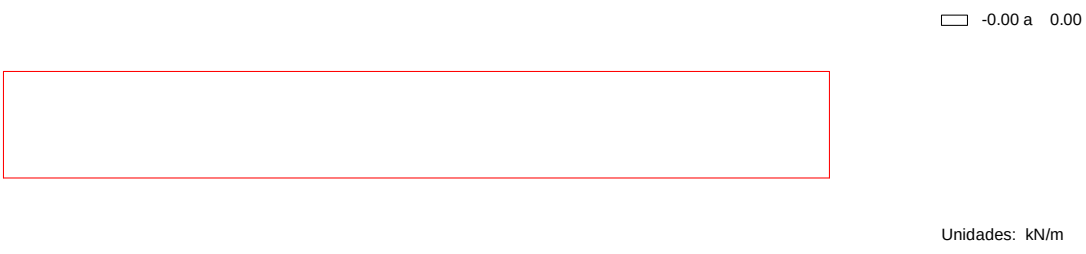
Axil eje horizontal

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Axil eje vertical

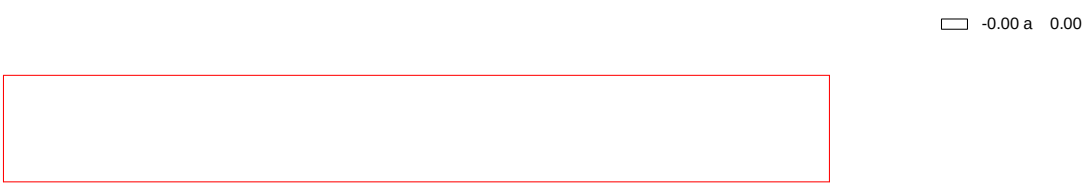


Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Cortante eje horizontal

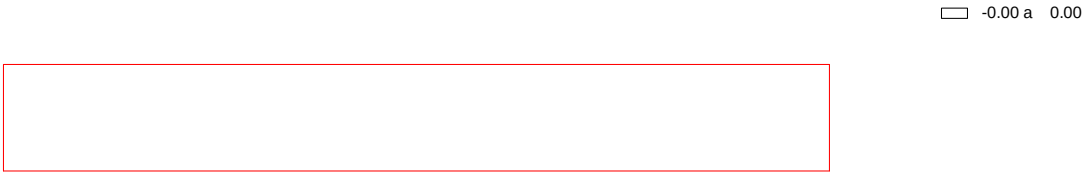


Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Cortante eje vertical

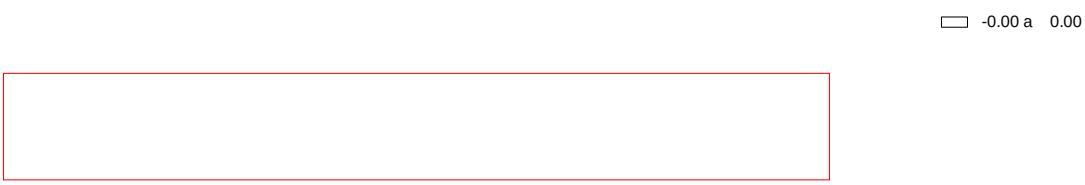


Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Momento de eje vertical (armado horizontal)

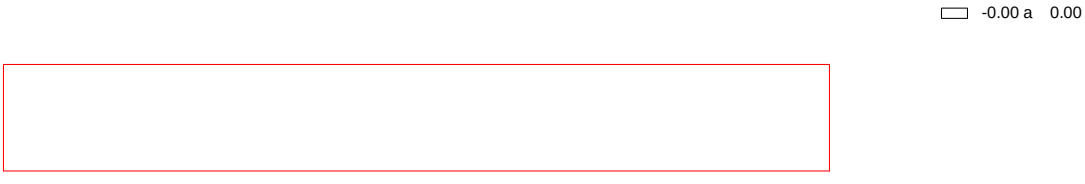


Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Momento de eje horizontal (armado vertical)



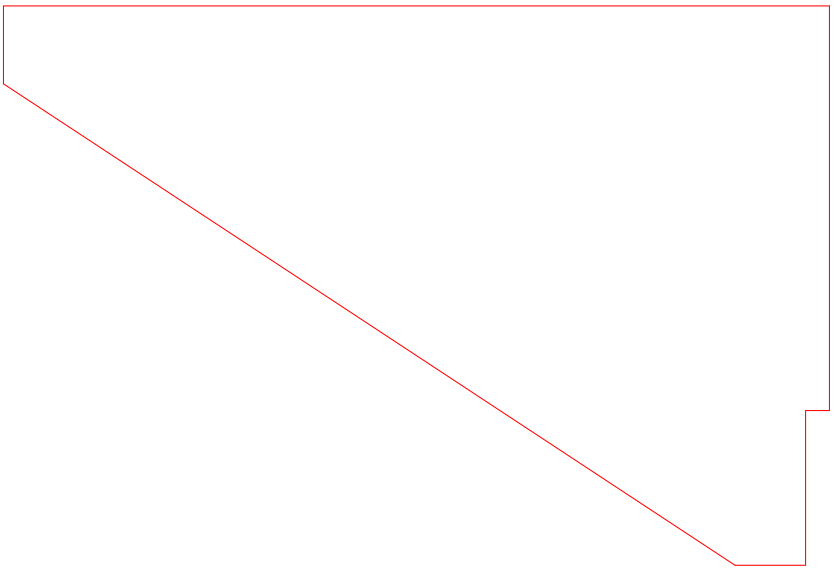
Unidades: kNm/m

4.4.4 Aleta 1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Axil eje horizontal



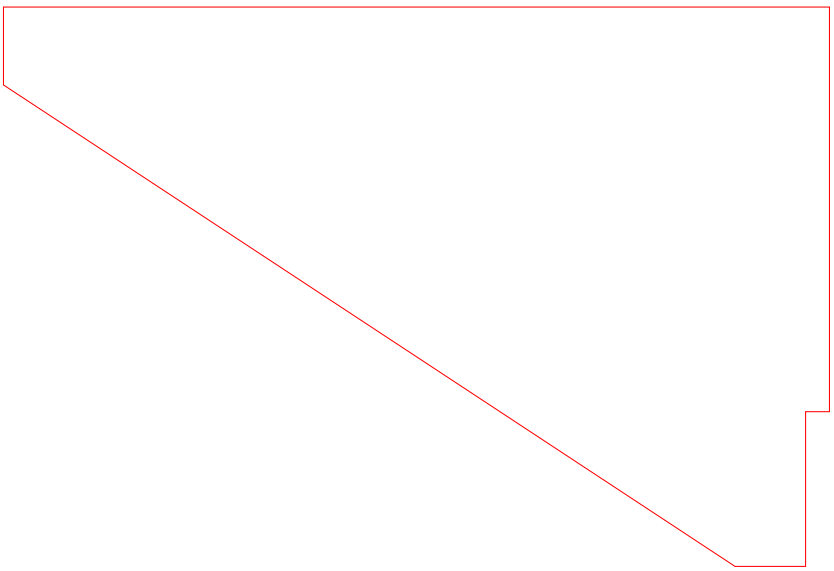
-0.00 a 0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Axil eje vertical



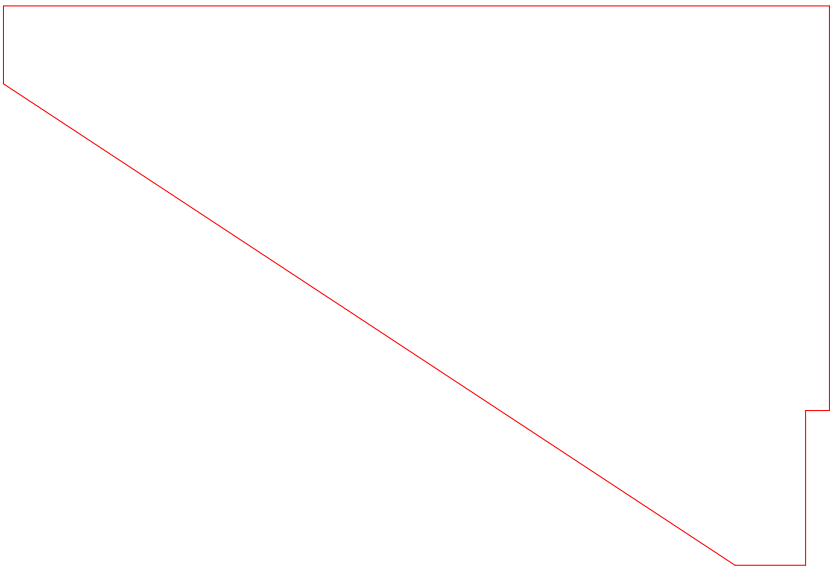
-0.00 a 0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Cortante eje horizontal



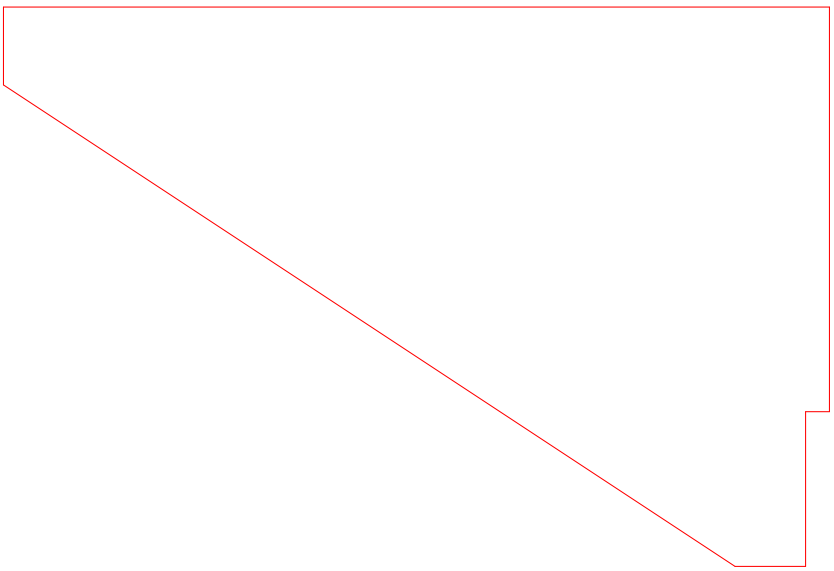
-0.00 a 0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Cortante eje vertical



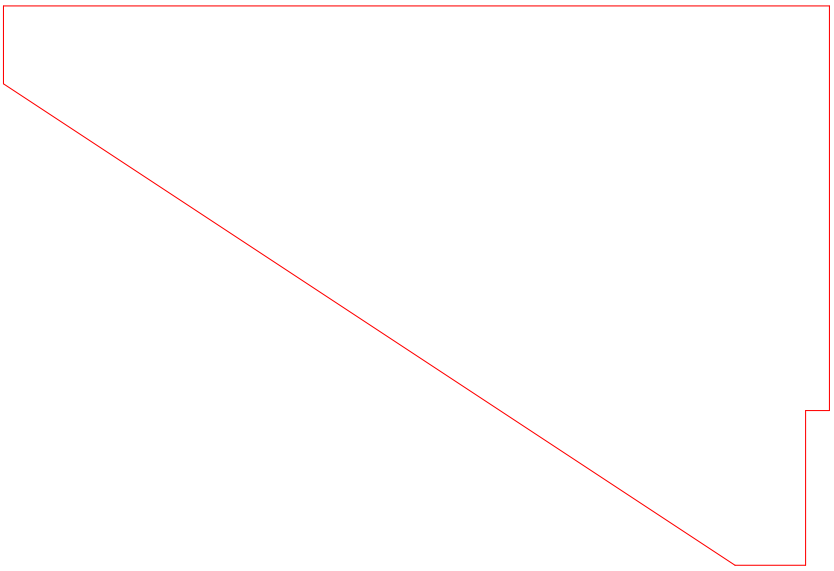
-0.00 a 0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Momento de eje vertical (armado horizontal)



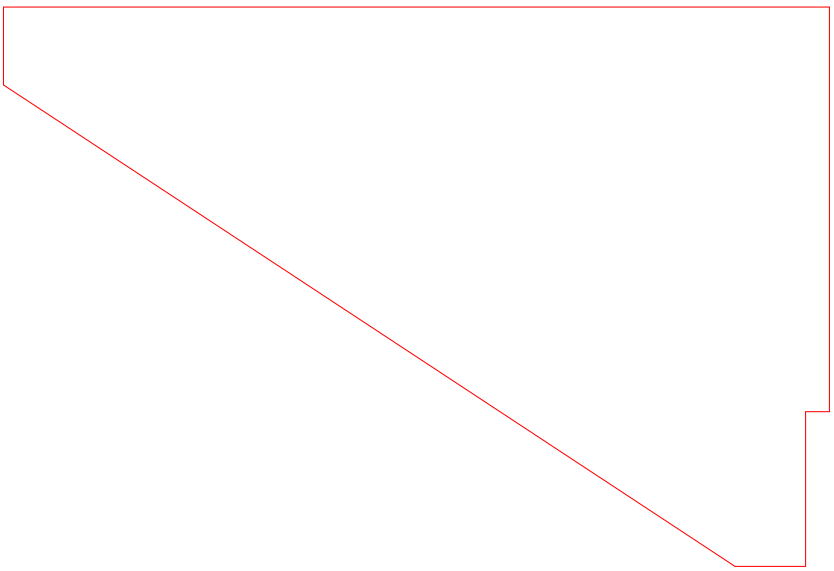
-0.00 a 0.00

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Momento de eje horizontal (armado vertical)



-0.00 a 0.00

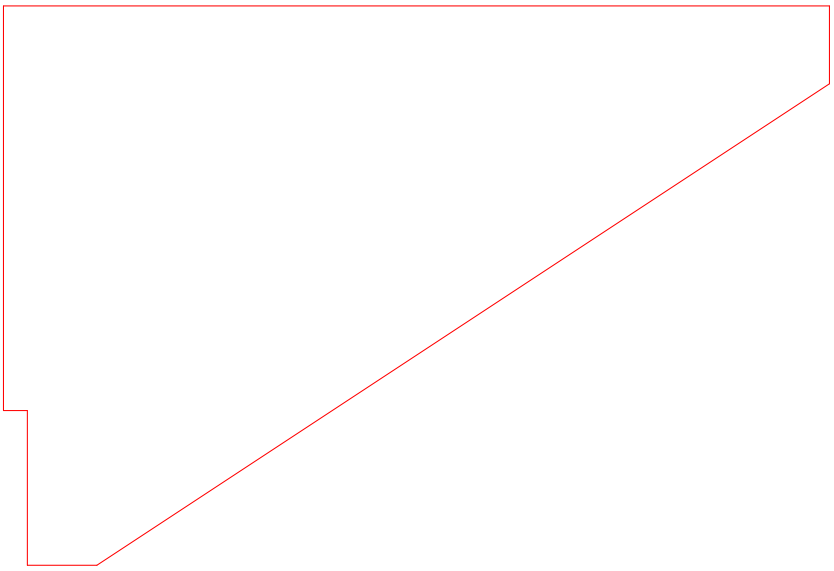
Unidades: kNm/m

4.4.5 Aleta 2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Axil eje horizontal



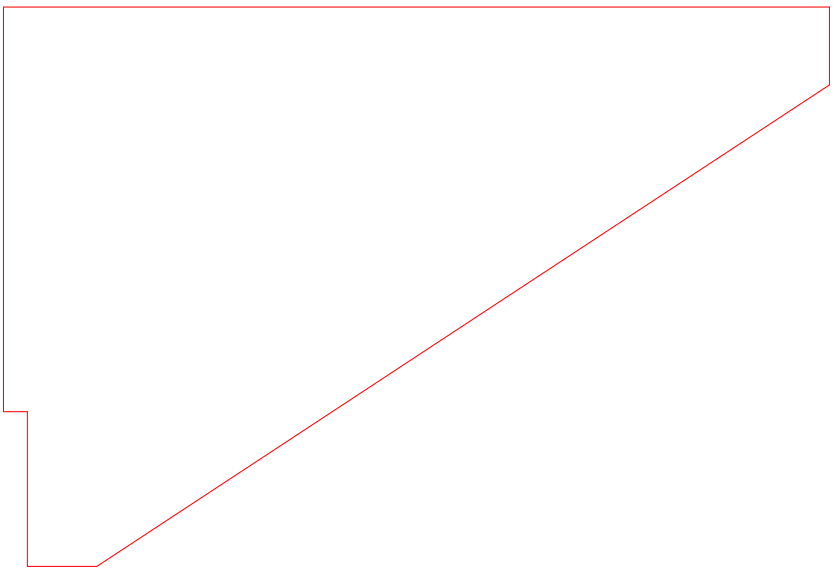
-0.00 a 0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Axil eje vertical



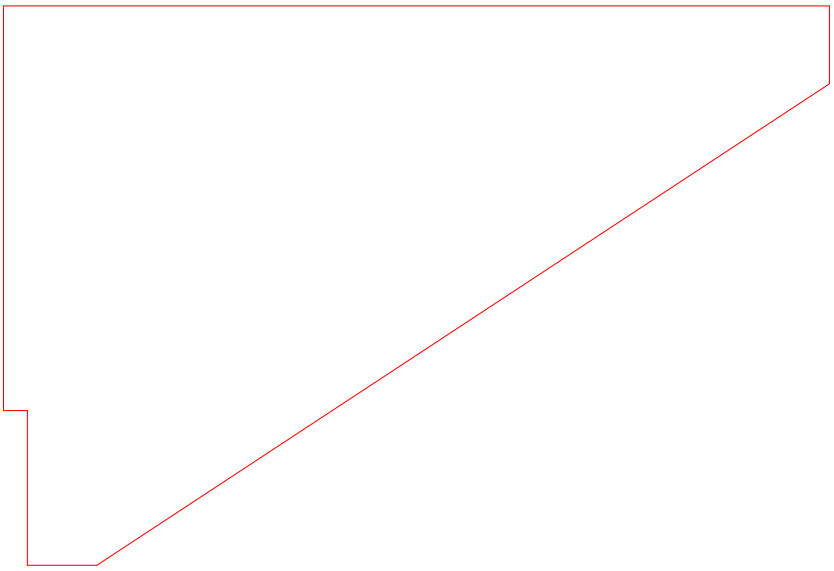
-0.00 a 0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Cortante eje horizontal



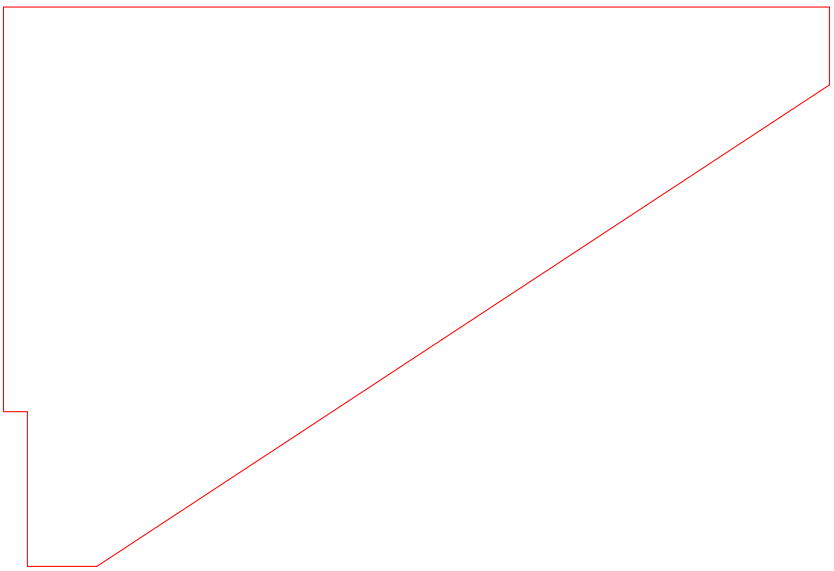
-0.00 a 0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Cortante eje vertical



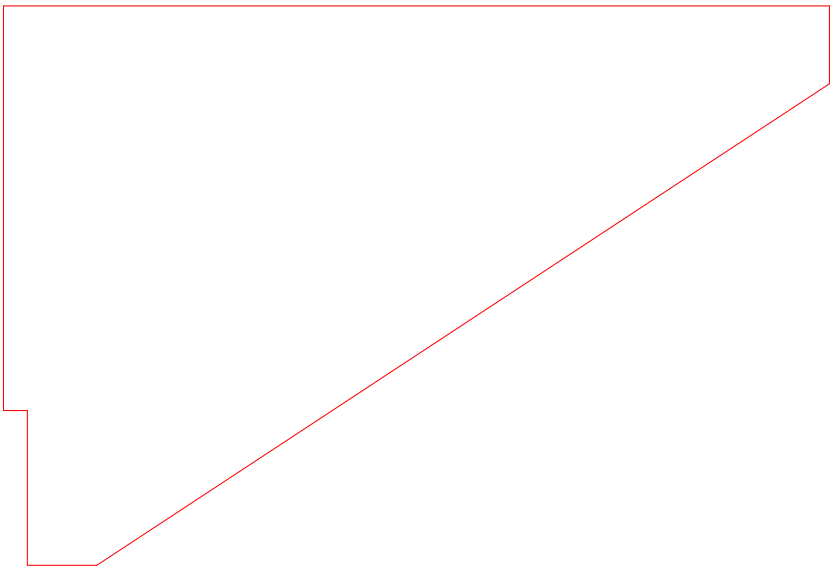
-0.00 a 0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Momento de eje vertical (armado horizontal)



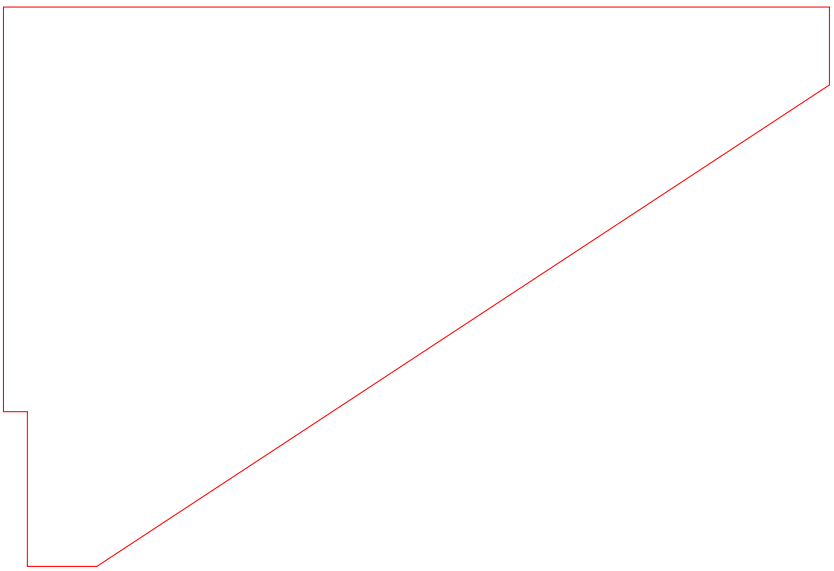
-0.00 a 0.00

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Momento de eje horizontal (armado vertical)

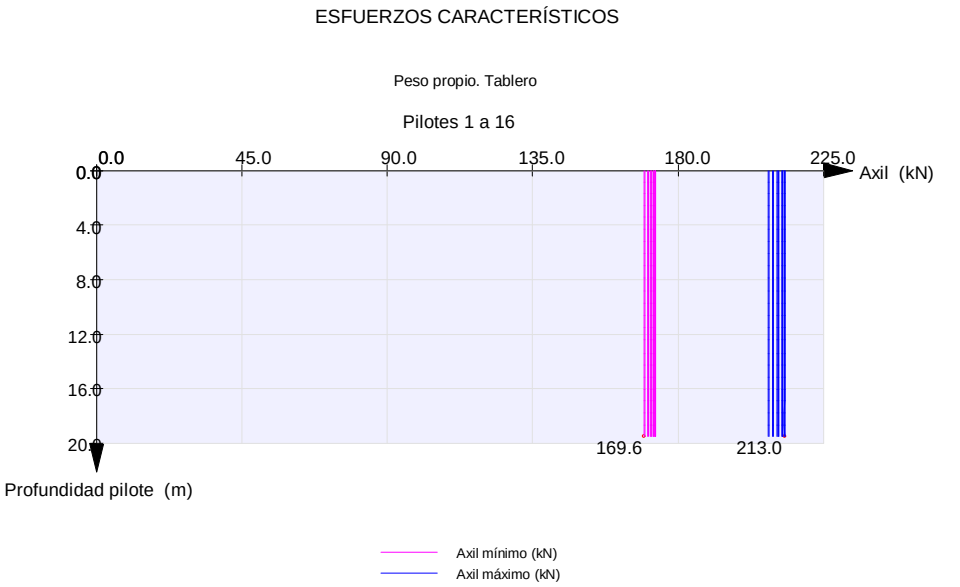


-0.00 a 0.00

Unidades: kNm/m

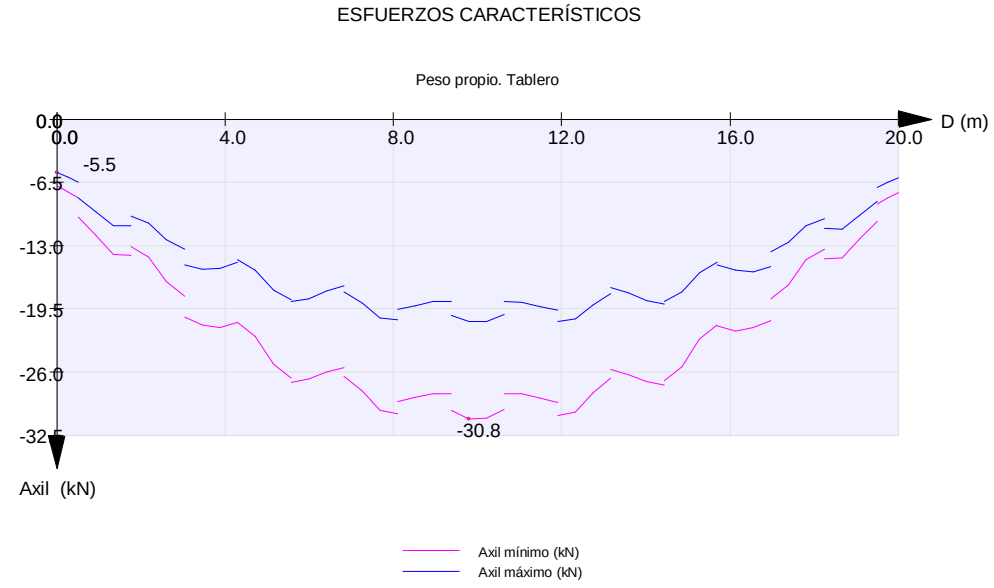
4.5 Peso propio. Tablero

4.5.1 Pilotes


ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS
Peso propio. Tablero
Pilotes 1 a 16
0.0
45.0
90.0
135.0
180.0
225.0
Axil (kN)
0.0
4.0
8.0
12.0
16.0
20.0
169.6
213.0
Profundidad pilote (m)
Axil mínimo (kN)
Axil máximo (kN)

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS
Peso propio. Tablero
Pilotes 1 a 16
0.0
0.4
0.9
1.4
1.8
2.3
Cortante (kN)
0.0
4.0
8.0
12.0
16.0
20.0
2.2
0.0
Profundidad pilote (m)
Cortante máximo (kN)

4.5.2 Cargadero

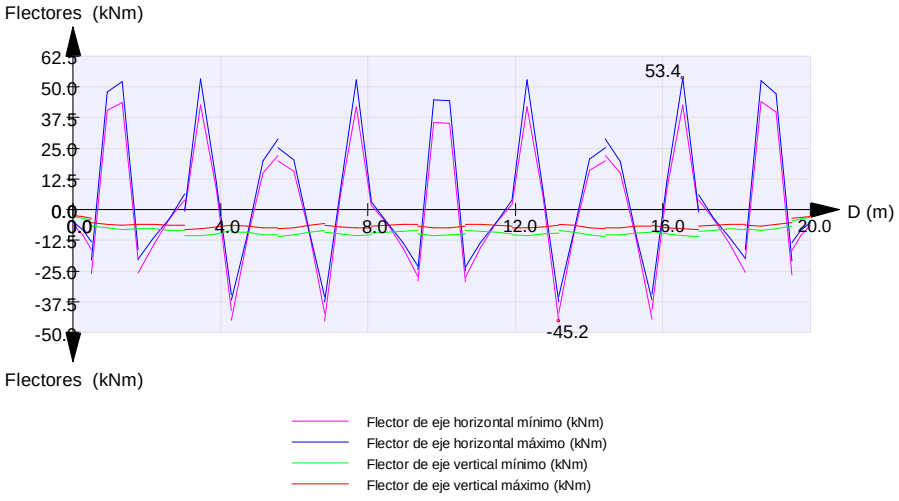


ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

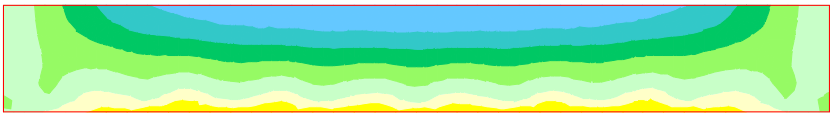


4.5.3 Espaldón

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

Axil eje horizontal



17.91 a 22.38
13.43 a 17.91
8.95 a 13.43
4.48 a 8.95
0.00 a 4.48
-0.00 a 0.00
-3.47 a -0.00
-6.94 a -3.47

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

Axil eje vertical

10.97 a 14.62
7.31 a 10.97
3.66 a 7.31
0.00 a 3.66
-0.00 a 0.00
-3.33 a -0.00
-6.66 a -3.33
-9.98 a -6.66

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

Cortante eje horizontal

0.97 a 1.29

0.65 a 0.97

0.32 a 0.65

0.00 a 0.32

-0.00 a 0.00

-0.50 a -0.00

-1.00 a -0.50

-1.50 a -1.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

Cortante eje vertical

0.00 a 0.18

-0.00 a 0.00

-0.21 a -0.00

-0.42 a -0.21

-0.63 a -0.42

-0.83 a -0.63

-1.04 a -0.83

-1.25 a -1.04

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

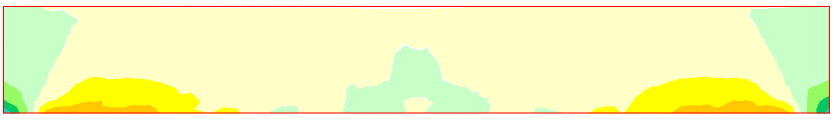
Peso propio. Tablero

Momento de eje vertical (armado horizontal)

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

Momento de eje horizontal (armado vertical)

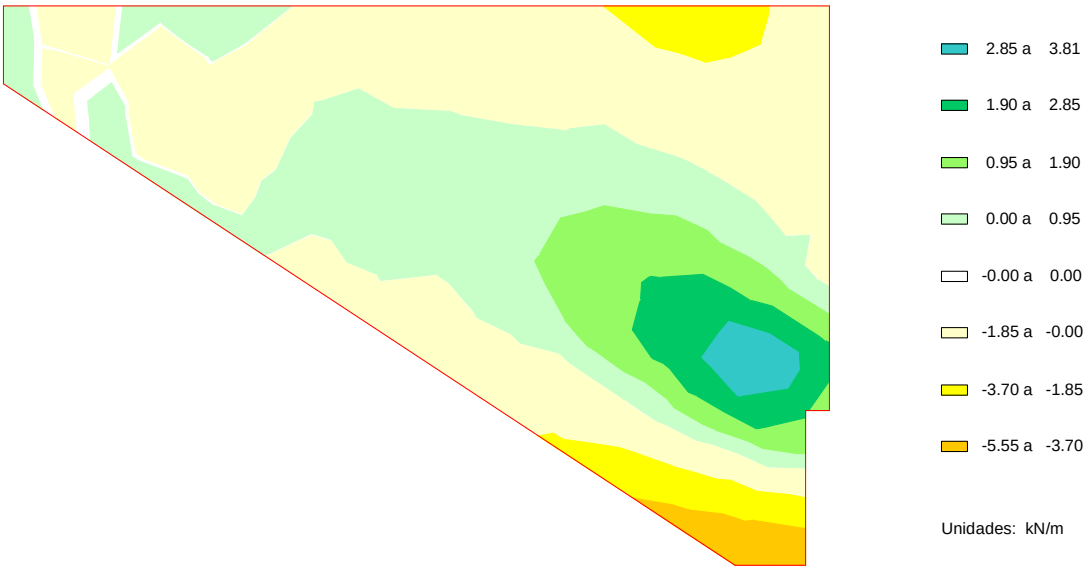


4.5.4 Aleta 1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

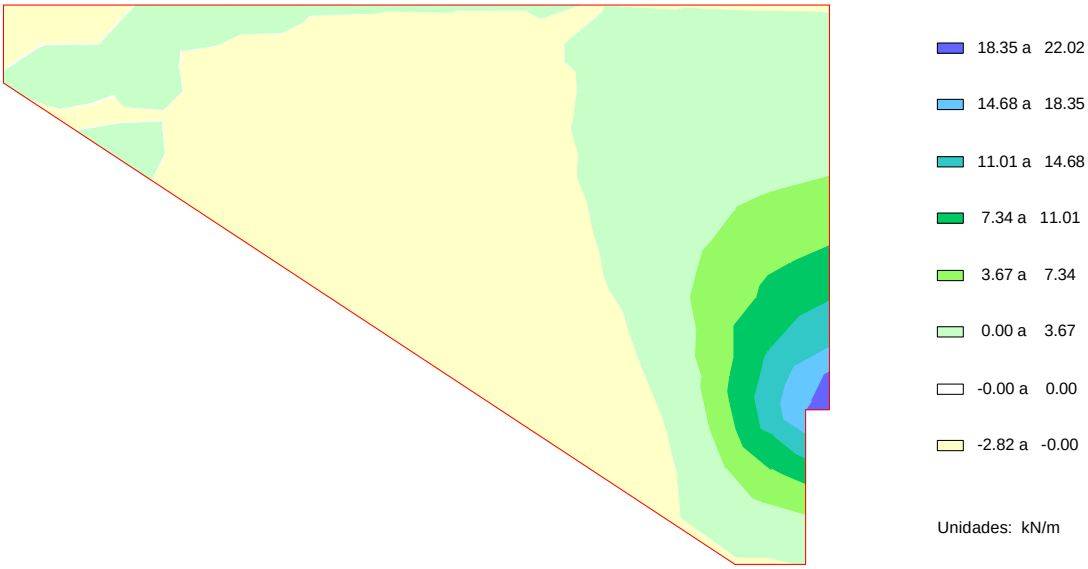
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

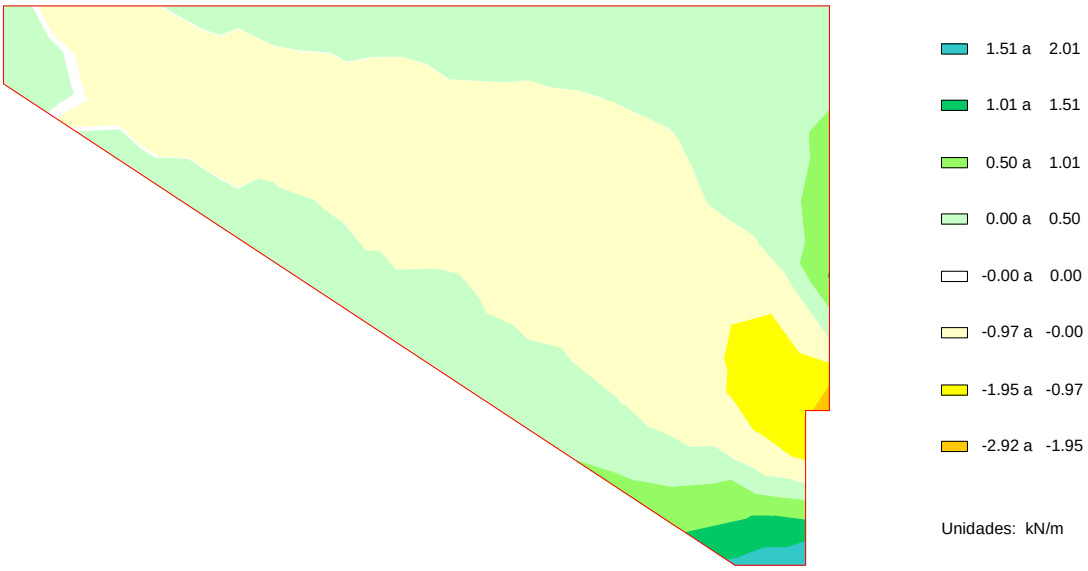
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

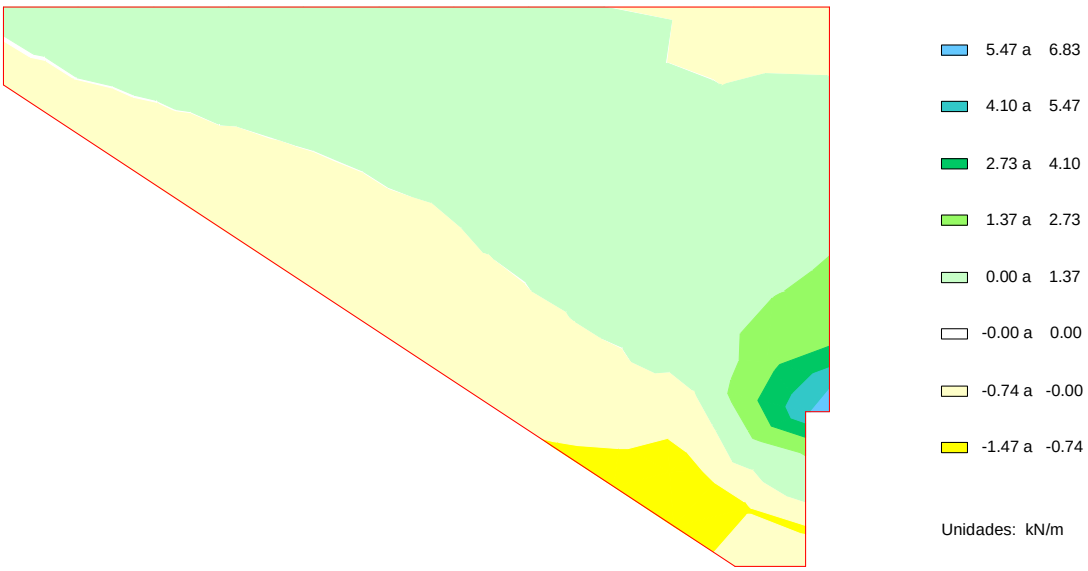
Cortante eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

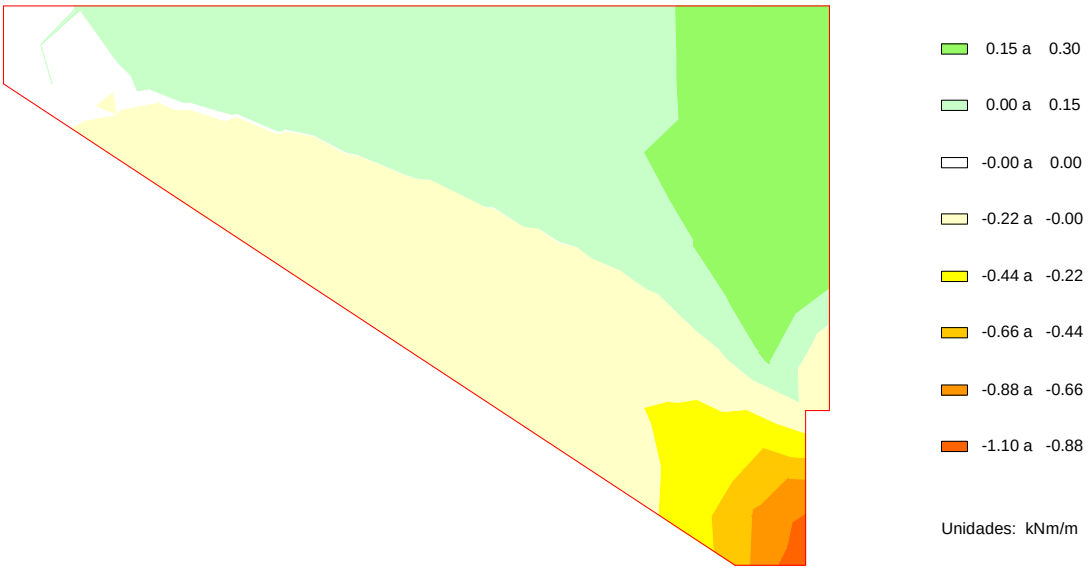
Cortante eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

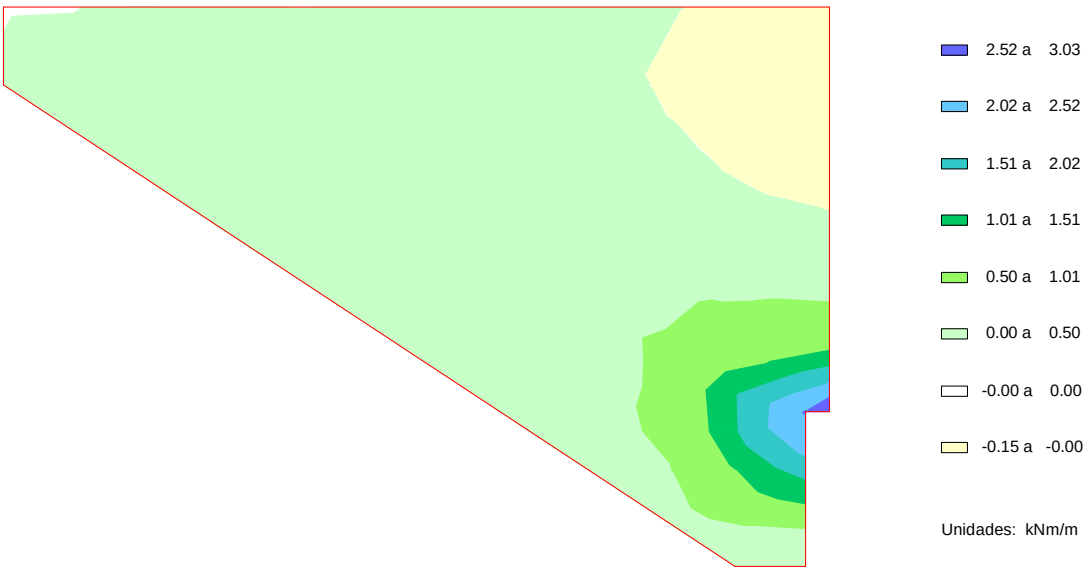
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

Momento de eje horizontal (armado vertical)

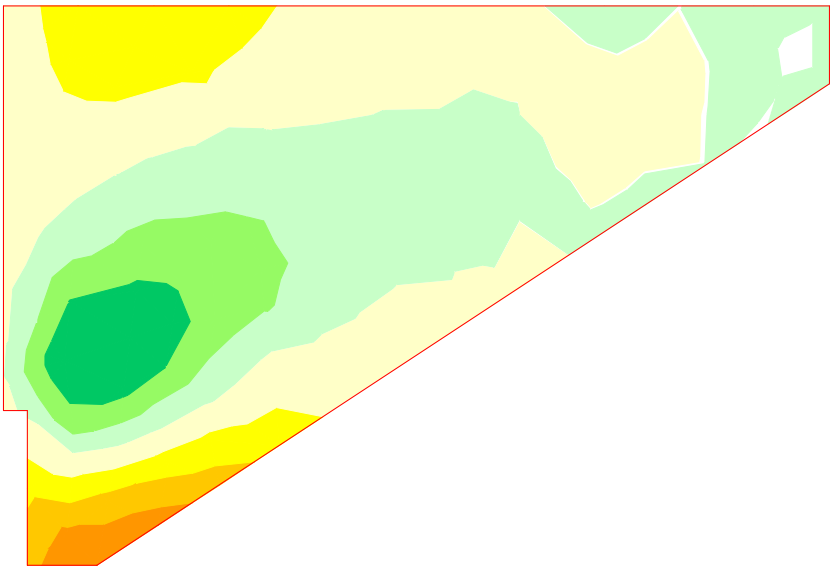


4.5.5 Aleta 2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

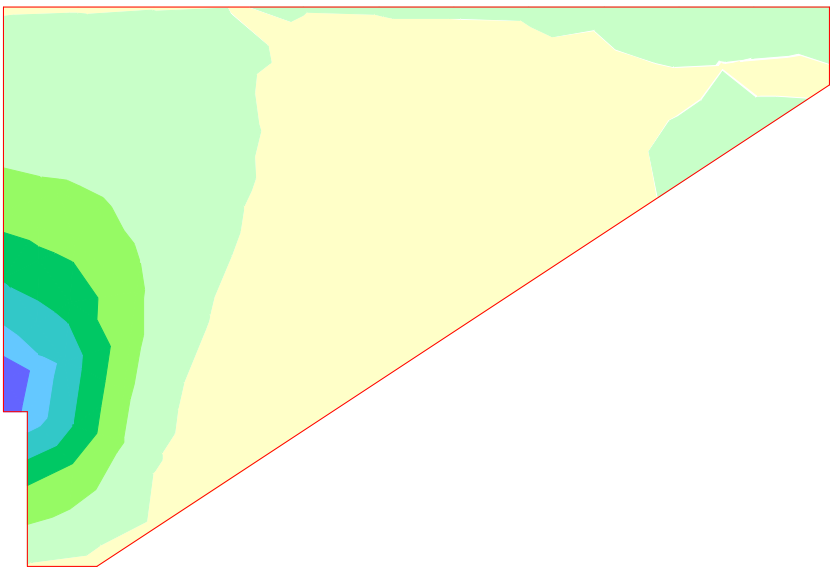
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

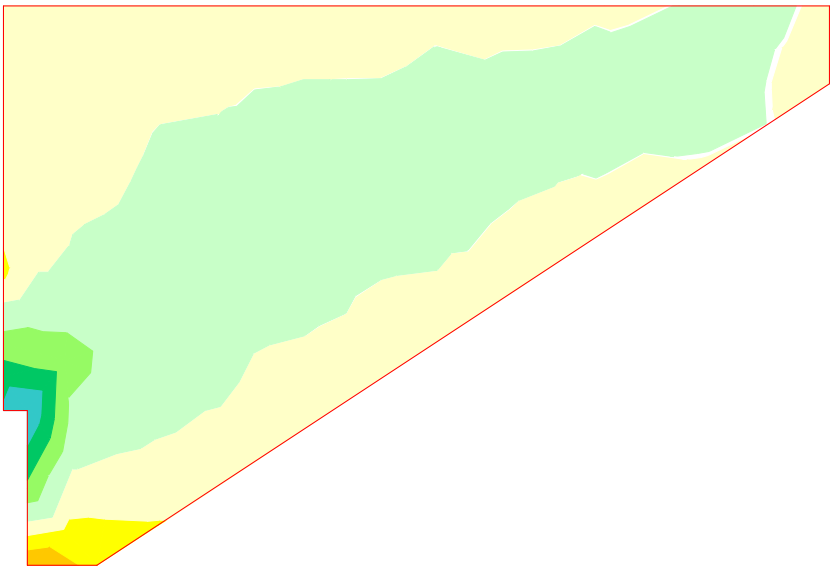
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

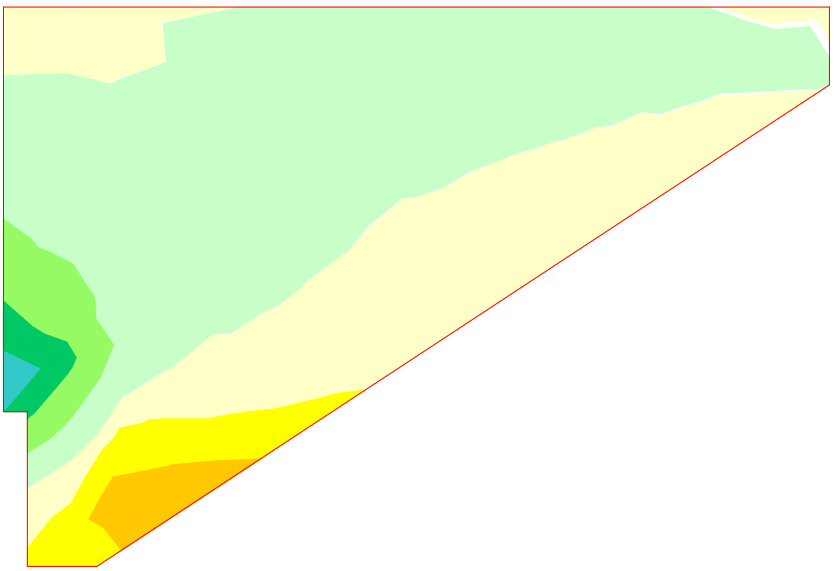
Cortante eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

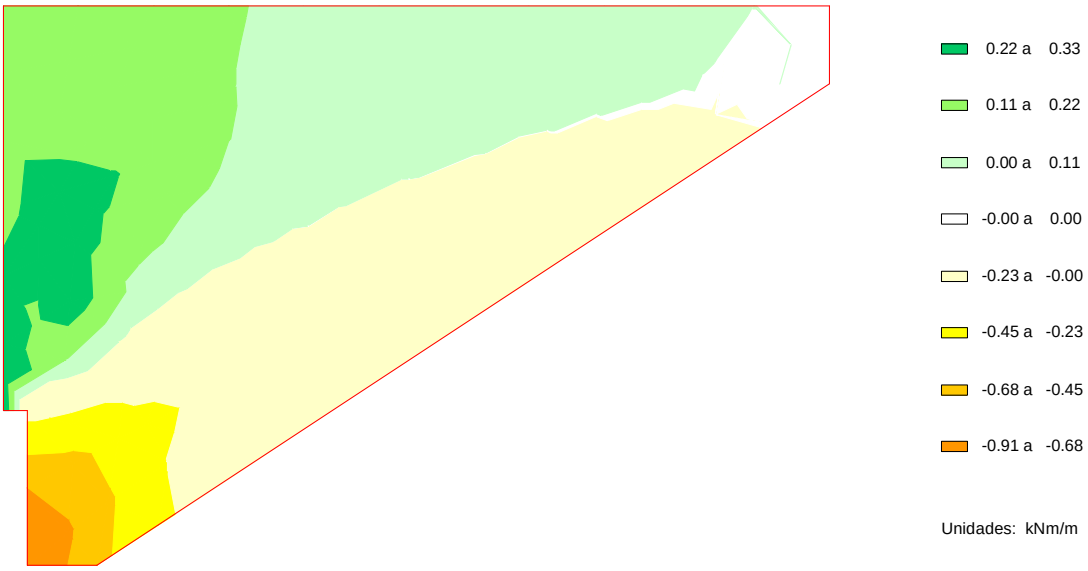
Cortante eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

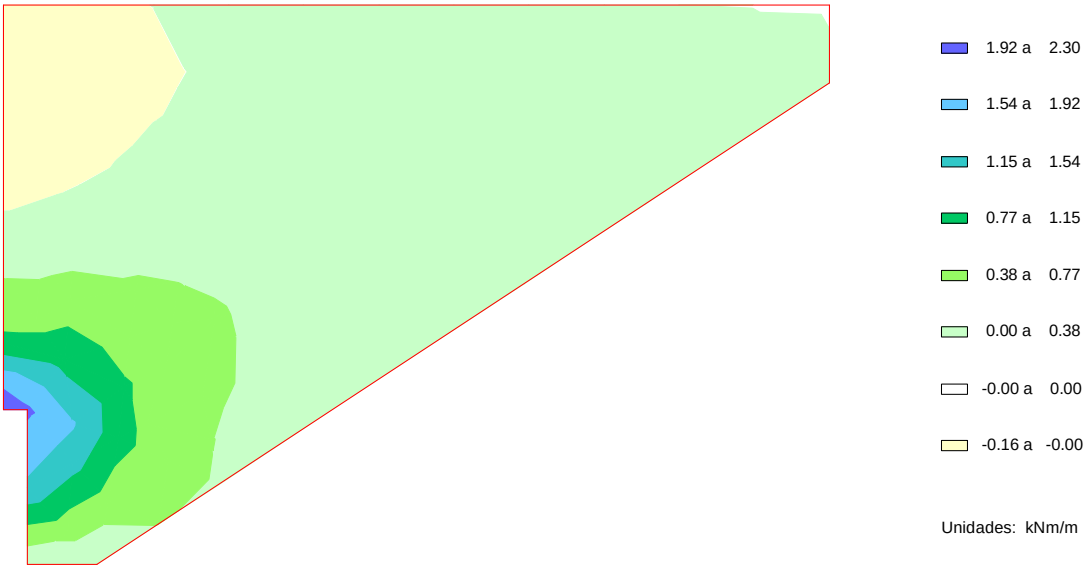
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

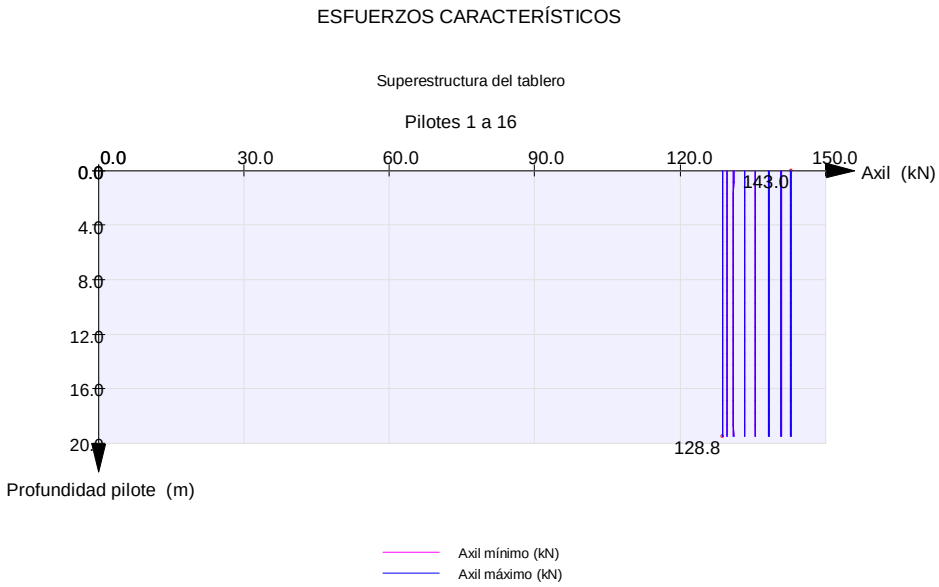
Peso propio. Tablero

Momento de eje horizontal (armado vertical)



4.6 Superestructura del tablero

4.6.1 Pilotes

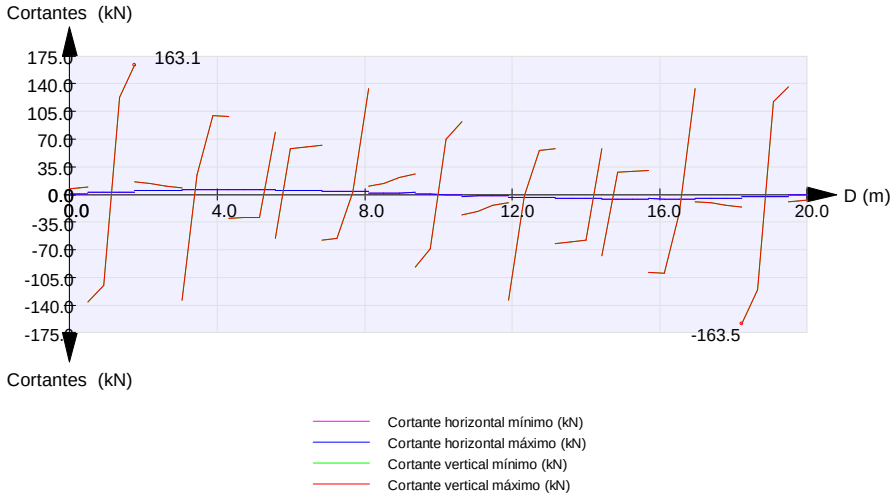

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS
Superestructura del tablero
Pilotes 1 a 16
0.0
30.0
60.0
90.0
120.0
150.0
Axil (kN)
0.0
4.0
8.0
12.0
16.0
20.0
143.0
128.8
Profundidad pilote (m)
Axil mínimo (kN)
Axil máximo (kN)

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS
Superestructura del tablero
Pilotes 1 a 16
0.0
0.8
1.5
2.3
3.0
3.8
Cortante (kN)
0.0
4.0
8.0
12.0
16.0
20.0
3.6
0.0
Profundidad pilote (m)
Cortante máximo (kN)

4.6.2 Cargadero

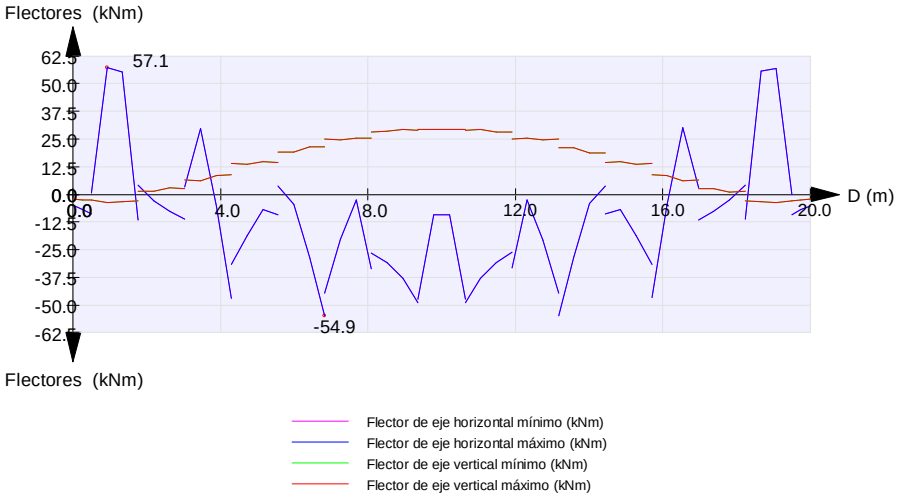
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

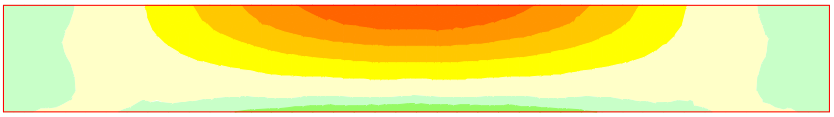


4.6.3 Espaldón

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

Axil eje horizontal



10.61 a 21.23

0.00 a 10.61

-0.00 a 0.00

-22.96 a -0.00

-45.93 a -22.96

-68.89 a -45.93

-91.85 a -68.89

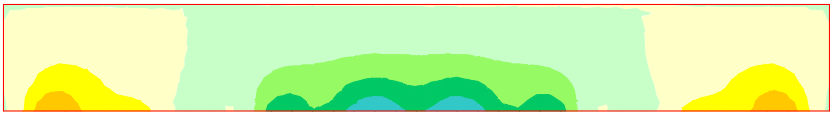
-114.82 a -91.85

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

Axil eje vertical



11.68 a 15.58

7.79 a 11.68

3.89 a 7.79

0.00 a 3.89

-0.00 a 0.00

-8.41 a -0.00

-16.81 a -8.41

-25.22 a -16.81

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

Cortante eje horizontal

0.75 a 1.00
0.50 a 0.75
0.25 a 0.50
0.00 a 0.25
-0.00 a 0.00
-0.32 a -0.00
-0.64 a -0.32
-0.96 a -0.64

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

Cortante eje vertical

0.08 a 0.17
0.00 a 0.08
-0.00 a 0.00
-0.11 a -0.00
-0.22 a -0.11
-0.32 a -0.22
-0.43 a -0.32
-0.54 a -0.43

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

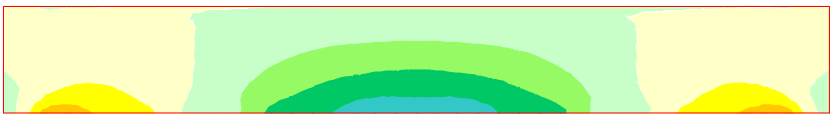
Superestructura del tablero

Momento de eje vertical (armado horizontal)

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

Momento de eje horizontal (armado vertical)

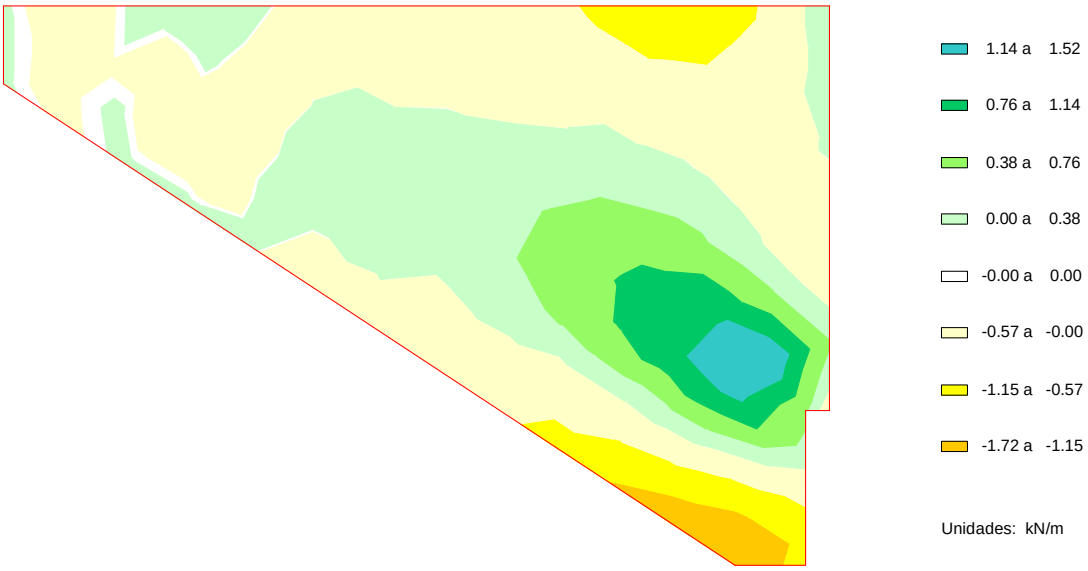


4.6.4 Aleta 1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

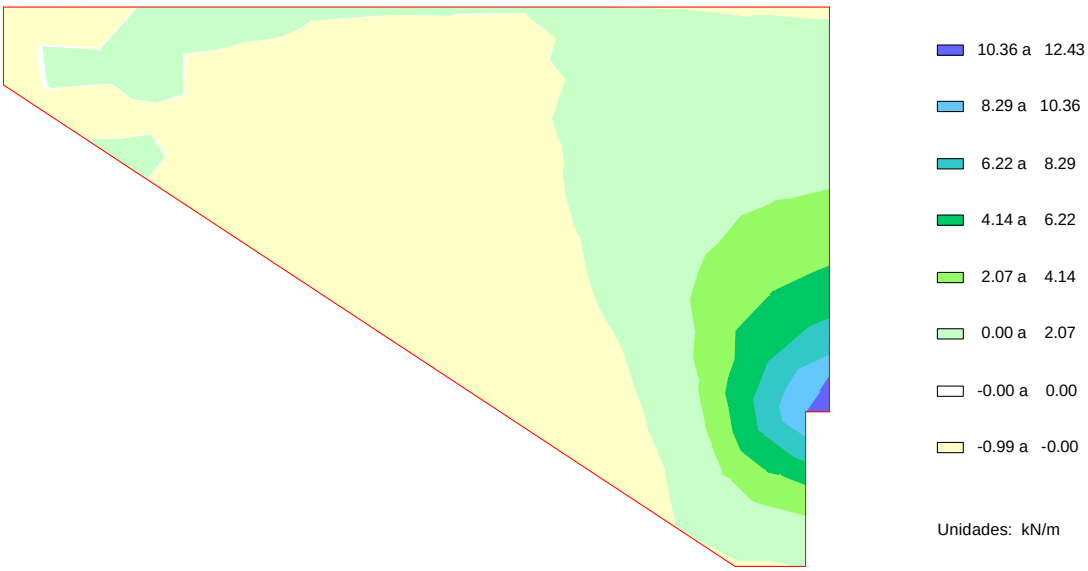
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

Cortante eje horizontal

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

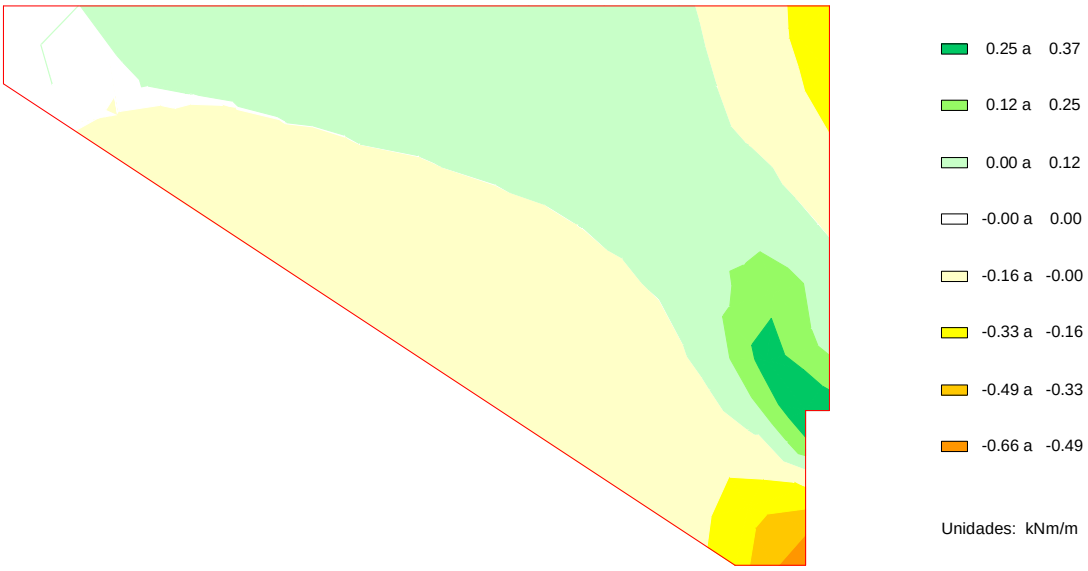
Superestructura del tablero

Cortante eje vertical

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

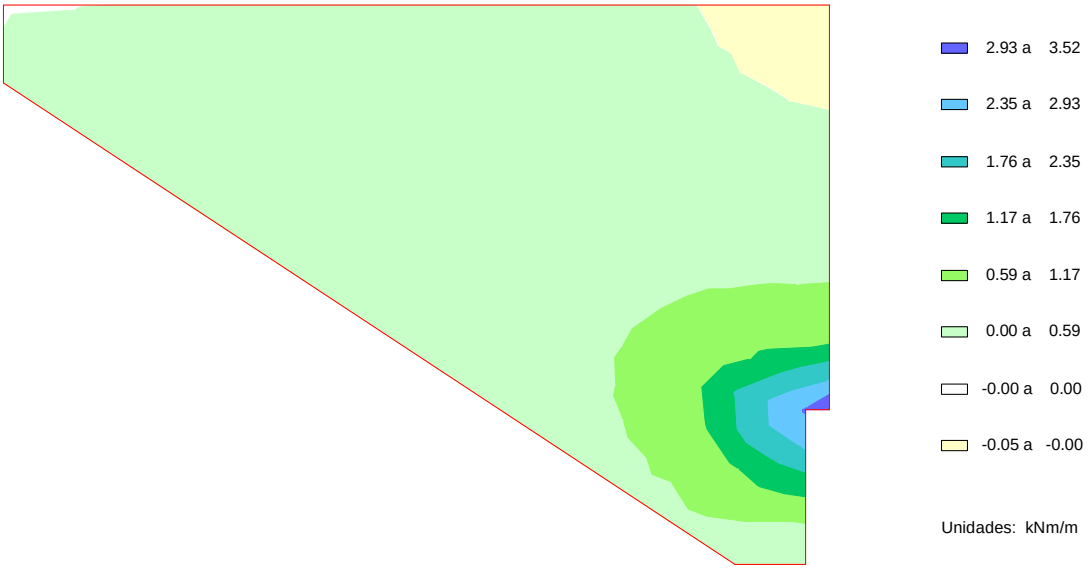
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

Momento de eje horizontal (armado vertical)

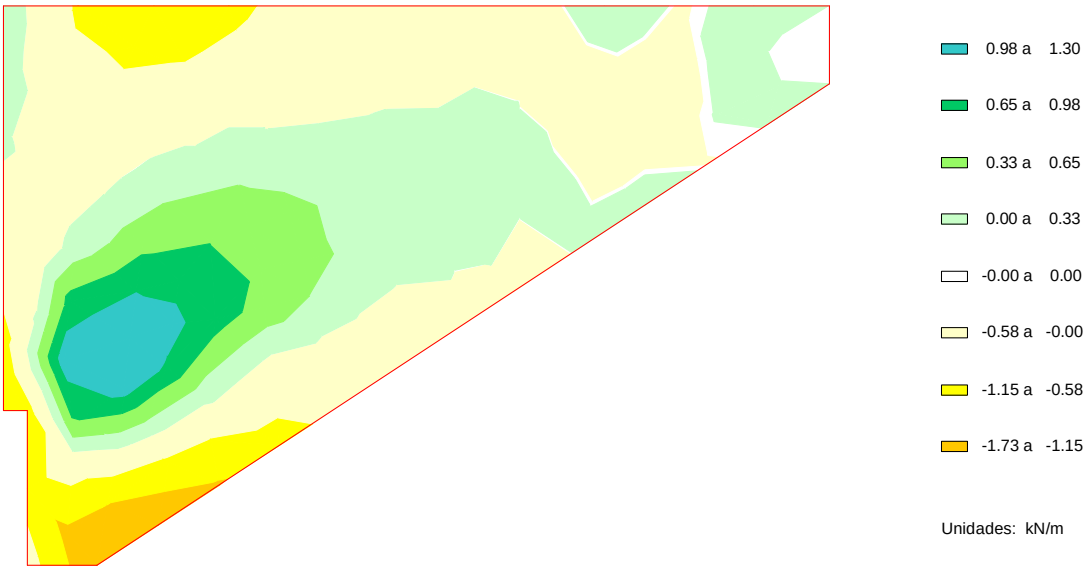


4.6.5 Aleta 2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

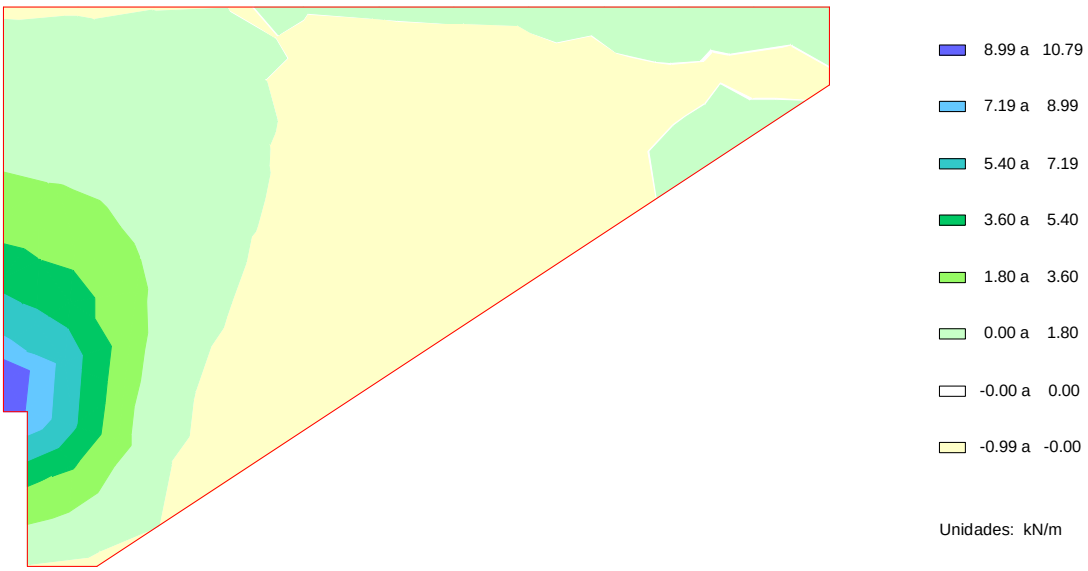
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

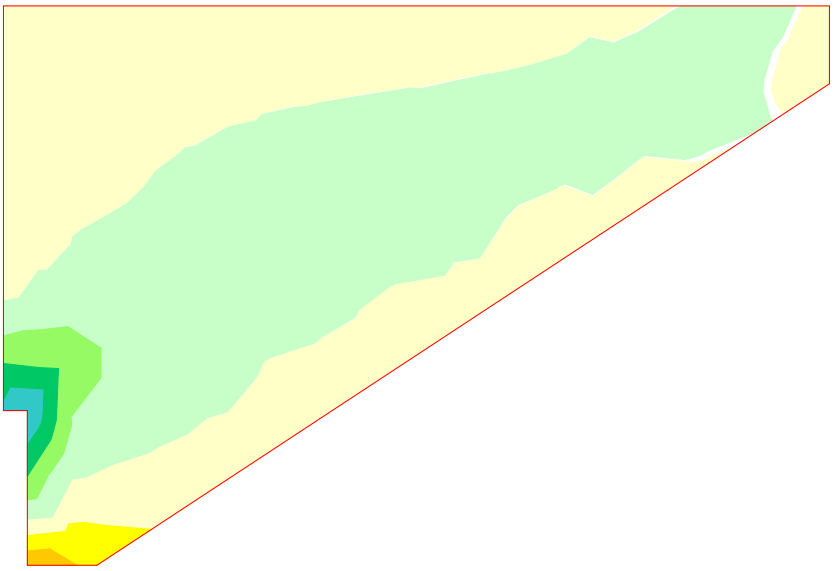
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

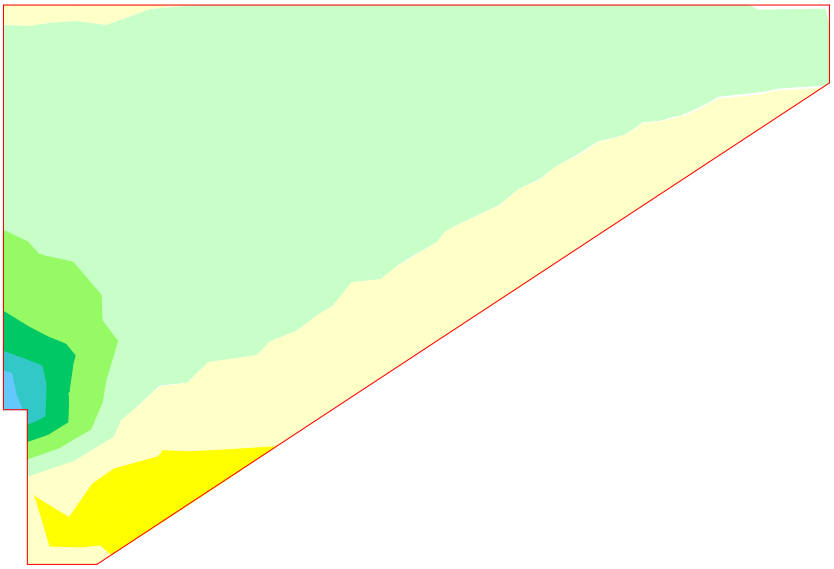
Cortante eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

Cortante eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

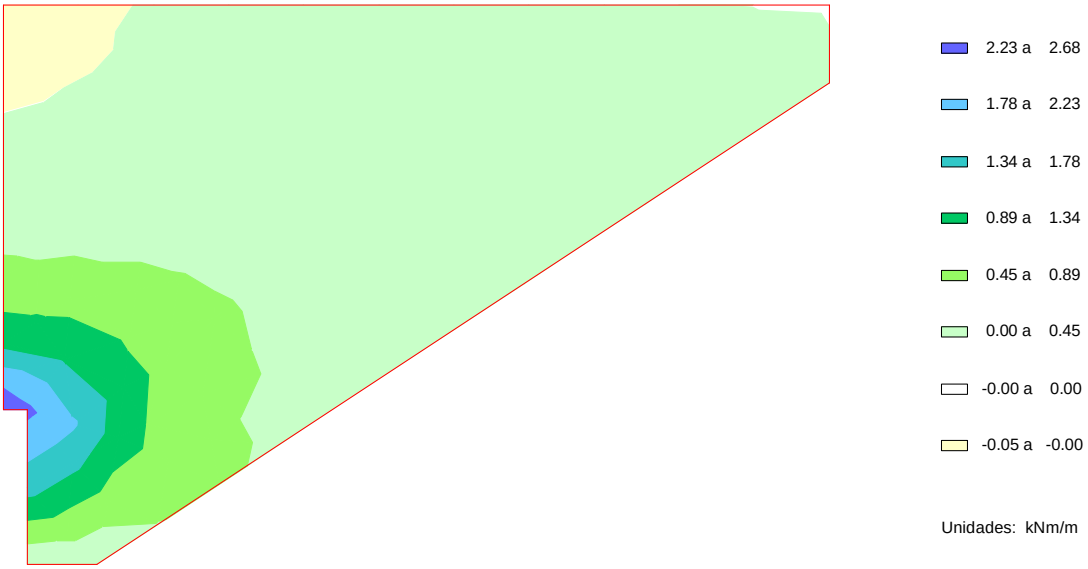
Superestructura del tablero

Momento de eje vertical (armado horizontal)

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

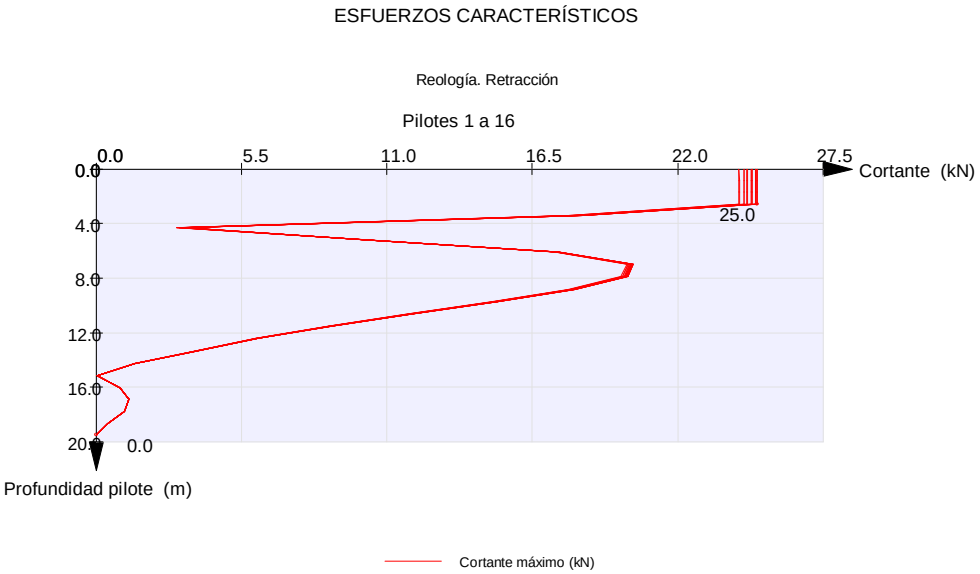
Momento de eje horizontal (armado vertical)



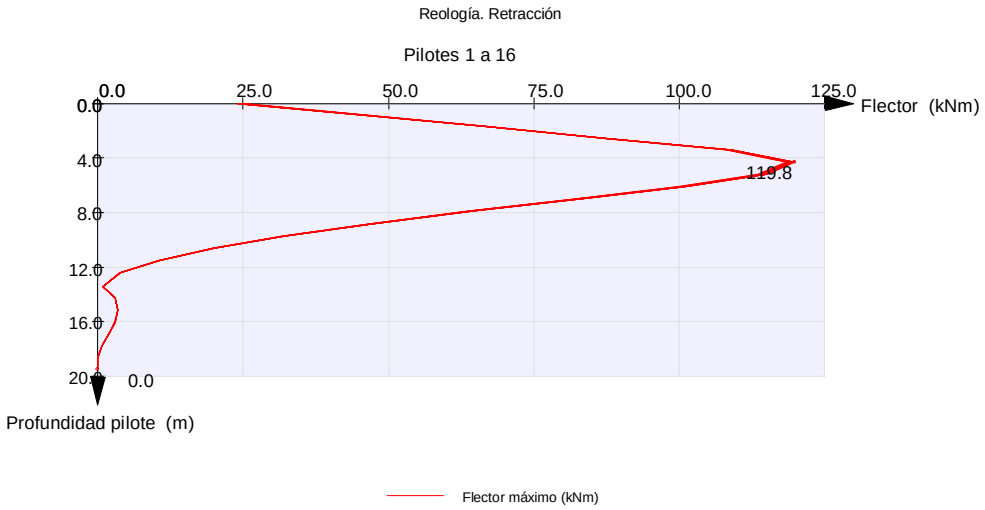
4.7 Reología. Retracción

4.7.1 Pilotes

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS
Reología. Retracción
Pilotes 1 a 16
-0.1
-0.1
-0.1
-0.0
0.0
0.0
0.1
0.1
0.2
0.2
Axil (kN)
0.0
4.0
8.0
12.0
16.0
20.0
0.2
Profundidad pilote (m)
Axil mínimo (kN)
Axil máximo (kN)

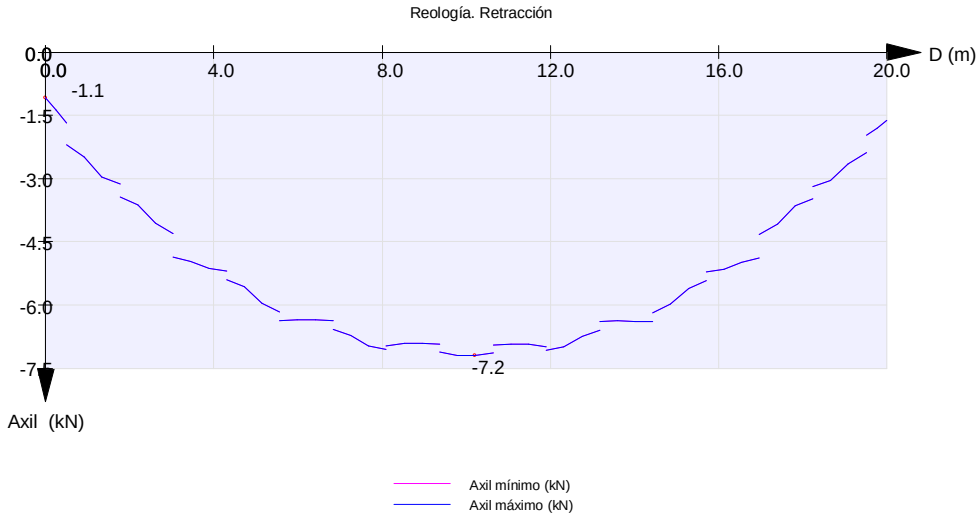

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS
Reología. Retracción
Pilotes 1 a 16
0.0
5.5
11.0
16.5
22.0
27.5
Cortante (kN)
0.0
4.0
8.0
12.0
16.0
20.0
25.0
0.0
Profundidad pilote (m)
Cortante máximo (kN)

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS



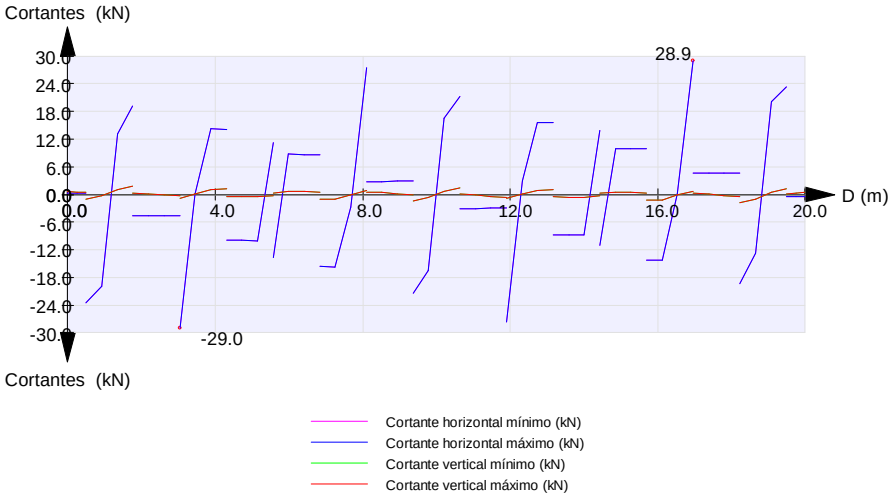
4.7.2 Cargadero

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS



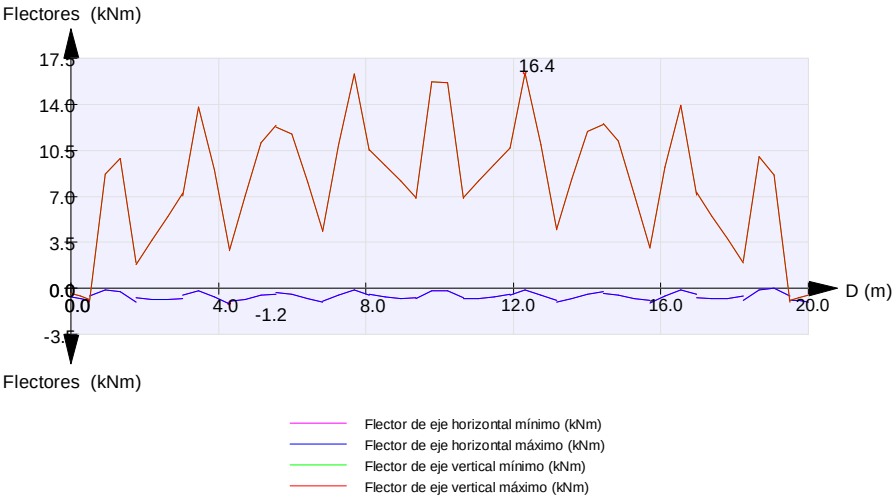
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

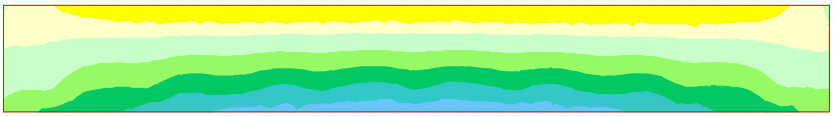


4.7.3 Espaldón

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

Axil eje horizontal



4.34 a 5.43

3.26 a 4.34

2.17 a 3.26

1.09 a 2.17

0.00 a 1.09

-0.00 a 0.00

-0.60 a -0.00

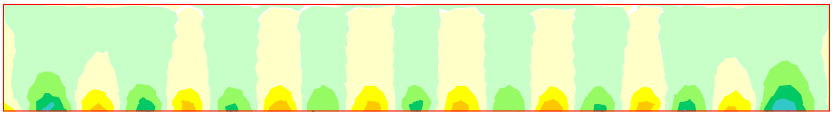
-1.21 a -0.60

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

Axil eje vertical



1.08 a 1.44

0.72 a 1.08

0.36 a 0.72

0.00 a 0.36

-0.00 a 0.00

-0.36 a -0.00

-0.71 a -0.36

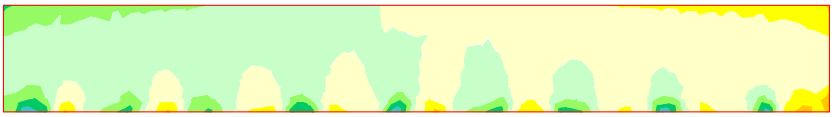
-1.07 a -0.71

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

Cortante eje horizontal



0.29 a 0.39
0.20 a 0.29
0.10 a 0.20
0.00 a 0.10
-0.00 a 0.00
-0.15 a -0.00
-0.31 a -0.15
-0.46 a -0.31

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

Cortante eje vertical

0.07 a 0.10
0.03 a 0.07
0.00 a 0.03
-0.00 a 0.00
-0.06 a -0.00
-0.11 a -0.06
-0.17 a -0.11
-0.23 a -0.17

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

Momento de eje vertical (armado horizontal)

0.13 a 0.18
0.09 a 0.13
0.04 a 0.09
0.00 a 0.04
-0.00 a 0.00
-0.09 a -0.00
-0.17 a -0.09
-0.26 a -0.17

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

Momento de eje horizontal (armado vertical)

0.06 a 0.08
0.04 a 0.06
0.02 a 0.04
0.00 a 0.02
-0.00 a 0.00
-0.02 a -0.00
-0.05 a -0.02
-0.07 a -0.05

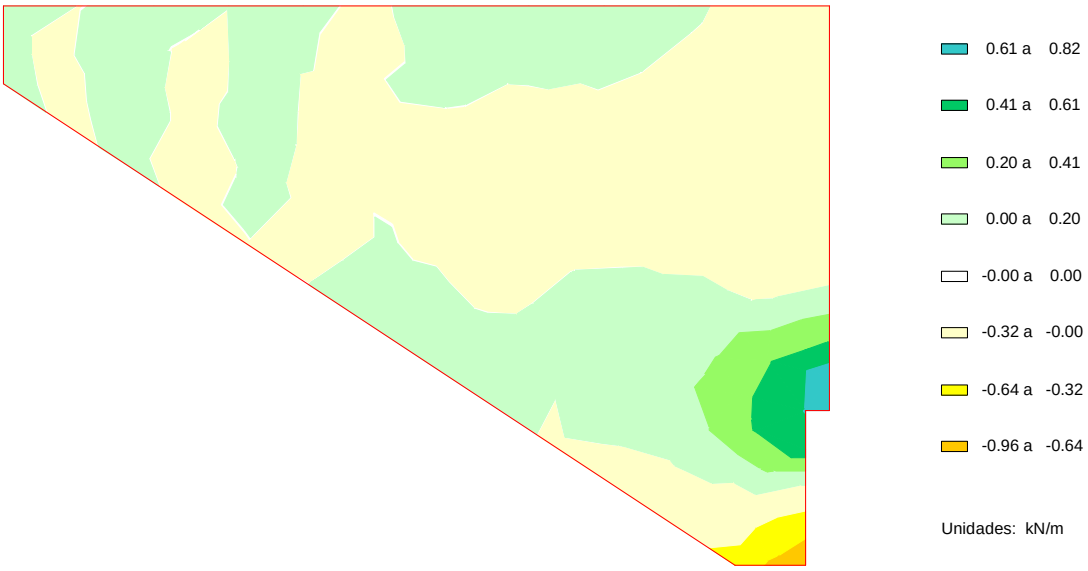
Unidades: kNm/m

4.7.4 Aleta 1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

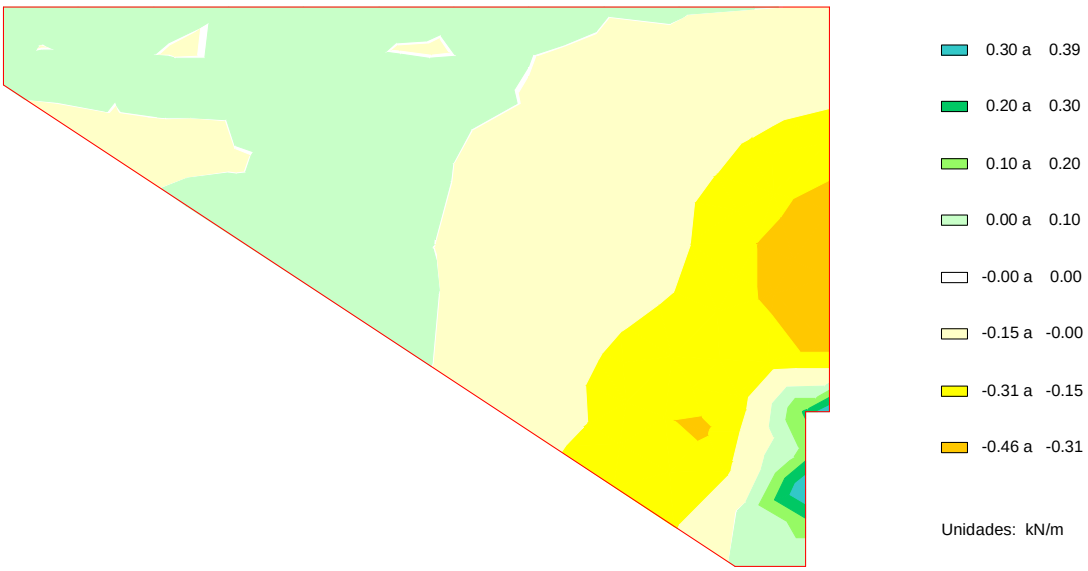
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

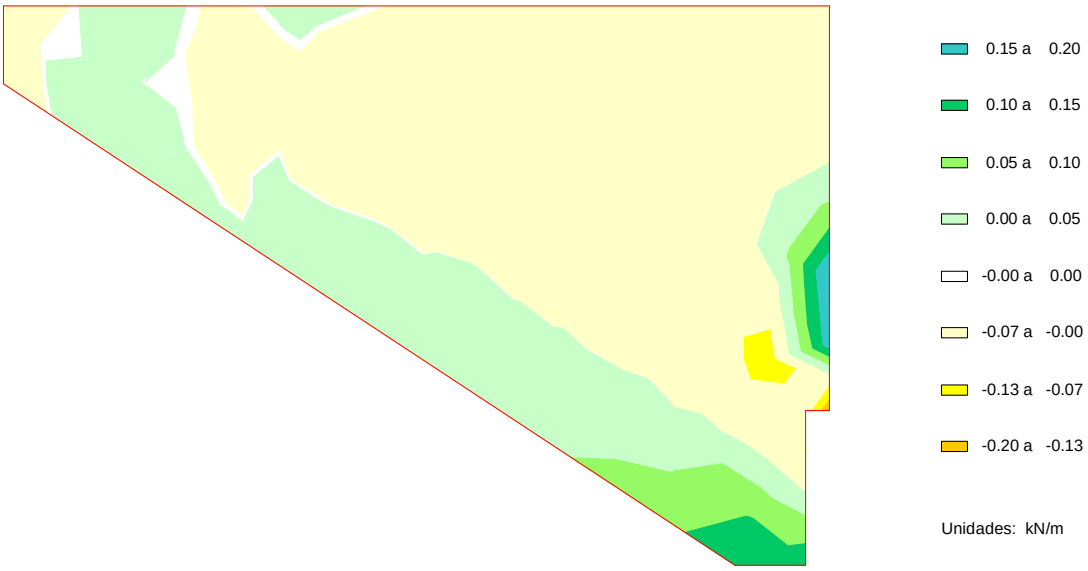
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

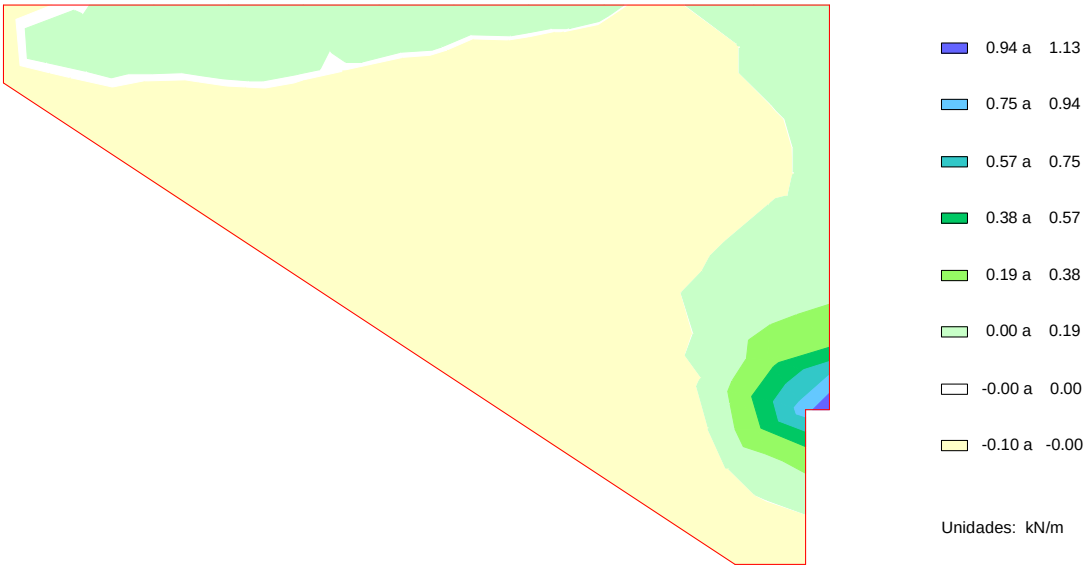
Cortante eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

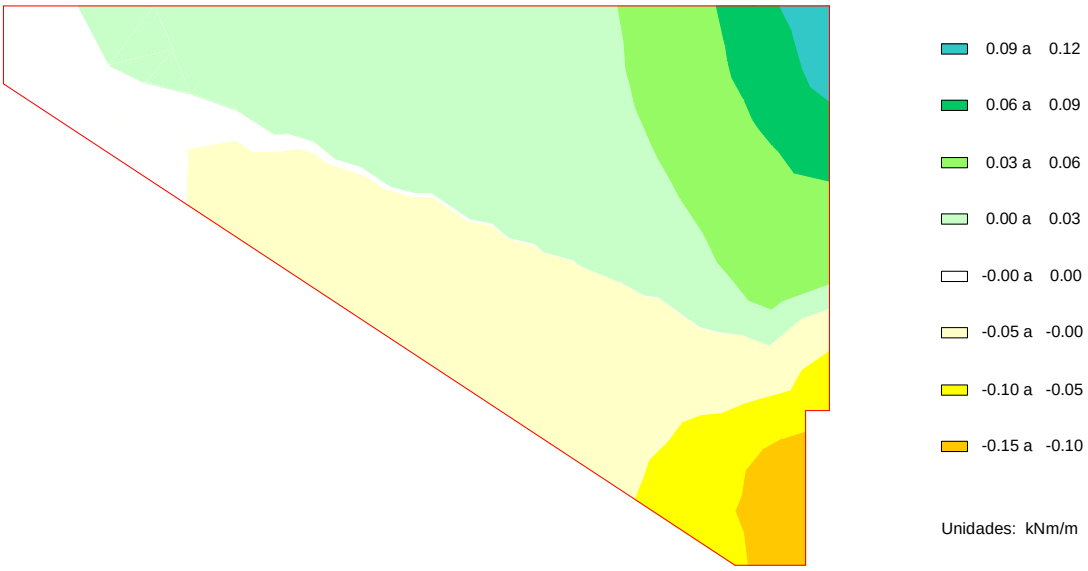
Cortante eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

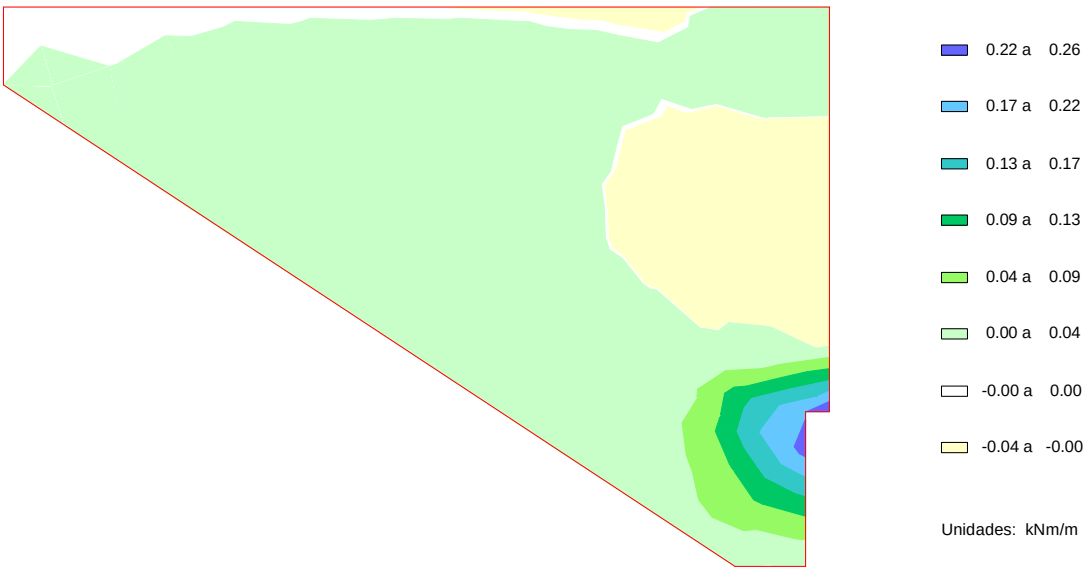
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

Momento de eje horizontal (armado vertical)

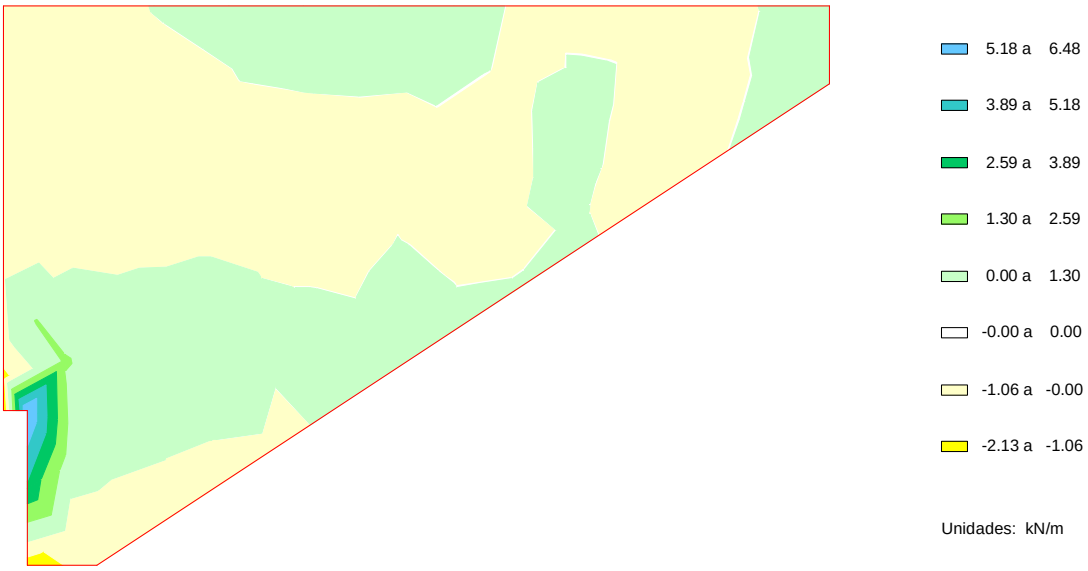


4.7.5 Aleta 2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

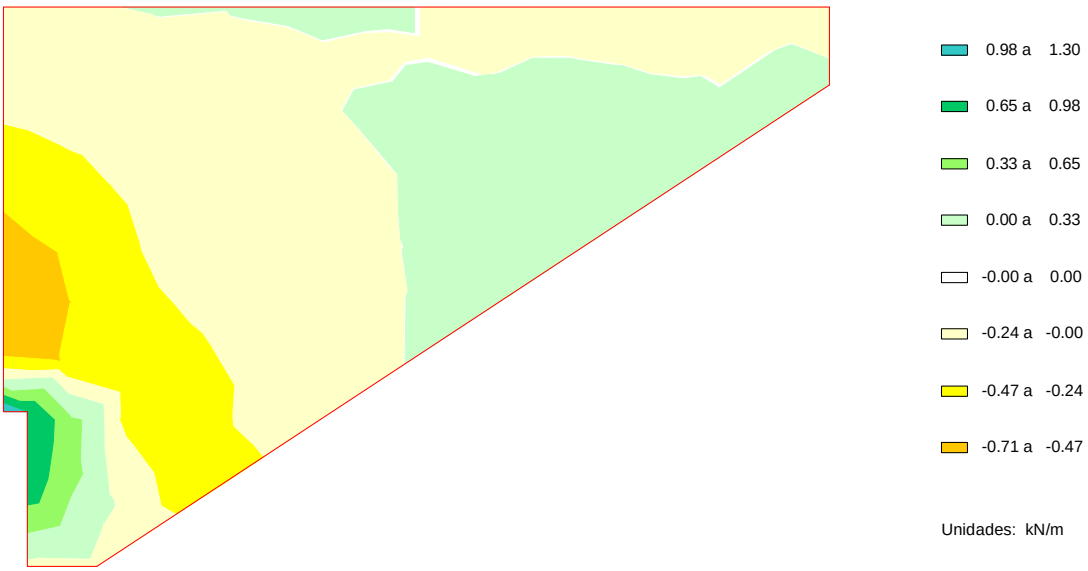
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

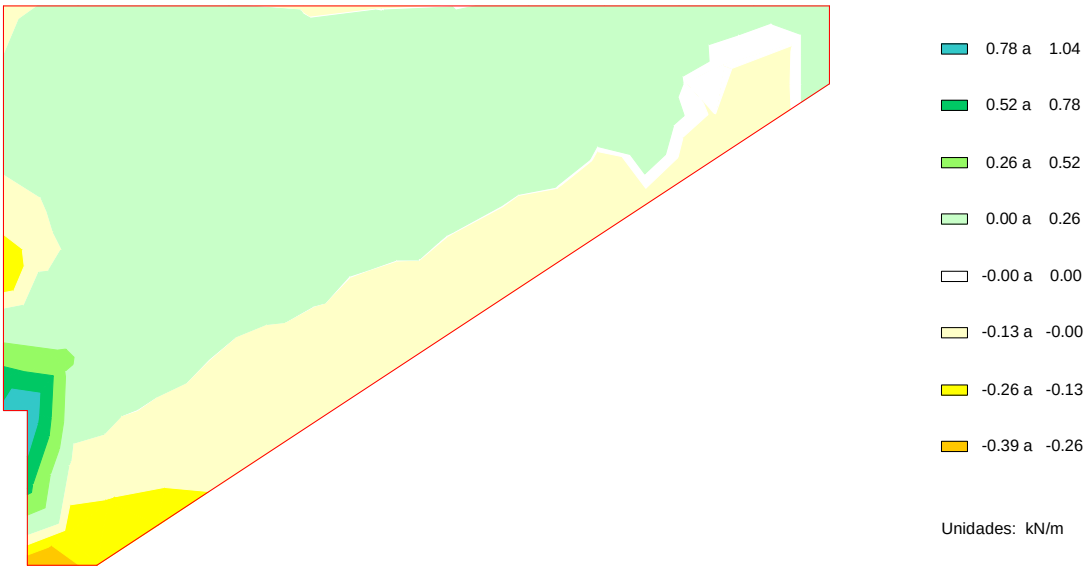
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

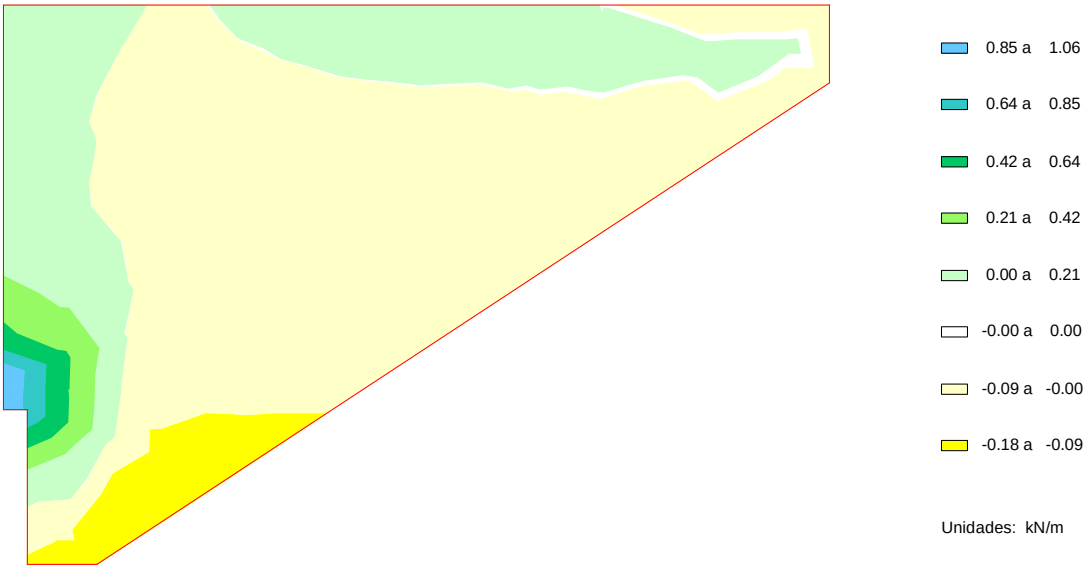
Cortante eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

Cortante eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

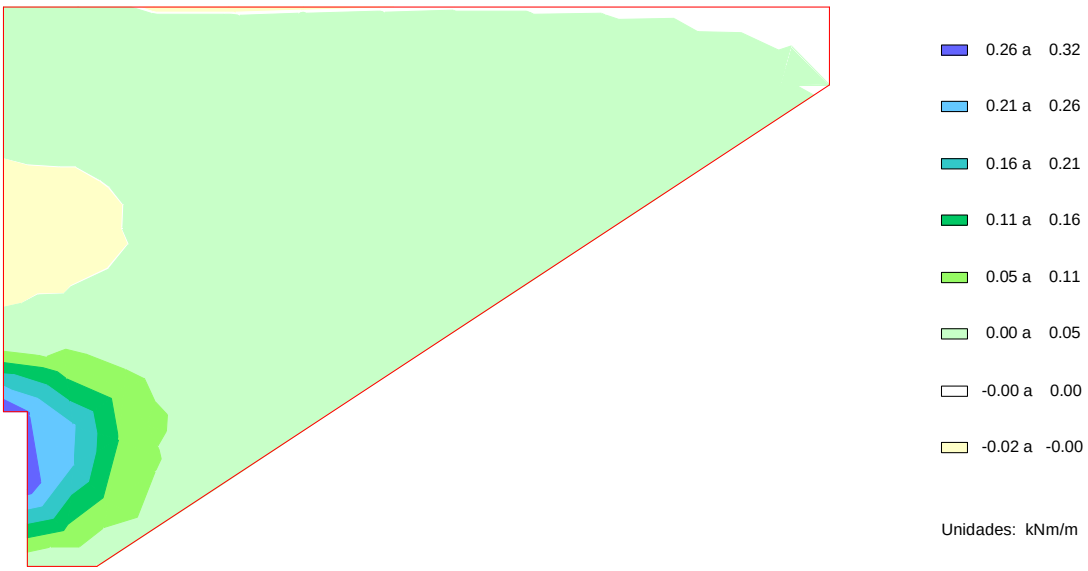
Reología. Retracción

Momento de eje vertical (armado horizontal)

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

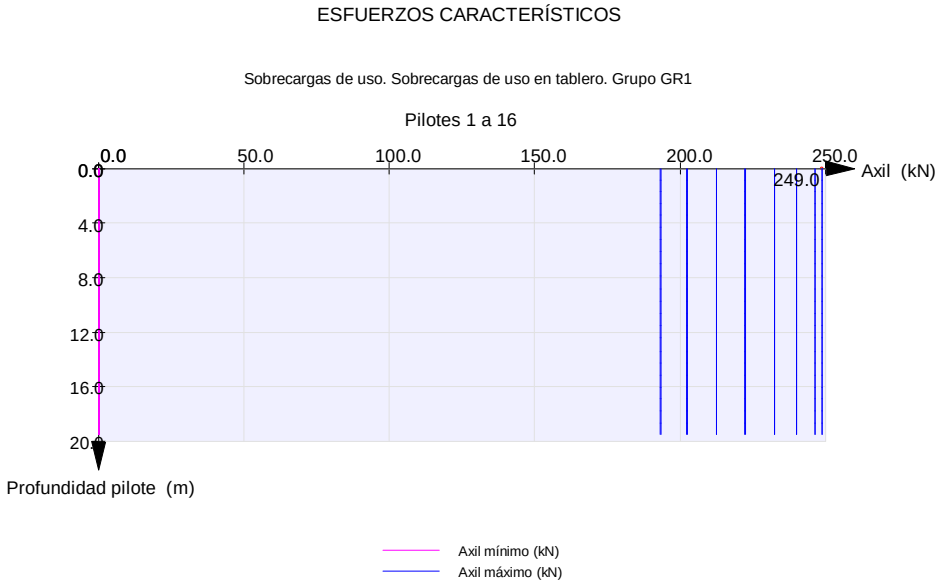
Reología. Retracción

Momento de eje horizontal (armado vertical)

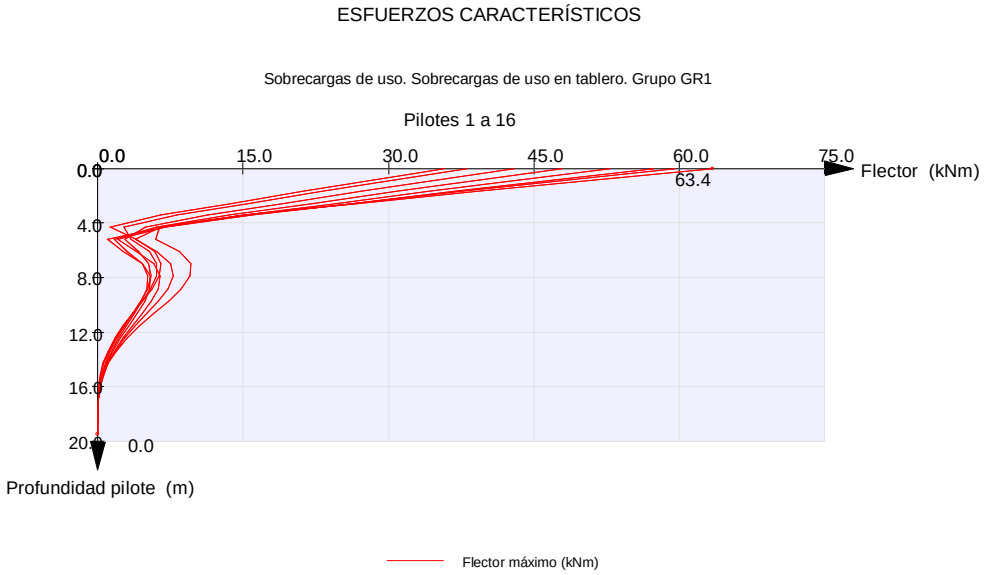


4.8 Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

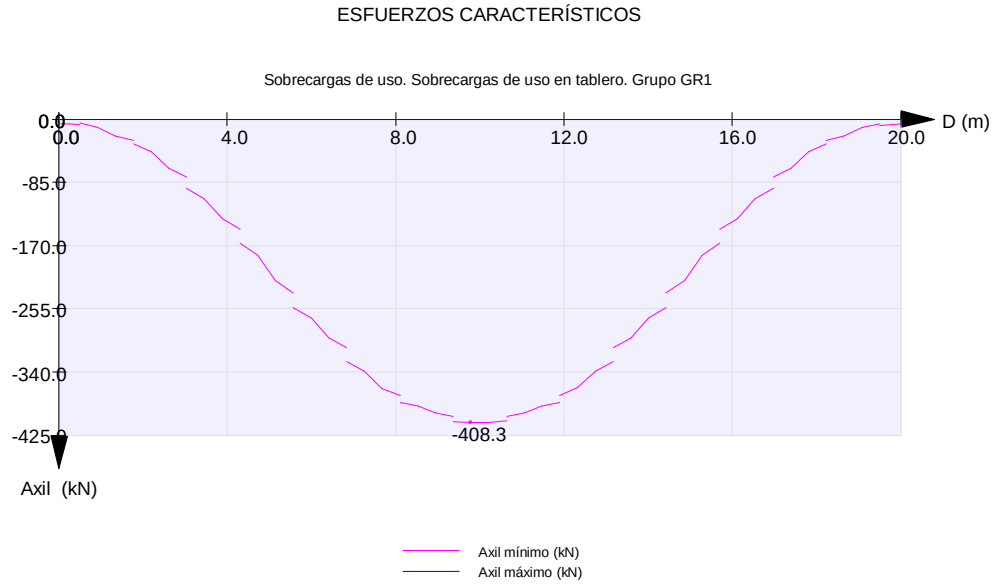
4.8.1 Pilotes


ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1
Pilotes 1 a 16
0.0
50.0
100.0
150.0
200.0
250.0
Axil (kN)
249.0
0.0
4.0
8.0
12.0
16.0
20.0
Profundidad pilote (m)
Axil mínimo (kN)
Axil máximo (kN)

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1
Pilotes 1 a 16
0.0
3.0
6.0
9.0
12.0
15.0
Cortante (kN)
14.5
0.0
4.0
8.0
12.0
16.0
20.0
0.0
Profundidad pilote (m)
Cortante máximo (kN)



4.8.2 Cargadero

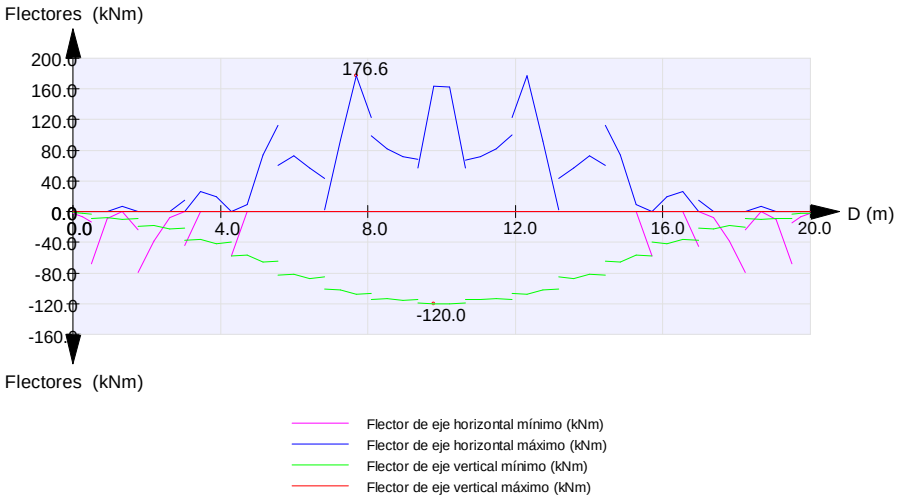


ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

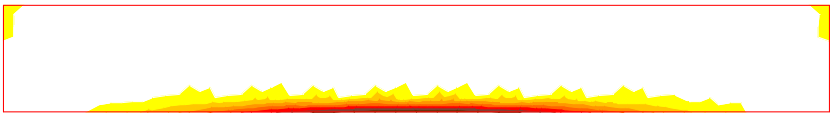


4.8.3 Espaldón

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Axil eje horizontal



-0.00 a 0.00
-11.67 a -0.00
-23.35 a -11.67
-35.02 a -23.35
-46.69 a -35.02
-58.37 a -46.69
-70.04 a -58.37
-81.72 a -70.04

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Axil eje vertical

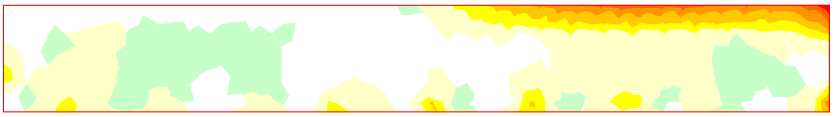
0.00 a 0.10
-0.00 a 0.00
-9.11 a -0.00
-18.23 a -9.11
-27.34 a -18.23
-36.46 a -27.34
-45.57 a -36.46
-54.69 a -45.57

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Cortante eje horizontal



0.00 a 0.10
-0.00 a 0.00
-0.25 a -0.00
-0.51 a -0.25
-0.76 a -0.51
-1.02 a -0.76
-1.27 a -1.02
-1.53 a -1.27

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Cortante eje vertical

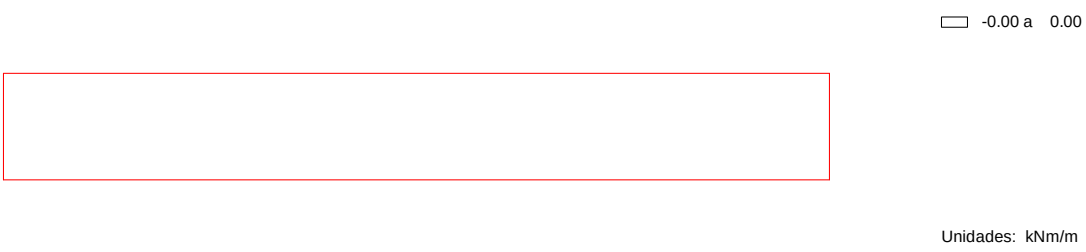
0.00 a 0.10
-0.00 a 0.00
-0.24 a -0.00
-0.48 a -0.24
-0.72 a -0.48
-0.95 a -0.72
-1.19 a -0.95
-1.43 a -1.19

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

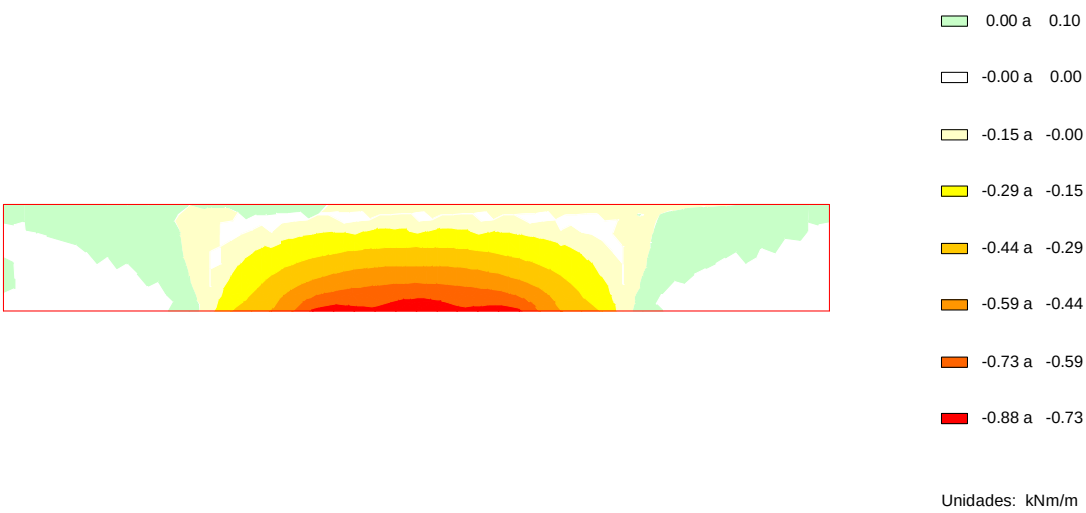
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Momento de eje horizontal (armado vertical)

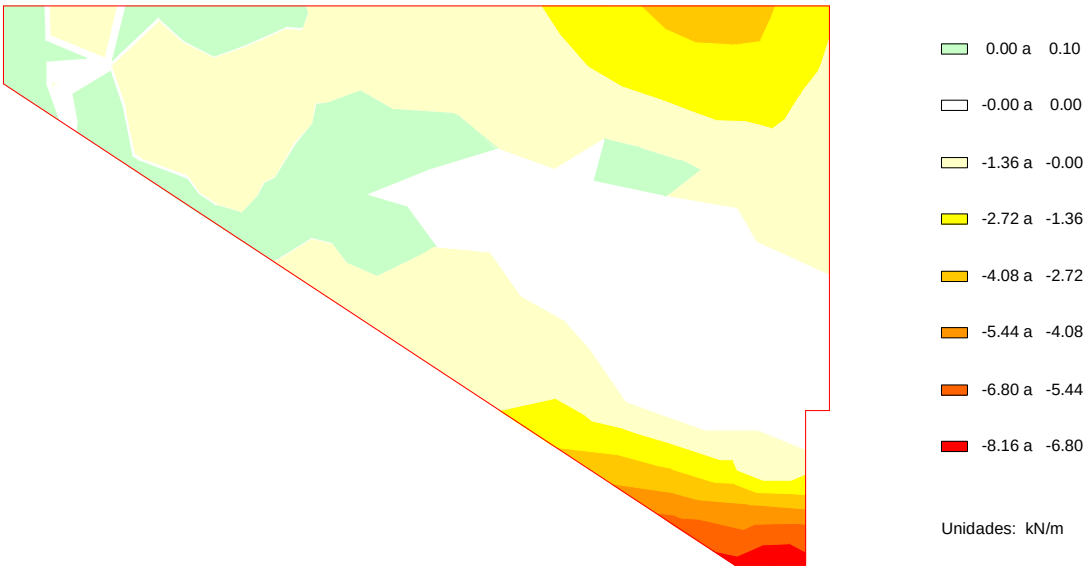


4.8.4 Aleta 1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

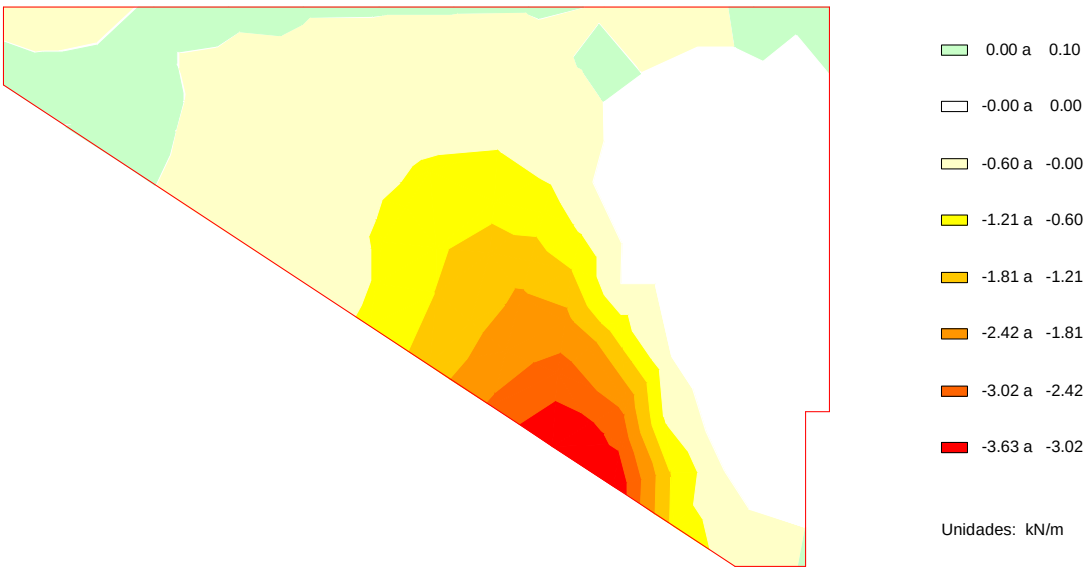
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

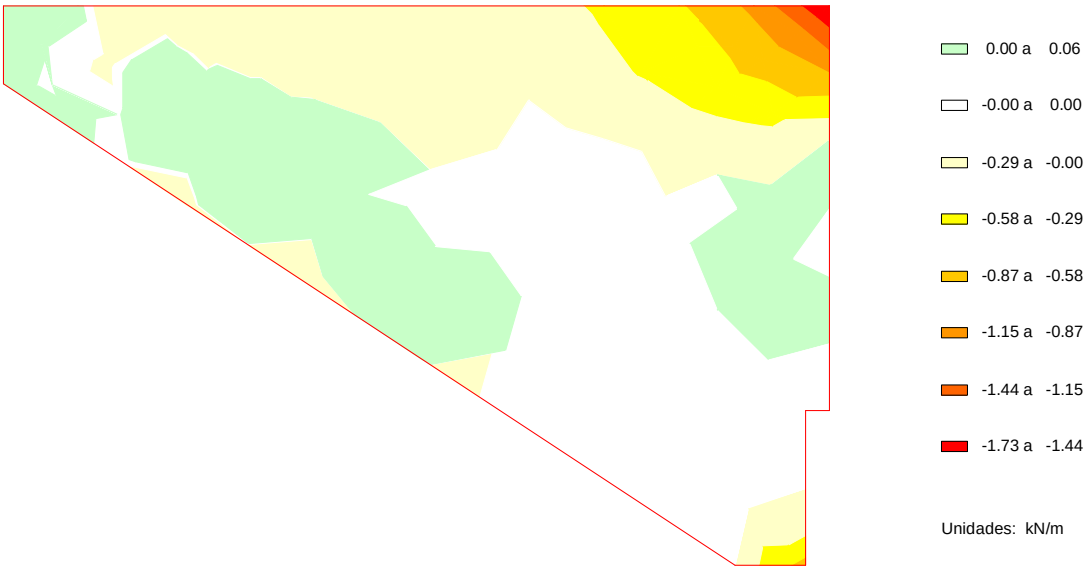
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

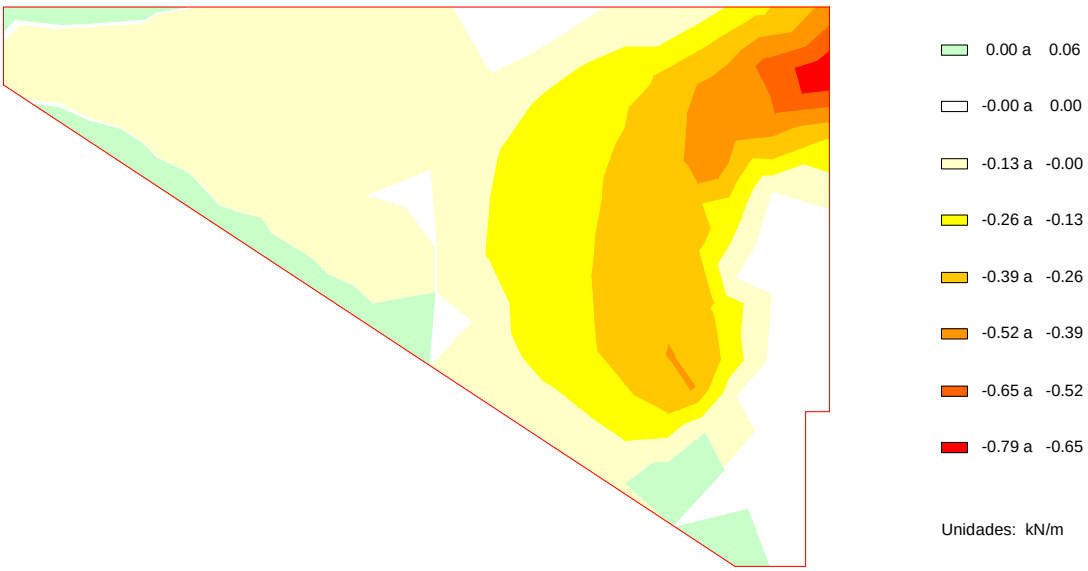
Cortante eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

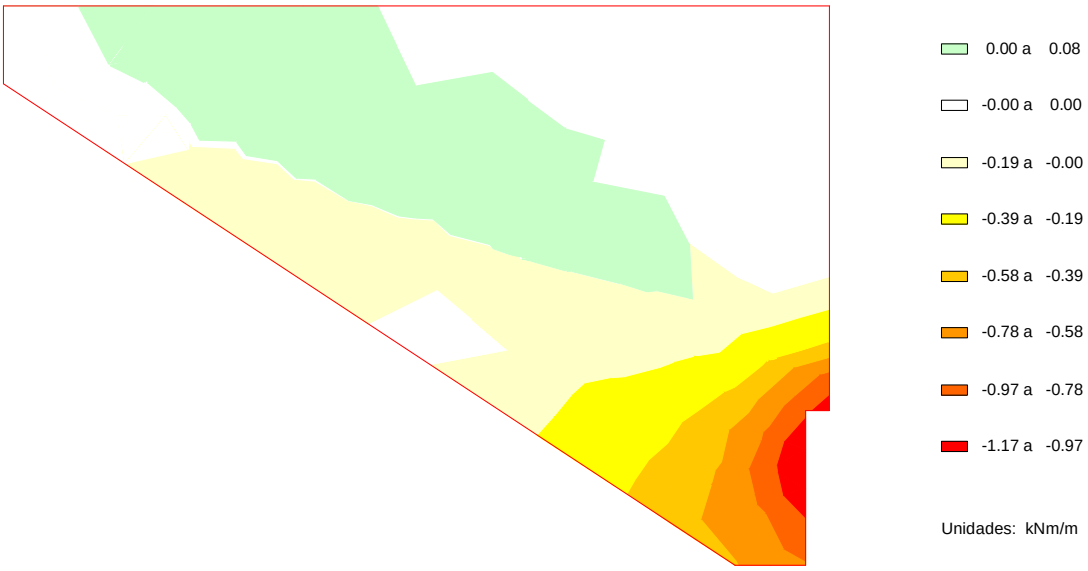
Cortante eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

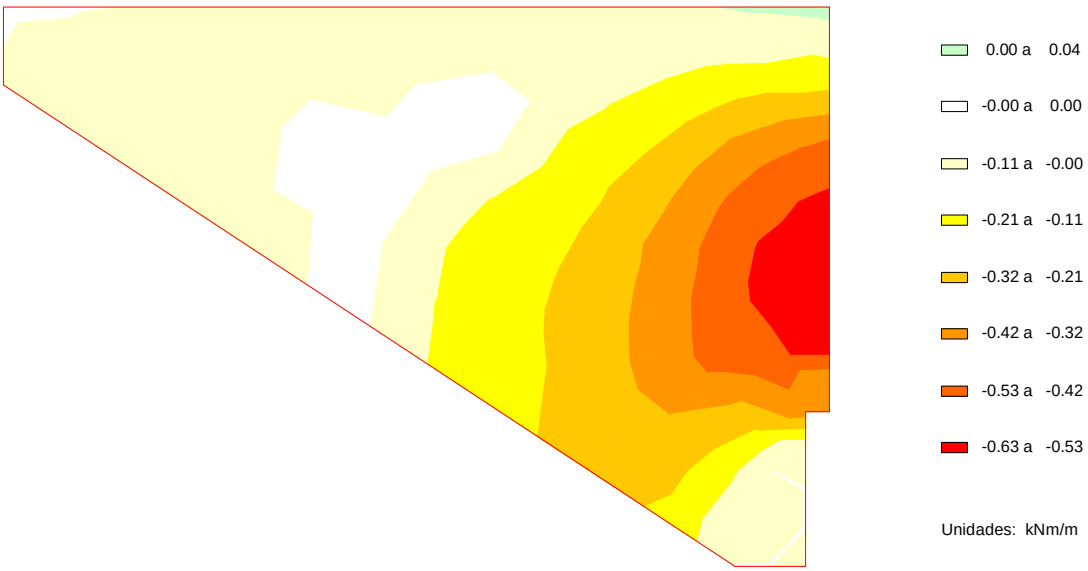
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Momento de eje horizontal (armado vertical)



4.8.5 Aleta 2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

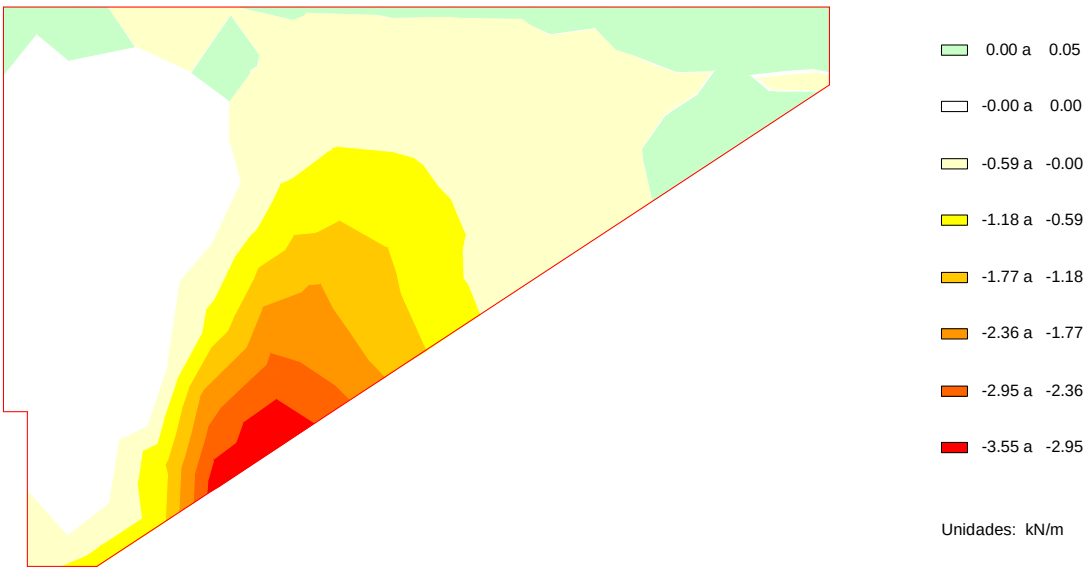
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Axil eje horizontal

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

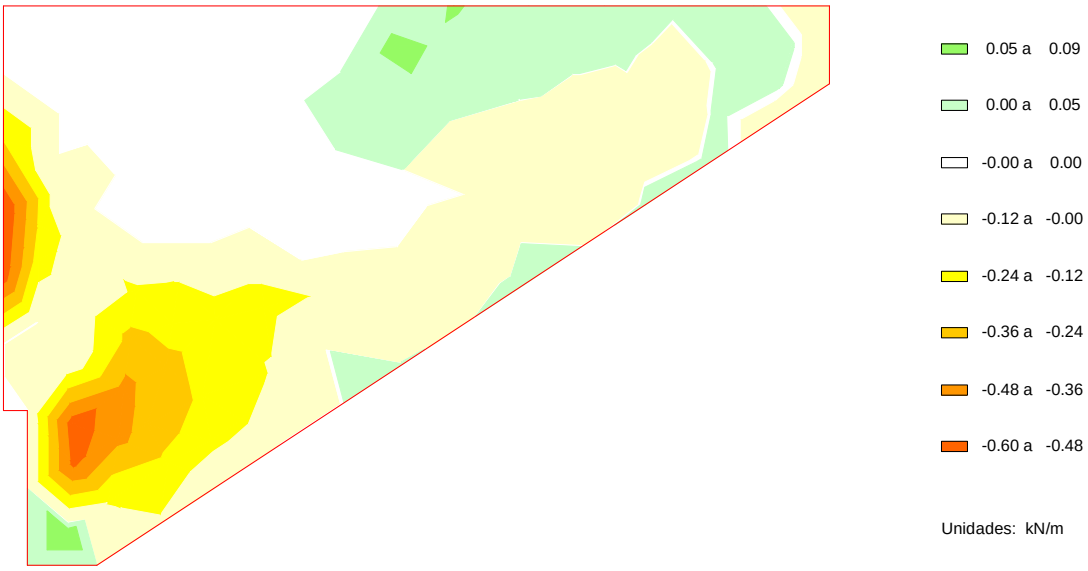
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

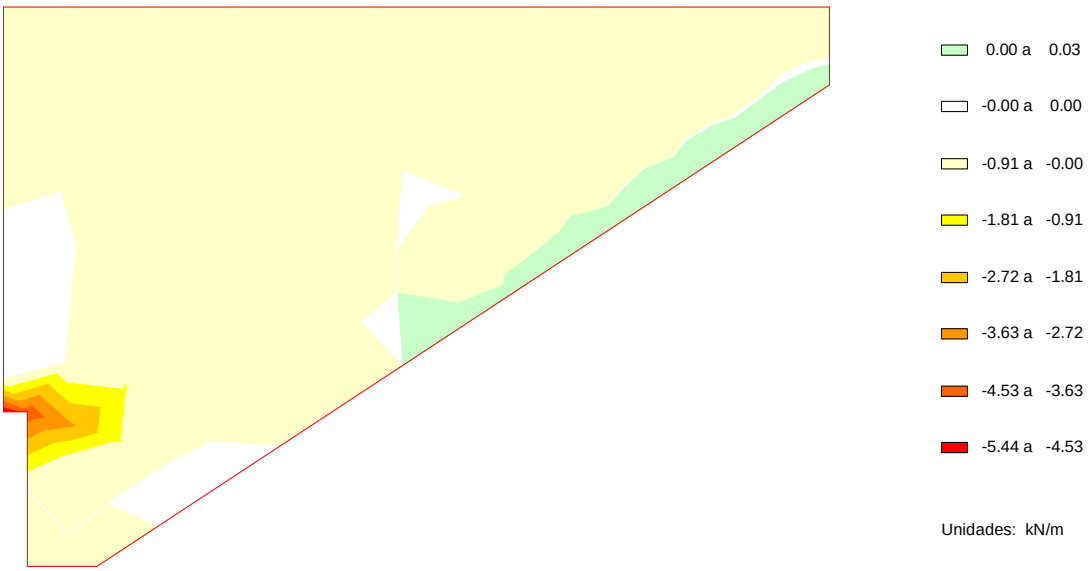
Cortante eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

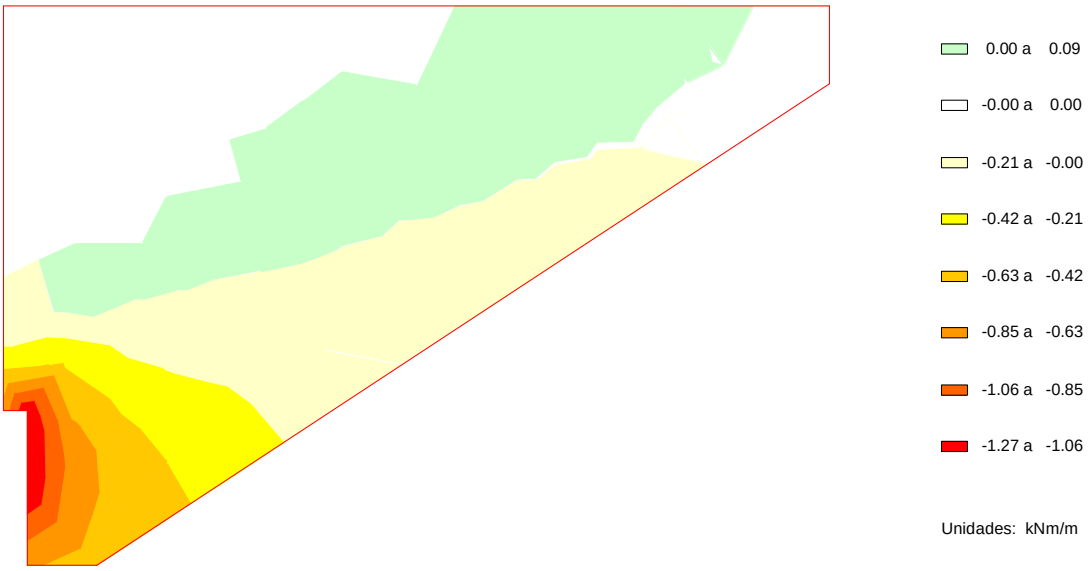
Cortante eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

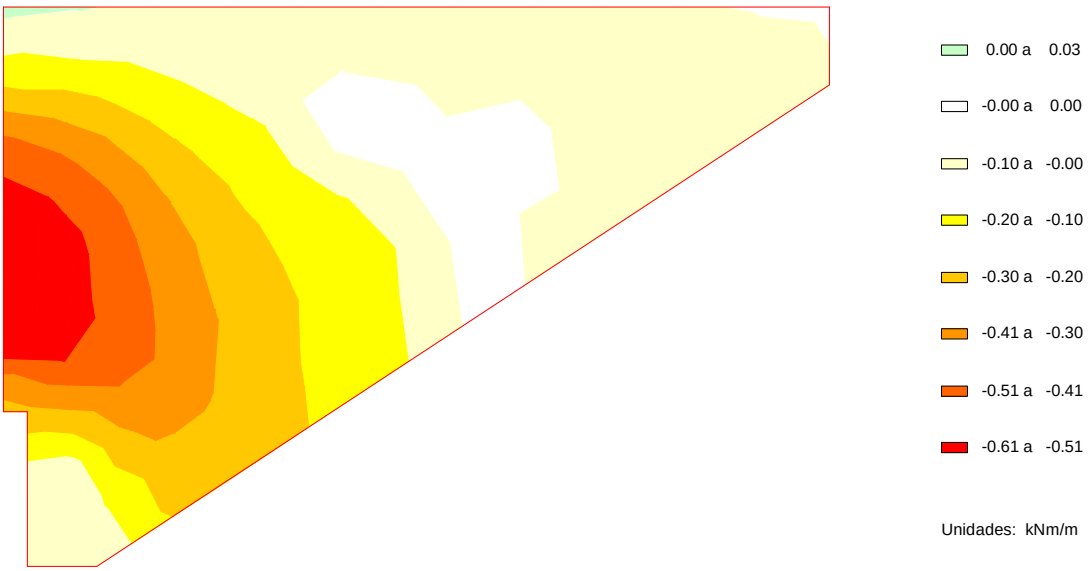
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

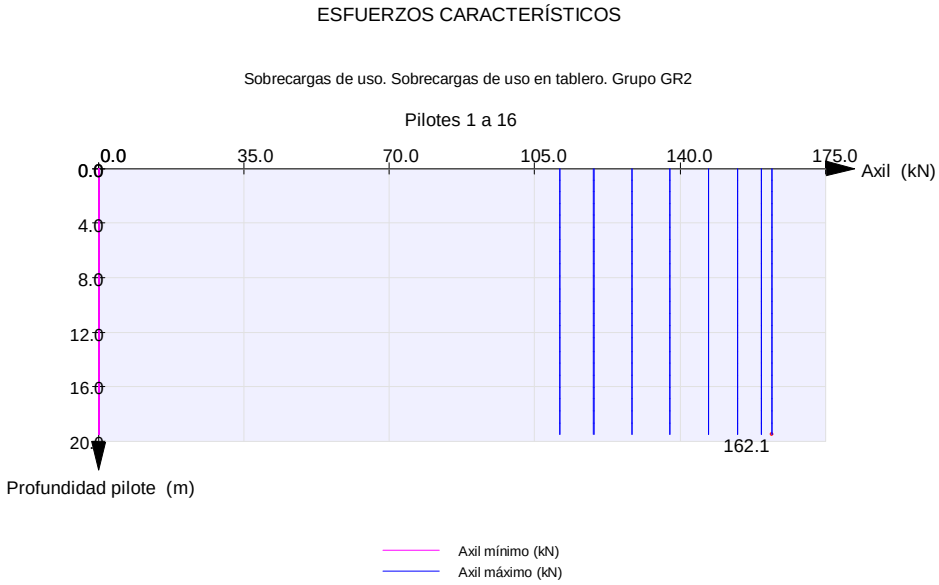
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Momento de eje horizontal (armado vertical)



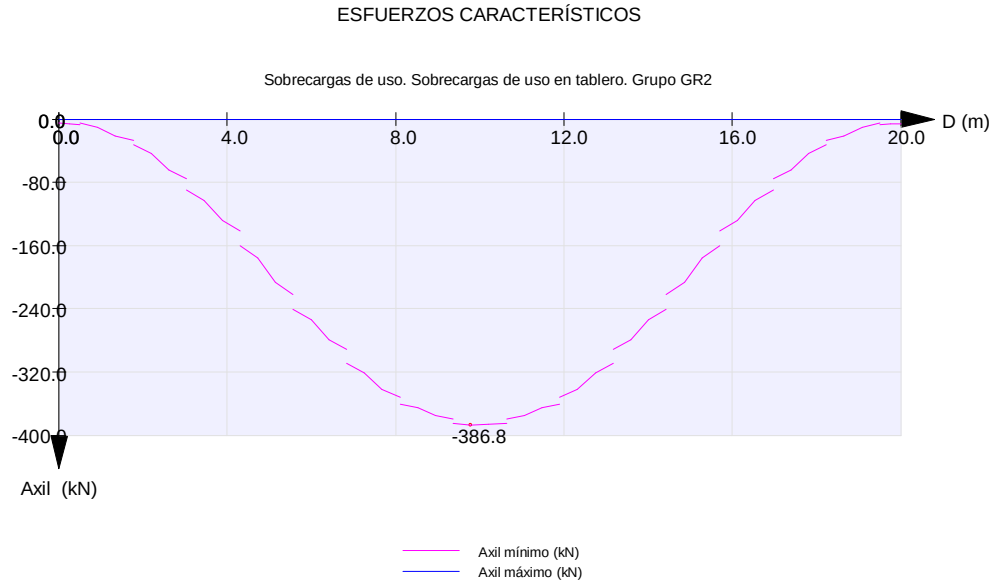
4.9 Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

4.9.1 Pilotes


ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2
Pilotes 1 a 16
0.0
35.0
70.0
105.0
140.0
175.0
Axil (kN)
0.0
4.0
8.0
12.0
16.0
20.0
162.1
Profundidad pilote (m)
Axil mínimo (kN)
Axil máximo (kN)

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2
Pilotes 1 a 16
0.0
8.0
16.0
24.0
32.0
40.0
Cortante (kN)
0.0
4.0
8.0
12.0
16.0
20.0
39.3
0.0
Profundidad pilote (m)
Cortante máximo (kN)

4.9.2 Cargadero

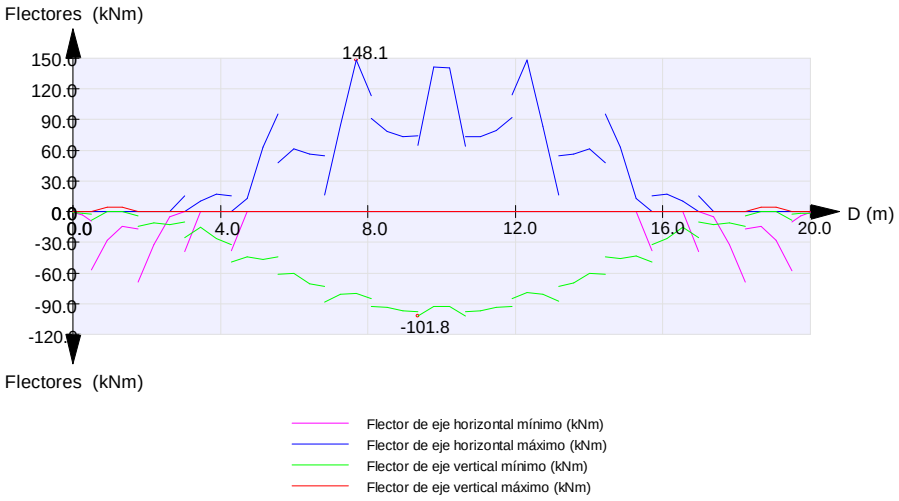


ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

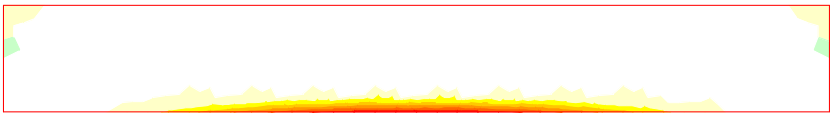


4.9.3 Espaldón

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Axil eje horizontal



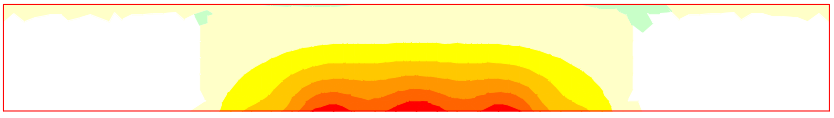
0.00 a 0.04
-0.00 a 0.00
-11.54 a -0.00
-23.09 a -11.54
-34.63 a -23.09
-46.17 a -34.63
-57.71 a -46.17
-69.26 a -57.71

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Axil eje vertical



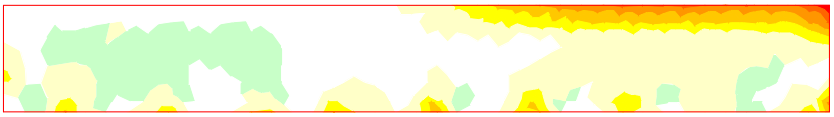
0.00 a 0.10
-0.00 a 0.00
-8.19 a -0.00
-16.39 a -8.19
-24.58 a -16.39
-32.77 a -24.58
-40.97 a -32.77
-49.16 a -40.97

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Cortante eje horizontal



0.00 a 0.09
-0.00 a 0.00
-0.30 a -0.00
-0.60 a -0.30
-0.90 a -0.60
-1.19 a -0.90
-1.49 a -1.19
-1.79 a -1.49

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Cortante eje vertical

0.00 a 0.09
-0.00 a 0.00
-0.19 a -0.00
-0.37 a -0.19
-0.56 a -0.37
-0.74 a -0.56
-0.93 a -0.74
-1.12 a -0.93

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

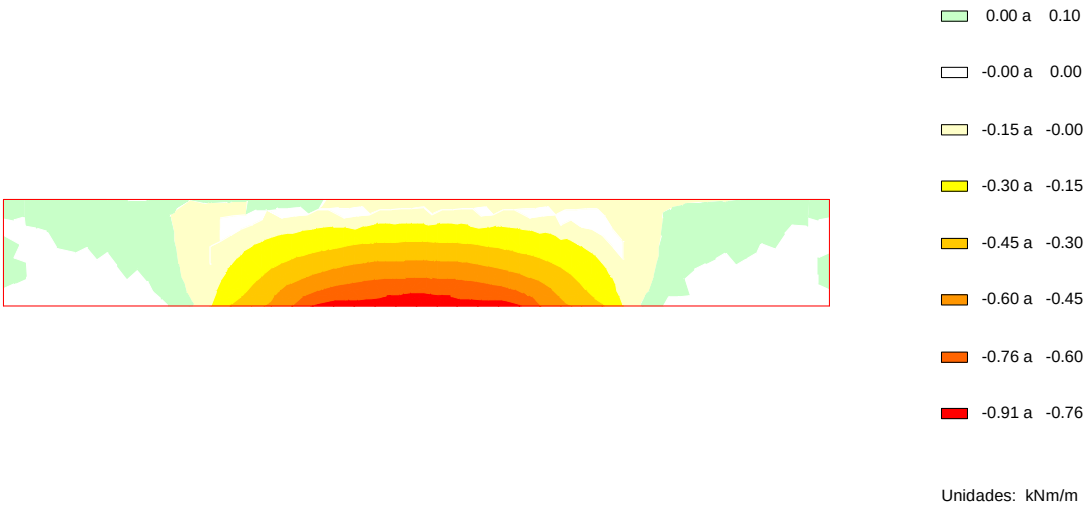
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Momento de eje vertical (armado horizontal)

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Momento de eje horizontal (armado vertical)

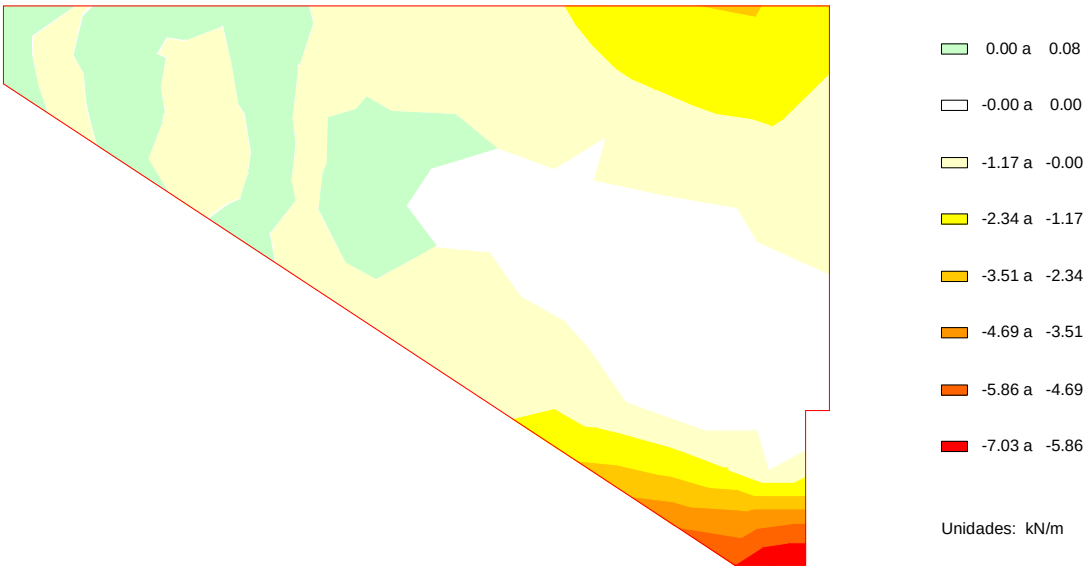


4.9.4 Aleta 1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

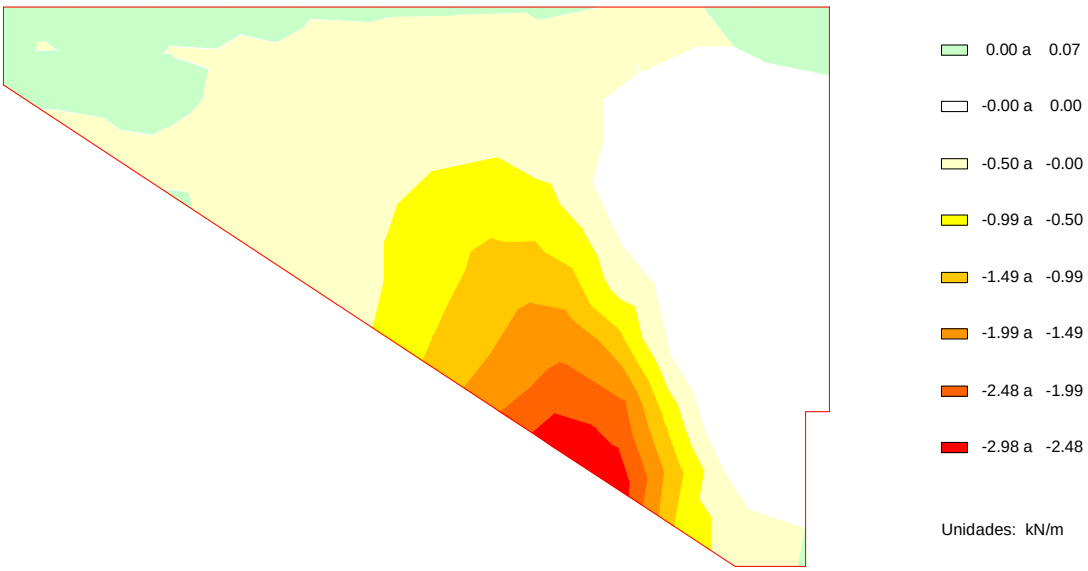
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

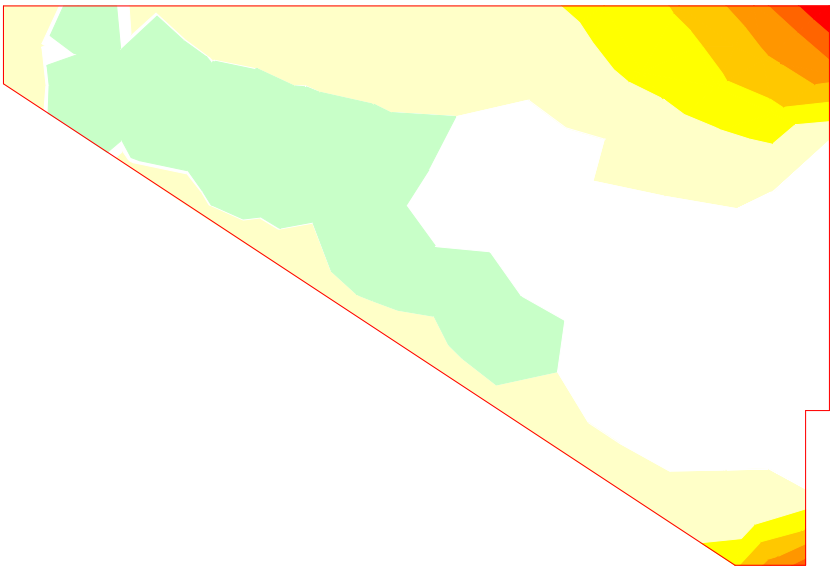
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Cortante eje horizontal



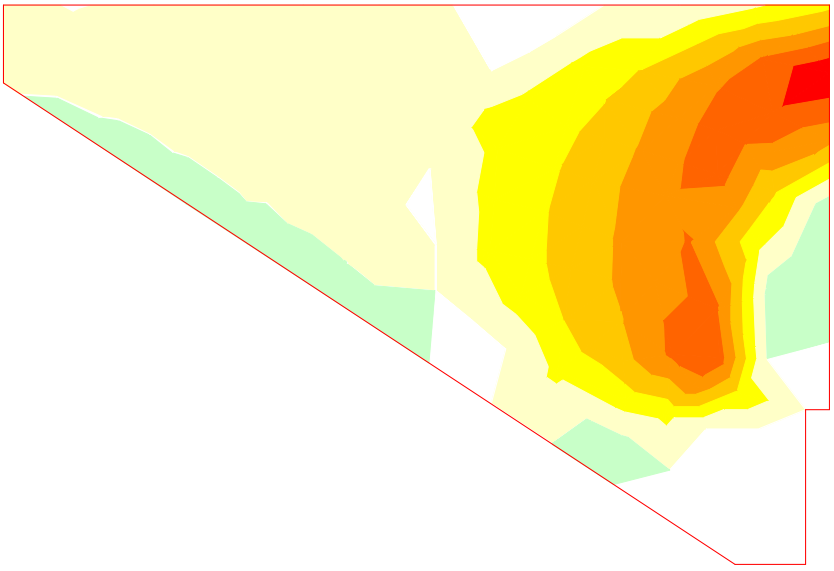
0.00 a 0.06
-0.00 a 0.00
-0.29 a -0.00
-0.58 a -0.29
-0.86 a -0.58
-1.15 a -0.86
-1.44 a -1.15
-1.73 a -1.44

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Cortante eje vertical



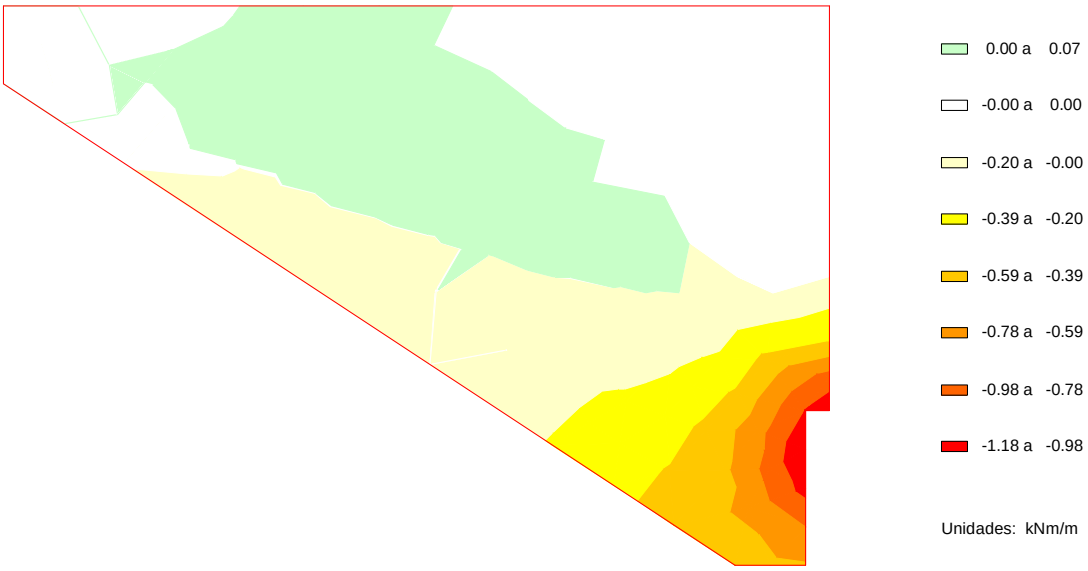
0.00 a 0.08
-0.00 a 0.00
-0.12 a -0.00
-0.23 a -0.12
-0.35 a -0.23
-0.47 a -0.35
-0.58 a -0.47
-0.70 a -0.58

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

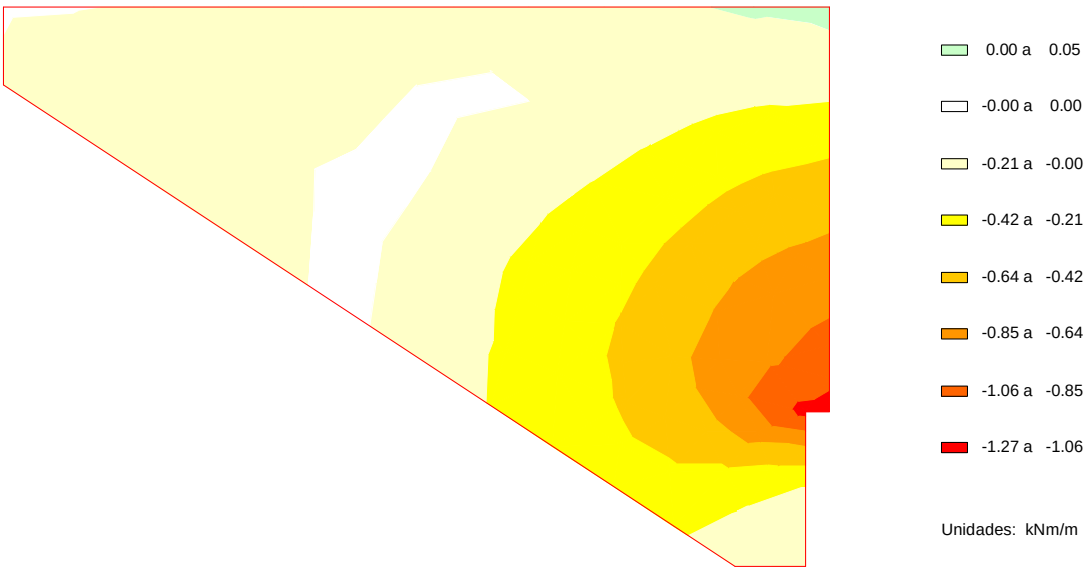
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Momento de eje horizontal (armado vertical)

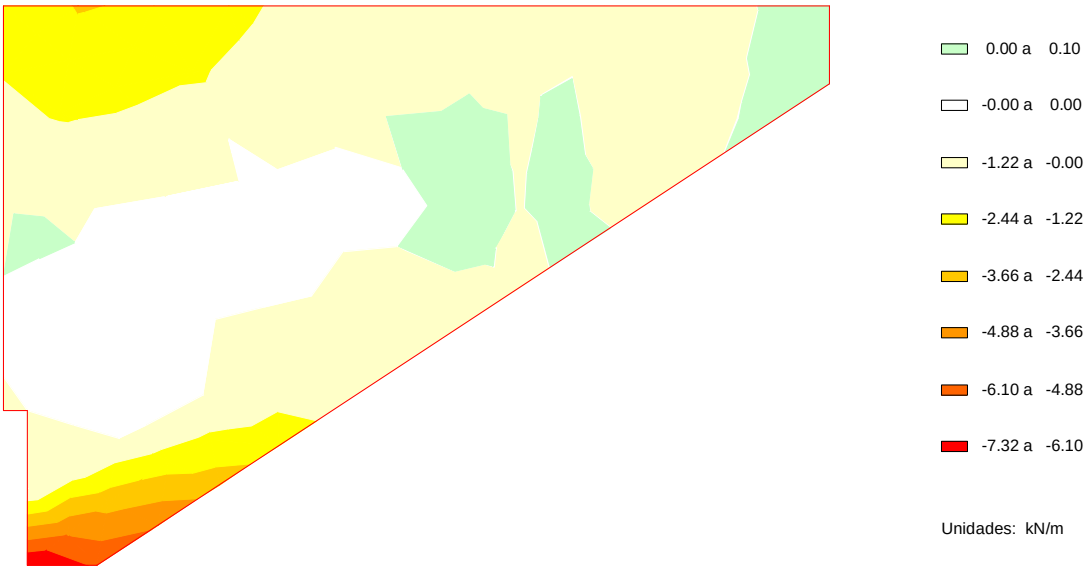


4.9.5 Aleta 2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

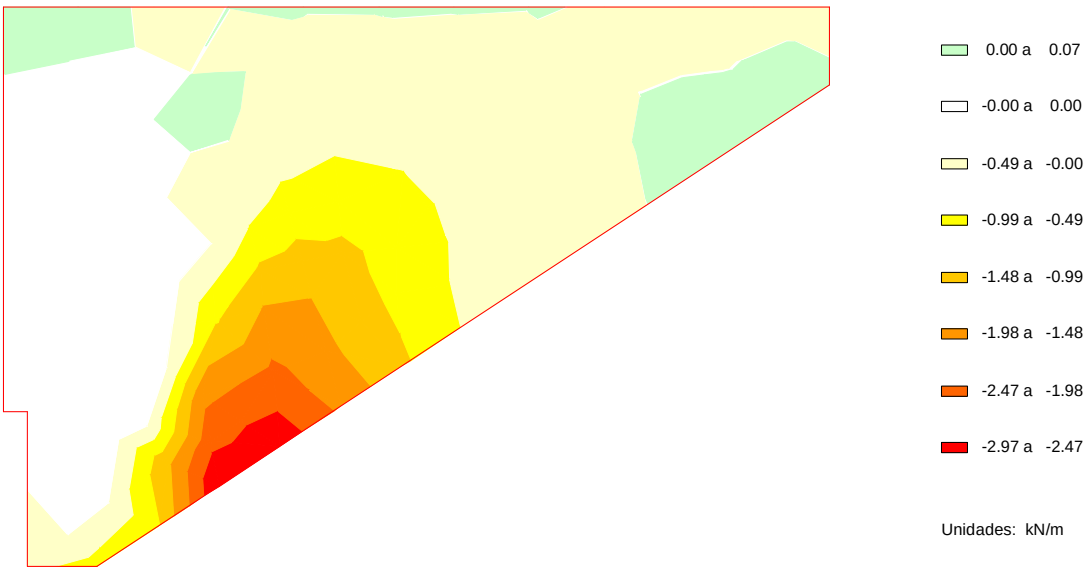
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

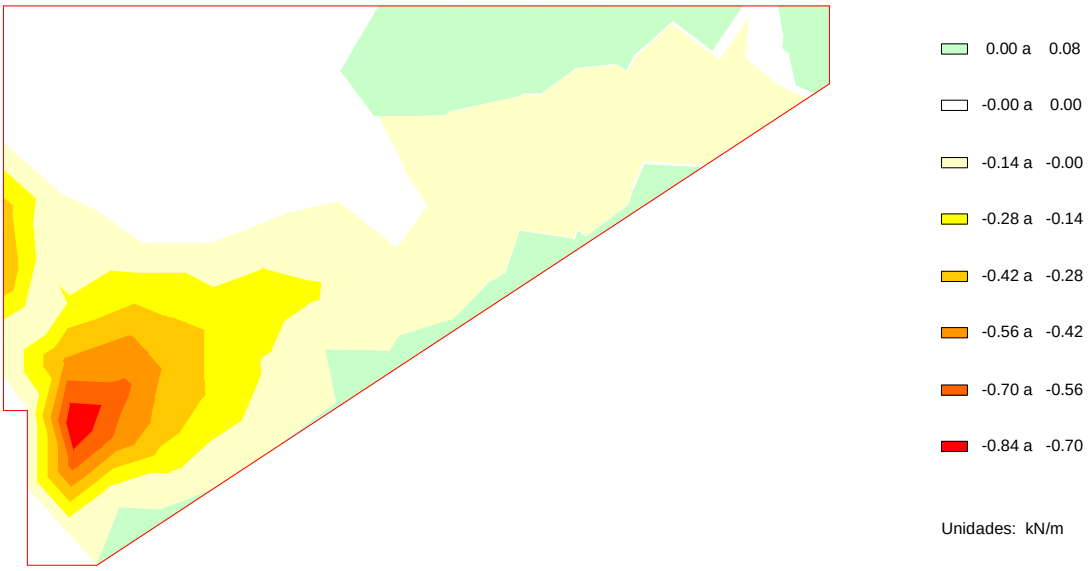
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

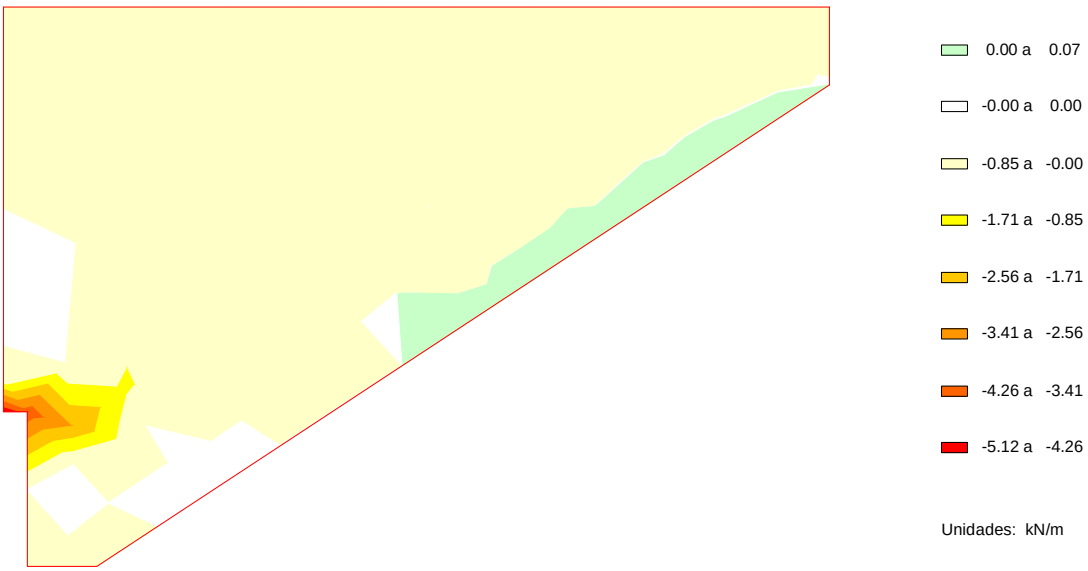
Cortante eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

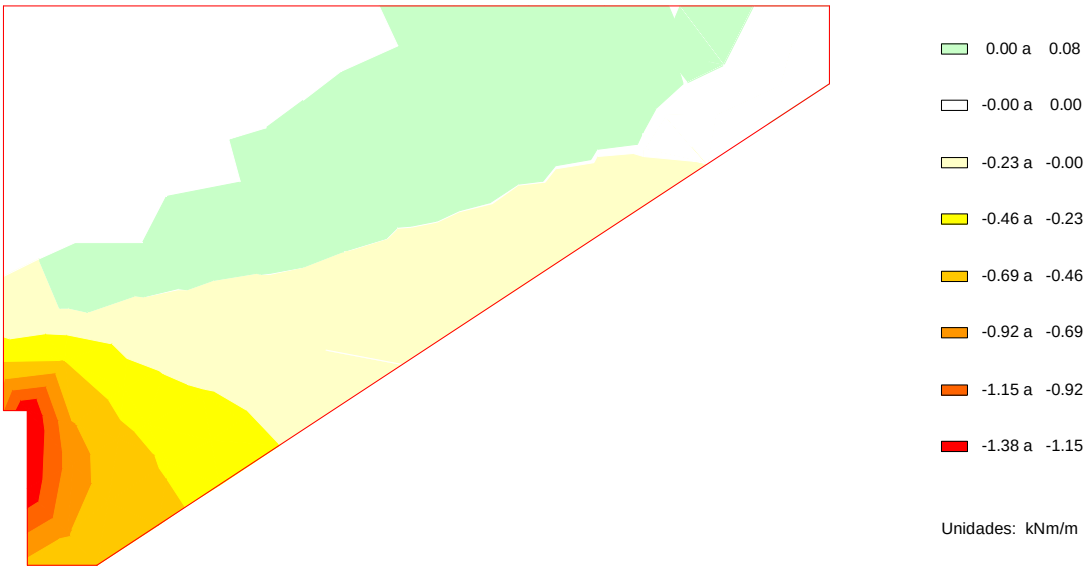
Cortante eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

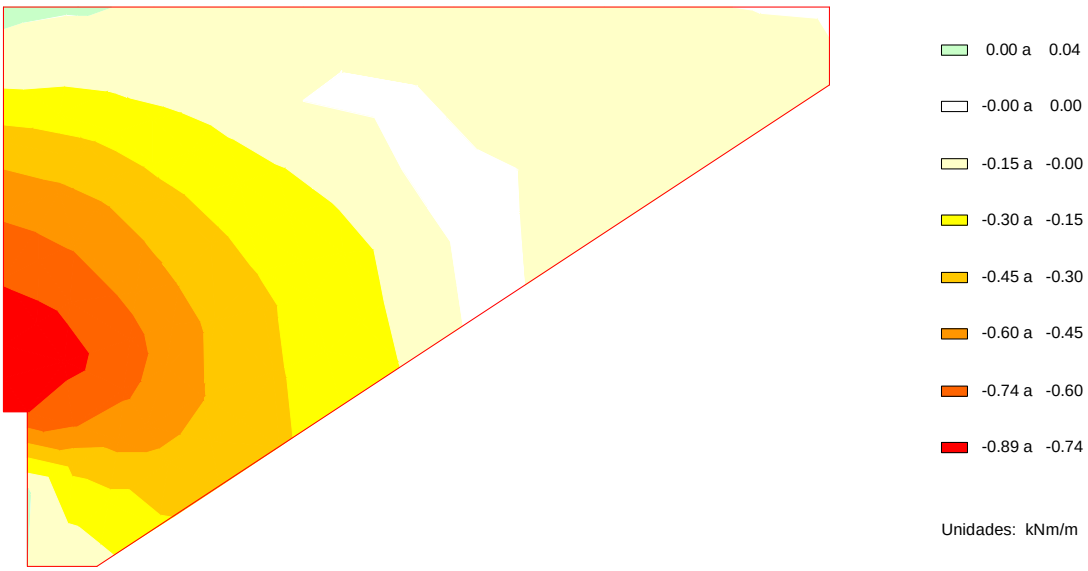
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

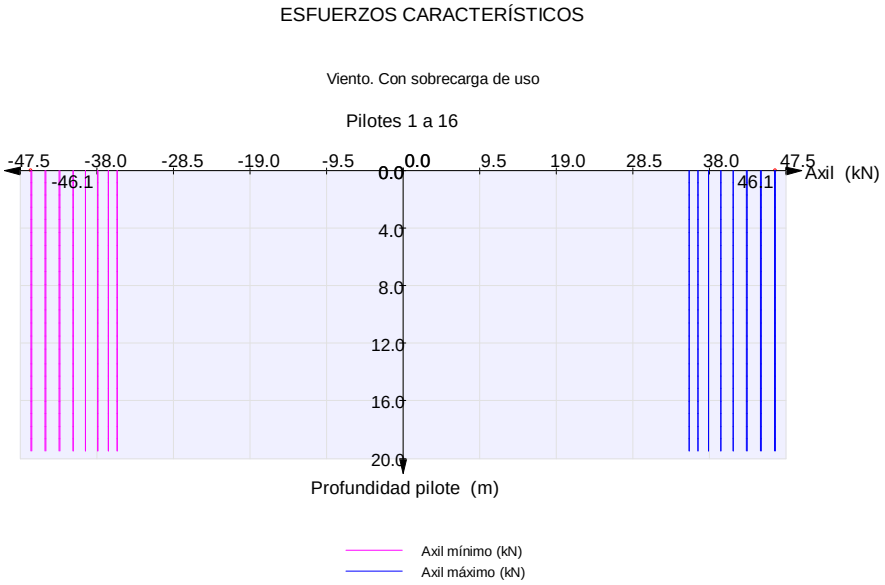
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Momento de eje horizontal (armado vertical)



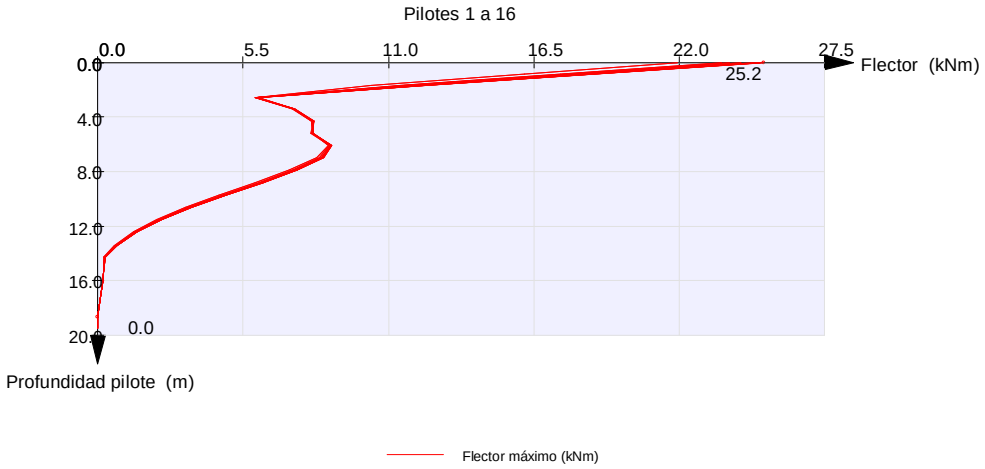
4.10 Viento. Con sobrecarga de uso

4.10.1 Pilotes



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

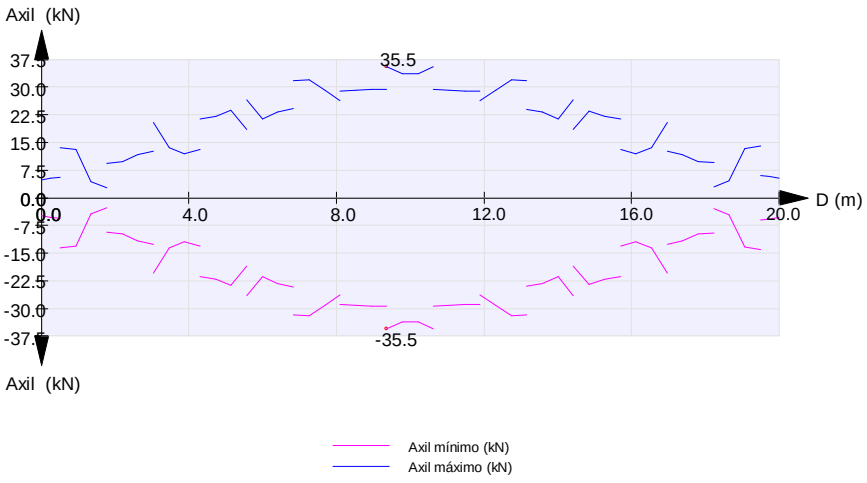
Viento. Con sobrecarga de uso



4.10.2 Cargadero

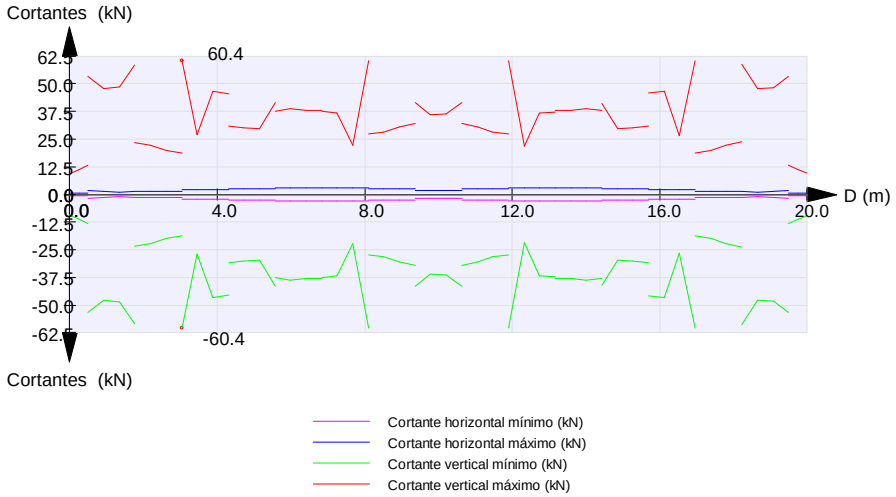
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso



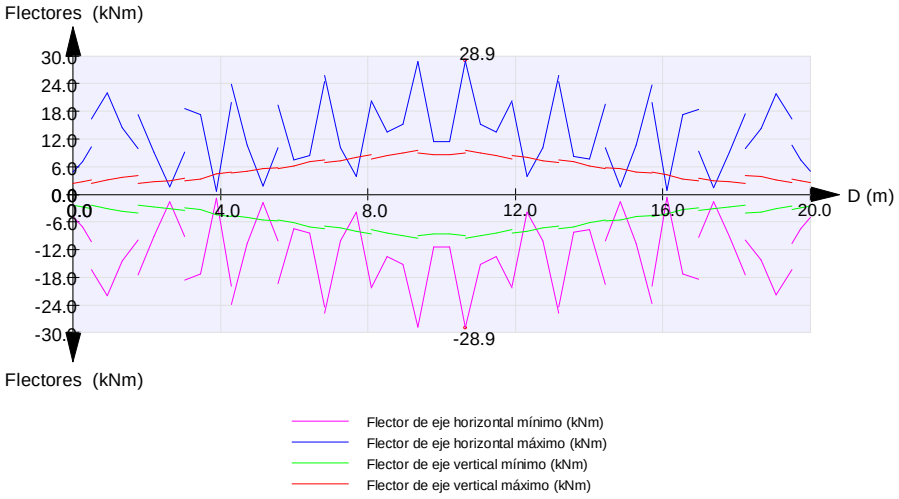
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

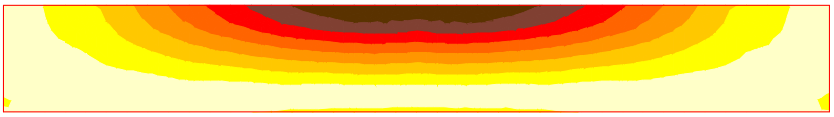


4.10.3 Espaldón

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Axil eje horizontal. Valor mínimo



-4.29 a -0.17

-8.42 a -4.29

-12.55 a -8.42

-16.68 a -12.55

-20.80 a -16.68

-24.93 a -20.80

-29.06 a -24.93

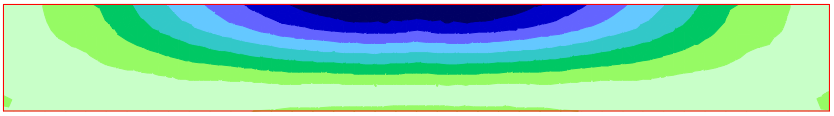
-33.19 a -29.06

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Axil eje horizontal. Valor máximo



29.06 a 33.19

24.93 a 29.06

20.80 a 24.93

16.68 a 20.80

12.55 a 16.68

8.42 a 12.55

4.29 a 8.42

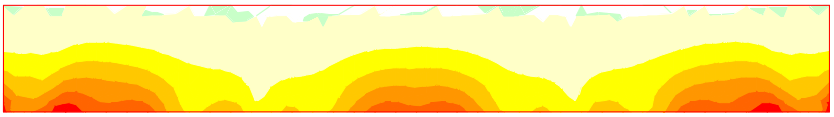
0.17 a 4.29

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Axil eje vertical. Valor mínimo



0.00 a 0.00

-0.00 a 0.00

-1.36 a -0.00

-2.72 a -1.36

-4.08 a -2.72

-5.44 a -4.08

-6.80 a -5.44

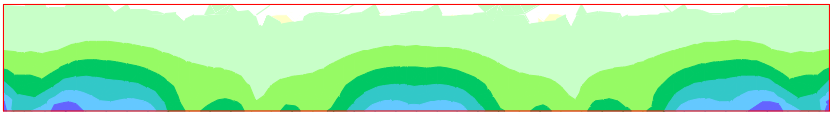
-8.16 a -6.80

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Axil eje vertical. Valor máximo



6.80 a 8.16

5.44 a 6.80

4.08 a 5.44

2.72 a 4.08

1.36 a 2.72

0.00 a 1.36

-0.00 a 0.00

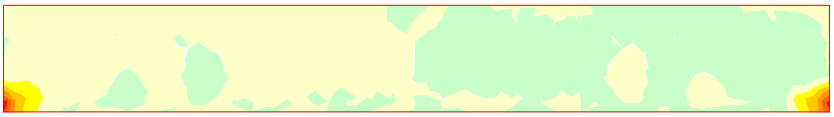
-0.00 a -0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Cortante eje horizontal. Valor mínimo



0.00 a 0.09

-0.00 a 0.00

-0.15 a -0.00

-0.31 a -0.15

-0.46 a -0.31

-0.61 a -0.46

-0.77 a -0.61

-0.92 a -0.77

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Cortante eje horizontal. Valor máximo

0.77 a 0.92

0.61 a 0.77

0.46 a 0.61

0.31 a 0.46

0.15 a 0.31

0.00 a 0.15

-0.00 a 0.00

-0.08 a -0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Cortante eje vertical. Valor mínimo

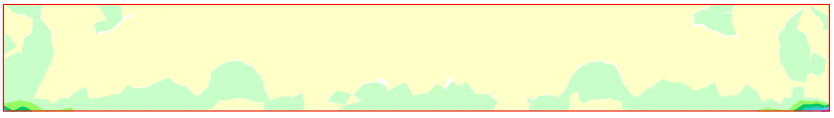
0.00 a 0.07
-0.00 a 0.00
-0.12 a -0.00
-0.24 a -0.12
-0.36 a -0.24
-0.48 a -0.36
-0.60 a -0.48
-0.72 a -0.60

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Cortante eje vertical. Valor máximo



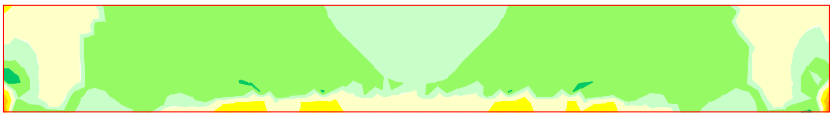
0.60 a 0.72
0.48 a 0.60
0.36 a 0.48
0.24 a 0.36
0.12 a 0.24
0.00 a 0.12
-0.00 a 0.00
-0.08 a -0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor mínimo



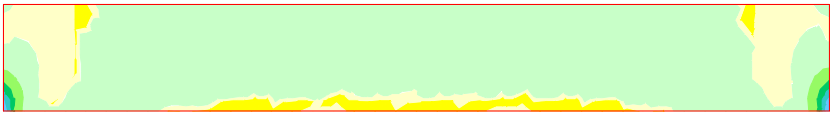
0.05 a 0.08
0.03 a 0.05
0.00 a 0.03
-0.00 a 0.00
-0.05 a -0.00
-0.10 a -0.05
-0.15 a -0.10
-0.21 a -0.15

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor máximo



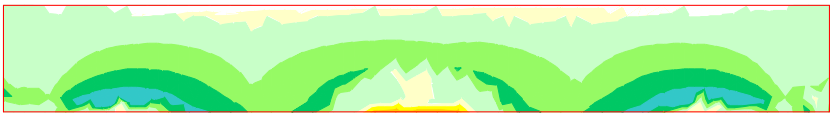
0.24 a 0.30
0.18 a 0.24
0.12 a 0.18
0.06 a 0.12
0.00 a 0.06
-0.00 a 0.00
-0.03 a -0.00
-0.06 a -0.03

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor mínimo



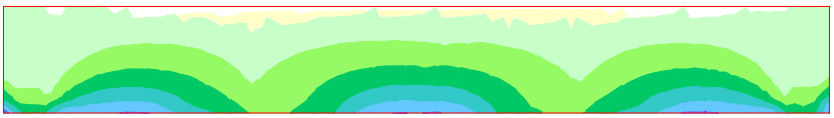
0.07 a 0.10
0.05 a 0.07
0.02 a 0.05
0.00 a 0.02
-0.00 a 0.00
-0.04 a -0.00
-0.08 a -0.04
-0.12 a -0.08

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor máximo



0.12 a 0.14
0.09 a 0.12
0.07 a 0.09
0.05 a 0.07
0.02 a 0.05
0.00 a 0.02
-0.00 a 0.00
-0.00 a -0.00

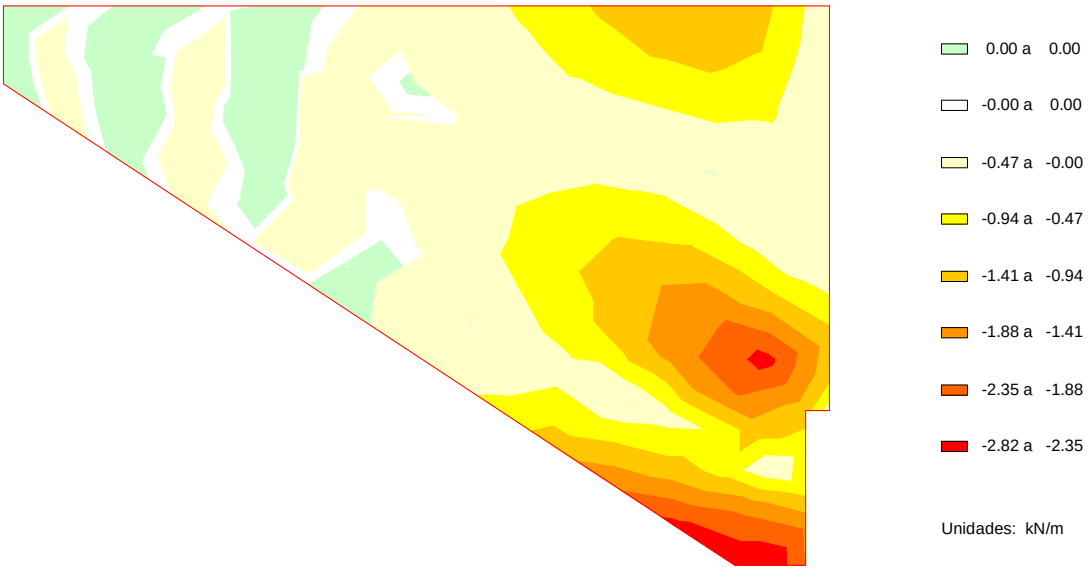
Unidades: kNm/m

4.10.4 Aleta 1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

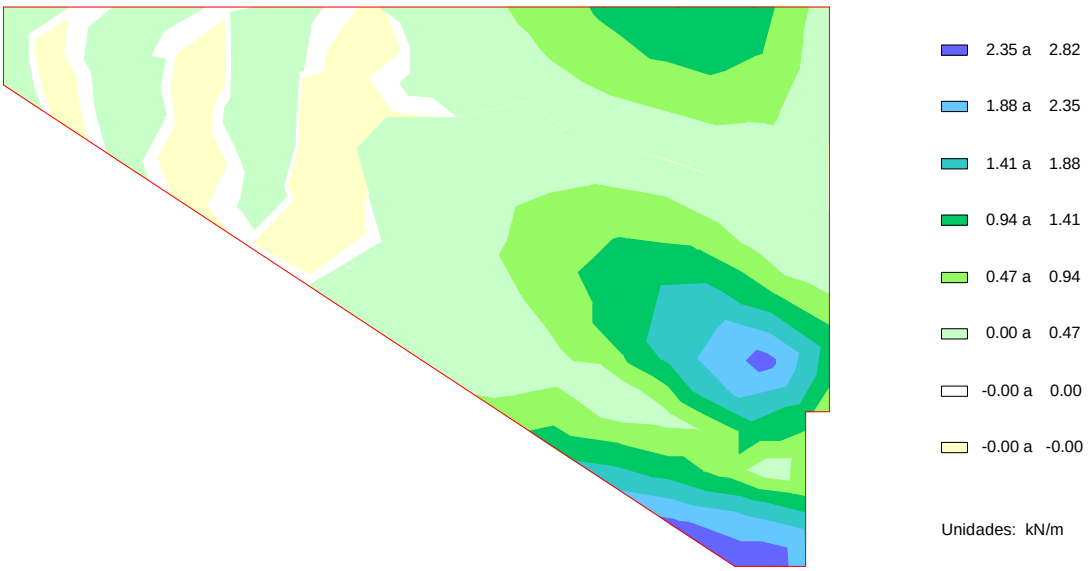
Axil eje horizontal. Valor mínimo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

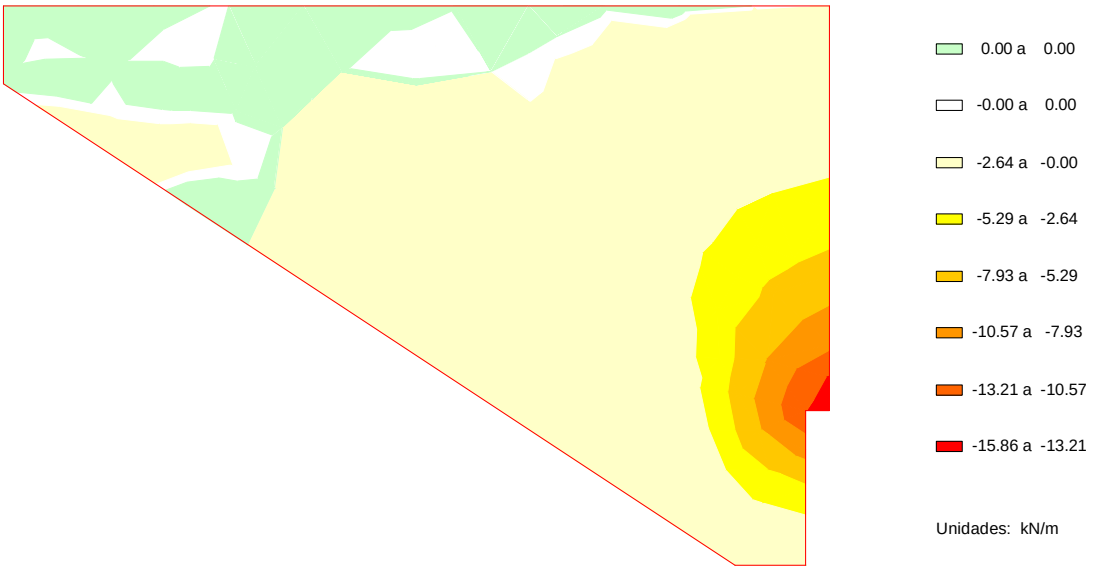
Axil eje horizontal. Valor máximo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

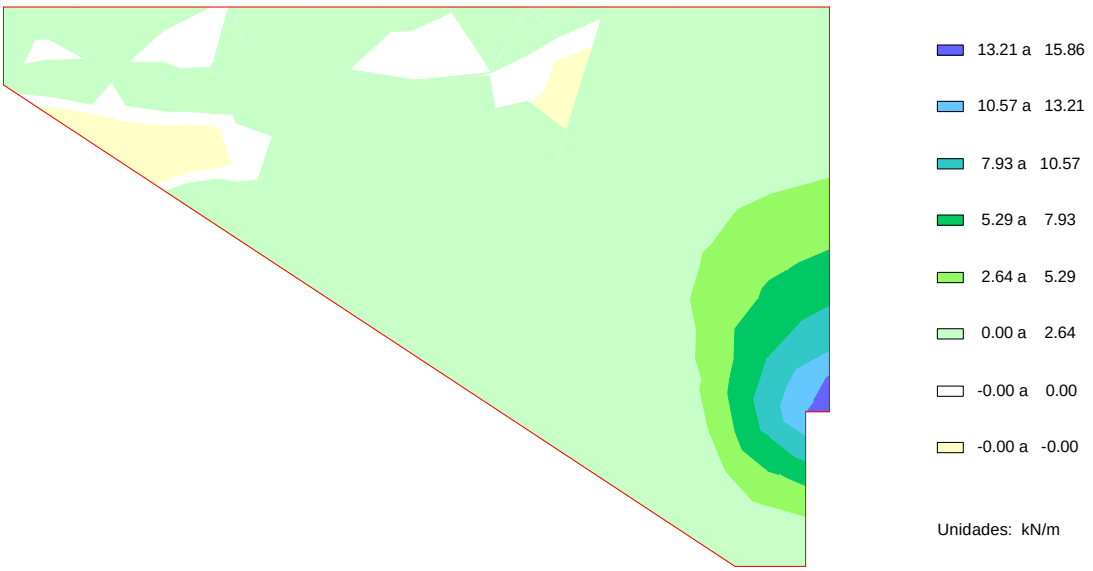
Axil eje vertical. Valor mínimo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

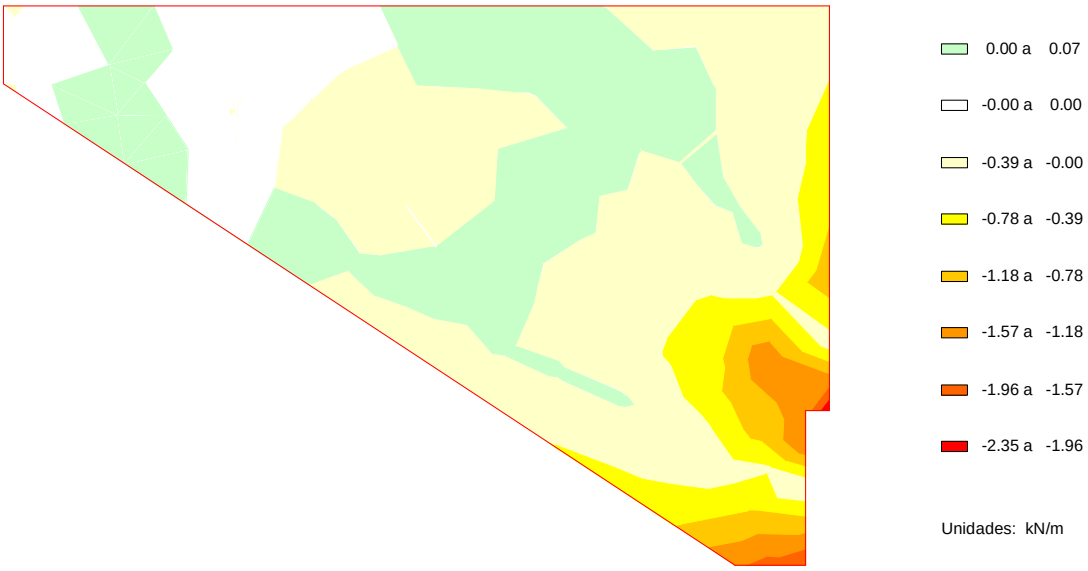
Axil eje vertical. Valor máximo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

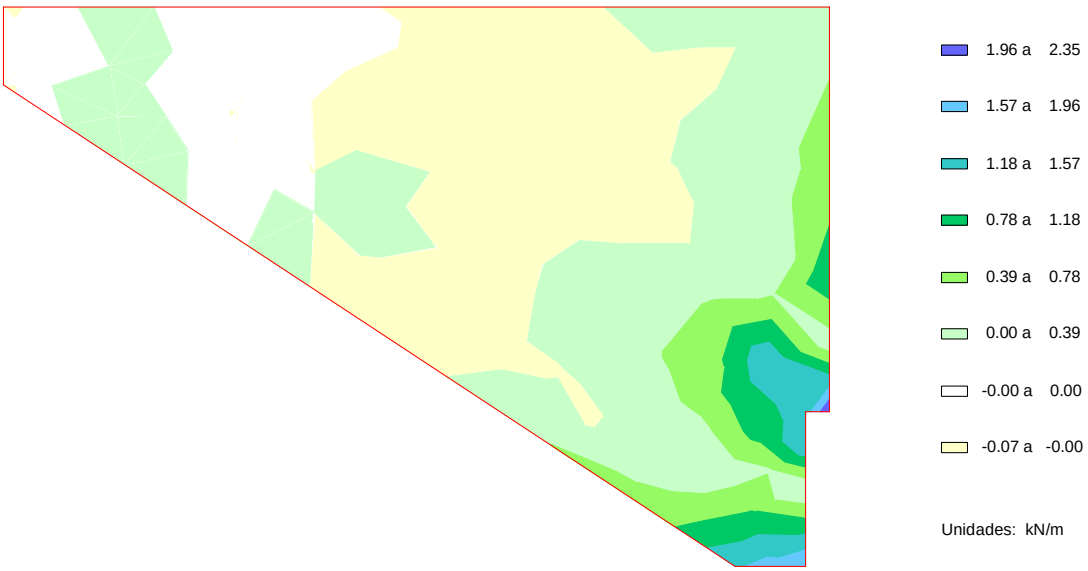
Cortante eje horizontal. Valor mínimo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

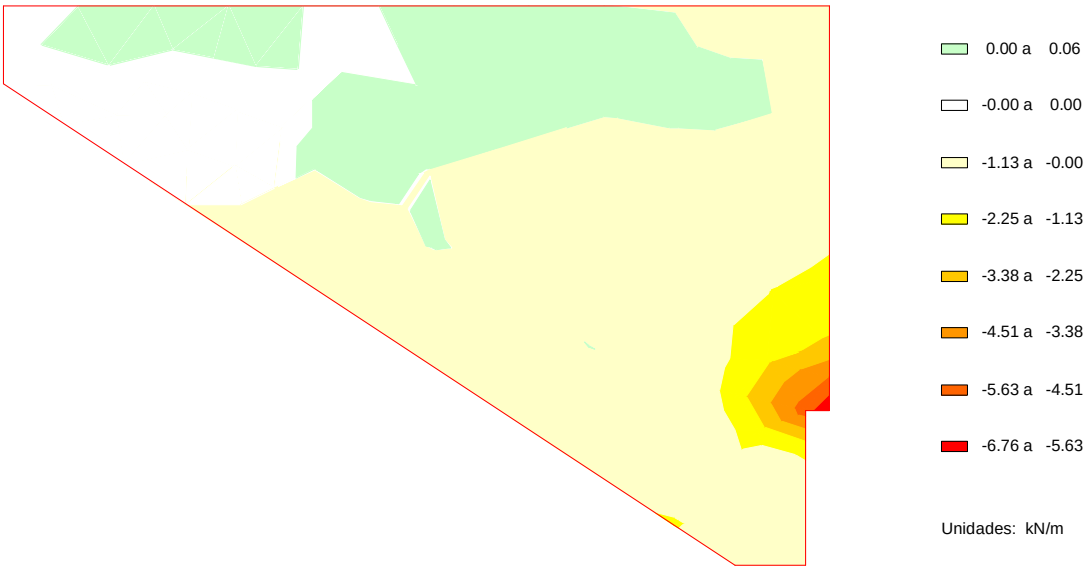
Cortante eje horizontal. Valor máximo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

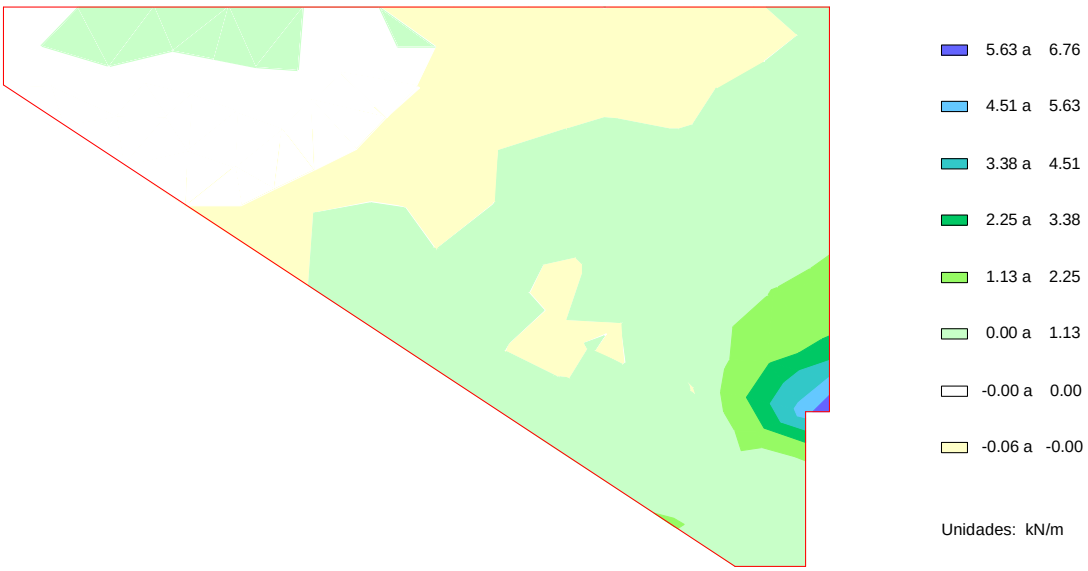
Cortante eje vertical. Valor mínimo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

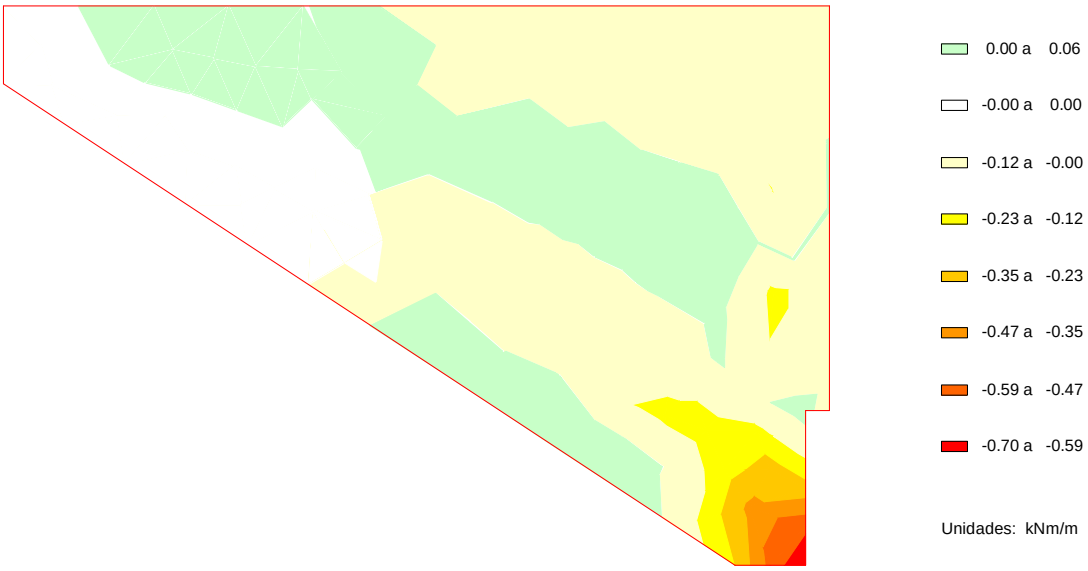
Cortante eje vertical. Valor máximo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

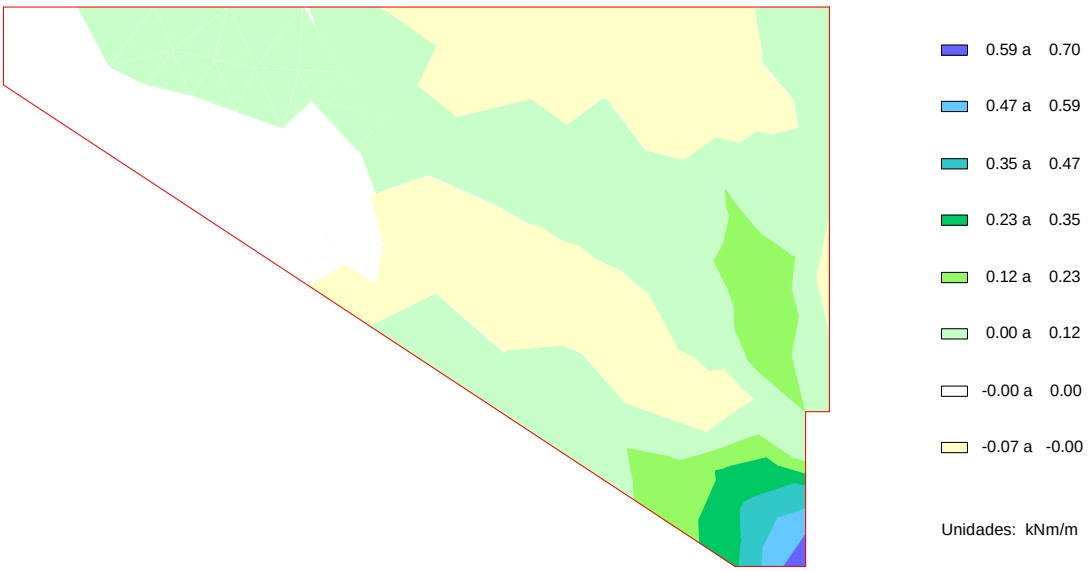
Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor mínimo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

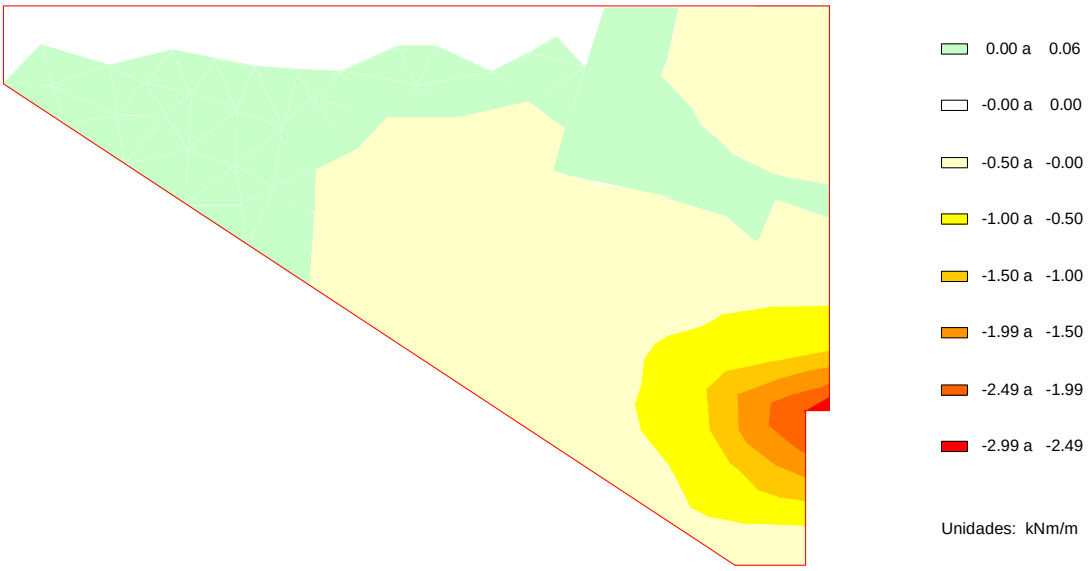
Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor máximo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

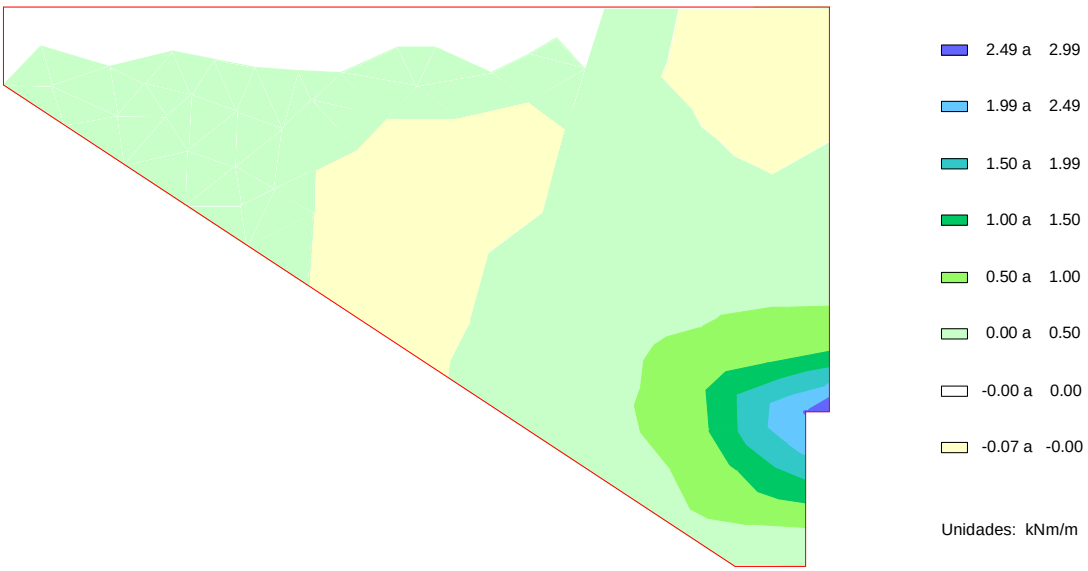
Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor mínimo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor máximo

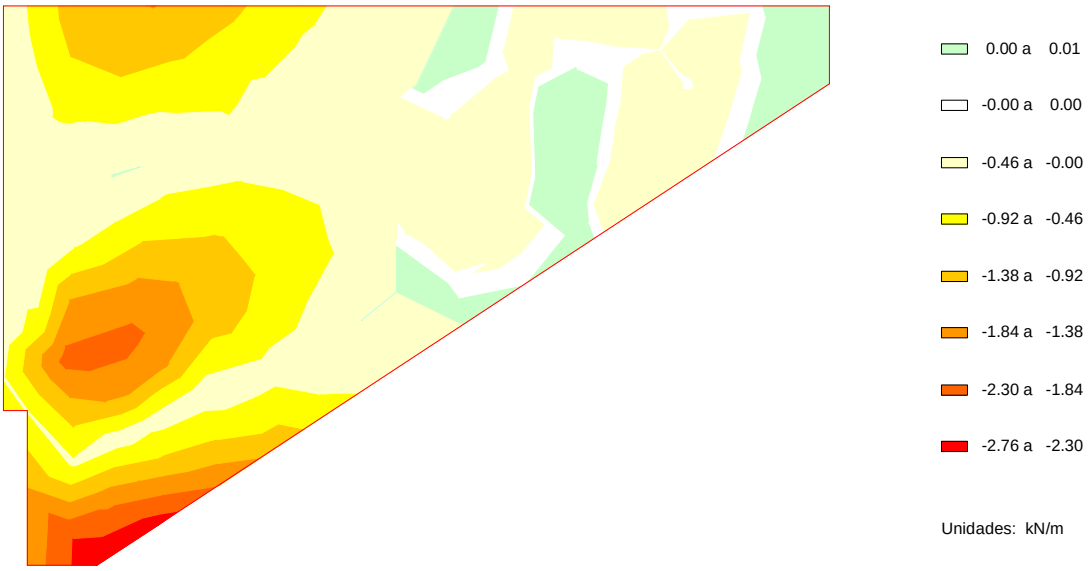


4.10.5 Aleta 2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

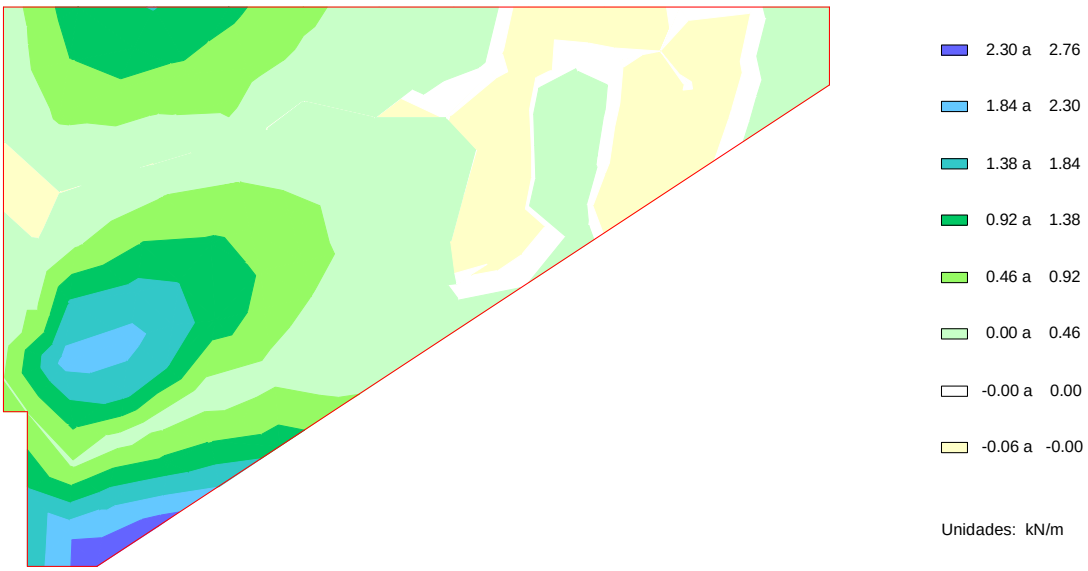
Axil eje horizontal. Valor mínimo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Axil eje horizontal. Valor máximo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Axil eje vertical. Valor mínimo

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

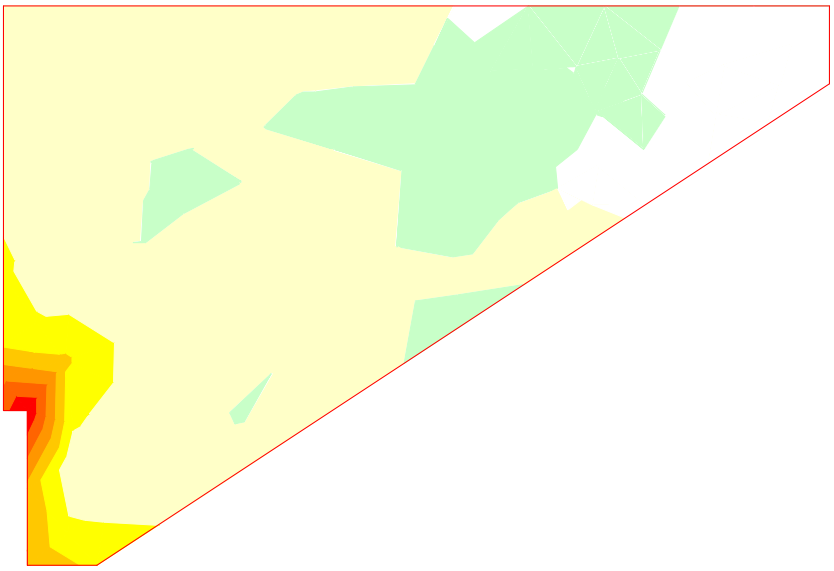
Viento. Con sobrecarga de uso

Axil eje vertical. Valor máximo

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Cortante eje horizontal. Valor mínimo



0.00 a 0.06

-0.00 a 0.00

-0.85 a -0.00

-1.70 a -0.85

-2.55 a -1.70

-3.41 a -2.55

-4.26 a -3.41

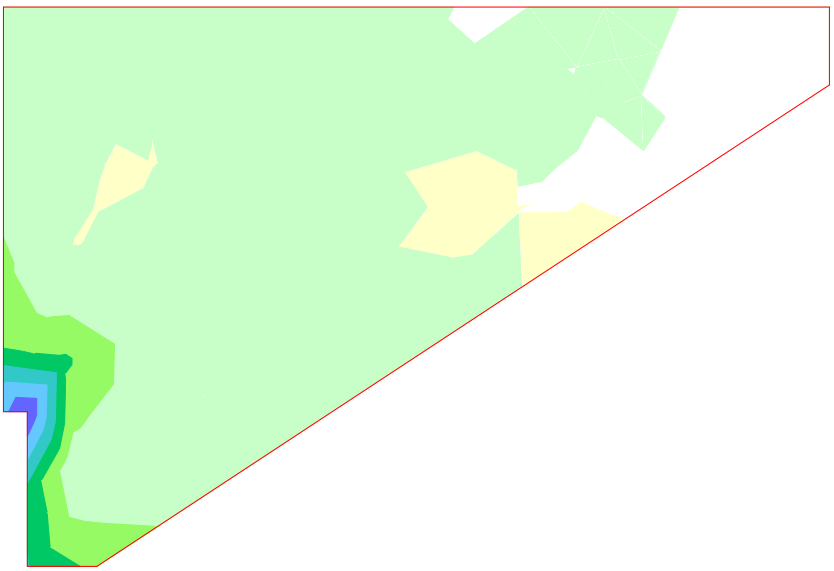
-5.11 a -4.26

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Cortante eje horizontal. Valor máximo



4.26 a 5.11

3.41 a 4.26

2.55 a 3.41

1.70 a 2.55

0.85 a 1.70

0.00 a 0.85

-0.00 a 0.00

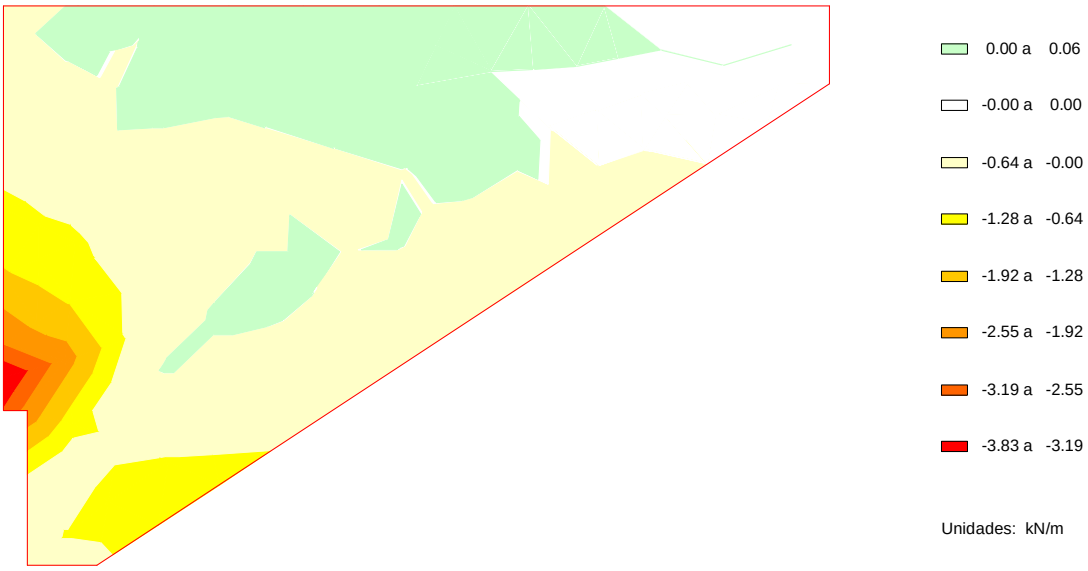
-0.07 a -0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Cortante eje vertical. Valor mínimo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

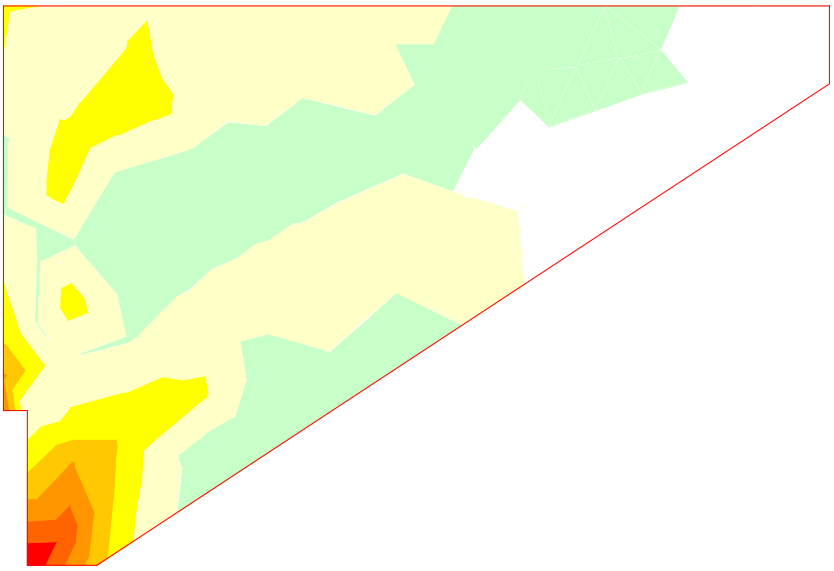
Viento. Con sobrecarga de uso

Cortante eje vertical. Valor máximo

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

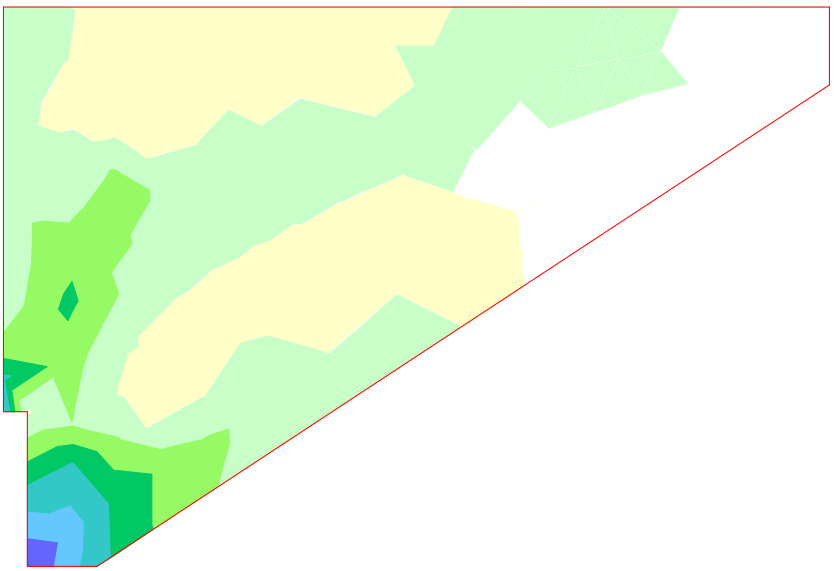
Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor mínimo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

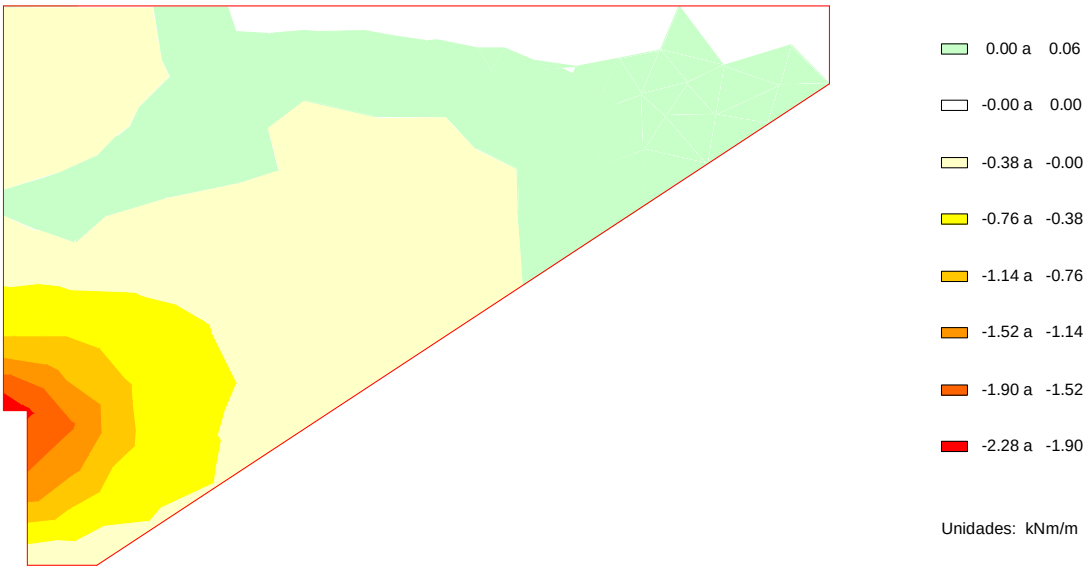
Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor máximo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

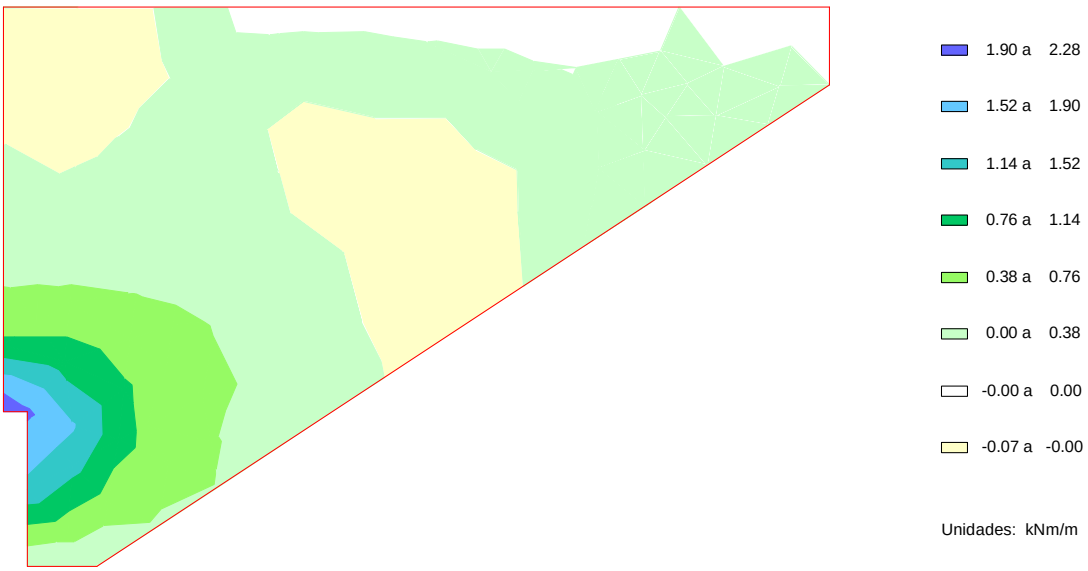
Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor mínimo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor máximo



5 ESTADO LÍMITE DE HUNDIMIENTO

5.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Pilote más cargado : 1.

Coordenadas pilote más cargado :
X : 0.500 m
Y : -0.600 m

Carga máxima	:	725.86	kN
Carga de hundimiento por fuste	:	1701.02	kN
Carga de hundimiento por punta	:	1134.90	kN
Carga de hundimiento	:	2835.92	kN
Factor de seguridad admisible	:	3.000	
Carga admisible, Q_{adm}	:	945.31	kN
Factor de seguridad , FS	:	3.907	

FS = 3.907 >= FS_{adm} = 3.000 -> Cumple

5.2 Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio

Pilote más cargado : 8.

Coordenadas pilote más cargado :
X : 9.367 m
Y : -0.600 m

Carga máxima	:	970.26	kN
Carga de hundimiento por fuste	:	1701.02	kN
Carga de hundimiento por punta	:	1134.90	kN
Carga de hundimiento	:	2835.92	kN
Factor de seguridad admisible	:	2.600	
Carga admisible, Q_{adm}	:	1090.74	kN
Factor de seguridad , FS	:	2.923	

FS = 2.923 >= FS_{adm} = 2.600 -> Cumple

5.3 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Verifica la comprobación.

Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio. Verifica la comprobación.

6 ESTADO LíMITE DE ASIENTOS

6.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Asiento máximo	:	13.5	mm
Asiento admisible	:	25.0	mm

6.2 Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio

Asiento máximo	:	18.1	mm
Asiento admisible	:	25.0	mm

6.3 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Verifica la comprobación.

Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio. Verifica la comprobación.

7 ESTADO LÍMITE DE ARRANQUE DE LOS PILOTES

7.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Pilote más traccionado : 9.

Coordenadas pilote más traccionado :
X : 10.633 m
Y : -0.600 m

Carga mínima	:	660.02	kN
Carga de arranque	:	-1189.11	kN
Factor de seguridad admisible	:	3.000	
Carga admisible, Q_{adm}	:	-396.37	kN
Factor de seguridad , FS	:	100.000	

FS = 100.000 >= FS_{adm} = 3.000 -> Cumple

7.2 Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio

Pilote más traccionado : 9.

Coordenadas pilote más traccionado :
X : 10.633 m
Y : -0.600 m

Carga mínima	:	638.75	kN
Carga de arranque	:	-1189.11	kN
Factor de seguridad admisible	:	2.600	
Carga admisible, Q_{adm}	:	-457.35	kN
Factor de seguridad , FS	:	100.000	

FS = 100.000 >= FS_{adm} = 2.600 -> Cumple

7.3 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Verifica la comprobación.

Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio. Verifica la comprobación.

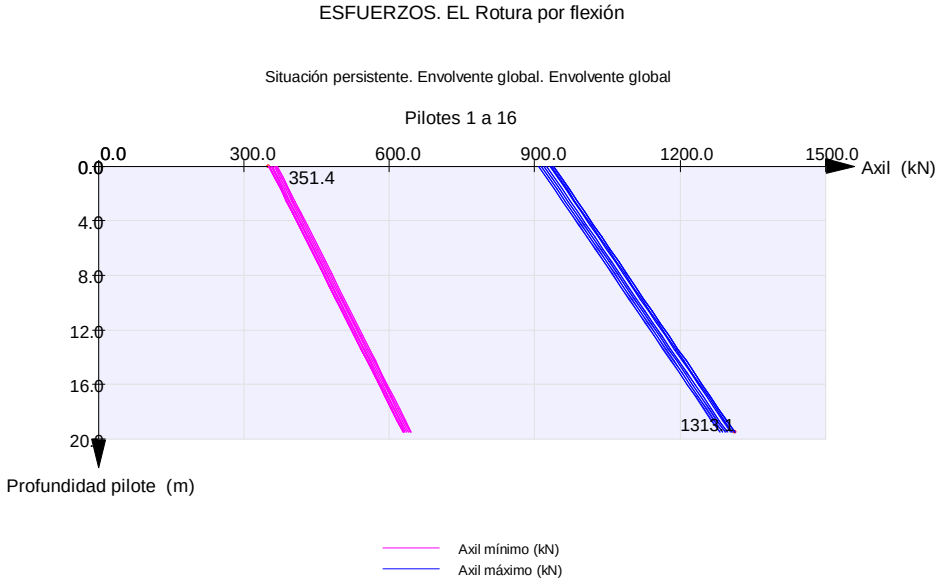
8 ESTADO LÍMITE DE FLEXIÓN

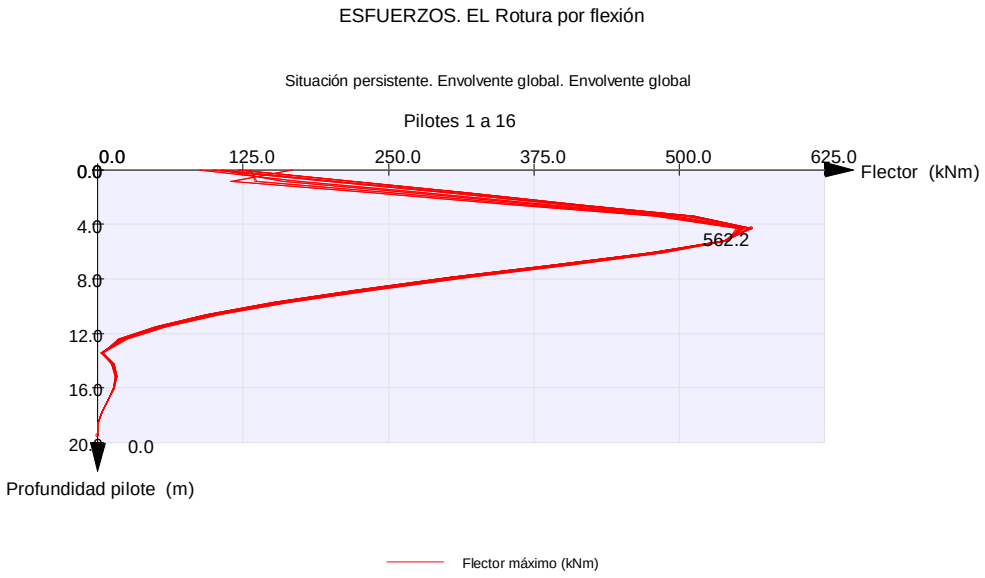
8.1 Pilotes

8.1.1 Esfuerzos de cálculo

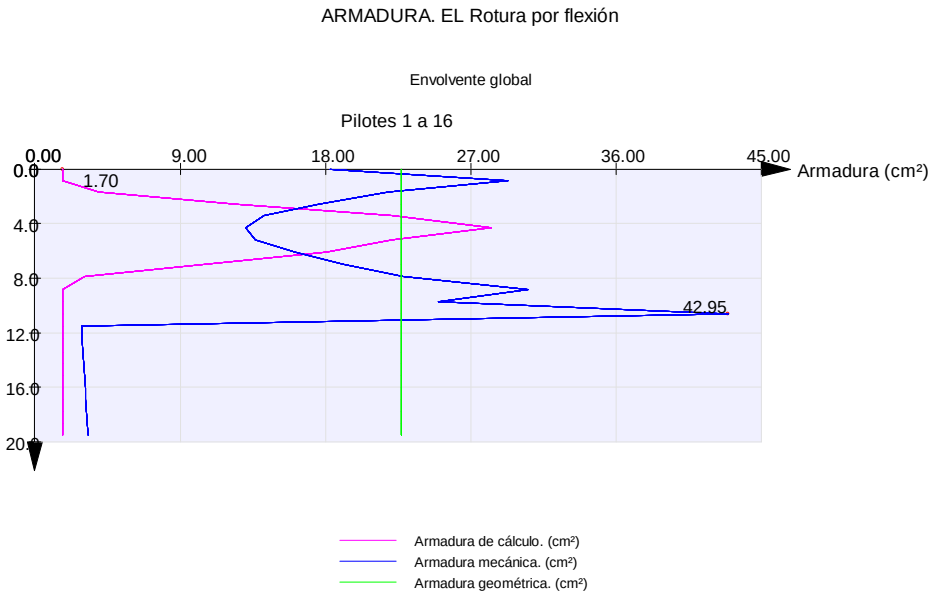
Criterio de signos:

Los axiles positivos comprimen al pilote.





8.1.2 Armaduras

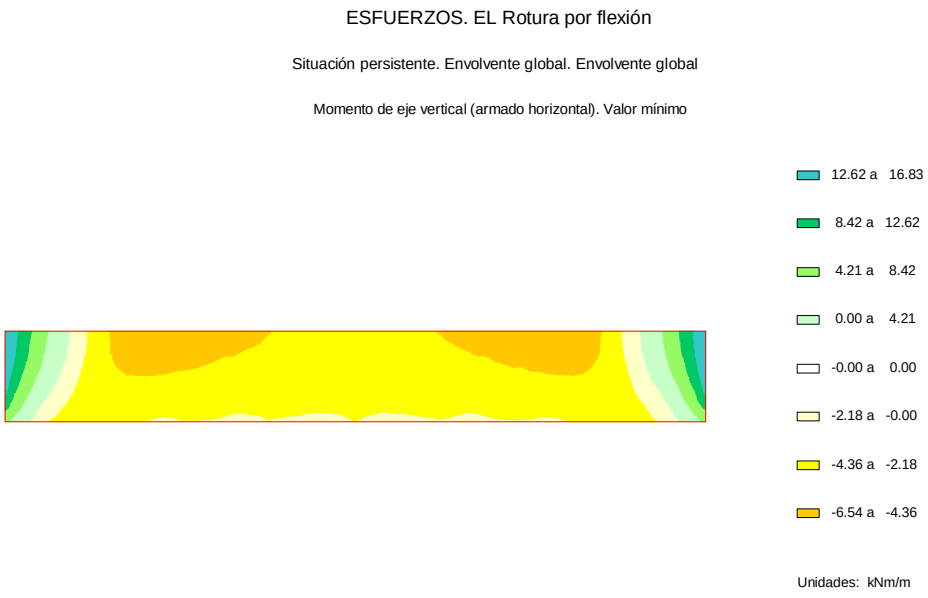


8.2 Espaldón

8.2.1 Esfuerzos de cálculo

Criterio de signos:

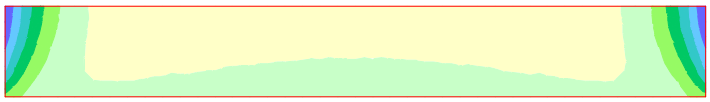
Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores positivos traccionan el trasdós del espaldón.



ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor máximo



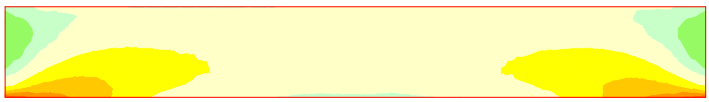
41.92 a 50.30
33.53 a 41.92
25.15 a 33.53
16.77 a 25.15
8.38 a 16.77
0.00 a 8.38
-0.00 a 0.00
-2.96 a -0.00

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor mínimo



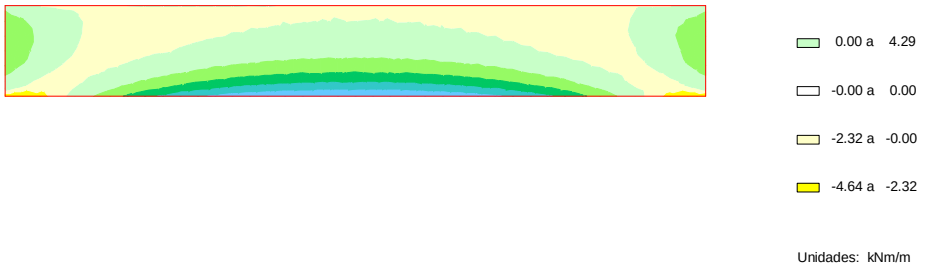
1.48 a 2.95
0.00 a 1.48
-0.00 a 0.00
-3.06 a -0.00
-6.13 a -3.06
-9.19 a -6.13
-12.26 a -9.19
-15.32 a -12.26

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor máximo



8.2.2 Armaduras

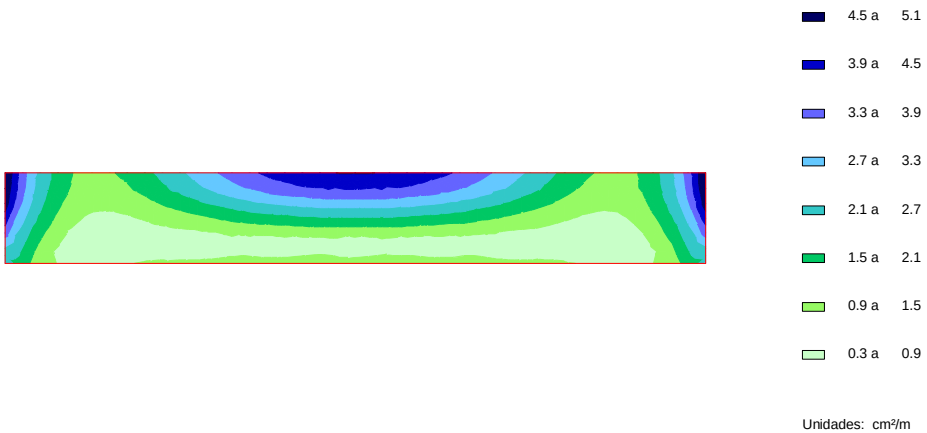
Cuantías de cálculo :

EL Rotura por flexión

Envolvente global

Espaldón. Armadura horizontal interior. cm²/m

Armaduras de cálculo

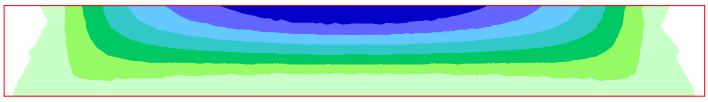


EL Rotura por flexión

Envolvente global

Espaldón. Armadura horizontal exterior. cm²/m

Armaduras de cálculo



4.7 a 5.5

3.9 a 4.7

3.1 a 3.9

2.3 a 3.1

1.6 a 2.3

0.8 a 1.6

0.0 a 0.8

-0.0 a 0.0

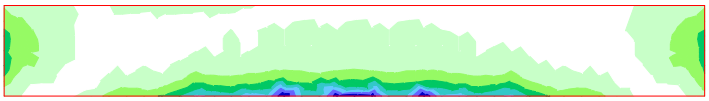
Unidades: cm²/m

EL Rotura por flexión

Envolvente global

Espaldón. Armadura vertical interior. cm²/m

Armaduras de cálculo



2.3 a 2.7

1.9 a 2.3

1.5 a 1.9

1.1 a 1.5

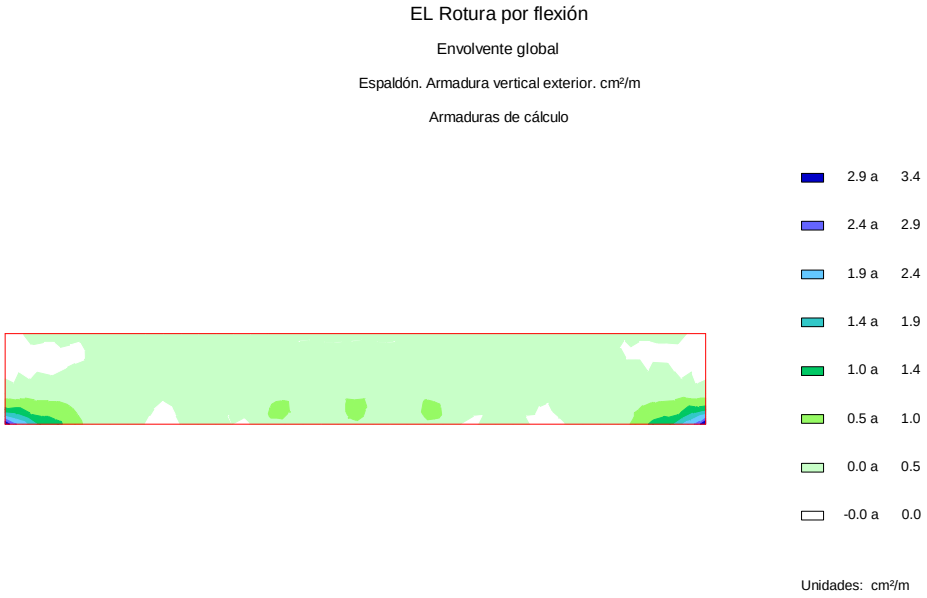
0.8 a 1.1

0.4 a 0.8

0.0 a 0.4

-0.0 a 0.0

Unidades: cm²/m



Cuantías máximas de cálculo :

Armadura horizontal en cara interior	:	5.1 cm^2/m
Armadura horizontal en cara exterior	:	5.5 cm^2/m
Armadura vertical en cara interior	:	2.7 cm^2/m
Armadura vertical en cara exterior	:	3.4 cm^2/m

Cuantías mecánicas :

Armadura horizontal en cara interior	:	5.4 cm^2/m
Armadura horizontal en cara exterior	:	5.3 cm^2/m
Armadura vertical en cara interior	:	5.8 cm^2/m
Armadura vertical en cara exterior	:	5.8 cm^2/m

Cuantías geométricas :

Armadura horizontal en cara interior	:	1.4 cm^2/m
Armadura horizontal en cara exterior	:	1.4 cm^2/m
Armadura vertical en cara interior	:	2.7 cm^2/m
Armadura vertical en cara exterior	:	2.7 cm^2/m

8.3 Cargadero

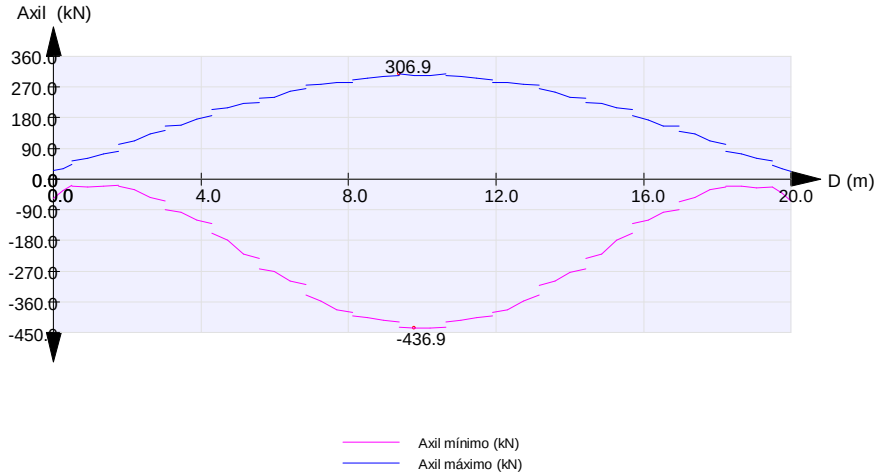
8.3.1 Esfuerzos de cálculo

Criterio de signos:

Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores de eje vertical positivos comprimen la cara posterior del cargadero.
Los flectores de eje horizontal positivos comprimen la cara superior del cargadero.

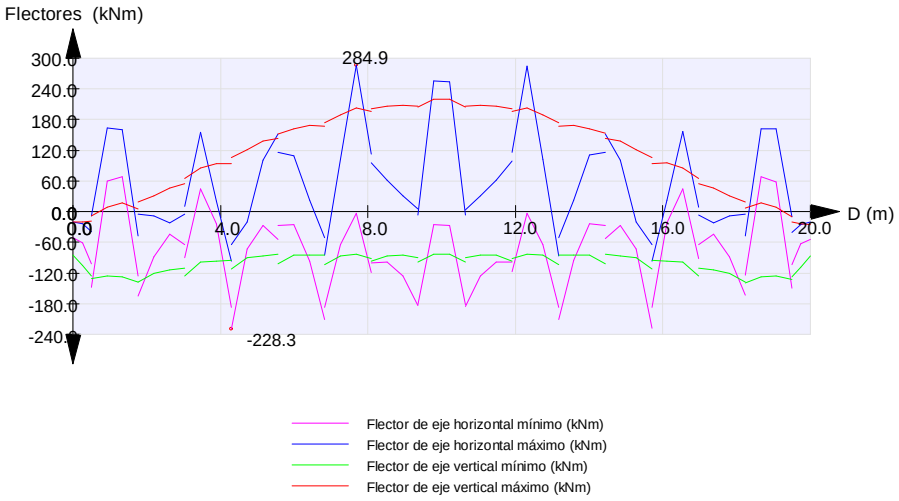
ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global



ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

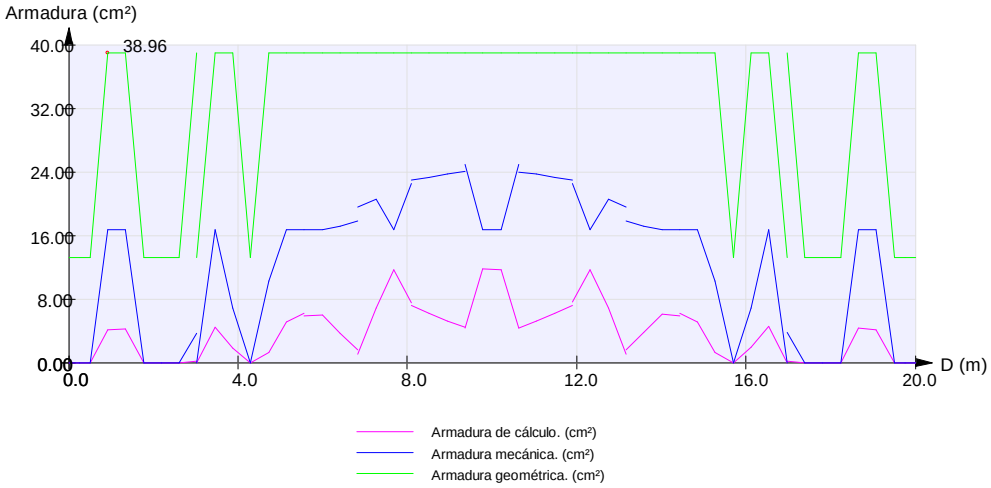


8.3.2 Armaduras

ARMADURA. EL Rotura por flexión

Envolvente global

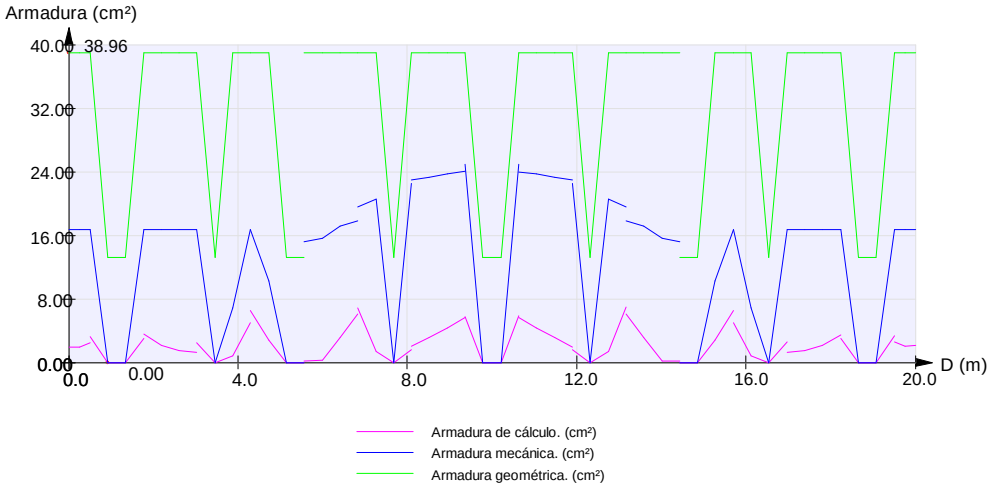
Armadura en la cara inferior

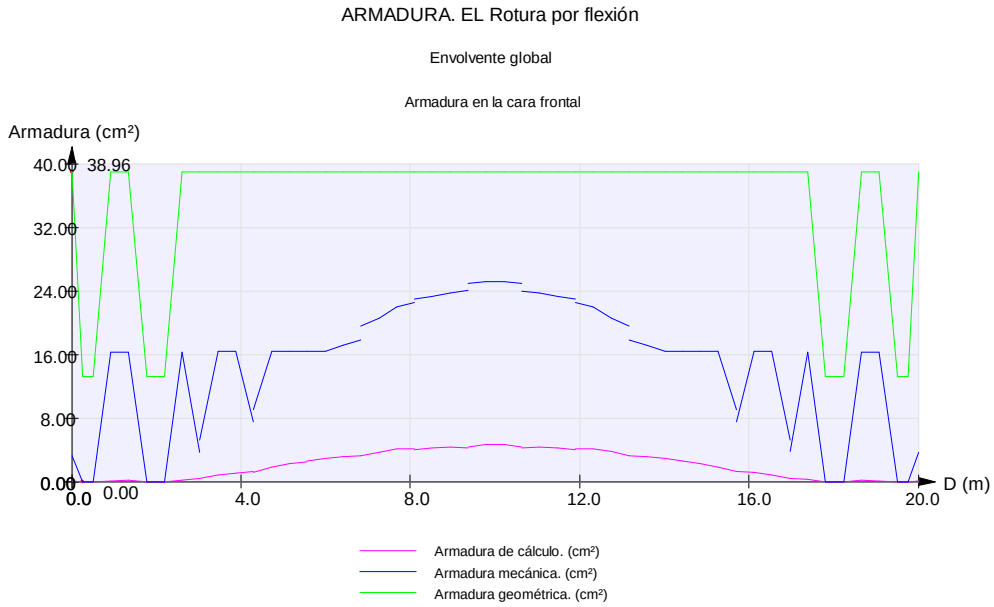


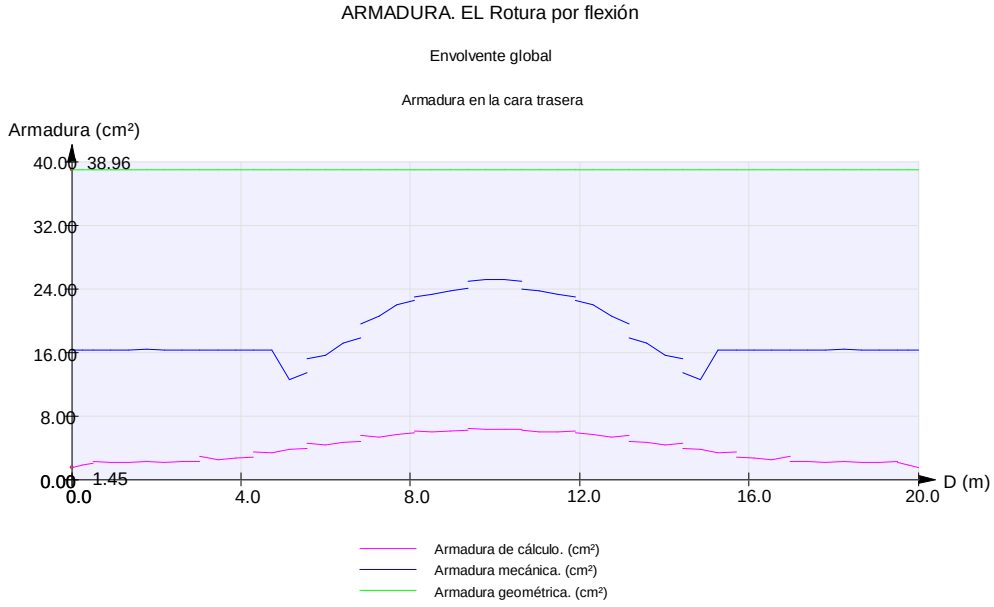
ARMADURA. EL Rotura por flexión

Envolvente global

Armadura en la cara superior







8.4 Aleta 1

8.4.1 Esfuerzos de cálculo

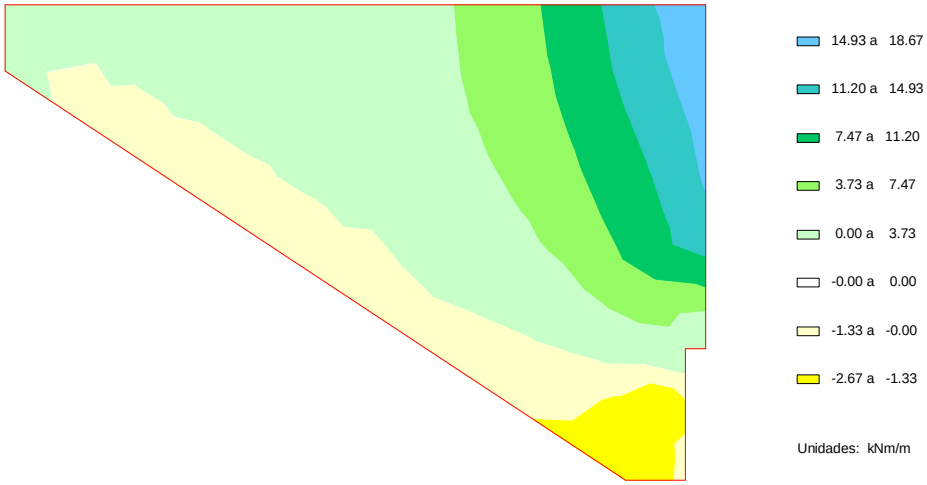
Criterio de signos:

Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores positivos traccionan la cara interior de la aleta.

ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

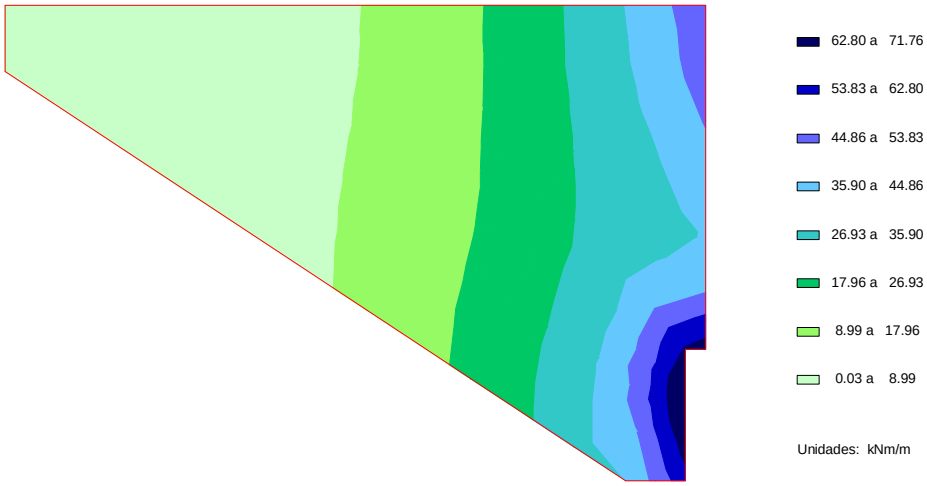
Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

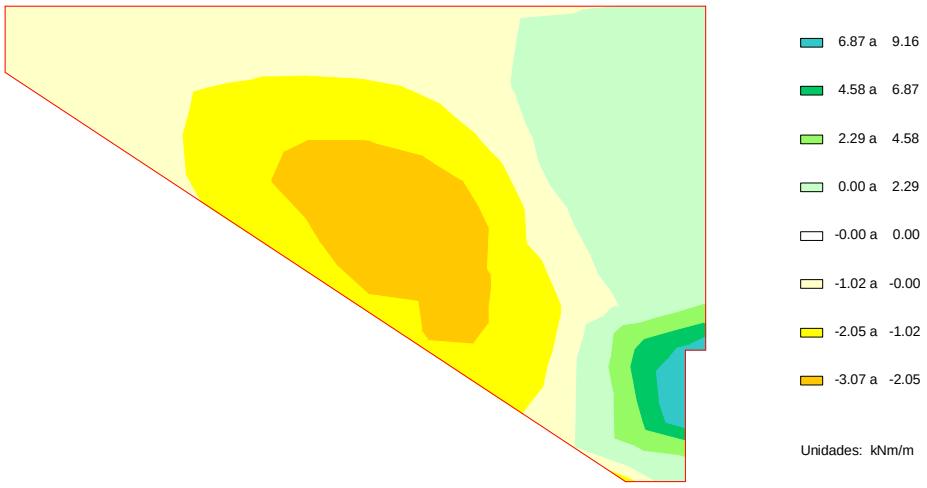
Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor máximo



ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

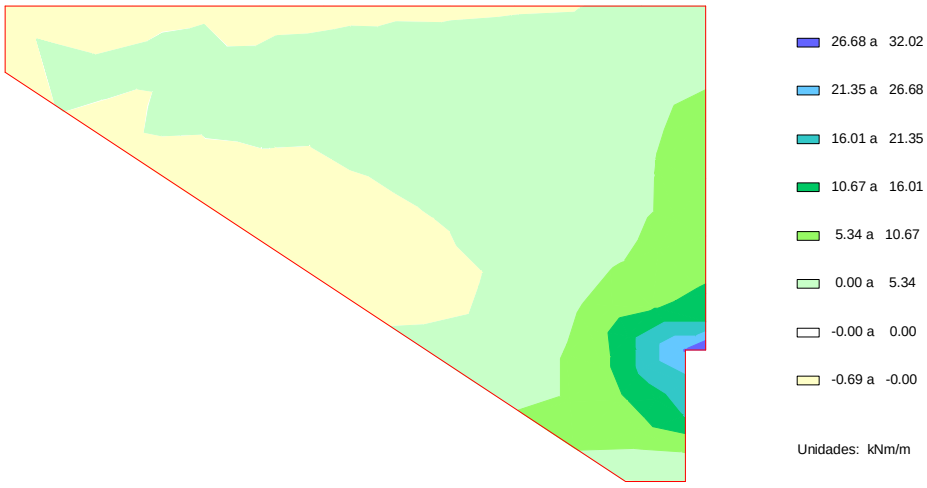
Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor máximo



8.4.2 Armaduras

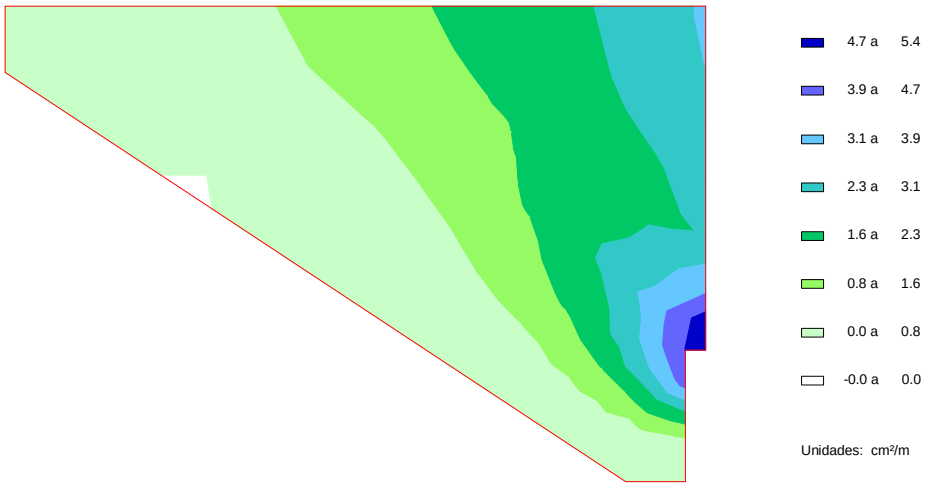
Cuantías de cálculo :

EL Rotura por flexión

Envolvente global

Aletas. Armadura horizontal interior. cm²/m

Armaduras de cálculo

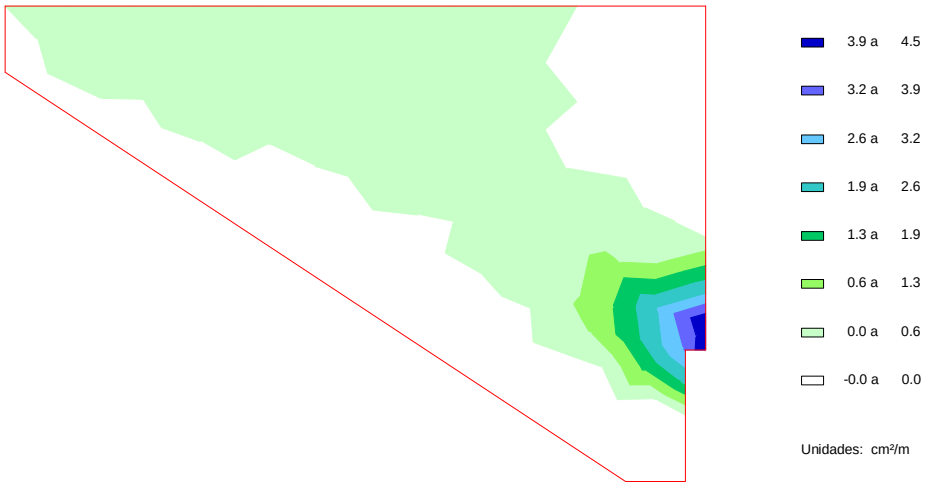


EL Rotura por flexión

Envolvente global

Aletas. Armadura horizontal exterior. cm²/m

Armaduras de cálculo

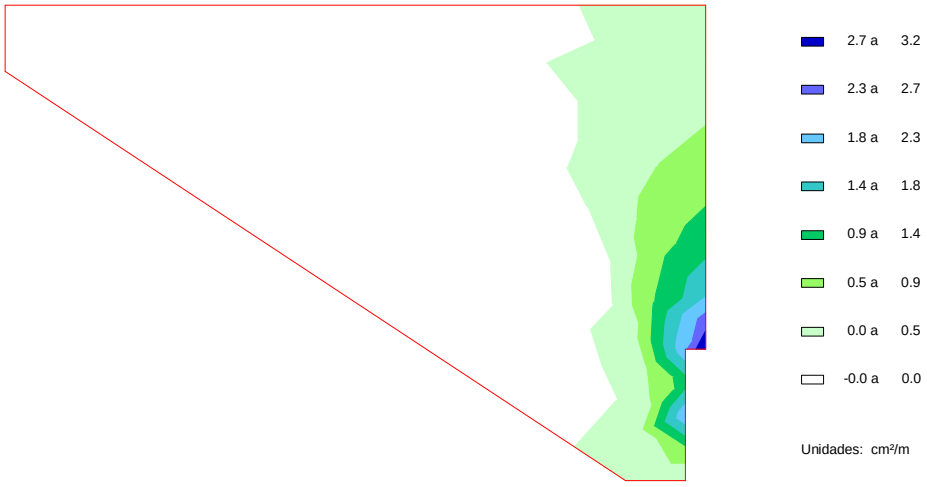


EL Rotura por flexión

Envolvente global

Aletas. Armadura vertical interior. cm²/m

Armaduras de cálculo

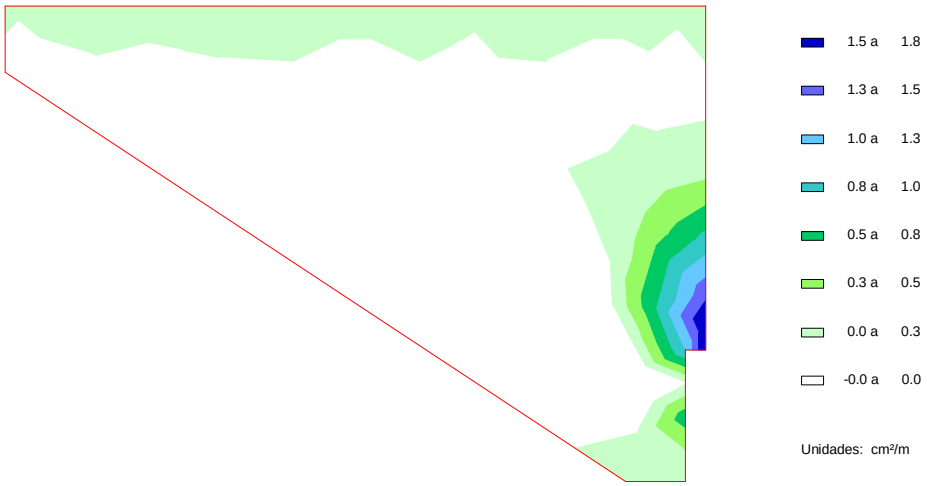


EL Rotura por flexión

Envolvente global

Aletas. Armadura vertical exterior. cm²/m

Armaduras de cálculo



Cuantías máximas de cálculo :

Voladizo aleta 1

Armadura horizontal en cara interior	:	5.4 cm^2/m
Armadura horizontal en cara exterior	:	4.5 cm^2/m
Armadura vertical en cara interior	:	3.2 cm^2/m
Armadura vertical en cara exterior	:	1.8 cm^2/m

Cuantías mecánicas :

Voladizo aleta 1

Armadura horizontal en cara interior	:	7.0 cm^2/m
Armadura horizontal en cara exterior	:	0.0 cm^2/m
Armadura vertical en cara interior	:	7.2 cm^2/m
Armadura vertical en cara exterior	:	7.2 cm^2/m

Cuantías geométricas :

Voladizo aleta 1

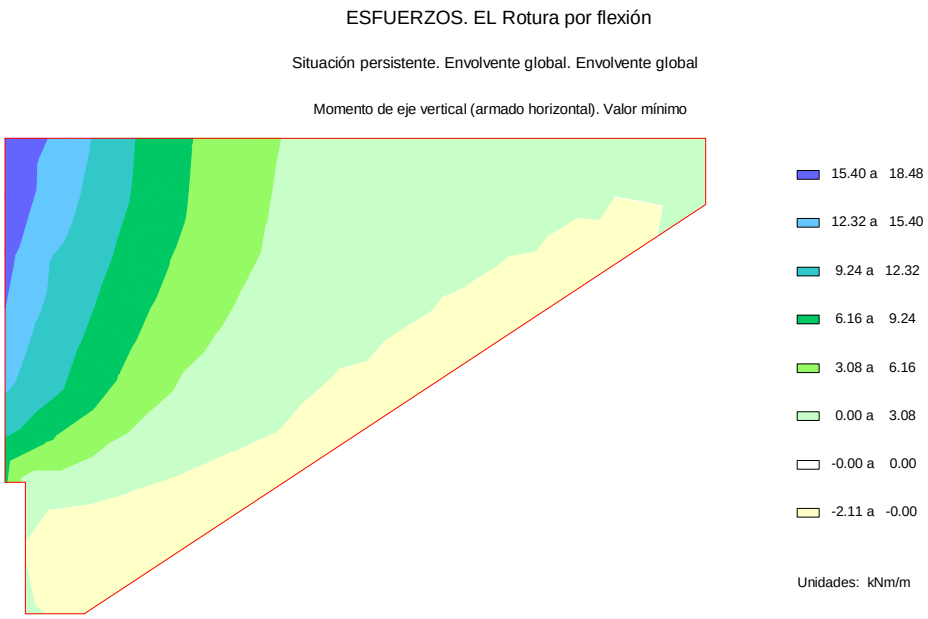
Armadura horizontal en cara interior	:	2.5 cm^2/m
Armadura horizontal en cara exterior	:	2.5 cm^2/m
Armadura vertical en cara interior	:	4.5 cm^2/m
Armadura vertical en cara exterior	:	4.5 cm^2/m

8.5 Aleta2

8.5.1 Esfuerzos de cálculo

Criterio de signos:

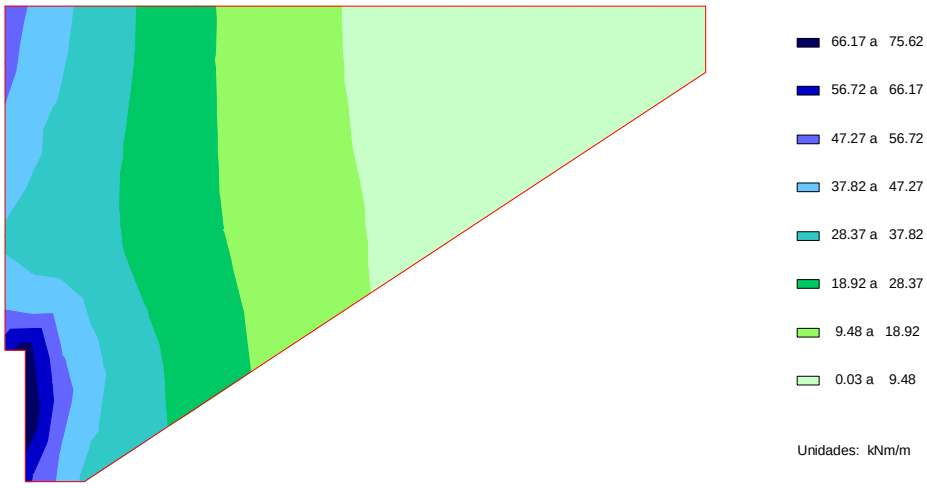
Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores positivos traccionan la cara interior de la aleta.



ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

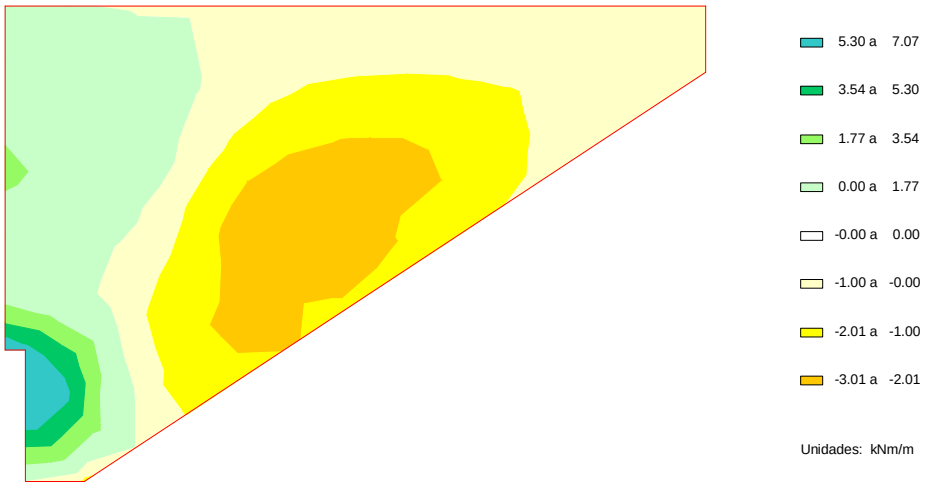
Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor máximo

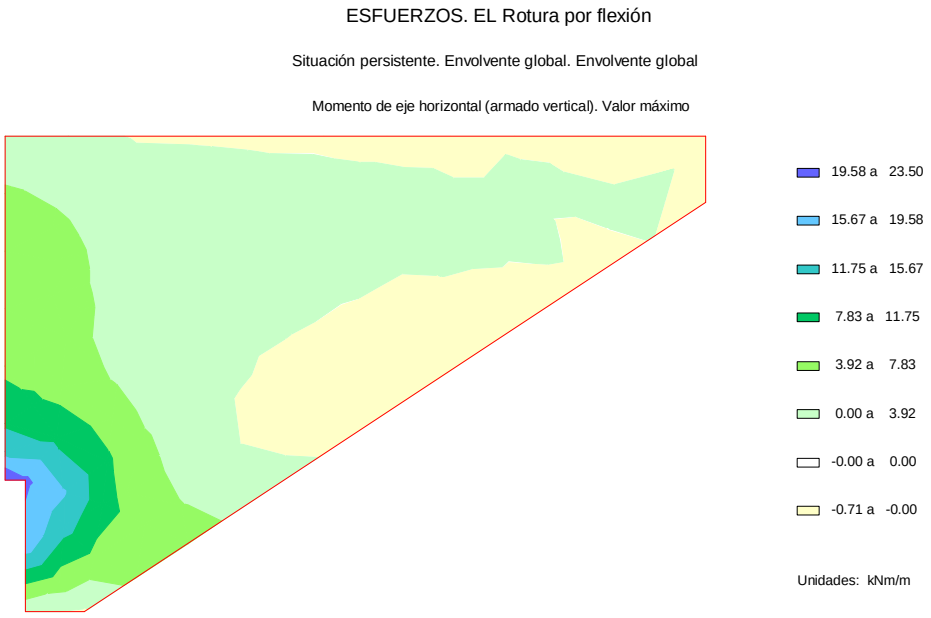


ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

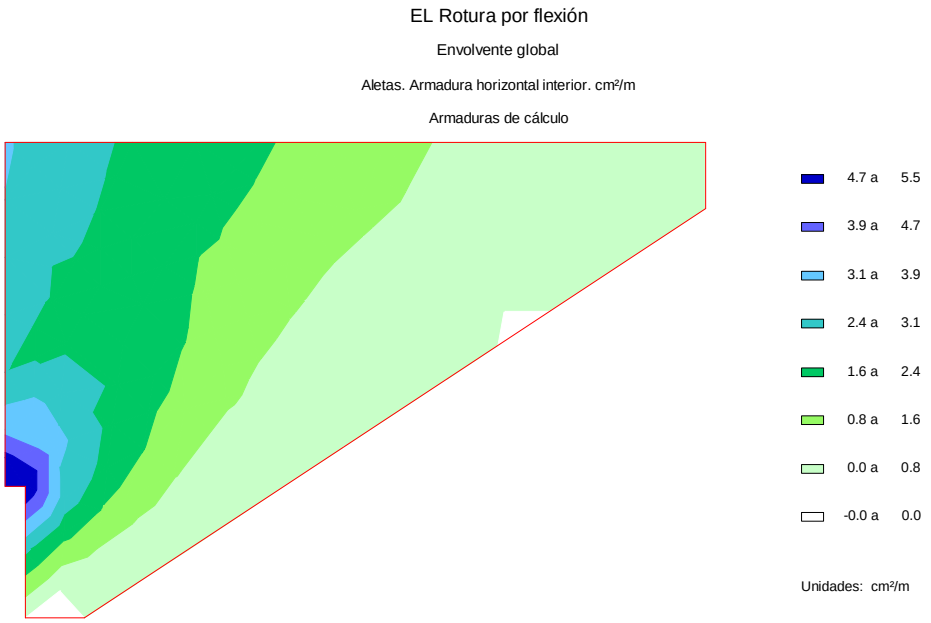
Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor mínimo





8.5.2 Armaduras

Cuantías de cálculo :

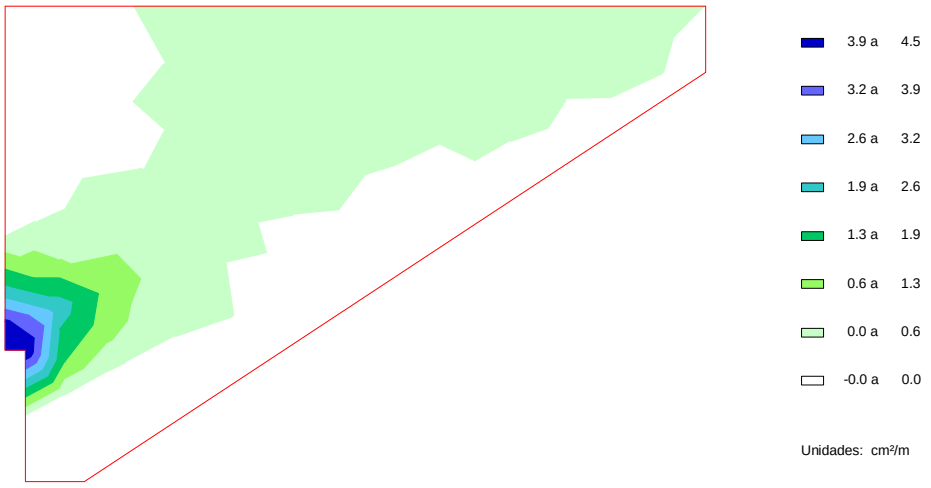


EL Rotura por flexión

Envolvente global

Aletas. Armadura horizontal exterior. cm²/m

Armaduras de cálculo

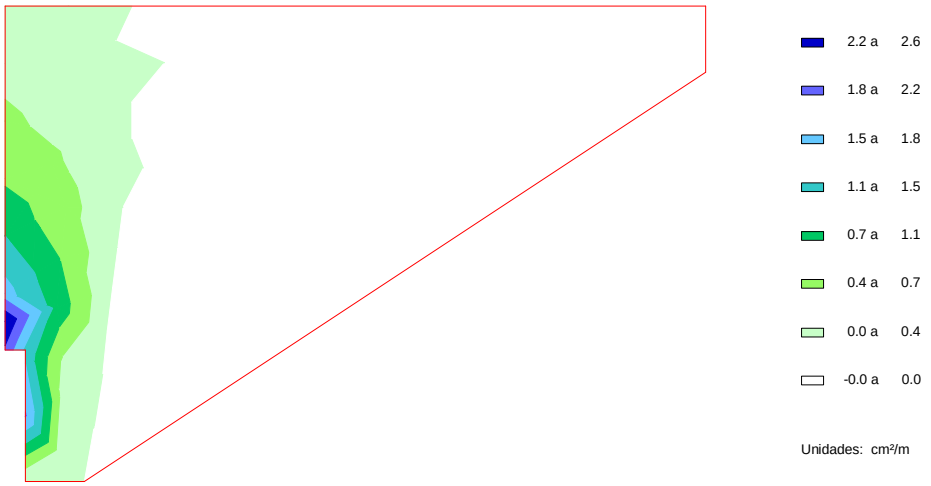


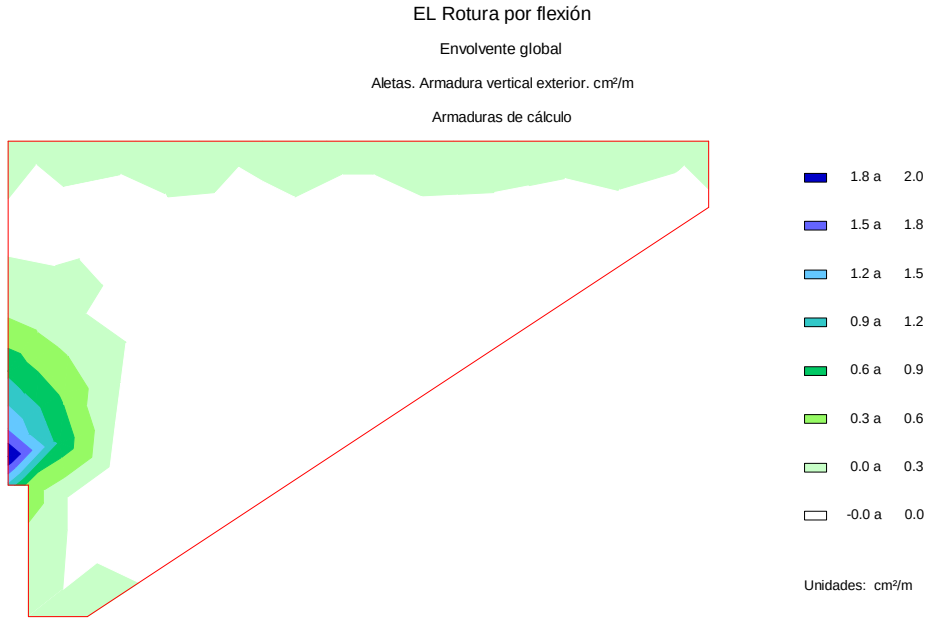
EL Rotura por flexión

Envolvente global

Aletas. Armadura vertical interior. cm²/m

Armaduras de cálculo





Cuantías máximas de cálculo :

Voladizo aleta 2

Armadura horizontal en cara interior	:	5.5 cm^2/m
Armadura horizontal en cara exterior	:	4.5 cm^2/m
Armadura vertical en cara interior	:	2.6 cm^2/m
Armadura vertical en cara exterior	:	2.0 cm^2/m

Cuantías mecánicas :

Voladizo aleta 2

Armadura horizontal en cara interior	:	6.9 cm^2/m
Armadura horizontal en cara exterior	:	0.0 cm^2/m
Armadura vertical en cara interior	:	7.2 cm^2/m
Armadura vertical en cara exterior	:	7.2 cm^2/m

Cuantías geométricas :

Voladizo aleta 2

Armadura horizontal en cara interior	:	2.5 cm^2/m
Armadura horizontal en cara exterior	:	2.5 cm^2/m
Armadura vertical en cara interior	:	4.5 cm^2/m
Armadura vertical en cara exterior	:	4.5 cm^2/m

8.6 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Aleta 1. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Aleta 2. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Cargadero. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Pilotes. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Espaldón. Verifica la comprobación.

Pilotes :

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Pilotes. Verifica la comprobación.

Espaldón

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Espaldón. Verifica la comprobación.

Cargadero

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Cargadero. Verifica la comprobación.

Aleta 1 :

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Aleta 1. Verifica la comprobación.

Aleta 2 :

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Aleta 2. Verifica la comprobación.

9 ESTADO LíMITE DE TORSIóN

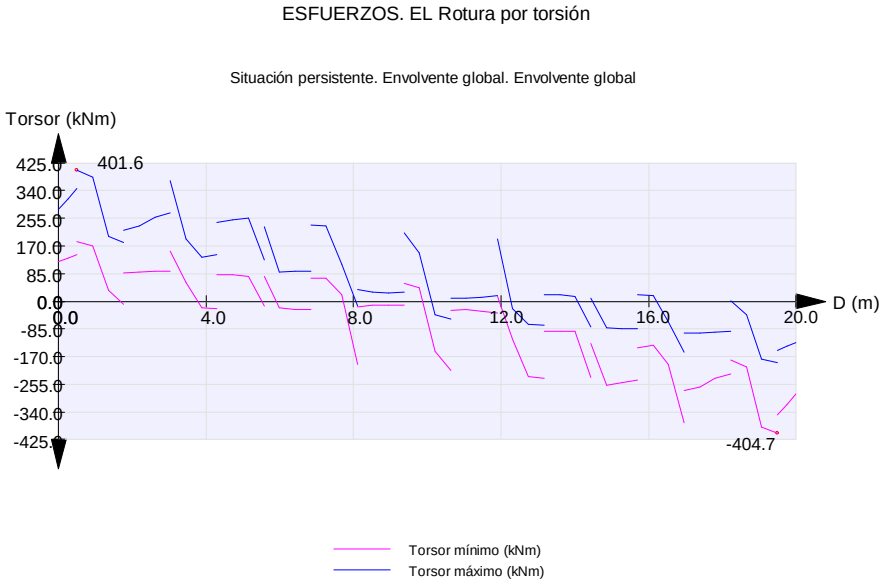
9.1 Cargadero

9.1.1 Esfuerzos de cálculo

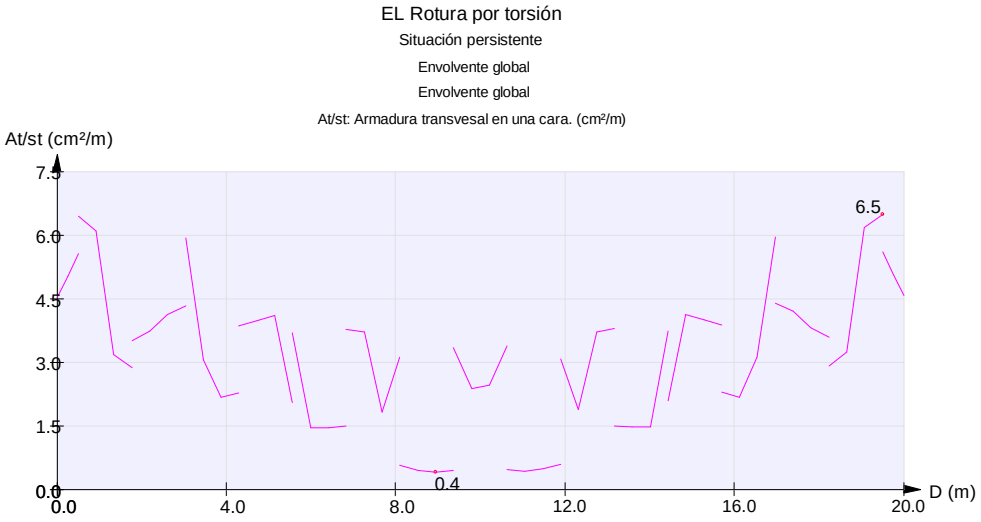
D : Distancia al inicio del cargadero (m)

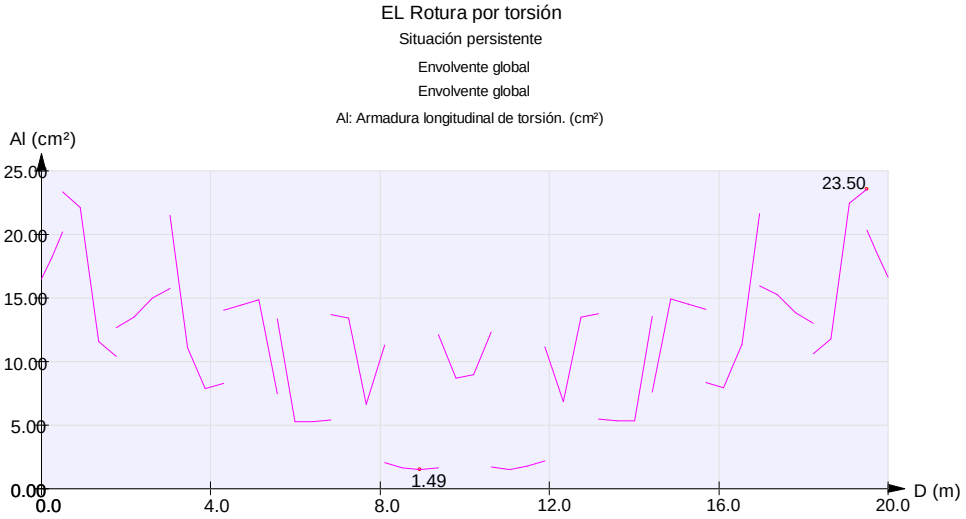
Criterio de signos:

Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores de eje vertical positivos comprimen la cara posterior del cargadero.
Los flectores de eje horizontal positivos comprimen la cara superior del cargadero.



9.1.2 Dimensionamiento de armaduras





9.2 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Cargadero. Verifica la comprobación.

Muro frontal :

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Cargadero. Verifica la comprobación.

10 ESTADO LíMITE DE FISURACIóN

10.1 Pilotes

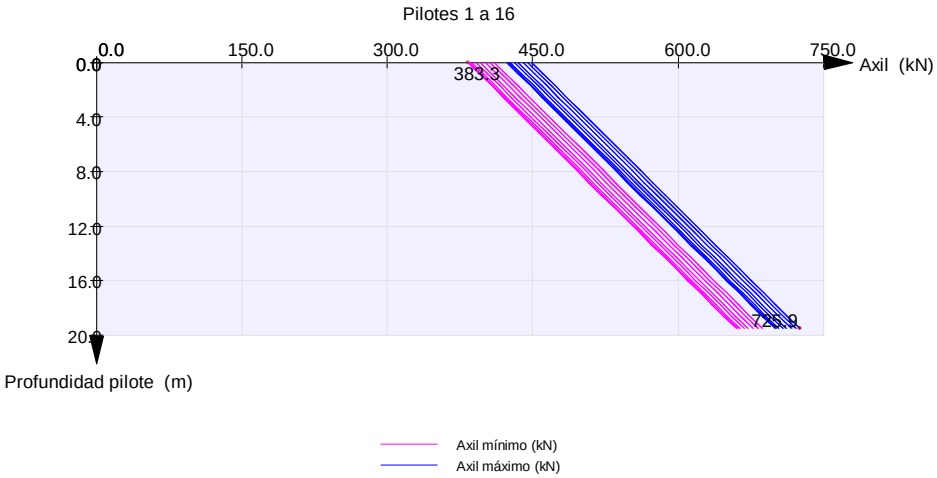
10.1.1 Esfuerzos de cálculo

Criterio de signos:

Los axiles positivos comprimen al pilote.

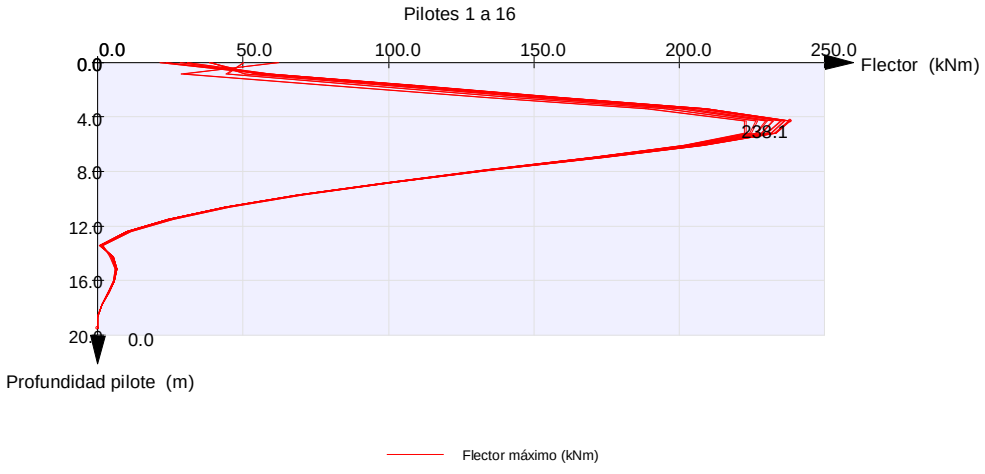
ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio



ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio



10.1.2 Cálculo de E.L. de fisuración

Pilotes. Armadura longitudinal principal

Recubrimiento geométrico: 0.070 m

Capa	Recubrimiento mecánico (m)
1	0.100

Zona A

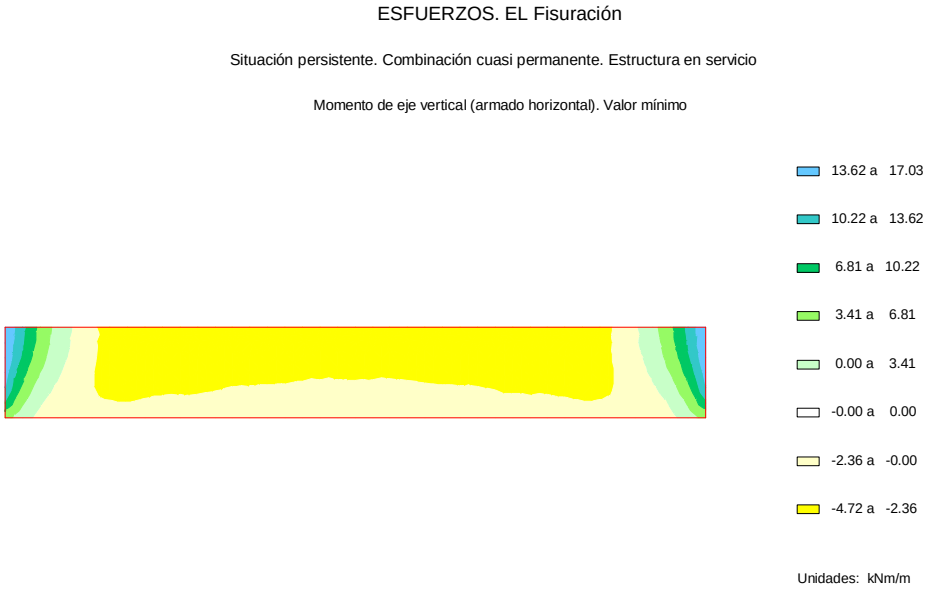
Hipótesis	Axil (kN)	Flector (kNm)	Arm. dispuesta	Abertura de fisura (mm)	Abertura admisible (mm)	Cumple
1	383.3	21.4	9 Ø25 a 0.250 m	0.00	0.30	Sí
2	725.9	0.0	9 Ø25 a 0.250 m	0.00	0.30	Sí
3	484.4	238.1	9 Ø25 a 0.250 m	0.02	0.30	Sí

10.2 Espaldón

10.2.1 Esfuerzos de cálculo

Criterio de signos:

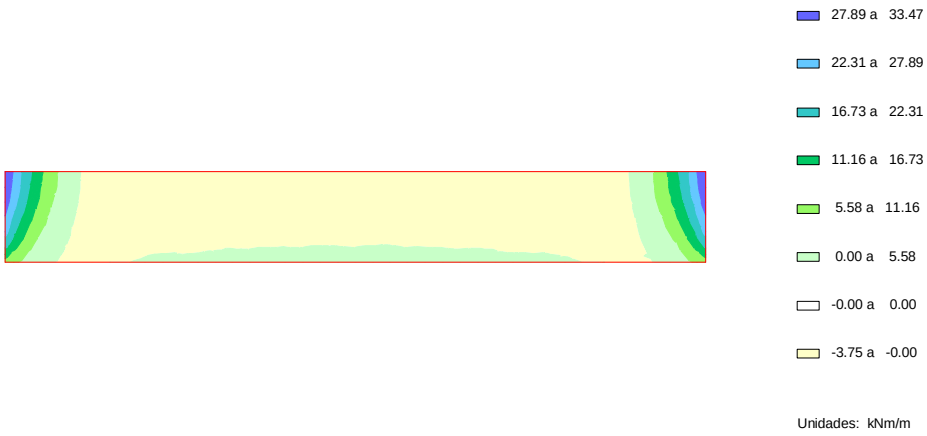
Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores positivos traccionan el trasdós del espaldón.



ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

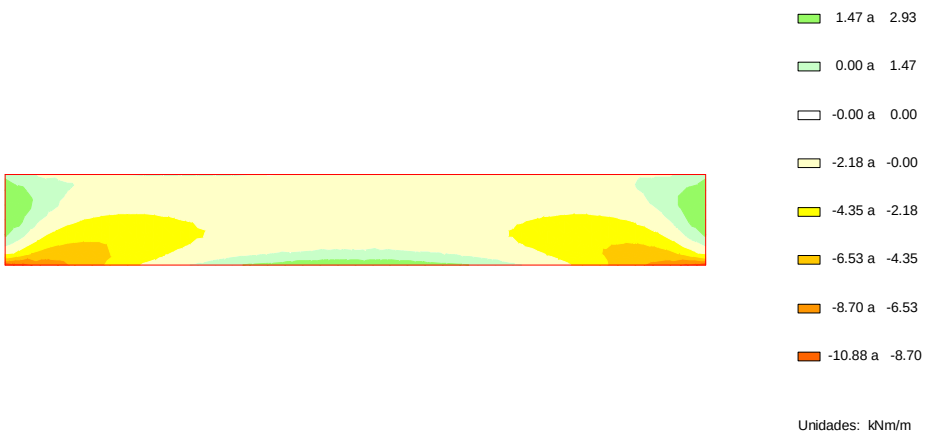
Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor máximo



ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

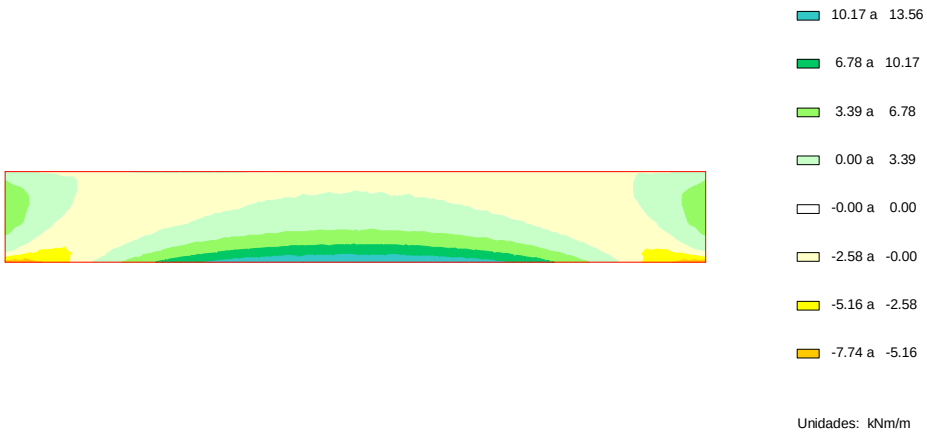
Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor máximo



10.2.2 Cálculo de E.L. de fisuración

Espaldón. Armadura vertical. Cara trasera

Recubrimiento mecánico:	0.075	m
Recubrimiento geométrico:	0.065	m

Hipótesis	Ancho (m)	Canto (m)	As. flexión Vertical interior (cm^2)	As. flexión Vertical exterior (cm^2)	Arm. dispuesta	N_k (kN)	M_k (kNm)	w_k (mm)	w_{ac} (mm)
1	1.000	0.300	5.85	5.81	6 Ø12 a 0.175 m	-76.5	-3.9	0.02	0.3
2	1.000	0.300	5.85	5.81	6 Ø12 a 0.175 m	45.2	13.5	0.04	0.3
3	1.000	0.300	5.85	5.81	6 Ø12 a 0.175 m	38.7	13.6	0.05	0.3
4	1.000	0.300	5.85	5.81	6 Ø12 a 0.175 m	39.1	13.6	0.05	0.3

w_k: abertura de fisura en la fibra de la vertical interior

El momento positivo comprime la fibra de la vertical exterior

Sí cumple.

Espaldón. Armadura horizontal. Cara trasera

Recubrimiento mecánico:	0.055	m
Recubrimiento geométrico:	0.045	m

Hipótesis	Ancho (m)	Canto (m)	As. flexión Horizontal interior (cm^2)	As. flexión Horizontal exterior (cm^2)	Arm. dispuesta	N_k (kN)	M_k (kNm)	w_k (mm)
1	1.000	0.300	5.41	5.45	5 Ø12 a 0.200 m	-292.0	-2.9	0.20
2	1.000	0.300	5.41	5.45	5 Ø12 a 0.200 m	81.7	-1.1	0.00
3	1.000	0.300	5.41	5.45	5 Ø12 a 0.200 m	-10.1	33.5	0.18
4	1.000	0.300	5.41	5.45	5 Ø12 a 0.200 m	-10.1	33.5	0.18

w_k: abertura de fisura en la fibra de la horizontal interior

El momento positivo comprime la fibra de la horizontal exterior

Sí cumple.

Espaldón. Armadura vertical. Cara frontal

Recubrimiento mecánico:	0.075	m
Recubrimiento geométrico:	0.065	m

Hipótesis	Ancho (m)	Canto (m)	As. flexión Vertical interior (cm^2)	As. flexión Vertical exterior (cm^2)	Arm. dispuesta	N_k (kN)	M_k (kNm)	w_k (mm)	w_{ac} (mm)
1	1.000	0.300	5.85	5.81	6 Ø12 a 0.175 m	-76.5	-3.9	0.08	0.3
2	1.000	0.300	5.85	5.81	6 Ø12 a 0.175 m	45.2	13.5	0.00	0.3
3	1.000	0.300	5.85	5.81	6 Ø12 a 0.175 m	-74.7	-10.9	0.11	0.3
4	1.000	0.300	5.85	5.81	6 Ø12 a 0.175 m	-70.6	-10.9	0.11	0.3

w_k: abertura de fisura en la fibra de la vertical exterior

El momento positivo comprime la fibra de la vertical exterior

Sí cumple.

Espaldón. Armadura horizontal. Cara frontal

Recubrimiento mecánico:	0.055	m
Recubrimiento geométrico:	0.045	m

Hipótesis	Ancho (m)	Canto (m)	As. flexión Horizontal interior (cm^2)	As. flexión Horizontal exterior (cm^2)	Arm. dispuesta	N_k (kN)	M_k (kNm)	w_k (mm)
1	1.000	0.300	5.41	5.45	5 Ø12 a 0.200 m	-292.0	-2.9	0.23
2	1.000	0.300	5.41	5.45	5 Ø12 a 0.200 m	81.7	-1.1	0.00
3	1.000	0.300	5.41	5.45	5 Ø12 a 0.200 m	-156.8	-4.7	0.13
4	1.000	0.300	5.41	5.45	5 Ø12 a 0.200 m	-149.5	-4.7	0.13

w_k: abertura de fisura en la fibra de la horizontal exterior

El momento positivo comprime la fibra de la horizontal exterior

Sí cumple.

10.3 Cargadero

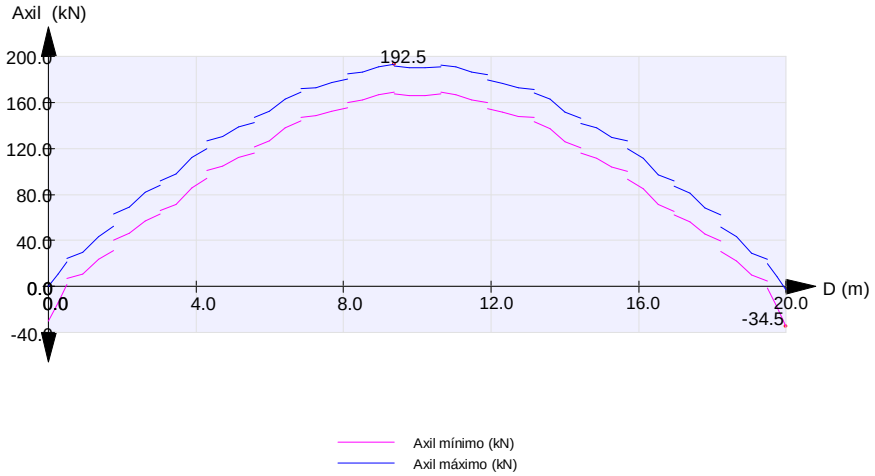
10.3.1 Esfuerzos de cálculo

Criterio de signos:

Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores de eje vertical positivos comprimen la cara posterior del cargadero.
Los flectores de eje horizontal positivos comprimen la cara superior del cargadero.

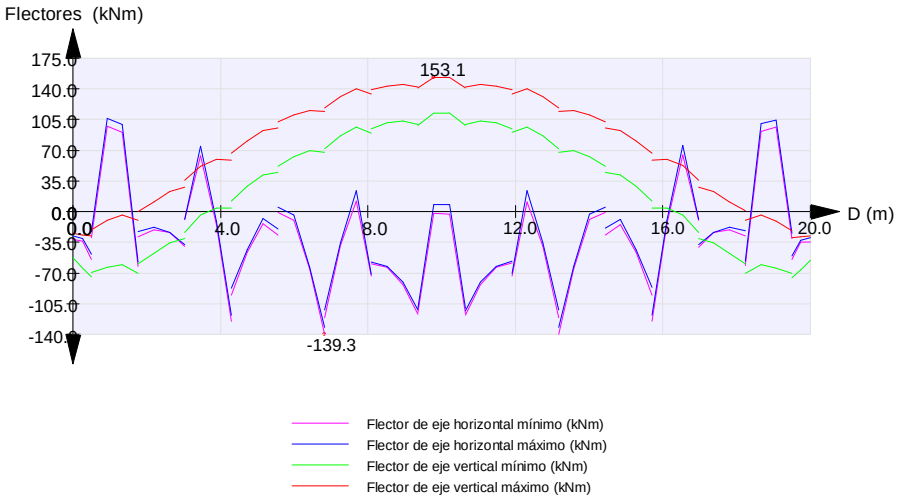
ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio



ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio



10.3.2 Cálculo de E.L. de fisuración

Armadura del despiece

Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara inferior : 9 Ø25
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara superior : 9 Ø25
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara interior : Ø25 a 0.100
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara exterior : Ø25 a 0.100

10.3.2.1 Resultados del cálculo por secciones

Hip.	Id.	N	$M_{y'}$	$M_{z'}$	w_k	w_k admisible

		(kN)	(kNm)	(kNm)	(mm)	(mm)	
1	Sec. 1	0.0	-28.3	-52.7	1000000.00	0.30	No cumple
2	Sec. 2	0.0	-33.3	-64.1	1000000.00	0.30	No cumple
3	Sec. 3	0.0	-29.8	-69.3	1000000.00	0.30	No cumple
4	Sec. 4	0.0	104.7	-63.5	1000000.00	0.30	No cumple
5	Sec. 5	0.0	98.6	-60.4	1000000.00	0.30	No cumple
6	Sec. 6	0.0	-29.0	-59.0	1000000.00	0.30	No cumple
7	Sec. 7	0.0	0.0	-47.2	1000000.00	0.30	No cumple
8	Sec. 8	0.0	-23.7	-35.1	1000000.00	0.30	No cumple
9	Sec. 9	0.0	0.0	35.3	1000000.00	0.30	No cumple
10	Sec. 10	0.0	74.2	49.5	1000000.00	0.30	No cumple
11	Sec. 11	0.0	0.0	59.3	1000000.00	0.30	No cumple
12	Sec. 12	0.0	-95.4	64.3	1000000.00	0.30	No cumple
13	Sec. 13	0.0	-44.6	80.1	1000000.00	0.30	No cumple
14	Sec. 14	0.0	0.0	92.1	1000000.00	0.30	No cumple
15	Sec. 15	0.0	0.0	102.2	1000000.00	0.30	No cumple
16	Sec. 16	0.0	0.0	110.4	1000000.00	0.30	No cumple
17	Sec. 17	146.1	-64.1	115.5	1000000.00	0.30	No cumple
18	Sec. 18	147.1	-120.9	115.5	1000000.00	0.30	No cumple
19	Sec. 19	157.0	-38.9	130.8	1000000.00	0.30	No cumple
20	Sec. 20	161.5	0.0	140.1	1000000.00	0.30	No cumple
21	Sec. 21	169.4	-59.5	138.6	1000000.00	0.30	No cumple
22	Sec. 22	171.7	-63.5	143.0	1000000.00	0.30	No cumple
23	Sec. 23	176.0	-80.8	144.8	1000000.00	0.30	No cumple
24	Sec. 24	166.9	-115.0	138.2	1000000.00	0.30	No cumple
25	Sec. 25	175.4	0.0	153.1	1000000.00	0.30	No cumple
26	Sec. 26	175.4	0.0	153.0	1000000.00	0.30	No cumple
27	Sec. 27	168.5	-117.4	138.9	1000000.00	0.30	No cumple
28	Sec. 28	175.9	-80.8	144.8	1000000.00	0.30	No cumple
29	Sec. 29	171.4	-63.2	143.0	1000000.00	0.30	No cumple
30	Sec. 30	164.4	-72.9	134.0	1000000.00	0.30	No cumple
31	Sec. 31	161.2	0.0	140.1	1000000.00	0.30	No cumple
32	Sec. 32	156.7	-39.2	130.8	1000000.00	0.30	No cumple
33	Sec. 33	143.4	-139.2	111.1	1000000.00	0.30	No cumple
34	Sec. 34	145.6	-63.8	115.5	1000000.00	0.30	No cumple
35	Sec. 35	0.0	0.0	110.5	1000000.00	0.30	No cumple
36	Sec. 36	0.0	-26.7	95.5	1000000.00	0.30	No cumple
37	Sec. 37	0.0	0.0	92.1	1000000.00	0.30	No cumple
38	Sec. 38	0.0	-44.6	80.1	1000000.00	0.30	No cumple
39	Sec. 39	0.0	-124.6	55.9	1000000.00	0.30	No cumple
40	Sec. 40	0.0	0.0	59.4	1000000.00	0.30	No cumple
41	Sec. 41	0.0	74.8	49.6	1000000.00	0.30	No cumple
42	Sec. 42	0.0	-39.9	-28.6	1000000.00	0.30	No cumple
43	Sec. 43	0.0	-23.5	-35.1	1000000.00	0.30	No cumple
44	Sec. 44	0.0	0.0	-47.1	1000000.00	0.30	No cumple
45	Sec. 45	0.0	-60.9	-70.3	1000000.00	0.30	No cumple
46	Sec. 46	0.0	99.7	-60.3	1000000.00	0.30	No cumple
47	Sec. 47	0.0	103.9	-63.8	1000000.00	0.30	No cumple
48	Sec. 48	0.0	-54.7	-75.4	1000000.00	0.30	No cumple
49	Sec. 49	0.0	-34.5	-65.8	1000000.00	0.30	No cumple
50	Sec. 50	0.0	-30.5	-55.0	1000000.00	0.30	No cumple

Hip.	Id.	Armadura resultante
1	Sec. 1	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
2	Sec. 2	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
3	Sec. 3	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
4	Sec. 4	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
5	Sec. 5	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
6	Sec. 6	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
7	Sec. 7	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
8	Sec. 8	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
9	Sec. 9	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
10	Sec. 10	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
11	Sec. 11	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
12	Sec. 12	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
13	Sec. 13	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
14	Sec. 14	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25

15	Sec. 15	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
16	Sec. 16	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
17	Sec. 17	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
18	Sec. 18	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
19	Sec. 19	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
20	Sec. 20	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
21	Sec. 21	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
22	Sec. 22	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
23	Sec. 23	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
24	Sec. 24	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
25	Sec. 25	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
26	Sec. 26	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
27	Sec. 27	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
28	Sec. 28	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
29	Sec. 29	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
30	Sec. 30	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
31	Sec. 31	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
32	Sec. 32	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
33	Sec. 33	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
34	Sec. 34	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
35	Sec. 35	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
36	Sec. 36	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
37	Sec. 37	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
38	Sec. 38	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
39	Sec. 39	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
40	Sec. 40	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
41	Sec. 41	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
42	Sec. 42	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
43	Sec. 43	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
44	Sec. 44	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
45	Sec. 45	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
46	Sec. 46	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
47	Sec. 47	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
48	Sec. 48	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
49	Sec. 49	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
50	Sec. 50	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25

10.3.2.2 Resultados del cálculo en la sección más desfavorable

Sección más desfavorable: Sec. 27

Condicionantes de las armaduras

Armadura	$As_{flexión}$ (cm^2)	$\phi_{mín.}$ (mm)	$\phi_{máx.}$ (mm)	$Sep._{mín.}$ (mm)	$Sep._{máx.}$ (mm)
1	54.88	25.0	25.0	175	175
2	54.88	25.0	25.0	175	175
3	38.96	25.0	25.0	100	100
4	38.96	25.0	25.0	100	100

Esfuerzos de cálculo :

Hipótesis	N (kN)	$M_{y'}$ (kNm)	$M_{z'}$ (kNm)
1	168.5	-117.4	138.9
2	192.4	-112.7	102.1
3	182.9	-116.9	99.4
4	178.0	-113.2	141.6

Armadura de la sección

Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara inferior :	9 Ø25
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara superior :	9 Ø25

Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara interior :	9 Ø25
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara exterior :	8 Ø25

Resultados de la hipótesis pésima

La hipótesis pésima es la hipótesis 1

Esfuerzos de cálculo :

N 168.5 kN
$M_{y'}$ -117.4 kNm
$M_{z'}$ 138.9 kNm

Parámetros de cálculo :

Esfuerzos de fisuración :

N_{fis} 0.0 kN
$M_{y' fis}$ 0.0 kNm
$M_{z' fis}$ 0.0 kNm

Coeficiente β	:	1.700	
Coeficiente K_1	:	0.000	
Coeficiente K_2	:	0.500	
Recubrimiento geométrico, C	:	0	mm
Separación armaduras, S	:	0	mm
Área eficaz, $A_{c, ef}$	:	0.0	mm^2
Área de armadura en $A_{c, ef}$	:	0.0	mm^2
Diámetro, ϕ	:	0	mm
Separación media fisuras, s_m	:	0	mm
Tensión en la armadura más traccionada, σ_s	:	0.00	MPa
Tensión armadura en fisuración, σ_{sr}	:	0.00	MPa
Deformación media, ε_{sm}	:	0.00000	
Abertura de fisura admisible	:	0.30	mm

Abertura de fisura, w_k: 1000000.00 mm

10.4 Aleta 1

10.4.1 Esfuerzos de cálculo

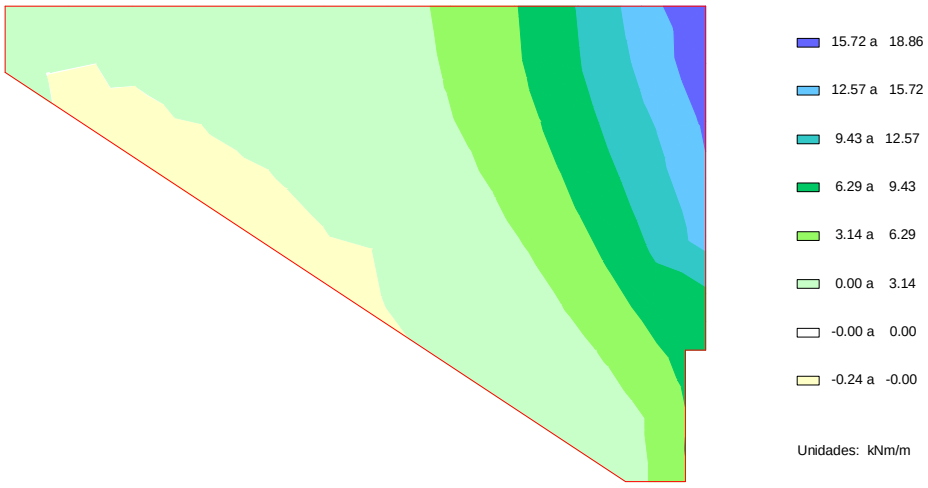
Criterio de signos:

Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores positivos traccionan la cara interior de la aleta.

ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

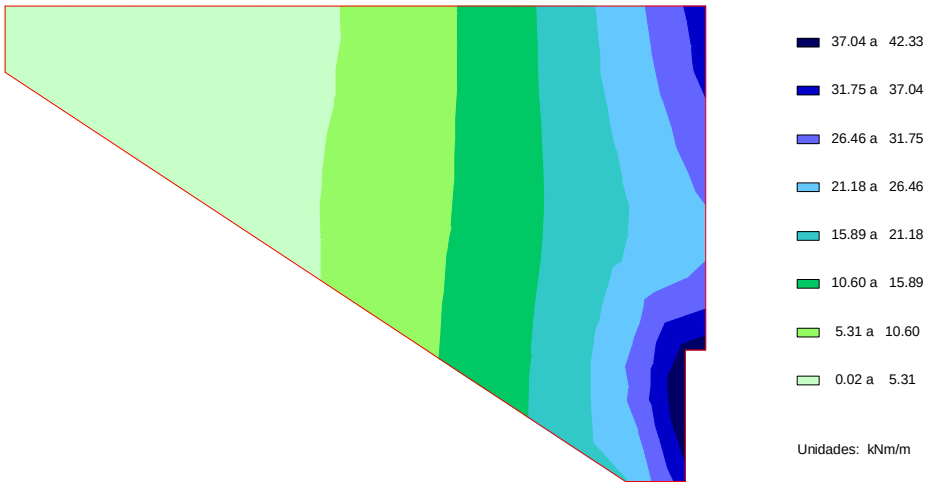
Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

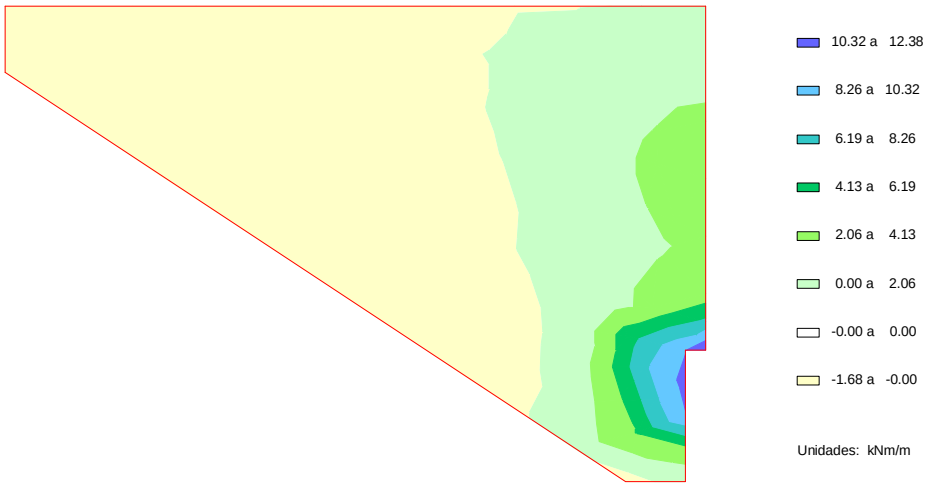
Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor máximo



ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

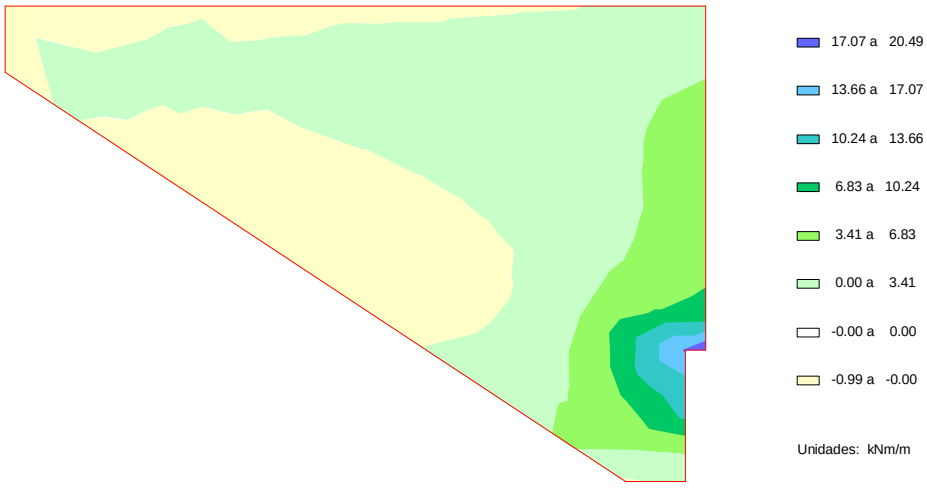
Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor máximo



10.4.2 Cálculo de E.L. de fisuración

Aleta 1. Voladizo. Armadura vertical. Cara exterior.

Recubrimiento mecánico:	0.075	m
Recubrimiento geométrico:	0.065	m

Hipótesis	Ancho (m)	Canto (m)	As. flexión Vertical interior (cm^2)	As. flexión Vertical exterior (cm^2)	Arm. dispuesta	N_k (kN)	M_k (kNm)	w_k (mm)	w_{ac} (mm)
1	1.000	0.500	7.22	7.18	7 Ø12 a 0.150 m	-135.5	12.4	0.04	0.3
2	1.000	0.500	7.22	7.18	7 Ø12 a 0.150 m	138.4	-0.1	0.00	0.3
3	1.000	0.500	7.22	7.18	7 Ø12 a 0.150 m	30.7	-1.7	0.00	0.3

4	1.000	0.500	7.22	7.18	7 Ø12 a 0.150	m	30.9	-1.7	0.00	0.

w_k: abertura de fisura en la fibra de la vertical exterior

El momento positivo comprime la fibra de la vertical exterior

Sí cumple.

Aleta 1. Voladizo. Armadura vertical. Cara interior.

Recubrimiento mecánico: 0.075 m
Recubrimiento geométrico: 0.065 m

Hipótesis	Ancho	Canto	As. flexión Vertical interior	As. flexión Vertical exterior	Arm. dispuesta		N_k	M_k	w_k	w_{ac}
	(m)	(m)	(cm^2)	(cm^2)			(kN)	(kNm)	(mm)	(mm
1	1.000	0.500	7.22	7.18	7 Ø12 a 0.150	m	-135.5	12.4	0.13	0.
2	1.000	0.500	7.22	7.18	7 Ø12 a 0.150	m	138.4	-0.1	0.00	0.
3	1.000	0.500	7.22	7.18	7 Ø12 a 0.150	m	-88.4	20.5	0.12	0.
4	1.000	0.500	7.22	7.18	7 Ø12 a 0.150	m	-88.4	20.5	0.12	0.

w_k: abertura de fisura en la fibra de la vertical interior

El momento positivo comprime la fibra de la vertical exterior

Sí cumple.

Aleta 1. Armadura horizontal. Cara exterior.

Recubrimiento mecánico: 0.055 m
Recubrimiento geométrico: 0.045 m

Hipótesis	Ancho	Canto	As. flexión Horizontal interior	As. flexión Horizontal exterior	Arm. dispuesta		N_k	M_k	w_k
	(m)	(m)	(cm^2)	(cm^2)			(kN)	(kNm)	(mm)
1	1.000	0.500	6.96	4.51	4 Ø12 a 0.200	m	-290.0	7.9	0.27
2	1.000	0.500	6.96	4.51	4 Ø12 a 0.200	m	536.2	6.1	0.00
3	1.000	0.500	6.96	4.51	4 Ø12 a 0.200	m	38.4	-0.2	0.00
4	1.000	0.500	6.96	4.51	4 Ø12 a 0.200	m	38.4	-0.2	0.00

w_k: abertura de fisura en la fibra de la horizontal exterior

El momento positivo comprime la fibra de la horizontal exterior

Sí cumple.

Aleta 1. Armadura horizontal. Cara interior.

Recubrimiento mecánico: 0.055 m
Recubrimiento geométrico: 0.045 m

Hipótesis	Ancho	Canto	As. flexión Horizontal interior	As. flexión Horizontal exterior	Arm. dispuesta		N_k	M_k	w_k
	(m)	(m)	(cm^2)	(cm^2)			(kN)	(kNm)	(mm)
1	1.000	0.500	6.96	4.51	7 Ø12 a 0.150	m	-290.0	7.9	0.23
2	1.000	0.500	6.96	4.51	7 Ø12 a 0.150	m	536.2	6.1	0.00
3	1.000	0.500	6.96	4.51	7 Ø12 a 0.150	m	-72.0	42.4	0.14
4	1.000	0.500	6.96	4.51	7 Ø12 a 0.150	m	-71.7	42.3	0.14

w_k: abertura de fisura en la fibra de la horizontal interior

El momento positivo comprime la fibra de la horizontal exterior

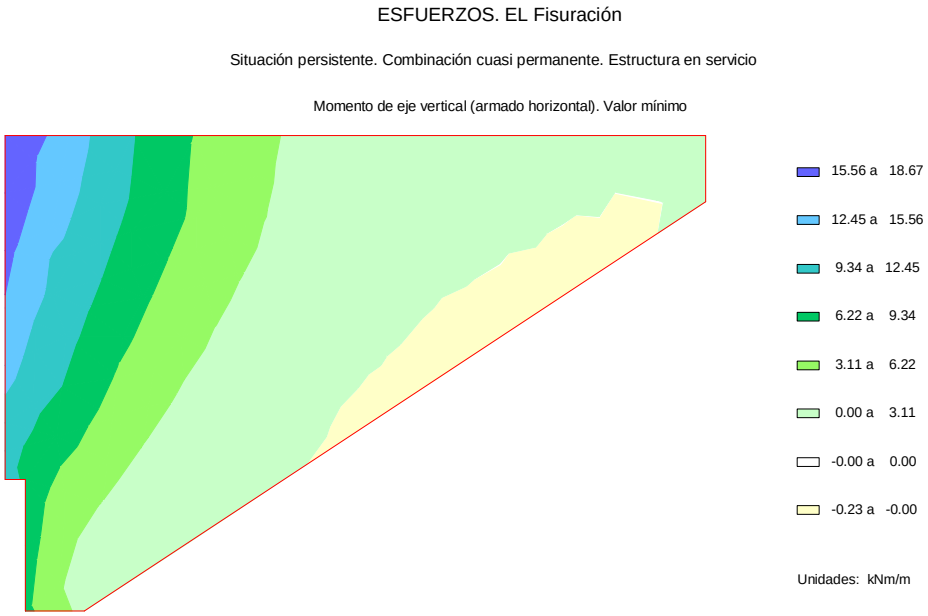
Sí cumple.

10.5 Aleta2

10.5.1 Esfuerzos de cálculo

Criterio de signos:

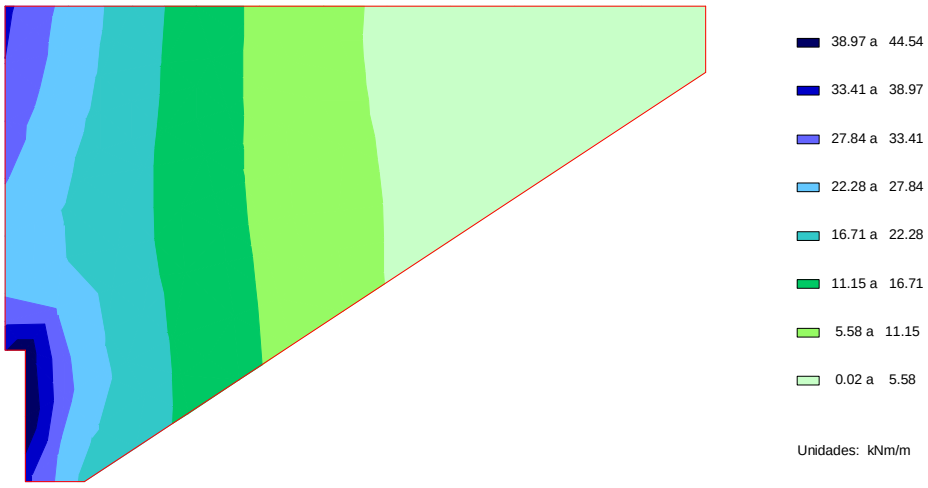
Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores positivos traccionan la cara interior de la aleta.



ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

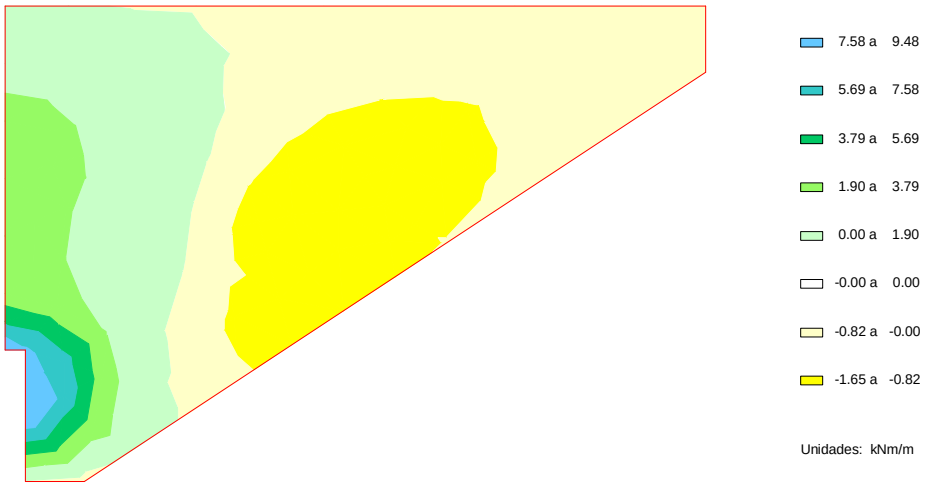
Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor máximo



ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

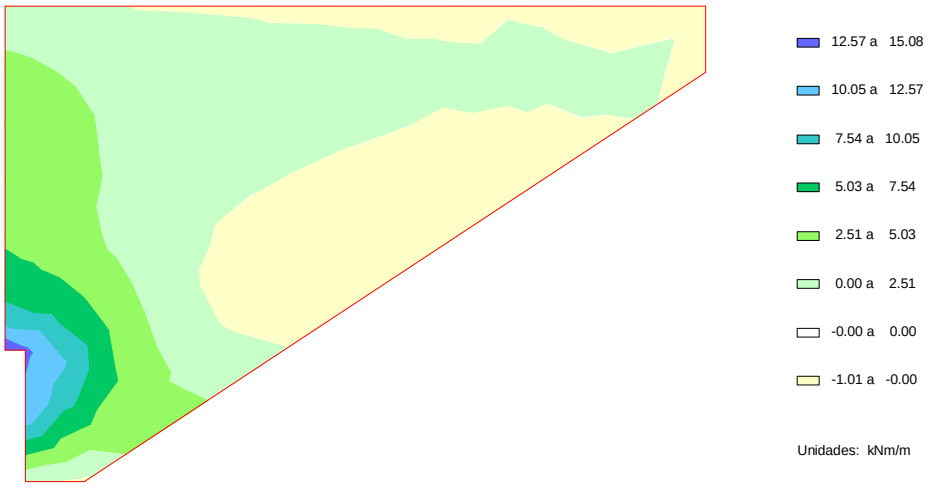
Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor máximo



10.5.2 Cálculo de E.L. de fisuración

Aleta 2. Voladizo. Armadura vertical. Cara exterior.

Recubrimiento mecánico:	0.075	m
Recubrimiento geométrico:	0.065	m

Hipótesis	Ancho (m)	Canto (m)	As. flexión Vertical interior (cm^2)	As. flexión Vertical exterior (cm^2)	Arm. dispuesta	N_k (kN)	M_k (kNm)	w_k (mm)	w_{ac} (mm)
1	1.000	0.500	7.21	7.19	7 Ø12 a 0.150 m	-127.4	5.3	0.07	0.3
2	1.000	0.500	7.21	7.19	7 Ø12 a 0.150 m	134.4	-0.1	0.00	0.3
3	1.000	0.500	7.21	7.19	7 Ø12 a 0.150 m	30.6	-1.6	0.00	0.3
4	1.000	0.500	7.21	7.19	7 Ø12 a 0.150 m	30.8	-1.6	0.00	0.3

w_k: abertura de fisura en la fibra de la vertical exterior

El momento positivo comprime la fibra de la vertical exterior

Sí cumple.

Aleta 2. Voladizo. Armadura vertical. Cara interior.

Recubrimiento mecánico:	0.075	m
Recubrimiento geométrico:	0.065	m

Hipótesis	Ancho (m)	Canto (m)	As. flexión Vertical interior (cm^2)	As. flexión Vertical exterior (cm^2)	Arm. dispuesta	N_k (kN)	M_k (kNm)	w_k (mm)	w_{ac} (mm)
1	1.000	0.500	7.21	7.19	7 Ø12 a 0.150 m	-127.4	5.3	0.11	0.3
2	1.000	0.500	7.21	7.19	7 Ø12 a 0.150 m	134.4	-0.1	0.00	0.3
3	1.000	0.500	7.21	7.19	7 Ø12 a 0.150 m	-52.1	15.1	0.08	0.3
4	1.000	0.500	7.21	7.19	7 Ø12 a 0.150 m	-52.1	15.1	0.08	0.3

w_k: abertura de fisura en la fibra de la vertical interior

El momento positivo comprime la fibra de la vertical exterior

Sí cumple.

Aleta 2. Armadura horizontal. Cara exterior.

Recubrimiento mecánico: 0.055 m
Recubrimiento geométrico: 0.045 m

Hipótesis	Ancho	Canto	As. flexión Horizontal interior	As. flexión Horizontal exterior	Arm. dispuesta	N_k	M_k	w_k
	(m)	(m)	(cm^2)	(cm^2)		(kN)	(kNm)	(mm)
1	1.000	0.500	6.95	4.49	4 Ø12 a 0.200 m	-291.7	8.7	0.27
2	1.000	0.500	6.95	4.49	4 Ø12 a 0.200 m	543.7	7.1	0.00
3	1.000	0.500	6.95	4.49	4 Ø12 a 0.200 m	38.4	-0.2	0.00
4	1.000	0.500	6.95	4.49	4 Ø12 a 0.200 m	38.4	-0.2	0.00

w_k: abertura de fisura en la fibra de la horizontal exterior

El momento positivo comprime la fibra de la horizontal exterior

Sí cumple.

Aleta 2. Armadura horizontal. Cara interior.

Recubrimiento mecánico: 0.055 m
Recubrimiento geométrico: 0.045 m

Hipótesis	Ancho	Canto	As. flexión Horizontal interior	As. flexión Horizontal exterior	Arm. dispuesta	N_k	M_k	w_k
	(m)	(m)	(cm^2)	(cm^2)		(kN)	(kNm)	(mm)
1	1.000	0.500	6.95	4.49	7 Ø12 a 0.150 m	-291.7	8.7	0.23
2	1.000	0.500	6.95	4.49	7 Ø12 a 0.150 m	543.7	7.1	0.00
3	1.000	0.500	6.95	4.49	7 Ø12 a 0.150 m	108.4	44.5	0.05
4	1.000	0.500	6.95	4.49	7 Ø12 a 0.150 m	108.4	44.5	0.05

w_k: abertura de fisura en la fibra de la horizontal interior

El momento positivo comprime la fibra de la horizontal exterior

Sí cumple.

10.6 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Pilotes. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Encepado. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Cargadero. No se ha encontrado solución en el cálculo a fisuración.
Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Cargadero. No verifica la comprobación.
Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Aleta 1. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Aleta 2. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Losa de transición. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Espaldón. Verifica la comprobación.

Pilotes :

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Pilotes. Verifica la comprobación.

Espaldón

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Espaldón. Verifica la comprobación.

Cargadero

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Cargadero. No se ha encontrado solución en el cálculo a fisuración.
Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Cargadero. No verifica la comprobación.

Aleta 1 :

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Aleta 1. Verifica la comprobación.

Aleta 2 :

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Aleta 2. Verifica la comprobación.

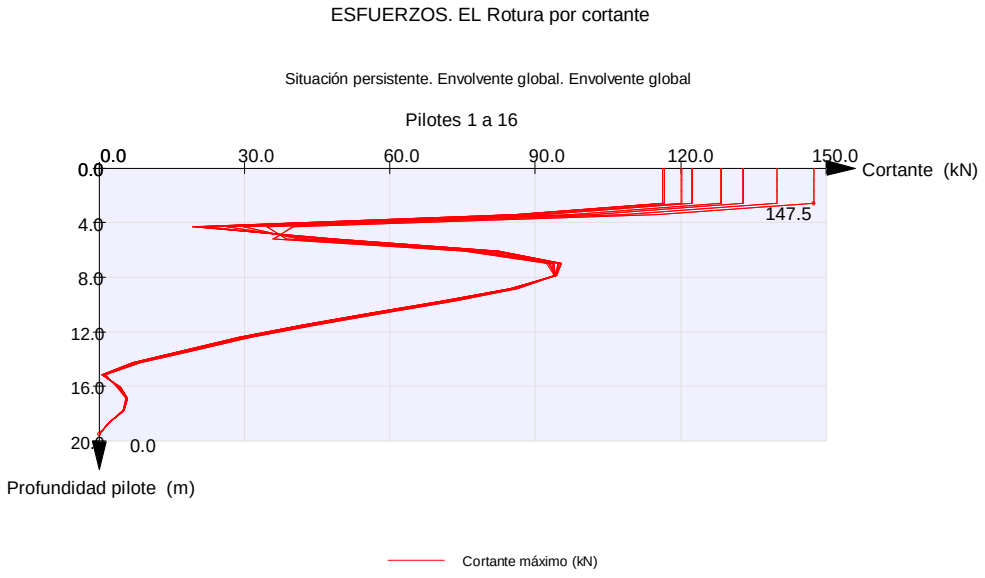
11 ESTADO LíMITE DE CORTANTE

11.1 Pilotes

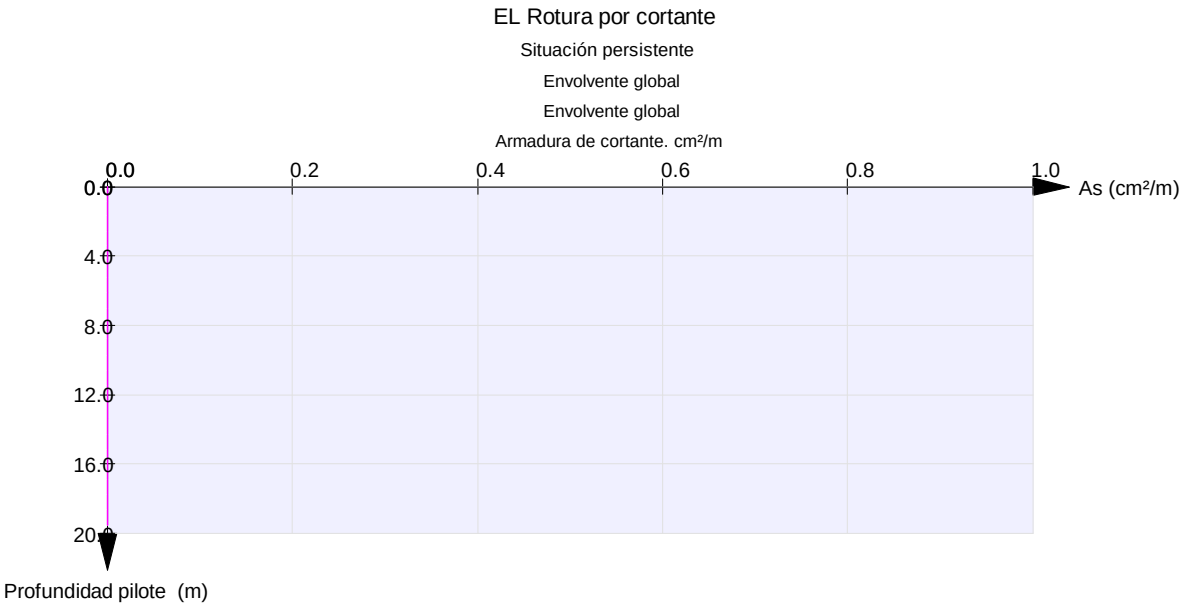
11.1.1 Esfuerzos de cálculo

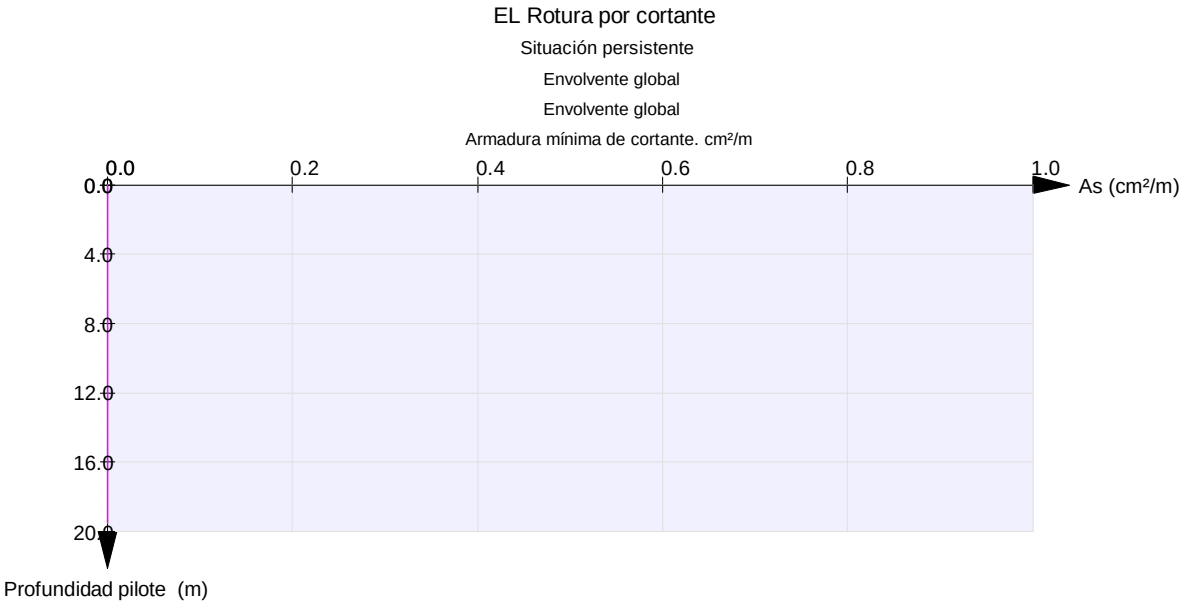
Criterio de signos:

Los axiles positivos comprimen al pilote.



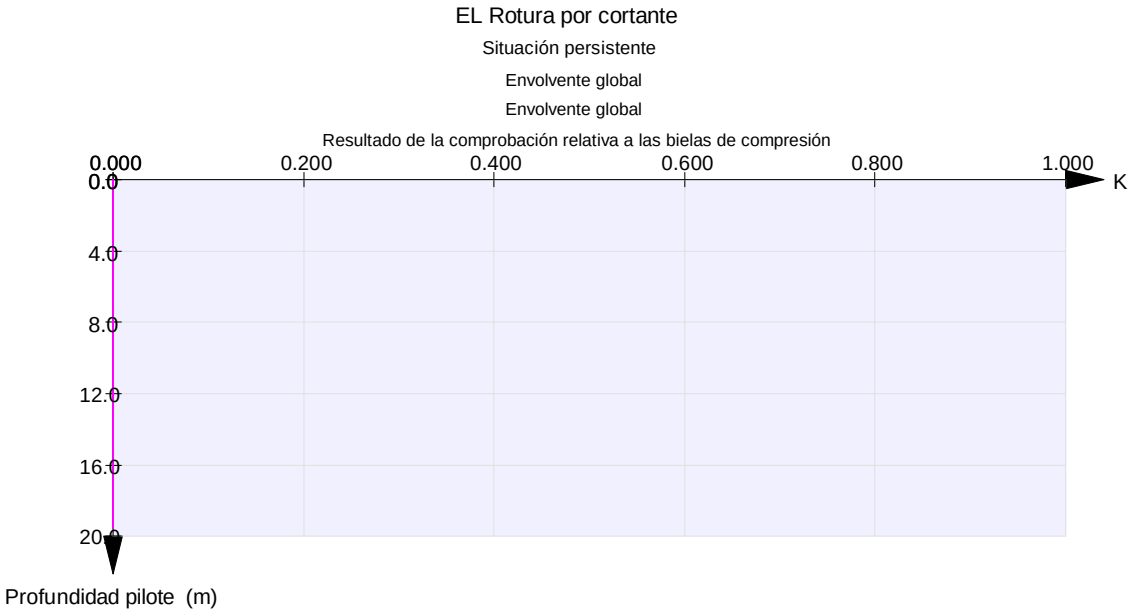
11.1.2 Armaduras de cortante





Comprobación de las bielas de compresión

$K = V_d / V_{u1}$



11.2 Espaldón

11.2.1 Esfuerzos de cálculo

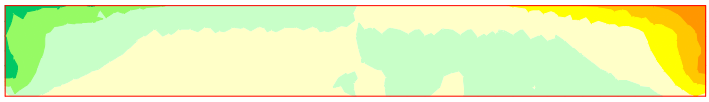
Criterio de signos:

Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores positivos traccionan el trasdós del espaldón.

ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Cortante eje horizontal. Valor mínimo



15.39 a 23.08

7.69 a 15.39

0.00 a 7.69

-0.00 a 0.00

-11.68 a -0.00

-23.36 a -11.68

-35.04 a -23.36

-46.72 a -35.04

Unidades: kN/m

ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Cortante eje horizontal. Valor máximo

34.91 a 46.55

23.28 a 34.91

11.64 a 23.28

0.00 a 11.64

-0.00 a 0.00

-7.70 a -0.00

-15.41 a -7.70

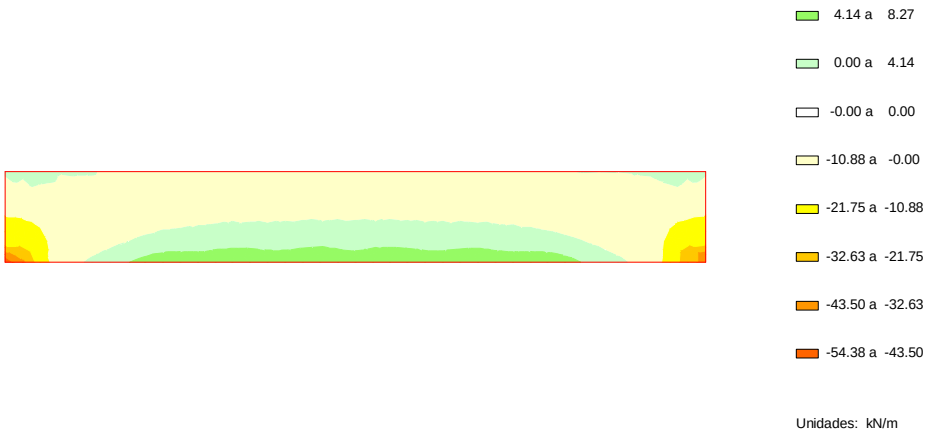
-23.11 a -15.41

Unidades: kN/m

ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

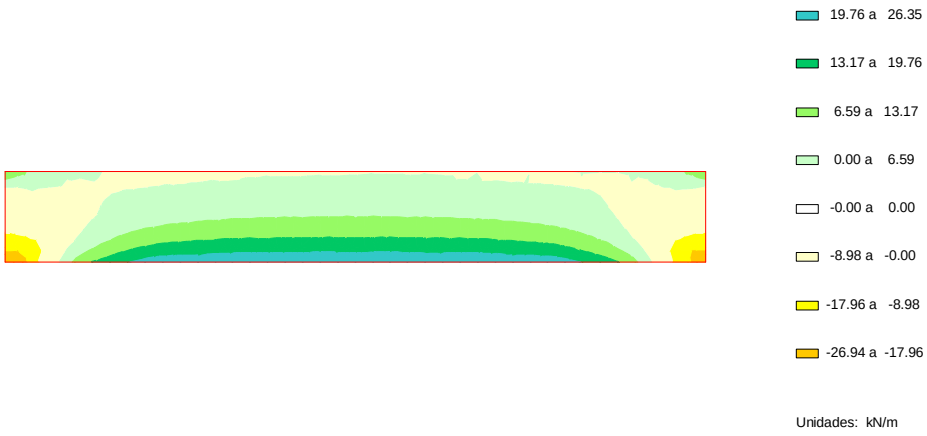
Cortante eje vertical. Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Cortante eje vertical. Valor máximo



11.2.2 Armaduras de cortante

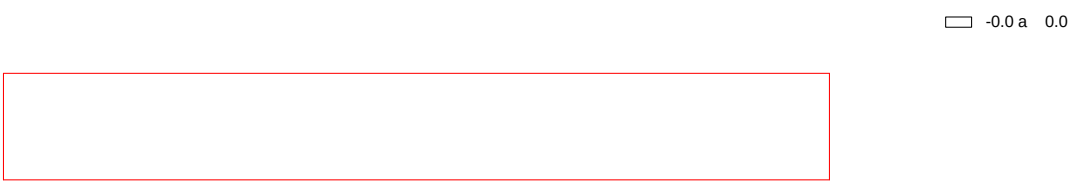
EL Rotura por cortante

Situación persistente

Envolvente global

Envolvente global

Armadura de cortante. cm²/m²



Unidades: cm²/m²

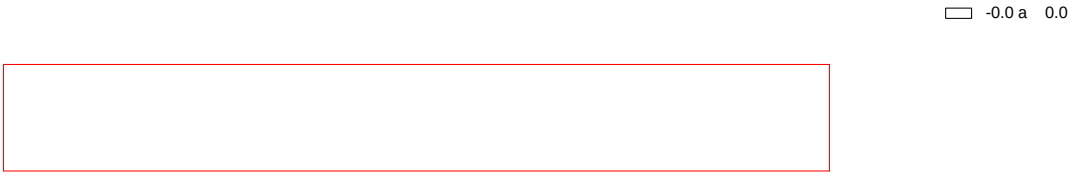
EL Rotura por cortante

Situación persistente

Envolvente global

Envolvente global

Armadura mínima de cortante. cm²/m²



Unidades: cm²/m²

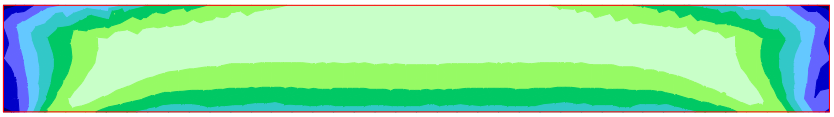
EL Rotura por cortante

Situación persistente

Envolvente global

Envolvente global

Resultado de la comprobación relativa a las bielas de compresión



0.038 a 0.043

0.032 a 0.038

0.027 a 0.032

0.022 a 0.027

0.016 a 0.022

0.011 a 0.016

0.006 a 0.011

0.000 a 0.006

Unidades:

11.3 Cargadero

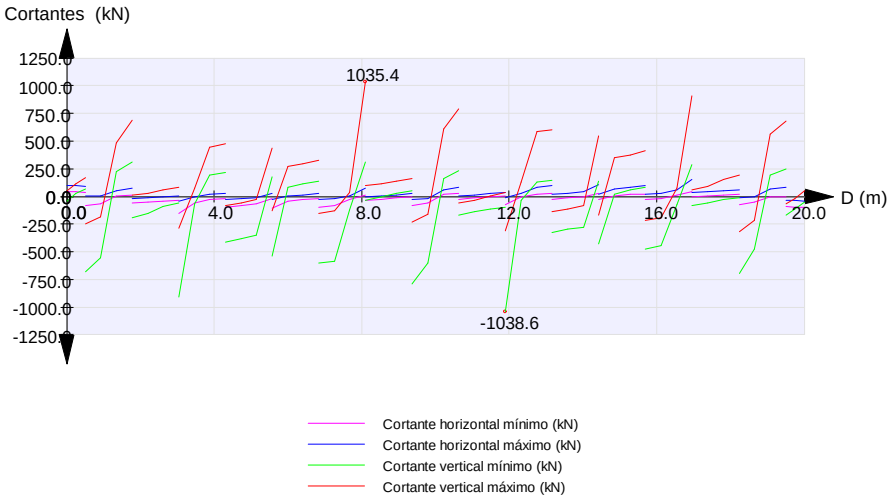
11.3.1 Esfuerzos de cálculo

Criterio de signos:

Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores de eje vertical positivos comprimen la cara posterior del cargadero.
Los flectores de eje horizontal positivos comprimen la cara superior del cargadero.

ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global



11.3.2 Armaduras de cortante

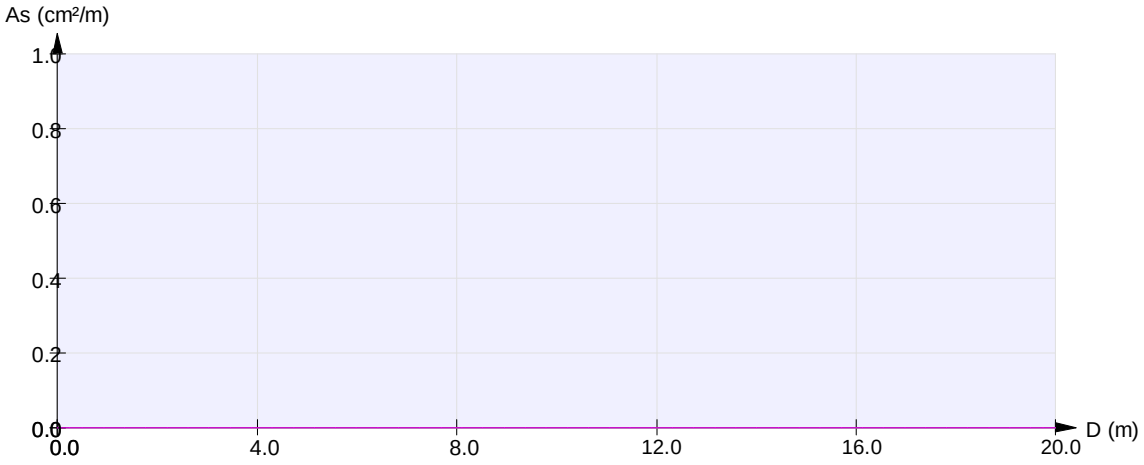
EL Rotura por cortante

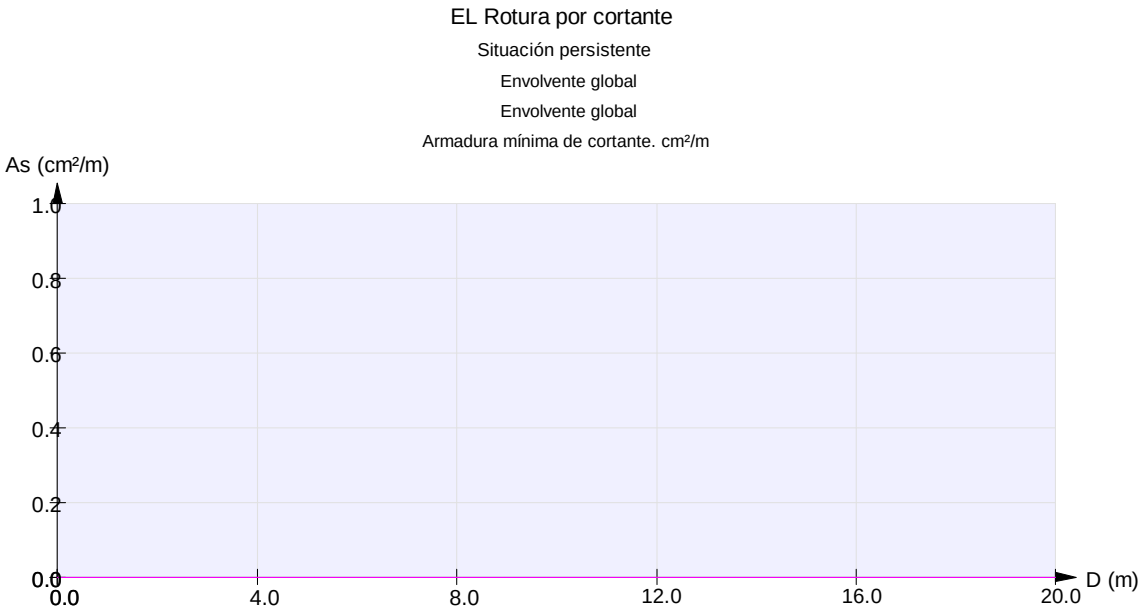
Situación persistente

Envolvente global

Envolvente global

Armadura de cortante. cm²/m





Comprobación de las bielas de compresión

$K = ((V_{dx} / V_{u1x})^2 + (V_{dy} / V_{u1y})^2)^{1/2}$

11.4 Aleta 1

11.4.1 Esfuerzos de cálculo

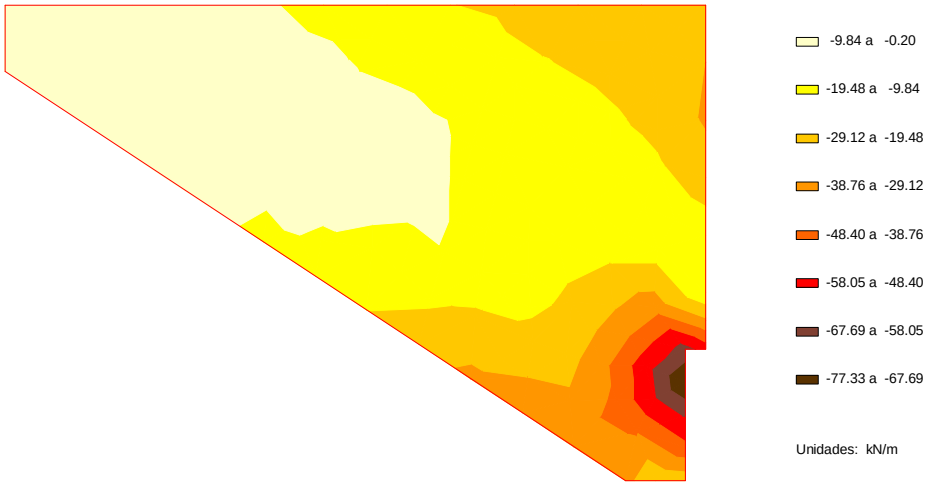
Criterio de signos:

Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores positivos traccionan la cara interior de la aleta.

ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

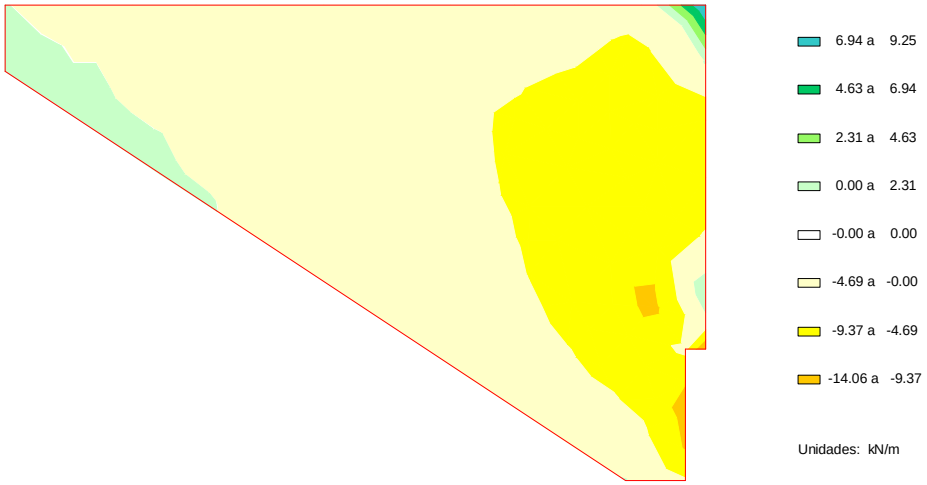
Cortante eje horizontal. Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

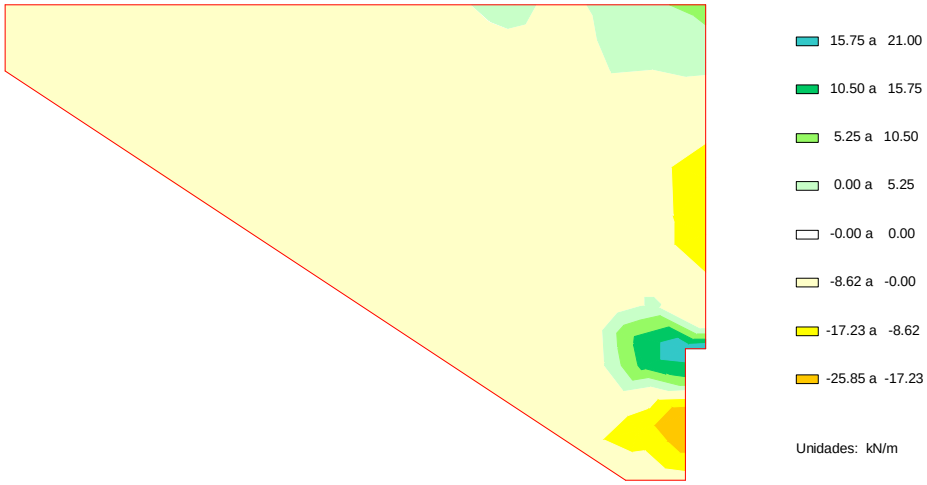
Cortante eje horizontal. Valor máximo



ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

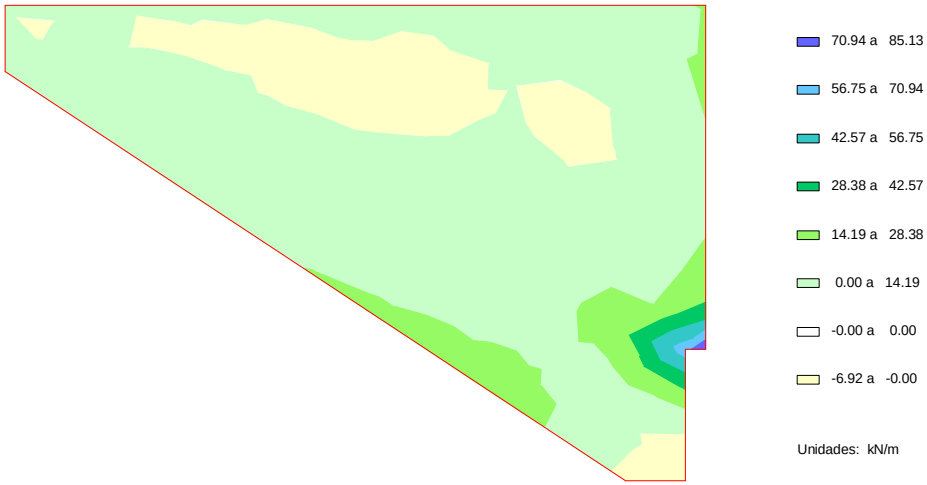
Cortante eje vertical. Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Cortante eje vertical. Valor máximo



11.4.2 Armaduras de cortante

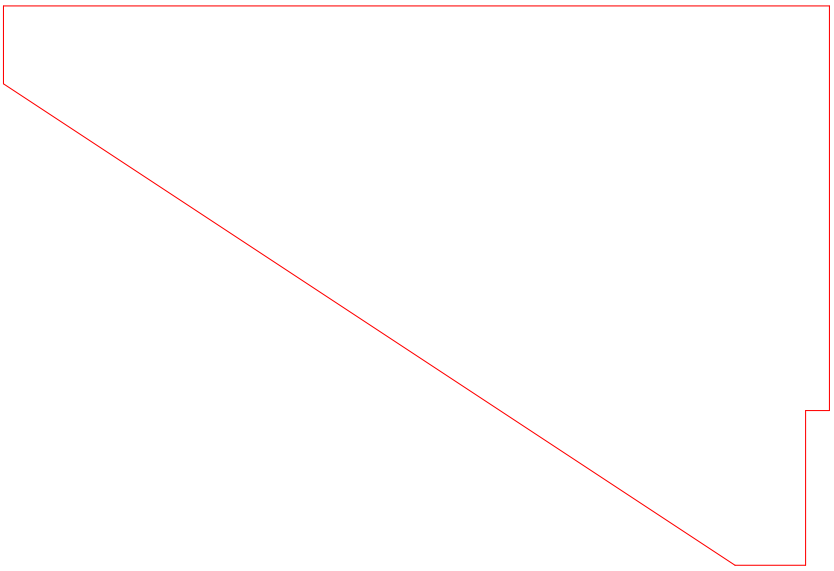
EL Rotura por cortante

Situación persistente

Envolvente global

Envolvente global

Armadura de cortante. cm²/m²



-0.0 a 0.0

Unidades: cm²/m²

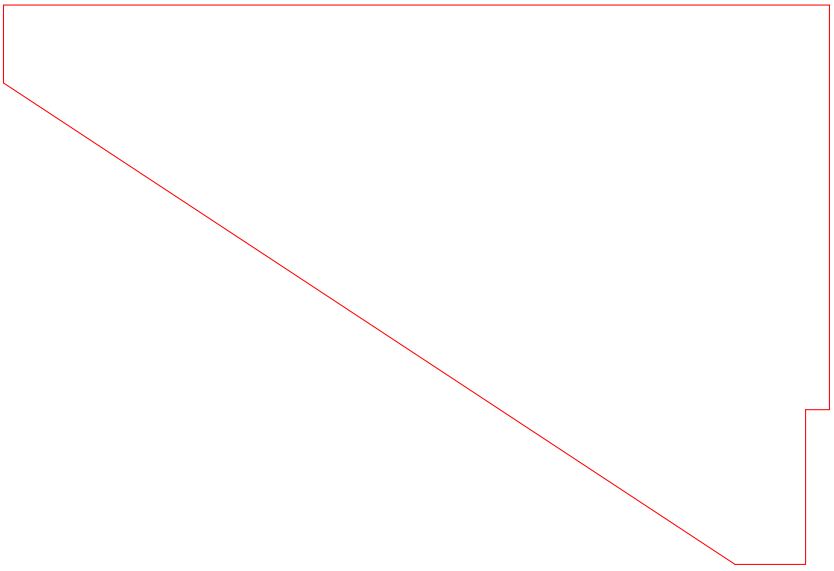
EL Rotura por cortante

Situación persistente

Envolvente global

Envolvente global

Armadura mínima de cortante. cm²/m²



-0.0 a 0.0

Unidades: cm²/m²

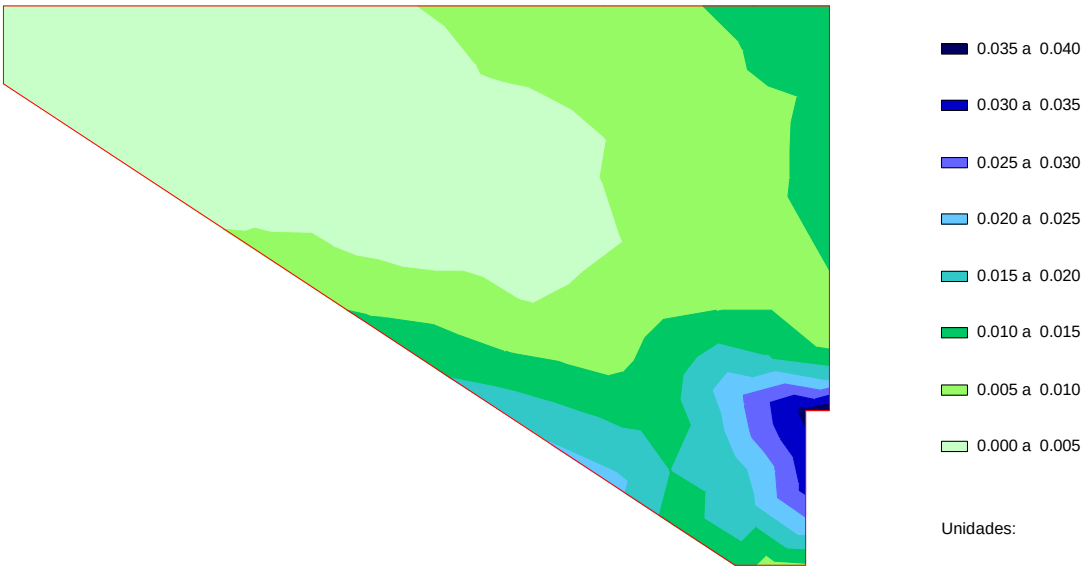
EL Rotura por cortante

Situación persistente

Envolvente global

Envolvente global

Resultado de la comprobación relativa a las bielas de compresión



11.5 Aleta2

11.5.1 Esfuerzos de cálculo

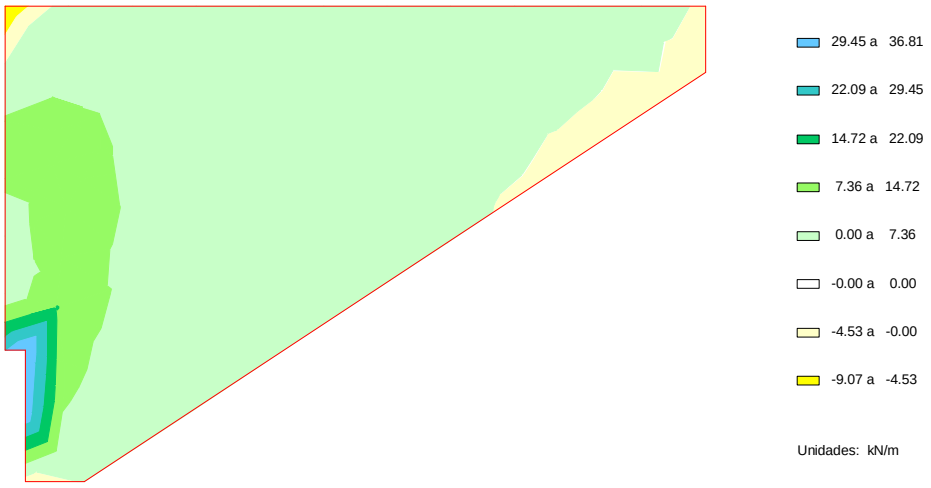
Criterio de signos:

Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores positivos traccionan la cara interior de la aleta.

ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

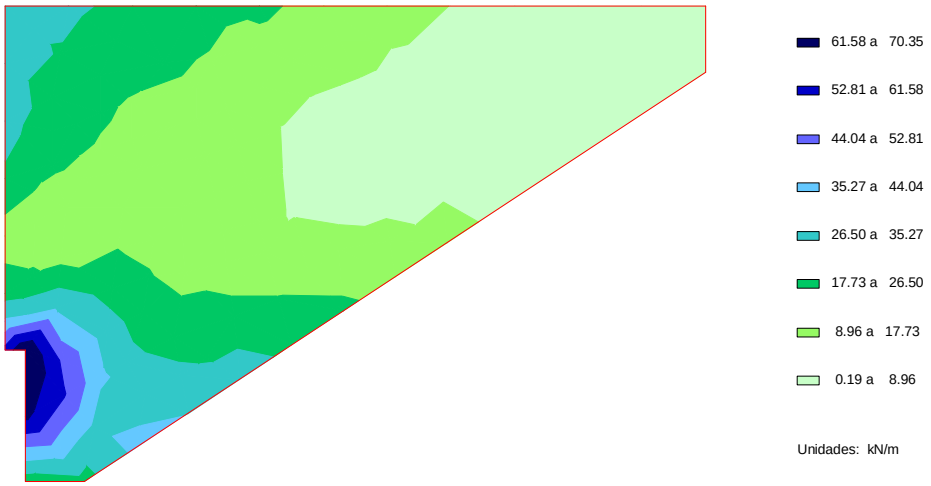
Cortante eje horizontal. Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

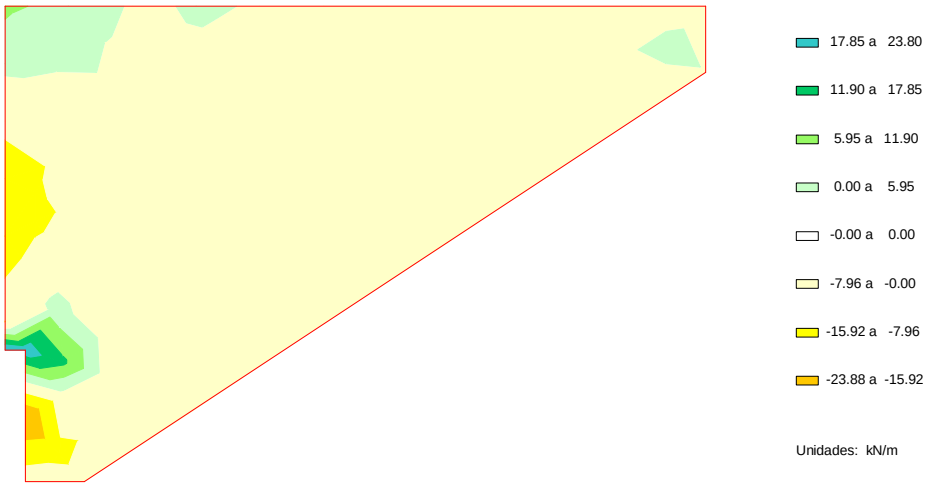
Cortante eje horizontal. Valor máximo



ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

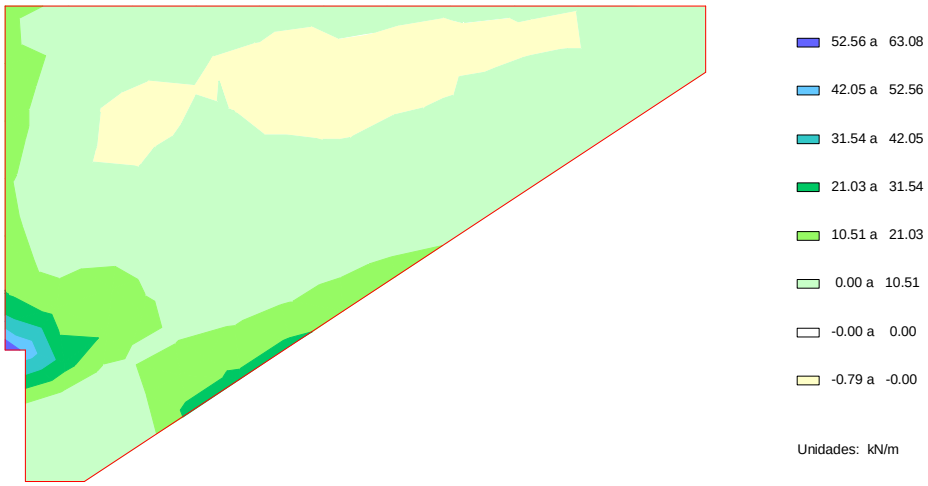
Cortante eje vertical. Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Cortante eje vertical. Valor máximo



11.5.2 Armaduras de cortante

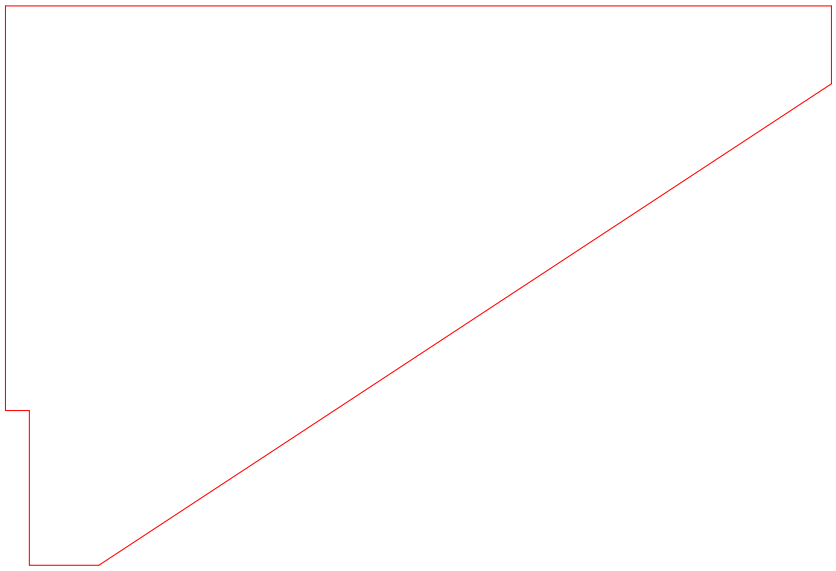
EL Rotura por cortante

Situación persistente

Envolvente global

Envolvente global

Armadura de cortante. cm²/m²



-0.0 a 0.0

Unidades: cm²/m²

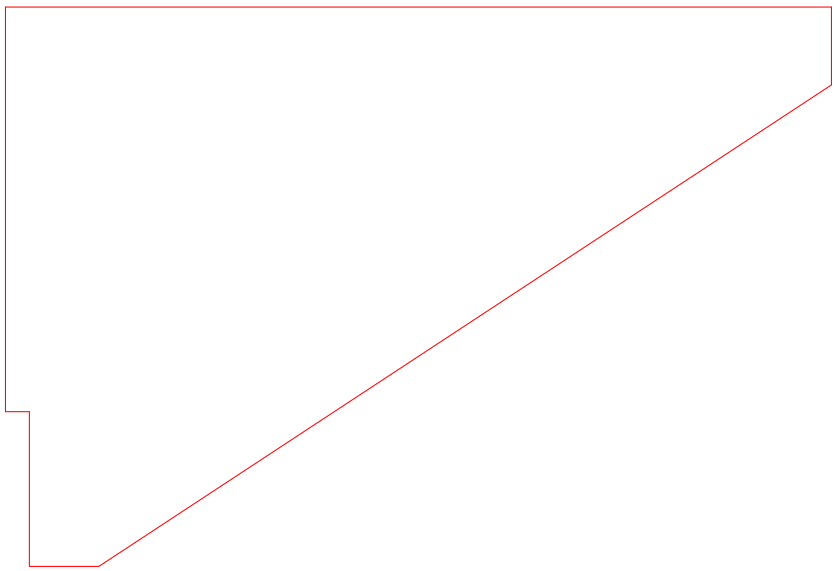
EL Rotura por cortante

Situación persistente

Envolvente global

Envolvente global

Armadura mínima de cortante. cm²/m²



-0.0 a 0.0

Unidades: cm²/m²

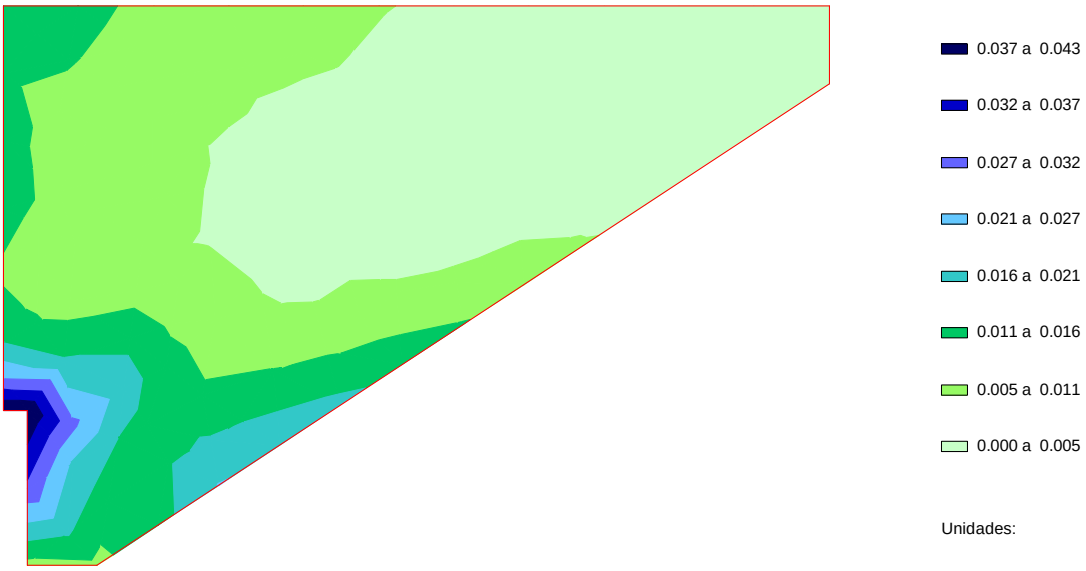
EL Rotura por cortante

Situación persistente

Envolvente global

Envolvente global

Resultado de la comprobación relativa a las bielas de compresión



11.6 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Aleta 1. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Aleta 2. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Cargadero. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Pilotes. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Espaldón. Verifica la comprobación.

Pilotes :

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Pilotes. Verifica la comprobación.

Espaldón

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Espaldón. Verifica la comprobación.

Cargadero

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Cargadero. Verifica la comprobación.

Aleta 1 :

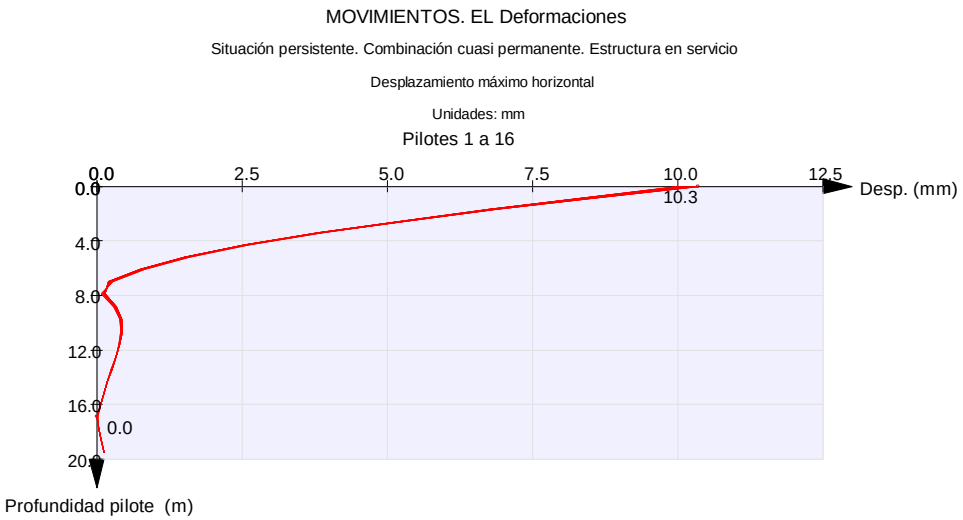
Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Aleta 1. Verifica la comprobación.

Aleta 2 :

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Aleta 2. Verifica la comprobación.

12 ESTADO LíMITE DE DEFORMACIONES

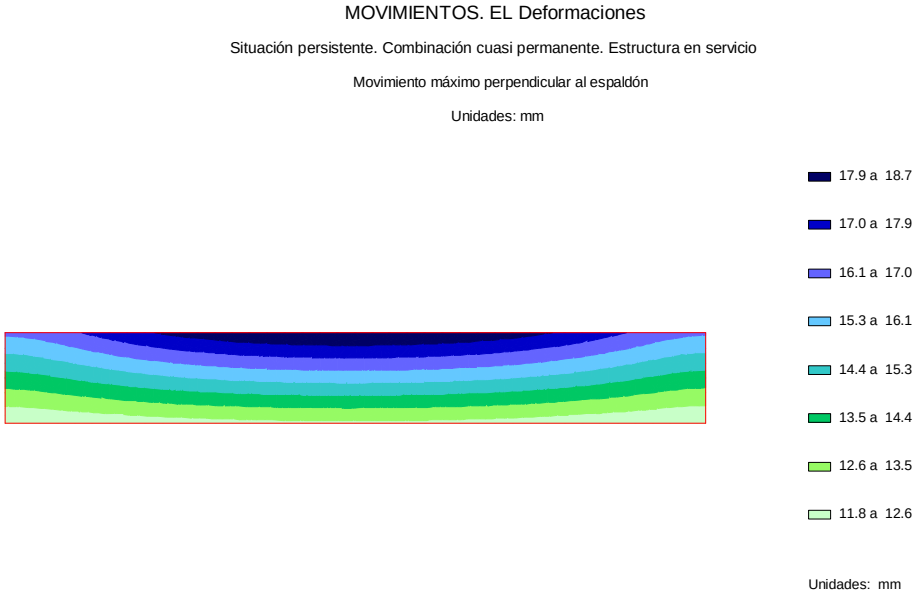
12.1 Pilotes


MOVIMIENTOS. EL Deformaciones
Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio
Desplazamiento máximo horizontal
Unidades: mm
Pilotes 1 a 16
0.0
2.5
5.0
7.5
10.0
12.5
Desp. (mm)
0.0
10.3
4.0
8.0
12.0
16.0
20.0
0.0
Profundidad pilote (m)

MOVIMIENTOS. EL Deformaciones
Situación persistente. Combinación frecuente. Estructura en servicio
Desplazamiento máximo horizontal
Unidades: mm
Pilotes 1 a 16
0.0
2.5
5.0
7.5
10.0
12.5
Desp. (mm)
0.0
10.3
4.0
8.0
12.0
16.0
20.0
0.0
Profundidad pilote (m)

12.2 Muro espaldón

12.2.1 Deformaciones

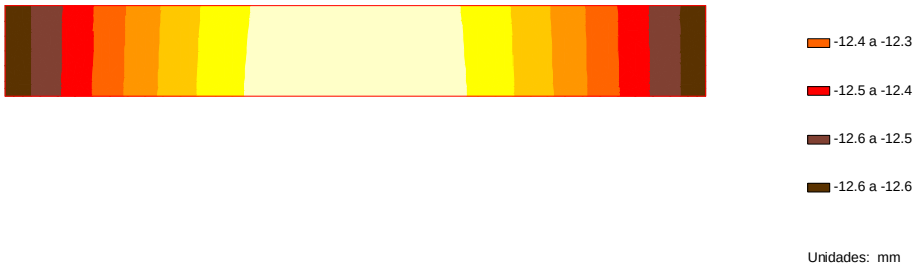


MOVIMIENTOS. EL Deformaciones

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Descenso máximo

Unidades: mm

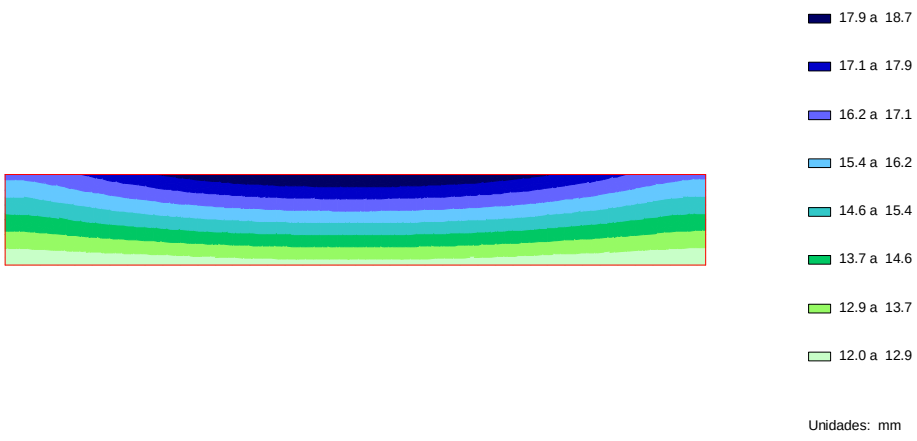


MOVIMIENTOS. EL Deformaciones

Situación persistente. Combinación frecuente. Estructura en servicio

Movimiento máximo perpendicular al espaldón

Unidades: mm

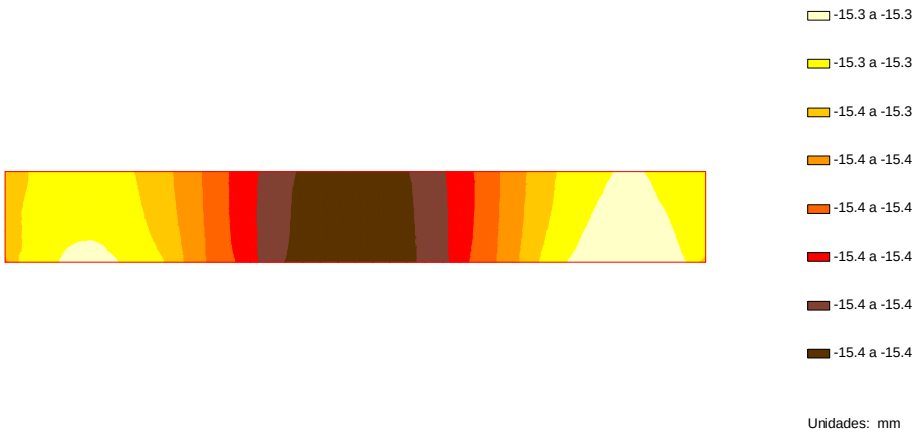


MOVIMIENTOS. EL Deformaciones

Situación persistente. Combinación frecuente. Estructura en servicio

Descenso máximo

Unidades: mm

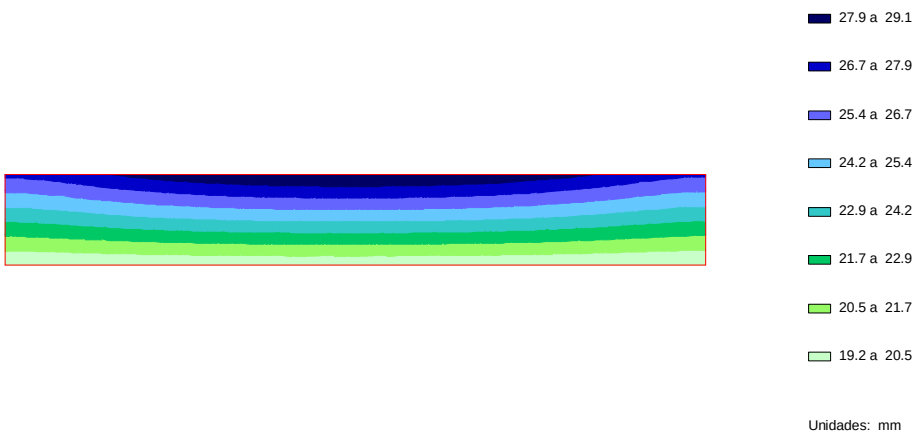


MOVIMIENTOS. EL Deformaciones

Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio

Movimiento máximo perpendicular al espaldón

Unidades: mm



12.2.2 Cálculo de E.L. de deformaciones

12.2.2.1 Desplazamientos. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Desplazamiento máximo horizontal en coronación	:	18.7	mm
Desplazamiento horizontal en coronación admisible	:	50.0	mm
Desplazamiento máximo vertical en coronación	:	12.6	mm
Desplazamiento vertical en coronación admisible	:	50.0	mm

12.2.2.2 Desplazamientos. Situación persistente. Combinación frecuente. Estructura en servicio

Desplazamiento máximo horizontal en coronación	:	18.7	mm
Desplazamiento horizontal en coronación admisible	:	50.0	mm
Desplazamiento máximo vertical en coronación	:	15.4	mm
Desplazamiento vertical en coronación admisible	:	50.0	mm

12.2.2.3 Desplazamientos. Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio

Desplazamiento máximo horizontal en coronación	:	29.1	mm
Desplazamiento horizontal en coronación admisible	:	50.0	mm
Desplazamiento máximo vertical en coronación	:	17.0	mm
Desplazamiento vertical en coronación admisible	:	50.0	mm

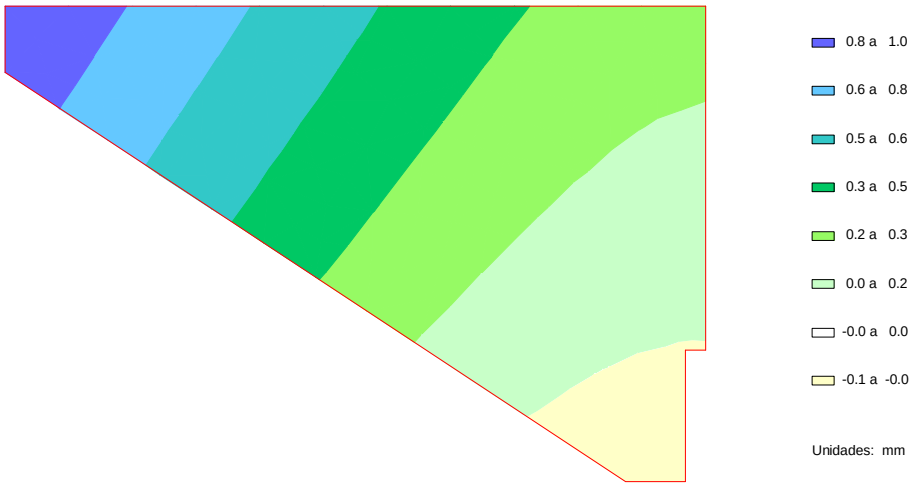
12.3 Aleta 1

MOVIMIENTOS. EL Deformaciones

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Movimiento máximo perpendicular a la aleta

Unidades: mm

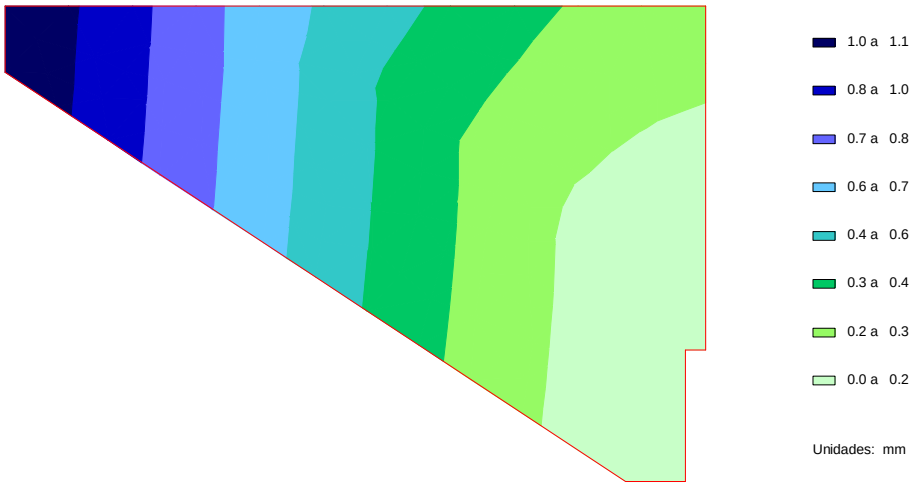


MOVIMIENTOS. EL Deformaciones

Situación persistente. Combinación frecuente. Estructura en servicio

Movimiento máximo perpendicular a la aleta

Unidades: mm

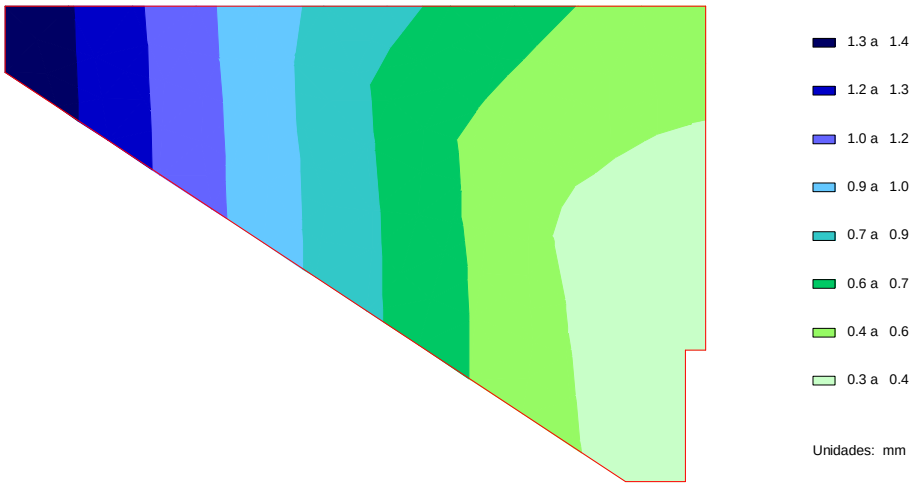


MOVIMIENTOS. EL Deformaciones

Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio

Movimiento máximo perpendicular a la aleta

Unidades: mm



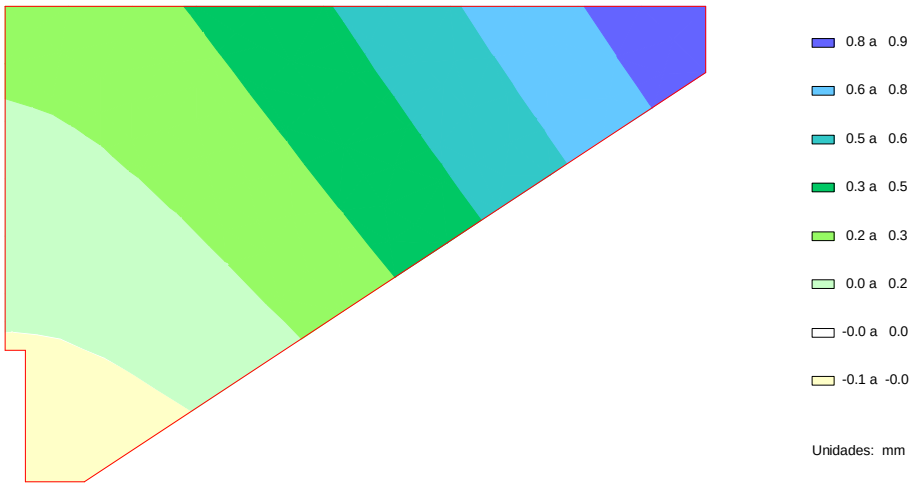
12.4 Aleta2

MOVIMIENTOS. EL Deformaciones

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Movimiento máximo perpendicular a la aleta

Unidades: mm

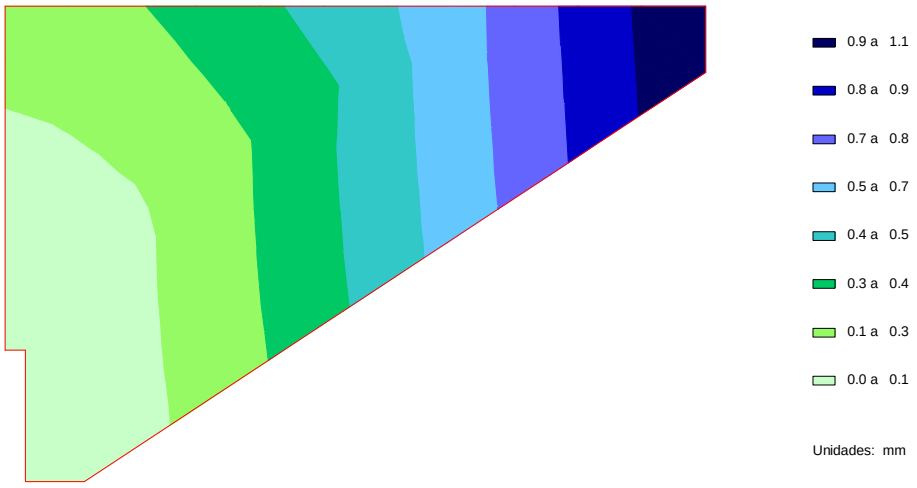


MOVIMIENTOS. EL Deformaciones

Situación persistente. Combinación frecuente. Estructura en servicio

Movimiento máximo perpendicular a la aleta

Unidades: mm

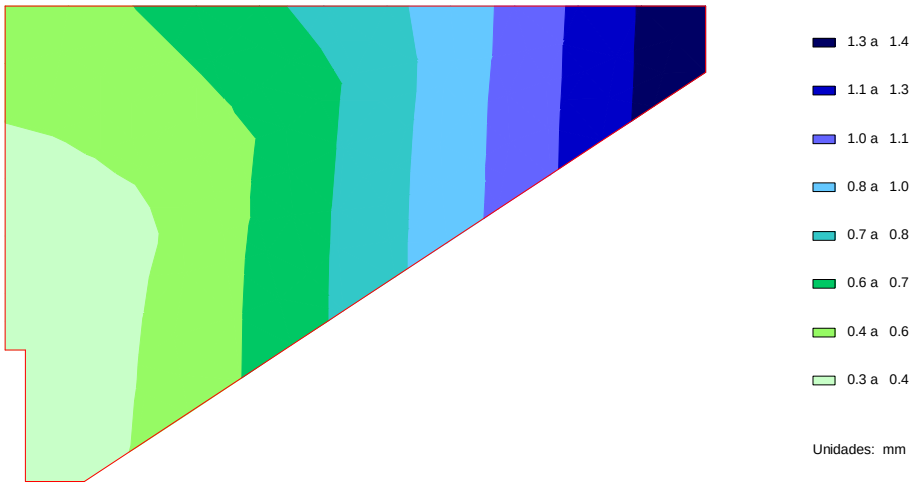


MOVIMIENTOS. EL Deformaciones

Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio

Movimiento máximo perpendicular a la aleta

Unidades: mm



12.5 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Verifica la comprobación.

Situación persistente. Combinación frecuente. Estructura en servicio. Verifica la comprobación.

Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio. Verifica la comprobación.

13 ESTADO LíMITE DE DESPIECE

13.1 Resumen de verificaciones

Generación del armado. Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara inferior. Posición del despiece incorrecta.
Generación del armado. Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara superior. Posición del despiece incorrecta.
Generación del armado. Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara interior. Posición del despiece incorrecta.
Generación del armado. Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara exterior. Posición del despiece incorrecta.
Generación del armado. No verifica la comprobación.

Programa: CivilEstudio

Versión: 34 - 6
Barcelona, 2018

CivilEstudio, software propiedad de CivilCAD Consultores, S.L.
Autores: L.M.Callís, J.M.Roig, I.Callís, P.Reinés
Licencia de uso concedida a: Most Enginyers, S.L.
Número de usuario: 12202

Proyecto:

Nombre del proyecto: *PRECÀLCUL DE LES ESTRUCTURES DEL PROJECTE D'OBRES BÀSIQUES D'URBANITZACIÓ DEL PLA DIRECTOR URBANÍSTIC DEL CENTRE DIRECCIONAL DE CERDANYOLA DEL VALLÈS*
Nombre de la estructura: *4 V.E.1 Pont sobre el torrent de Magrans a l'eix E*
Nombre del elemento estructural: *Estrep flotant*
Tipo de estructura: *Cargadero cimentado mediante pilotes*
Funcionalidad de la estructura: *Estructura de Carretera*
Clase de estructura: *Cargadero sin encepado*
Vida útil: *100 años*

Normativas:

Ámbito: *Normas españolas*

Unidades:

Sistema *S.I.*

Despiece:

Sistema Métrico Europeo

Módulo del programa:

Módulo Estribo flotante
Nombre del archivo de proyecto: *ve1_v1.efl*
Ruta de acceso: *p:|parc de l'alba|estructures|4. v-e.1|civilcad estrep|*

Informe:

Tipo de informe: *Mediciones*
Informe generado el día 19-12-2020 a las 18:34:01.

Incidencias :

Incidencia nº 1 :
Tarea :
Generación del modelo de cálculo
Causa :

Incidencia nº 2 :
Tarea :
Cálculo: fisuración
Causa :
La armadura necesaria es superior a la armadura máxima del despiece (diámetro máximo y separación mínima).

Incidencia nº 3 :
Tarea :
Generación del despiece
Causa :
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara inferior. Posición del despiece incorrecta.
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara superior. Posición del despiece incorrecta.
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara interior. Posición del despiece incorrecta.
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara exterior. Posición del despiece incorrecta.

Índice

1 MEDICIONES

1 MEDICIONES

Alzado

Muro frontal

Unidad: Superficie de encofrado plano visto

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Estribo. cara anterior	1	21.150	21.15
Espaldón. Cara exterior	1	50.967	50.97
Murete 1. Cara 2	1	2.532	2.53
Murete 2. Cara 2	1	2.532	2.53

Total:	77.181	m^2

Unidad: Superficie de encofrado plano oculto

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Cara trasdós estribo	1	68.400	68.40
Cara frontal de la capa de nivelación	1	2.020	2.02
Cara posterior de la capa de nivelación	1	2.020	2.02
Cara lateral 1 de la capa de nivelación	1	0.160	0.16
Cara lateral 2 de la capa de nivelación	1	0.160	0.16

Total:	72.760	m^2

Unidad: Volumen de hormigón no estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Capa de nivelación	1	3.232	3.23

Total:	3.232	m^3

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Alzado sin aletas	1	44.290	44.29

Total:	44.290	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Muro frontal	1	4211.2	4211.16
Espaldón	1	1155.5	1155.53
Muretes laterales	1	209.7	209.73

Total:	5576.4	kg

Aleta 1

Unidad: Superficie de encofrado plano visto

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Cara lateral izquierda del estribo	1	15.855	15.86

Total:	15.855	m^2

Unidad: Superficie de encofrado plano oculto

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Aleta 1. Cara interior del voladizo	1	11.145	11.15
Aleta 1. Cara del extremo del voladizo	1	0.250	0.25
Aleta 1. Cara inclinada del voladizo	1	2.796	2.80

Total:	14.192	m^2

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Aleta 1	1	5.843	5.84

Total:	5.843	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Aleta 1	1	355.7	355.70

Total:	355.7	kg

Aleta 2

Unidad: Superficie de encofrado plano visto

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Cara lateral derecha del estribo	1	15.855	15.86

Total:	15.855	m^2

Unidad: Superficie de encofrado plano oculto

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Aleta 2. Cara interior del voladizo	1	11.145	11.15
Aleta 2. Cara del extremo del voladizo	1	0.250	0.25
Aleta 2. Cara inclinada del voladizo	1	2.796	2.80

Total:	14.192	m^2

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Aleta 2	1	5.843	5.84

Total:	5.843	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Aleta 2	1	355.5	355.52

Total:	355.5	kg

Cimentación

Pilotes

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Pilote 1	1	11.065	11.07
Pilote 2	1	11.065	11.07
Pilote 3	1	11.065	11.07
Pilote 4	1	11.065	11.07
Pilote 5	1	11.065	11.07
Pilote 6	1	11.065	11.07
Pilote 7	1	11.065	11.07
Pilote 8	1	11.065	11.07
Pilote 9	1	11.065	11.07
Pilote 10	1	11.065	11.07
Pilote 11	1	11.065	11.07
Pilote 12	1	11.065	11.07
Pilote 13	1	11.065	11.07
Pilote 14	1	11.065	11.07
Pilote 15	1	11.065	11.07
Pilote 16	1	11.065	11.07

Total:	177.044	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Pilotes	1	13274.7	13274.70

Total:	13274.7	kg

Acabados

Muro frontal

DIMENSIONAMENT DEL CARREGADOR

1. CARACTERÍSTIUES PRINCIPALS

Canto del encepado $h_e := 1\ m$

$r_{mec} := 45\ mm + 12\ mm + \frac{25\ mm}{2} = 69.5\ mm$

Ancho del encepado $b_e := 1.4\ m$

Separación entre vigas $s_{vigas} := 2.425\ m$

Diámetro pilote $D := 85\ cm$

Hormigón $f_{ck} := 30\ MPa$ $f_{cd} := f_{ck} \cdot 1.5^{-1} = 20\ MPa$

$f_{ctm} := 0.3 \cdot \left(f_{ck} \cdot MPa^{-1}\right)^{\frac{2}{3}}\ MPa = 2.896\ MPa$ $f_{ydc} := 400\ MPa$

$$f_{ctm.flcomp}(N) := \max\left(\left(1.6 - \frac{\max(h_e, b_e)}{100\ cm}\right) \cdot f_{ctm}, f_{ctm}\right) - \frac{N}{h_e \cdot b_e}$$

$$f_{ct\_ed.flcomp}(N) := \frac{0.7 \cdot f_{ctm.flcomp}(N)}{1.5}$$

Armadura prevista por cara

$\phi_{barra\_tracc} := 25\ mm$ $n_{barras\_tracc} := 10$

Armadura de cortante

$\phi_v := 16\ mm$ $cada := 20\ cm$ $n_{rv} := 2$

2. REACCIÓ SOBRE RECOLZAMENT PÈSSIM

Carga vertical

$N_{k\_apoyo} := 1489.2\ kN$

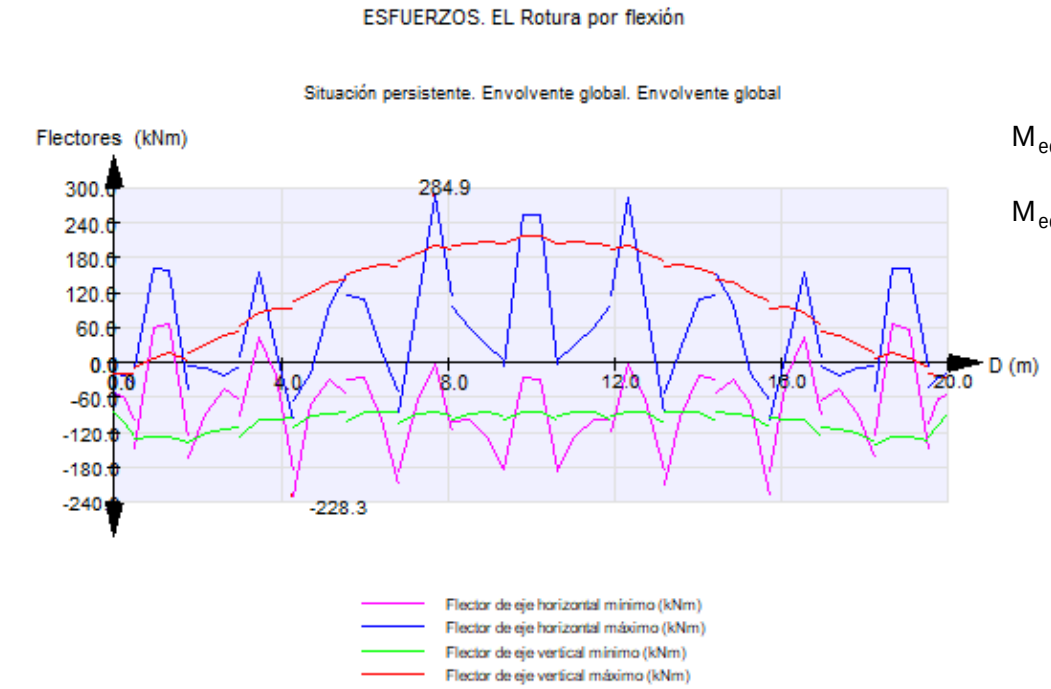
$V_{k\_apoyo} := 52\ kN + 3\ kN + 44\ kN = 99\ kN$

3. ESFORÇOS EN CARREGADOR

[axil positiu indica tracció]

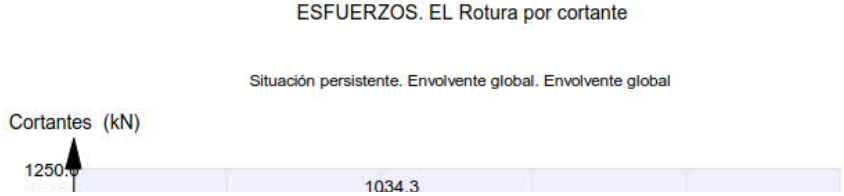
3.1 Esforços en E.L.U.

$N_{ed} := 440\ \mathbf{kN}$

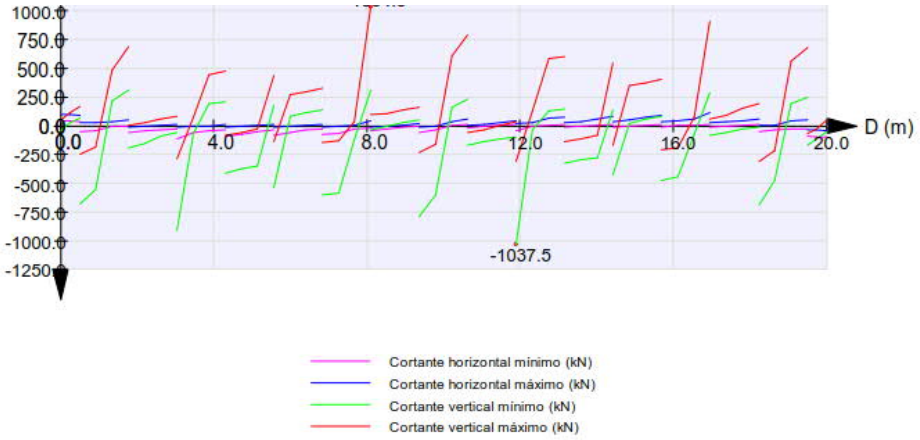


$M_{ed\_vertical} := 250\ \mathbf{kN \cdot m}$

$M_{ed\_horizontal} := 285\ \mathbf{kN \cdot m}$



$V_{ed} := 1040\ \mathbf{kN}$

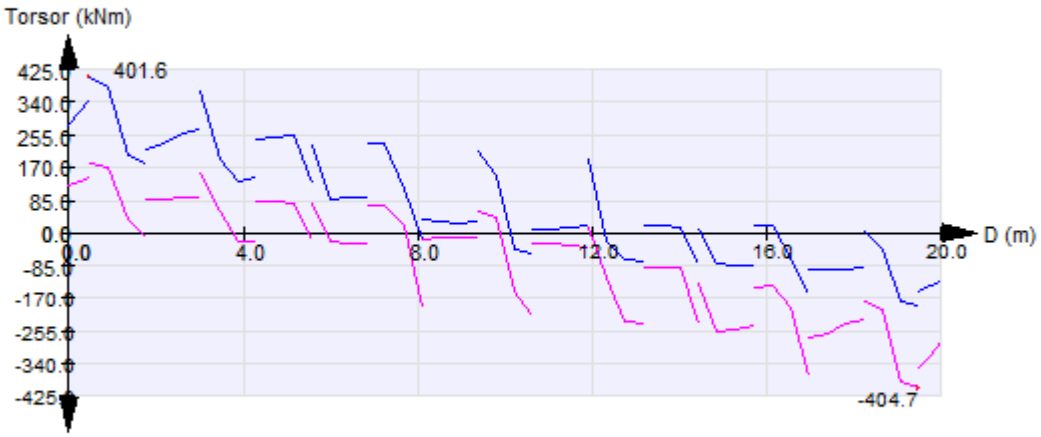


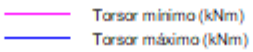
Momento torsor de diseño

ESFUERZOS. EL Rotura por torsión

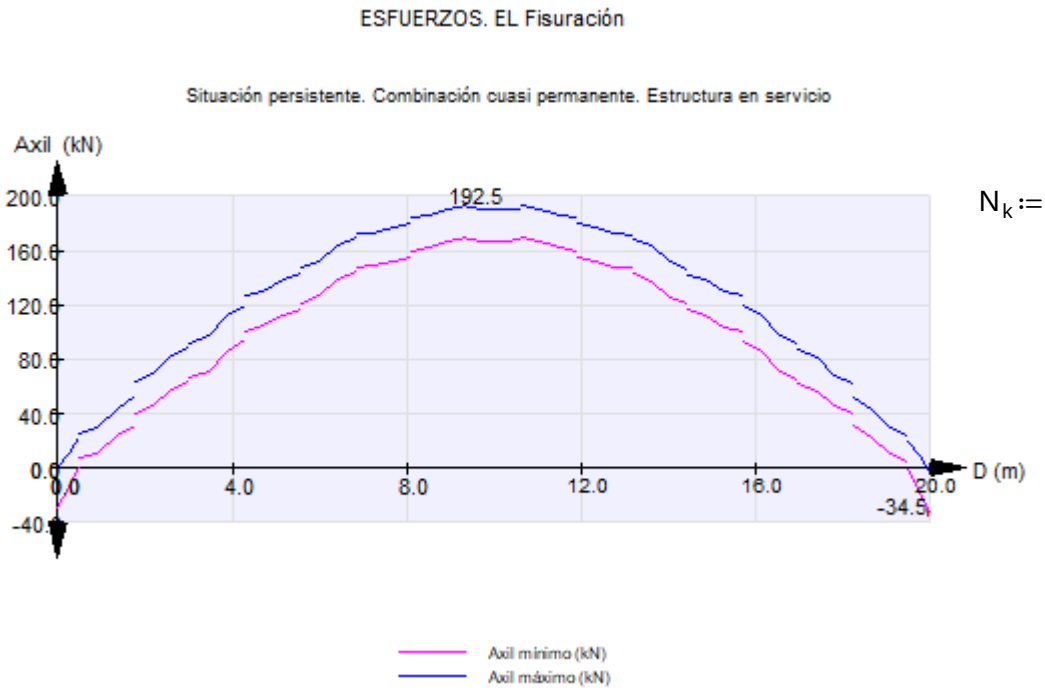
$T_{ed} := 405\ kN \cdot m$

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

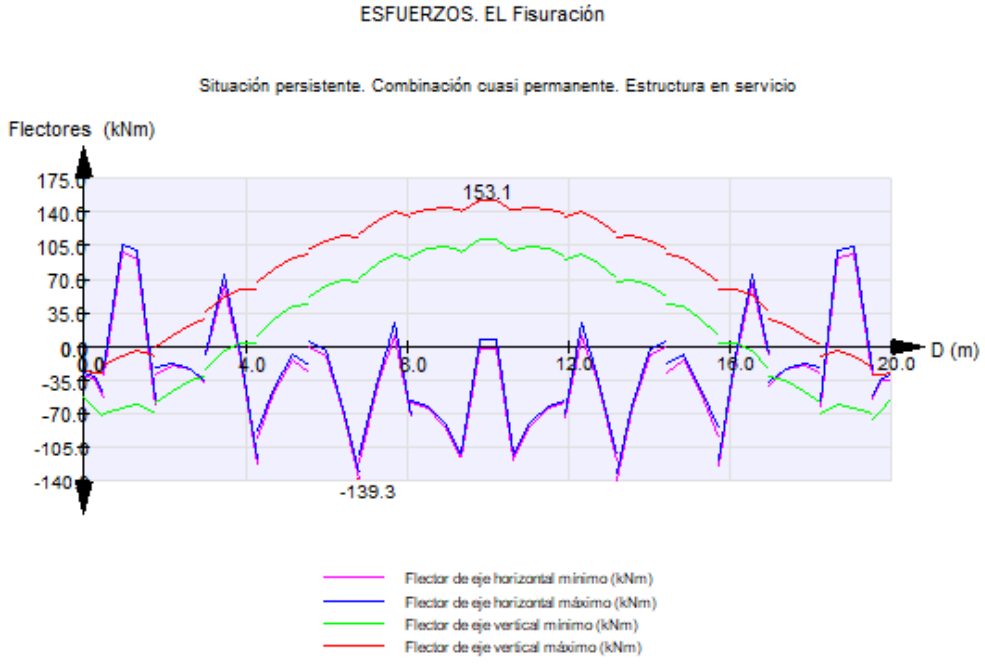




3.2 Esforços en E.L.S.



$N_k := 35\ \mathbf{kN}$



$M_{k\_vertical} := 155\ \mathbf{kN \cdot m}$

$M_{k\_horizontal} := 140\ \mathbf{kN \cdot m}$

Momento torsor en servicio

$$T_k := \frac{T_{ed}}{1.5} = 270\ \mathbf{m \cdot kN}$$

4. ANÀLISI E.L.S. FISSURACIÓ CARREGADOR

$$\sigma_{tracc\_k} := \frac{N_k}{h_e \cdot b_e} + \frac{6 \cdot M_{k\_vertical}}{b_e \cdot h_e^{\,2}} + \frac{6 \cdot M_{k\_horizontal}}{h_e \cdot b_e^{\,2}} = 1.118\ \text{MPa} \quad << \quad f_{ctm.flcomp}(N_k) = 2.871\ \text{MPa}$$

$$\text{if}\left(\sigma_{tracc\_k} \le f_{ctm.flcomp}(N_k), \text{“NO FISURA”}, \text{“FISURA”}\right) = \text{“NO FISURA”}$$

$$Ratio_{ELS.fissuració} := \frac{\sigma_{tracc\_k}}{f_{ctm.flcomp}(N_k)} = 0.389 \quad < 1 \quad \text{ok}$$

5. ANÀLISI E.L.U. FLEXIÓ CARREGADOR

$$\sigma_{tracc\_ed} := \frac{N_{ed}}{h_e \cdot b_e} + \frac{6 \cdot M_{ed\_vertical}}{b_e \cdot h_e^{\,2}} + \frac{6 \cdot M_{ed\_horizontal}}{h_e \cdot b_e^{\,2}} = 2.258\ \text{MPa} \quad << \quad f_{ct\_ed.flcomp}(N_{ed}) = 1.205\ \text{MPa}$$

$$\text{if}\left(\sigma_{tracc\_ed} \le f_{ct\_ed.flcomp}(N_{ed}), \text{“VERIFICA COMO HM”}, \text{“NO”}\right) = \text{“NO”}$$

$$Ratio_{ELU.flexión} := \frac{\sigma_{tracc\_ed}}{f_{ct\_ed.flcomp}(N_{ed})} = 1.874 \quad > 1 \quad \text{verificar\_armaduras}$$

6. ANÀLISI E.L.U. TALLANT CARREGADOR

$$A_{s'} := \frac{\pi}{4} \cdot \phi_{barra\_tracc}^{\,2} \cdot n_{barras\_tracc} = 49.087\ \text{cm}^2$$

$$d := h_e - r_{mec} = 0.931\ \text{m}$$

$$\xi := \min\left(1 + \sqrt{\frac{200\ \text{mm}}{d}}, 2\right) = 1.464$$

$$\sigma'_{cd}(N) := \frac{-N}{h_e \cdot b_e}$$

Cuantía de armadura en la cara de tracción:

$$\rho_l := \max\left(\frac{A_{s'}}{d \cdot b_e}, 0.02\right) = 0.02$$

$$V_{cu}(N) := \left(\frac{0.18}{1.5} \cdot \xi \cdot \left(100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck} \cdot \text{MPa}^{-1}\right)^{\frac{1}{3}} + 0.15 \cdot \sigma'_{cd}(N) \cdot \text{MPa}^{-1}\right) \cdot b_e \cdot d \cdot \text{MPa}$$

$$V_{cu.min}(N) := \left(\frac{0.075}{1.5} \cdot \xi^{\frac{3}{2}} \cdot \left(f_{ck} \cdot \text{MPa}^{-1}\right)^{\frac{1}{2}} + 0.15 \cdot \sigma'_{cd}(N) \cdot \text{MPa}^{-1}\right) \cdot b_e \cdot d \cdot \text{MPa}$$

Capacidad del hormigón por tracción en piezas sin armadura de cortante

$V_{cu}(N) := \text{if}\left(V_{cu}(N) < V_{cu.min}(N)\right.$

$$V_{cu}(N) := \text{if } V_{cu}(N) \le V_{cu.min}(N) \quad V_{cu.min}(N) \quad \text{else} \quad V_{cu}(N)$$

$V_{ed} = (1.04 \cdot 10^3)\ \text{kN} \quad V_{cu}(N_{ed}) = 834.301\ \text{kN}$

$$Ratio\_VU2 := \frac{V_{ed}}{V_{cu}(N_{ed})} = 1.247$$

Análisis de secciones con armadura de cortante

Se considera un ángulo respecto la directriz de la pieza con el armado de cortante $\alpha := 90\ °$
Se considera un ángulo de las bielas $\theta := 45\ °$

$$V_{cu}(N) := \max\left(\left(\frac{0.15}{1.5} \cdot \xi \cdot \left(100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck} \cdot \text{MPa}^{-1}\right)^{\frac{1}{3}} + 0.15 \cdot \sigma'_{cd}(N) \cdot \text{MPa}^{-1}\right) \cdot b_e \cdot d \cdot \text{MPa},\ V_{cu.min}(N)\right)$$

$V_{cu}(N_{ed}) = 685.015\ \text{kN}$

$$V_{su} := \frac{0.9 \cdot d \cdot n_{rv} \cdot \pi \cdot \frac{\phi_v^2}{4}}{cada} f_{ydc} \cdot \sin(\alpha) \cdot (\cot(\alpha) + \cot(\theta)) = 673.517\ \text{kN}$$

$$Ratio\_cort := \frac{V_{ed}}{V_{cu}(N_{ed}) + V_{su}} = 0.766 \quad < 1 \qquad \text{ok}$$

$$armadura\_cortante := \text{if } Ratio\_VU2 \le 1 \quad \text{"No necesaria"} \quad \text{else if } Ratio\_cort \le 1 \quad Ratio\_cort \quad \text{else if } Ratio\_cort > 1 \quad \text{"No verifica cortante"} = 0.766$$

Verificacion_cortante = "ATENCIÓN. necesita armadura de cortante"

$$A_{V.min} := \text{if } \phi_v = 0 \quad 0 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}} \quad \text{else} \quad \frac{f_{ctm} \cdot b_e}{7.5 \cdot f_{ydc}} = 13.517\ \frac{\text{cm}^2}{\text{m}} \qquad A_{V.dispuesta} := \frac{b_e}{cada \cdot \text{m}} \cdot n_{rv} \cdot \pi \cdot \frac{\phi_v^2}{4} = 28.149\ \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

Verificacion_armadura.minima.cortante = "OK."

7. ANÀLISI E.L.U. ARMADURA TIRANT INFERIOR

Coeficiente de mayoración de acciones $\gamma_A := 1.35$

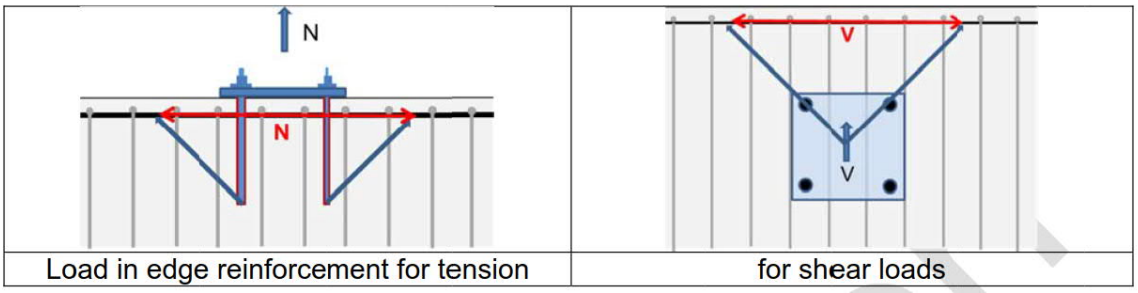
Reacción de cálculo de una viga

$R_{ed} := N_{k\_apoyo} \cdot \gamma_A = 2010.42$ **kN**

$V_{ed} := V_{k\_apoyo} \cdot \gamma_A = 133.65$ **kN**

Ángulo de una biela: $\alpha := \operatorname{atan}\left(\frac{h_e}{0.5 \cdot s_{vigas}}\right) = 39.514$ °

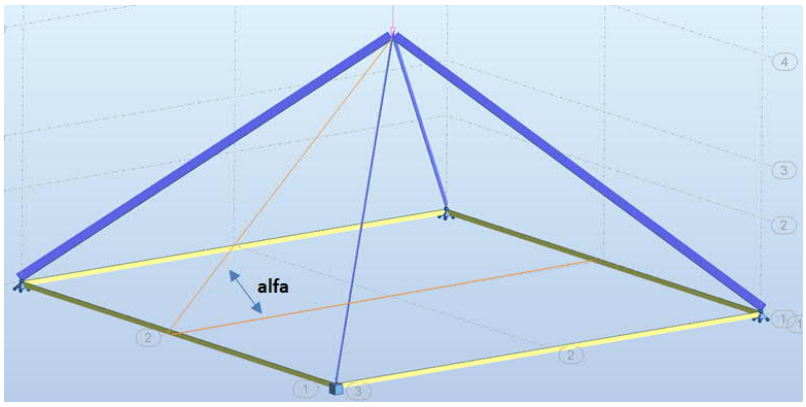
- A surface or edge reinforcement perpendicular to the anchor load is required to take up the splitting forces. The stress induced into this edge reinforcement can be estimated by a 45° strut and tie model:



Load in edge reinforcement for tension | for shear loads

Tipo de análisis para la tracción $analisis_{tracc} := \text{“2D”}$ ["2D", "3D"]

Tipo de análisis para el cortante $analisis_{cort} := \text{“2D”}$ ["2D", "3D"]



Celosía espacial con ángulo plano de bielas:
$\alpha = 39.514$ °

$\alpha' := \operatorname{atan}\left(\frac{\tan(\alpha)}{\sqrt{2}}\right) = 30.25$ °

$V := V_{ed} = 133.65$ **kN**

$N := R_{ed} = (2.01 \cdot 10^3)$ **kN**

Tracción estimada en el tirante:

$$T_{tracc} := \text{if } analisis_{tracc} = \text{“2D”} \left\| 0.5\ N \cdot \tan(\alpha)^{-1} \right.$$

Compresión estimada en la biela:

$$C_{tracc} := \text{if } analisis_{tracc} = \text{“2D”} \left\| 0.5\ N \cdot \sin(\alpha)^{-1} \right.$$

else
$0.25\ N \cdot \tan(\alpha)^{-1}$

else
$0.25\ N \cdot \sin(\alpha')^{-1}$

$T_{cort} := 0.5\ V \cdot \tan(\alpha)^{-1}$ $C_{cort} := 0.5\ V \cdot \sin(\alpha)^{-1}$

$T_{tracc} = (1.219 \cdot 10^3)\ kN$ $C_{tracc} = (1.58 \cdot 10^3)\ kN$

$T_{cort} = 81.025\ kN$ $C_{cort} = 105.027\ kN$

$C := \max(C_{tracc}, C_{cort}) = 1579.861\ kN$

Tensiones en biela:

ancho biela: $a_{biela} := D = 85\ cm$
canto biela: $h_{biela} := 0.5 \cdot D \cdot \sin(\alpha) = 27.041\ cm$

$\sigma_{biela} := \frac{C}{a_{biela} \cdot h_{biela}} = 6.873\ MPa$ $\sigma_{2c} := 0.7 \cdot f_{cd} = 14\ MPa$

$Ratio_{biela} := \frac{\sigma_{biela}}{\sigma_{2c}} = 49.096\%$ ok

Armadura requerida en tirante:

Tensión considerada de trabajo: $f_{y\_considerada} := 200\ MPa \cdot \gamma_A = 270\ MPa$

$A_{S.nec\_traccion} := \frac{T_{tracc}}{f_{y\_considerada}} = 45.141\ cm^2$

$A_{S.nec\_cortante} := \frac{T_{cort}}{f_{y\_considerada}} = 3.001\ cm^2$

MÁXIMO DIÁMETRO DE LAS BARRAS PARA CONTROLAR LA FISURACIÓN

Tensión del acero[1] [N/mm²]	*Diámetro máximo de la barra [mm]*		
	w_k = 0,4 mm	w_k = 0,3 mm	w_k = 0,2 mm
160	40	32	25
200	32	25	16
240	20	16	12
280	16	12	8
320	12	10	6
360	10	8	5
400	8	6	4
450	6	5	–

[1] La tensión del acero se calcula en sección fisurada bajo la combinación de acciones relevante

Propuesta de armadura a disponer para prevenir roturas en el hormigón por la presencia del anclaje:

$\phi_{barra\_tracc} = 25\ mm$ $n_{barras\_tracc} = 10$

$\phi_{barra\_cort} := \phi_{barra\_tracc} = 25\ mm$ $n_{barras\_cort} := 1$

$A_{s\_min\_geo} := h_e \cdot b_e \cdot \frac{2.8}{1000} = 39.2\ cm^2$

$A_{S\_dispuesto\_tirante\_tracc} := \frac{\pi}{4} \cdot \phi_{barra\_tracc}^2 \cdot n_{barras\_tracc} = 49.087\ cm^2$

$A_{S\_dispuesto\_tirante\_cort} := \frac{\pi}{4} \cdot \phi_{barra\_cort}^2 \cdot n_{barras\_cort} = 4.909\ cm^2$

$Ratio_{tirante\_traccion\_anclaje} := \frac{A_{S.nec\_traccion}}{A_{S\_dispuesto\_tirante\_tracc}} = 91.961\%$ ok

$Ratio_{tirante\_cortante\_anclaje} := \frac{A_{S.nec\_cortante}}{A_{S\_dispuesto\_tirante\_cort}} = 61.135\%$ ok

$Ratio_{armadura\_minima} := \frac{A_{s\_min\_geo}}{A_{S\_dispuesto\_tirante\_tracc}} = 79.858\%$ ok

8. ANÀLISI E.L.U. ARMADURA TORSIÓ

Análisis de fisuración

Canto de la sección $h := h_e = 1$ m
Ancho de la sección $b := b_e = 1.4$ m
Recubrimiento armaduras $r := r_{mec} = 0.07$ m
Hormigón $f_{ck} = 30$ MPa
Acero $f_{yk} := 500$ MPa

$f_{ctm} = 2.896$ MPa

$f_{ctk} := 0.7 \cdot f_{ctm} = 2.028$ MPa

Área $A := b \cdot h = 1.4$ m²
Perímetro $u := 2 \cdot (b + h) = 4.8$ m
Espesor eficaz de la sección: $h_e := \max\left(\frac{A}{u}, 2 \cdot r\right) = 0.292$ m

$h_{med} := h - h_e = 0.708$ m $\quad b_{med} := b - h_e = 1.108$ m

Perímetro de la línea media $u_e := 2 \cdot (h_{med} + b_{med}) = 3.633$ m

Área de la línea media $A_e := h_{med} \cdot b_{med} = 0.785$ m²

Módulo a torsión $J_{t1} := \frac{4 \cdot A_e^2}{u_e} = 0.679$ m³

Módulo a torsión $J_{t2} := \frac{b^2 \cdot h}{3} = 0.653$ m³

Momento de fisuración a torsión $M_{fis\_torsion} := f_{ctm} \cdot \min(J_{t1}, J_{t2}) = (1.892 \cdot 10^3)$ m·kN

$Ratio_{fisuración} := \frac{T_k}{M_{fis\_torsion}} = 0.143$

$fisuración_{torsión}$ = “no fisura” OK

Análisis en E.L.U torsión según EHE-08

Armadura longitudinal considerada para torsión

ϕ_{barra} (mm)	num_{barras}
25	4
25	4

$A_l := \frac{num_{barras}}{4} \cdot \pi \cdot \phi_{barra}^2 = 39.27\ cm^2$

Diámetro previsto para armado transversal: $\phi_t := \phi_v = 16\ mm$

Cercos de $\phi_t = 16\ mm$ cada $s_t := cada = 20\ cm$

Número de barras en un cerco $n_c := 1$

Acero corrugado B500s con $f_{yd} := \frac{f_{yk}}{1.15} = 434.783\ MPa$ i $f_{yd.c} := 400\ MPa$

Resistencia de cálculo a compresión de hormigón: $f_{cd} := \frac{f_{ck}}{1.5} = 20\ MPa$

Ángulo de las armaduras con el eje de la pieza $\alpha_{armadura} := 90\ °$

Agotamiento de bielas a compresión Tu1

$f_{1cd} := 0.6 \cdot f_{cd} = 12\ MPa$ $K := 1$ $\alpha := 0.6$

Ángulo de las bielas del hormigón $\theta := atan(1) = 45\ °$ $\cot(\theta) = 1$

$T_{u1} := 2 \cdot K \cdot \alpha \cdot f_{1cd} \cdot A_e \cdot h_e \cdot \frac{\cot(\theta)}{1 + \cot(\theta)^2} = (1.649 \cdot 10^3)\ kN \cdot m$

Agotamiento de armadura transversal Tu2

Área de las armaduras utilizadas como cercos $A_t := \phi_t^2 \cdot n_c \cdot \frac{\pi}{4} = 201.062\ mm^2$

$T_{u2} := 2 \cdot A_e \cdot \frac{A_t}{s_t} \cdot f_{yd.c} \cdot \cot(\theta) = 631.39\ kN \cdot m$

Agotamiento de armadura longitudinal Tu3

$T_{u3} := \frac{2 \cdot A_e}{u_e} \cdot A_l \cdot f_{yd.c} \cdot \tan(\theta) = 678.817\ m \cdot kN$

Torsor resistente

$T_u := \min(T_{u1}, T_{u2}, T_{u3}) = 631.39\ m \cdot kN$

$$Ratio_{E.L.U.} := \frac{T_{ed}}{T_u} = 0.641$$

Disposiciones mínimas de separaciones

$$s_{min\_1} := \frac{u_e}{8} = 0.454\ m$$

$$s_{min\_2} := \text{if } T_{ed} \le \frac{T_u}{5}$$
$$\quad \min\left(0.75 \cdot \min\left(h_{med}, b_{med}\right) \cdot \left(1 + \cot\left(\alpha_{armadura}\right)\right), \min\left(\min\left(h_{med}, b_{med}\right), 600\ mm\right)\right)$$
$$\text{else if } T_{ed} \le \frac{2 \cdot T_u}{3}$$
$$\quad \min\left(0.6 \cdot \min\left(h_{med}, b_{med}\right) \cdot \left(1 + \cot\left(\alpha_{armadura}\right)\right), \min\left(\min\left(h_{med}, b_{med}\right), 450\ mm\right)\right)$$
$$\text{else}$$
$$\quad \min\left(0.3 \cdot \min\left(h_{med}, b_{med}\right) \cdot \left(1 + \cot\left(\alpha_{armadura}\right)\right), \min\left(\min\left(h_{med}, b_{med}\right), 300\ mm\right)\right)$$

$$s_{min\_2} = 0.425\ m$$

$$s_{min} := \min\left(s_{min\_1}, s_{min\_2}\right) = 42.5\ cm$$

$$cumplimiento_{separaciones} := \text{if}\left(s_t \le s_{min}, \text{“ok”}, \text{“NO verifica”}\right) = \text{“ok”}$$

E.L.U. I E.L.S. FLEXO-TRACCIÓ

1. CARACTERÍSTICAS SECCIONALES Y MECÁNICAS

Canto de la sección: $h := 100\ cm$
Ancho de la sección: $b := 140\ cm$
Recubrimiento nominal armadura de compresión: $r_c := 45\ mm$
Recubrimiento nominal armadura de tracción: $r_t := 45\ mm$
Recubrimiento lateral: $r_l := 0\ mm$
Diámetro de la armadura de tracción: $\phi_t := 25\ mm$
Diámetro de la armadura de compresión: $\phi_c := 25\ mm$ Número de barras comprimidas: $n_c := 10$
Diámetro cercos de cortante: $\phi_v := 16\ mm$ cada $:= 20\ cm$ Número de ramas: $n_{rv} := 2 = 2$
La armadura de cortante afecta al recubrimiento? $af_v := 1$ (poner 1 si afecta, 0 si no afecta)
Disposición de filas de armado propuestas:

$filas := [1]$ $n_{barra\_fila} := [10]$ $\Phi := [25] \cdot mm$ $y_{barra\_fila} := r_t + \phi_v \cdot af_v + [0.5 \cdot \phi_t] = [7.35]\ cm$

Disposición de armadura de refuerzo en cara traccionada barras $\Phi_{ref} := 0\ mm$
intercalando $n_{int} := 0$ barra entre armado principal de tracción propuesto

---

Número total de barras (no cuenta refuerzo): $n_t := |n_{barra\_fila} \cdot id| = 10$
Número total de filas: $n_{filas} := id \cdot id = 1$

Separación armadura traccionada: $sep := \text{“CALC”}$ (poner "CALC" si se quiere considerar la calculada)
Hormigón empleado $f_{ck} := 30\ MPa$ $f_{ck\_els} := 30\ MPa$ $\gamma_c := 1.5$
Acero pasivo $f_{yk} := 500\ MPa$ $\gamma_s := 1.15$
Coeficiente de cansancio del hormigón: $\alpha_{cc} := 1$ Tamaño árido $tma := 20\ mm$
Control indirecto del hormigón? $contr := \text{“NO”}$ (poner "NO si control Estadístico (usual)" sino poner "SI" ., ver Art.86.5.6 EHE-08)
Anchura característica de fisura máxima: $w_{max} := 0.3\ mm$
Edad del hormigón para la verificación seccional: $edad := 28\ day$

Datos del tipo de cemento utilizado:
Coeficiente del tipo de cemento $s_s := 0.25$ (si cemento normal s=0.25; si cemento rápido s=0.2, si cemento lento s=0.38)
Coeficiente de retracción $\alpha_{ds1} := 4$ (si cemento normal α_{ds1} =4; si cemento rápido α_{ds1} =6, si cemento lento α_{ds1} =3)
Coeficiente de retracción $\alpha_{ds2} := 0.12$ (si cemento normal α_{ds2} =0.12; si cemento rápido α_{ds2} =0.11; si cemento lento α_{ds2} =0.13)

Parámetros adicionales de cálculo
Considerar axil en cálculo del momento de fisuración? $axil := \text{“SI”}$
Considerar resistencia a flexión o flexotraccion del hormigón? $flex := 1$ (poner 0 si flexión, poner 1 si flexotraccion)
Angulo bielas de compresión 45º en cortante? $bielas := \text{“SI”}$ (poner "SI" asume 45º. Poner "NO" calcula el ángulo)
Tipo de elemento? $elemento := \text{“VIGA”}$ ("VIGA","LOSA","PILAR","MURO") $juntas := 9\ m$ (solo en muro)

Solicitación para considerar armadura mínima mecánica? $sol := \text{"FLEX"}$ ("FLEX","COMP","TRAC")

Parámetros auxiliares para el análisis de la fisuración

Coeficiente K1 (0.125 para flexión simple o 0.25 para tracción simple, poner "CALC" para calcular en función de las tensiones del hormigón) $k_1 := \text{"CALC"}$

Coeficiente k2 (1 si carga instantánea o posar 0.5 si carga duradera) $k_2 := 0.5$

Coeficiente β (1.7 si fisuración por cargas o 1.3 si fisuración por deformaciones) $\beta := 1.7$

Tener en cuenta inercia homogeneizada en cálculo de Momento de fisuración? $homo := 0$

(poner 0 si sección bruta, poner 1 si sección homogeneizada)

2. ESFUERZOS

E.L.S. cuasi-permanente *E.L.S. característico* *Esfuerzos E.L.U.*

CASO.E.L.S.	N_{k_cp}	M_{k_cp}	N_{k_car}	M_{k_car}
	(kN)	(kN · m)	(kN)	(kN · m)
"1.ELS"	200	140	200	140
"1.ELS"	-35	140	-35	140

CASO	N_{ed}	M_{ed}	V_{ed}
	(kN)	(kN · m)	(kN)
"1.ELU"	310	250	1040
"1.ELU"	-440	250	1040

* Axil negativo indica tracción

$f := \text{if}(elemento = \text{"LOSA"} \vee elemento = \text{"MURO"}, 0, 1) = 1$

3. PARÁMETROS AUXILIARES DE CÁLCULO

Cálculo del armado dispuesto y cantos útiles

Armadura dispuesta en cara traccionada:

$$A_s := \frac{\pi}{4} \cdot \left(\Phi^2 \cdot n_{barra\_fila} + \Phi_{ref}{}^2 \cdot \left(n_{int} \cdot n_{barra\_fila_0} - f \right) \right) = 49.087\ \text{cm}^2$$

Armadura dispuesta en cara comprimida: $A_{s'} := \frac{n_c \cdot \pi}{4} \cdot \phi_c{}^2 = 49.087\ \text{cm}^2$

Recubrimiento mecánico armadura de tracción:

$$r_m := \left| \frac{\left| \overrightarrow{\Phi^2 \cdot n_{barra\_fila}} \cdot y_{barra\_fila} \right| + \left(\left(r_t + \phi_v \cdot af_v + \left[0.5 \cdot \Phi_{ref} \right] \right) \cdot \Phi_{ref}{}^2 \cdot \left(n_{int} \cdot n_{barra\_fila_0} - f \right) \right)}{\left| \overrightarrow{\Phi^2 \cdot n_{barra\_fila}} \cdot id \right| + \Phi_{ref}{}^2 \cdot \left(n_{int} \cdot n_{barra\_fila_0} - f \right)} \right|$$

Recubrimiento mecánico armadura de tracción: $r_m = 7.35\ \text{cm}$

Recubrimiento mecánico armadura de compresión: $r_{m'} := r_c + \phi_v \cdot af_v + \phi_c \cdot 0.5 = 7.35\ \text{cm}$

Canto útil armadura de tracción: $d := h - r_m = 92.65\ \text{cm}$

Canto útil armadura de compresión: $d' := r_{m'} = 7.35\ \text{cm}$

Cálculo de las resistencias de cálculo de los materiales a los $edad = 28\ \text{day}$ *:*

Resistencia característica del hormigón a $edad = 28\ \text{day}$:

$$f_{ck.j} := f_{ck} \cdot e^{s_s \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28\ \text{day}}{edad}} \right)} = 30\ \text{MPa} \qquad f_{ck.j\_els} := f_{ck\_els} \cdot e^{s_s \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28\ \text{day}}{edad}} \right)} = 30\ \text{MPa}$$

$f_{cd} := \alpha_{cc} \cdot f_{ck.j} \cdot \gamma_c^{-1} = 20\ \text{MPa}$

$f_{cv} := \text{if } contr = \text{“SI”}\ \ 15\ \text{MPa}\ \ \text{else}\ \ \text{if } f_{ck.j} \le 60\ \text{MPa}\ \ f_{ck.j}\ \ \text{else}\ \ 60\ \text{MPa} = 30\ \text{MPa}$

$f_{1cd} := \text{if } f_{ck} \le 60\ \text{MPa}\ \ 0.6 \cdot f_{cd}\ \ \text{else}\ \ \zeta \leftarrow \left(0.9 - \frac{f_{ck.j}}{200\ \text{MPa}}\right) \cdot f_{cd}\ \ \text{if } \zeta \le 0.5 \cdot f_{cd}\ \ 0.5 \cdot f_{cd}\ \ \text{else}\ \ \zeta = 12\ \text{MPa}$

$f_{yd} := f_{yk} \cdot \gamma_s^{-1} = 434.783\ \text{MPa}$

$f_{ydc} := \text{if } f_{yk} > 400\ \text{MPa}\ \ 400\ \text{MPa}\ \ \text{else}\ \ f_{yk} \cdot \gamma_s^{-1} = 400\ \text{MPa}$

Deformaciones de rotura contempladas según y valores del diagrama rectangular Art. 39.5 EHE-08

Límite elástico del acero: $E_s := 200\ \text{GPa}$

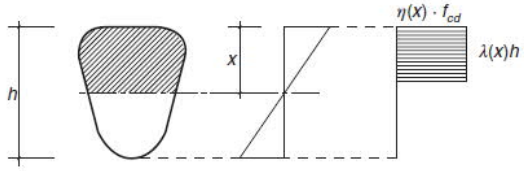
Deformación última del hormigón: $\varepsilon_{cu} := 0.0035$

Deformación de rotura del hormigón a compresión simple: $\varepsilon_{c0} := 0.0020$

Deformación de rotura acero en tracción: $\varepsilon_{s.max} := 0.01$

Deformación del acero al límite elástico: $\varepsilon_{yd} := f_{yd} \cdot (E_s)^{-1} = 0.00217$

Intensidad del bloque de compresión: $\eta := \text{if } f_{ck.j} \le 50\ \text{MPa}\ \ 1\ \ \text{else}\ \ 1 - \frac{(f_{ck.j} - 50\ \text{MPa})}{200\ \text{MPa}}$



Profundidad del rectángulo de compresiones respecto la fibra neutra:

$\lambda := \text{if } f_{ck.j} \le 50\ \text{MPa}\ \ 0.8\ \ \text{else}$

$$\left\| 0.8 - \frac{\left(f_{ck.j} - 50\ \text{MPa}\right)}{400\ \text{MPa}} \right|$$

4. CONFECCIÓN DEL DIAGRAMA DE INTERACCIÓN EN E.L.U. A edad = 28 day

$M_u(x) :=$ if $x < 0 \cdot h$

$\sigma_s \leftarrow f_{yd}$

$\sigma_{s'} \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(|x| + d')}{|x| + d} \le f_{yd}$

$E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(|x| + d')}{|x| + d}$

else

f_{yd}

$N_u \leftarrow - A_s \cdot \sigma_s - A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

$Ne \leftarrow - A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$

$M_u \leftarrow Ne - N_u \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right)$

else if $x \le \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{s.max} + \varepsilon_{cu}} \cdot d$

$y \leftarrow \lambda \cdot x$

$\sigma_s \leftarrow f_{yd}$

$\sigma_{s'} \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(x - d')}{d - x} \le f_{yd}$

$E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(x - d')}{d - x}$

else

f_{yd}

$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

$Ne \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} \cdot (d - 0.5 \cdot y) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$

$M_u \leftarrow Ne - N_u \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right)$

else if $x \le \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{yd} + \varepsilon_{cu}} \cdot d$

$y \leftarrow \lambda \cdot x$

$\sigma_s \leftarrow f_{yd}$

$\sigma_{s'} \leftarrow f_{yd}$

$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

$Ne \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} \cdot (d - 0.5 \cdot y) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$

$M_u \leftarrow Ne - N_u \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right)$

else if $x \le d$

$y \leftarrow \lambda \cdot x$

$\sigma_s \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{d - x}{x} \le f_{yd}$

$E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{d - x}{x}$

else

f_{yd}

$\sigma_{s'} \leftarrow f_{yd}$

$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

$Ne \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} \cdot (d - 0.5 \cdot y) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$

$N_u(x) :=$ if $x < 0 \cdot h$

$\sigma_s \leftarrow f_{yd}$

$\sigma_{s'} \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(|x| + d')}{|x| + d} \le f_{yd}$

$E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(|x| + d')}{|x| + d}$

else

f_{yd}

$N_u \leftarrow - A_s \cdot \sigma_s - A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

else if $x \le \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{s.max} + \varepsilon_{cu}} \cdot d$

$y \leftarrow \lambda \cdot x$

$\sigma_s \leftarrow f_{yd}$

$\sigma_{s'} \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(x - d')}{d - x} \le f_{yd}$

$E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(x - d')}{d - x}$

else

f_{yd}

$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

else if $x \le \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{yd} + \varepsilon_{cu}} \cdot d$

$y \leftarrow \lambda \cdot x$

$\sigma_s \leftarrow f_{yd}$

$\sigma_{s'} \leftarrow f_{yd}$

$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

else if $x \le d$

$y \leftarrow \lambda \cdot x$

$\sigma_s \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{d - x}{x} \le f_{yd}$

$E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{d - x}{x}$

else

f_{yd}

$\sigma_{s'} \leftarrow f_{yd}$

$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

else if $x \le h$

$y \leftarrow \lambda \cdot x$

$\sigma_s \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{x - d}{x} \le f_{ydc}$

$E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{x - d}{x}$

else

f_{ydc}

$\sigma_{s'} \leftarrow f_{ydc}$

$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} + A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

$M_u \leftarrow Ne - N_u \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right)$

else if $x \le h$

$y \leftarrow \lambda \cdot x$

$\sigma_s \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{x - d}{x} \le f_{ydc}$; $E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{x - d}{x}$; else ; f_{ydc}

$\sigma_{s'} \leftarrow f_{ydc}$

$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} + A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

$Ne \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} \cdot (d - 0.5 \cdot y) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$

$M_u \leftarrow Ne - N_u \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right)$

else

$y \leftarrow h \cdot \left(1 - (1 - \lambda) \cdot \frac{h}{x}\right)$

$\sigma_s \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{c0} \cdot \frac{x - d}{x - \frac{3 \cdot h}{7}} \le f_{ydc}$; $E_s \cdot \varepsilon_{c0} \cdot \frac{x - d}{x - \frac{3 \cdot h}{7}}$; else ; f_{ydc}

$\sigma_{s'} \leftarrow f_{ydc}$

$N_u \leftarrow \left(1 - (1 - \eta) \cdot \frac{h}{x}\right) \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} + A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

$Ne \leftarrow \left(1 - (1 - \eta) \cdot \frac{h}{x}\right) \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} \cdot (0.5\, y - d') + A_s \cdot \sigma_s \cdot (d - d')$

$M_u \leftarrow - Ne + N_u \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right)$

$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} + A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

else

$y \leftarrow h \cdot \left(1 - (1 - \lambda) \cdot \frac{h}{x}\right)$

$\sigma_s \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{c0} \cdot \frac{x - d}{x - \frac{3 \cdot h}{7}} \le f_{ydc}$; $E_s \cdot \varepsilon_{c0} \cdot \frac{x - d}{x - \frac{3 \cdot h}{7}}$; else ; f_{ydc}

$\sigma_{s'} \leftarrow f_{ydc}$

$N_u \leftarrow \left(1 - (1 - \eta) \cdot \frac{h}{x}\right) \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} + A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

NOTA: Se considera que para los dominios de rotura 4a y5 la tensión de las armaduras comprimidas no excede 400MPa.

Puntos característicos del diagrama de interacción

Los puntos indicados seguidamente son las distintas profundidades de la fibra neutra a medida que se va cambiando de dominio de deformación, desde los rangos $-\infty$ a $+\infty$

$$x_{car} := \begin{bmatrix} -1 \cdot h \\ 0\ \text{m} \\ \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{s.max} + \varepsilon_{cu}} \cdot d \\ \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{yd} + \varepsilon_{cu}} \cdot d \\ d \\ h \\ 100\ h \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1000 \\ 0 \\ 240.204 \\ 571.519 \\ 926.5 \\ 1000 \\ 100000 \end{bmatrix} \text{mm} \qquad i := 0 .. (\text{length}(x_{car}) - 1)$$

$M_{u\_x.car_i} :=$ for $j \in 0 .. (\text{length}(x_{car}) - 1)$; $M_u(x_{car_i})$

$$\begin{bmatrix} 0 \\ 578.081 \\ 3993.811 \end{bmatrix}$$

$N_{u\_x.car_i} :=$ for $j \in 0 .. (\text{length}(x_{car}) - 1)$; $N_u(x_{car_i})$

$$\begin{bmatrix} -4268.468 \\ -2913.063 \\ -5380.563 \end{bmatrix}$$

$$M_{u\_x.car} = \begin{bmatrix} 5294.874 \\ 3595.767 \\ 2969.716 \\ 32.132 \end{bmatrix} m \cdot kN \qquad N_{u\_x.car} = \begin{bmatrix} 12802.029 \\ 22887.834 \\ 24616.05 \\ 31861.172 \end{bmatrix} kN$$

Cálculo de los ratios de trabajo de la sección para cada par de esfuerzos

Discretización: $N := 3000 \quad j := 0 .. N - 1 \quad x_j := -1\,h + \frac{j}{N-1} \cdot 50\,h$

$M_{U_j} := \text{for } z \in 0 .. N-1 \; \| \; M_u(x_j)$ $\qquad$ $N_{U_j} := \text{for } z \in 0 .. N-1 \; \| \; N_u(x_j)$

$w := 0 .. \text{length}(M_{ed}) - 1$ $\qquad$ $\text{length}(M_{ed}) - 1 = 1$

Distancias eje vertical igualdad de axil

$x_{N_w} := \text{for } t \in 0 .. \text{length}(N_{ed}) - 1 \; \| \; \text{for } z \in 0 .. N-1 \; \| \; \text{if } N_{ed_w} \le N_{U_z} \; \| \; pos \leftarrow z \; \| \; \text{break} \; \| \; x_{pos}$

$$M_u(x_{N_w}) = \begin{bmatrix} 2080.271 \\ 1835.515 \end{bmatrix} m \cdot kN \qquad M_{ed_w} = \begin{bmatrix} 250 \\ 250 \end{bmatrix} m \cdot kN$$

$$Ratio_{momento_w} := \frac{M_{ed_w}}{M_u(x_{N_w}) + 10^{-6} \cdot m \cdot kN} = \begin{bmatrix} 0.12 \\ 0.136 \end{bmatrix} \qquad N_u(x_{N_w}) = \begin{bmatrix} 433.257 \\ -140.724 \end{bmatrix} kN \quad N_{ed_w} = \begin{bmatrix} 310 \\ -440 \end{bmatrix} kN$$

Distancias eje horizontal izquierdo a igualdad de momento

$x_{M_w} := \text{for } t \in 0 .. \text{length}(M_{ed}) - 1 \; \| \; \text{for } z \in 0 .. N-1 \; \| \; \text{if } M_{ed_w} \le M_{U_z} \; \| \; pos \leftarrow z \; \| \; \text{break} \; \| \; x_{pos}$

$$M_u(x_{M_w}) = \begin{bmatrix} 261.031 \\ 261.031 \end{bmatrix} m \cdot kN \qquad M_{ed_w} = \begin{bmatrix} 250 \\ 250 \end{bmatrix} m \cdot kN$$

$$Distancia_{axil.1_w} := N_{ed_w} - N_u(x_{M_w}) = \begin{bmatrix} 3966.438 \\ 3216.438 \end{bmatrix} kN \qquad N_u(x_{M_w}) = \begin{bmatrix} -3656.438 \\ -3656.438 \end{bmatrix} kN \qquad N_{ed_w} = \begin{bmatrix} 310 \\ -440 \end{bmatrix} kN$$

Distancias eje horizontal derecho a igualdad de momento

$$x_{MMM_w} := \text{for } t \in 0..\text{length}(M_{ed}) - 1 \left| \begin{array}{l} \text{for } z \in N - 1..0 \\ \quad \text{if } M_{ed_w} \le M_{U_z} \\ \quad\quad pos \leftarrow z \\ \quad\quad \text{break} \\ x_{pos} \end{array} \right.$$

$$M_u\left(x_{MMM_w}\right) = \begin{bmatrix} 250.24 \\ 250.24 \end{bmatrix} \text{m} \cdot \text{kN} \qquad M_{ed_w} = \begin{bmatrix} 250 \\ 250 \end{bmatrix} \text{m} \cdot \text{kN}$$

$$Distancia_{axil.2_w} := N_u\left(x_{MMM_w}\right) - N_{ed_w} = \begin{bmatrix} 31097.932 \\ 31847.932 \end{bmatrix} \text{kN} \quad N_u\left(x_{MMM_w}\right) = \begin{bmatrix} 31407.932 \\ 31407.932 \end{bmatrix} \text{kN} \qquad N_{ed_w} = \begin{bmatrix} 310 \\ -440 \end{bmatrix} \text{kN}$$

$$Ratio_{axil_w} := \frac{\max\left(Distancia_{axil.2_w}, Distancia_{axil.1_w}\right)}{Distancia_{axil.2_w} + Distancia_{axil.1_w} + 10^{-3}\ \text{N}} = \begin{bmatrix} 0.887 \\ 0.908 \end{bmatrix}$$

$$Ratio_{ELU_w} := \left| \begin{array}{l} \text{if } \max\left(Ratio_{momento_w}\right) \le 100 \wedge \max\left(Ratio_{axil_w}\right) \le 100 \\ \quad \max\left(Ratio_{axil_w}, Ratio_{momento_w}\right) \\ \text{else if } \max\left(Ratio_{momento_w}\right) > 100 \wedge \max\left(Ratio_{axil_w}\right) \le 100 \\ \quad Ratio_{axil_w} \\ \text{else if } \max\left(Ratio_{momento_w}\right) \le 100 \wedge \max\left(Ratio_{axil_w}\right) > 100 \\ \quad Ratio_{momento_w} \\ \text{else} \\ \quad \min\left(Ratio_{axil_w}, Ratio_{momento_w}\right) \end{array} \right. = \begin{bmatrix} 88.688\% \\ 90.827\% \end{bmatrix}$$

5. ANÁLISIS DE FISURACIÓN POR FLEXOCOMPRESIÓN EN E.L.S. CASO FLECTOR MÁXIMO PARA edad = 28 day

Las tensiones en servicio se obtendrán a partir de plantear el equilibrio seccional, despreciando la capacidad a tracción del hormigón.

*Se considera un momento de fisuración considerando la influencia del esfuerzo axil si procede (*axil = "SI" *) aunque las tensiones se calcularán sin considerar dicho esfuerzo axil.*

Esfuerzos considerados en caso de flector máximo en E.L.S.

Momento flector: $M_{k1.cp} := M_{k\_cp_0} = 140\ m \cdot kN$

Axil: $N_{k1.cp} := N_{k\_cp_0} = 200\ kN$

Cantos útiles:

Canto útil para armado traccionado: $d = 92.65\ cm$
Canto útil para armado comprimido: $d' = 7.35\ cm$

Parámetros de cálculo del hormigón a los j días:

$$f_{ctm} := 0.3 \cdot \left(f_{ck.j\_els} \cdot MPa^{-1}\right)^{\frac{2}{3}} MPa = 2.896\ MPa$$

Se considera el cálculo a flexo-compresión: flex = 1

$$f_{ctm.flcomp}(N) := \begin{cases} \max\left(\left(1.6 - \frac{h}{100\ cm}\right) \cdot flex \cdot f_{ctm}, f_{ctm}\right) + \frac{N}{b \cdot h} & \text{if } axil = \text{"SI"} \\ \max\left(\left(1.6 - \frac{h}{100\ cm}\right) \cdot flex \cdot f_{ctm}, f_{ctm}\right) + \frac{N \cdot 0}{b \cdot h} & \text{else} \end{cases}$$

$$s_t := \begin{cases} \dfrac{b - 2 \cdot r_l - 2 \cdot \phi_v \cdot af_v - \phi_t \cdot \frac{n_t}{n_{filas}}}{\frac{n_t}{n_{filas}} - 1} & \text{if } sep = \text{"CALC"} \\ sep & \text{else} \end{cases} = 12.422\ cm$$

$$E_{cm} := 8500 \cdot \sqrt[3]{f_{ck.j\_els} \cdot MPa^{-1} + 8} \cdot MPa = 28.577\ GPa$$

Coeficiente de relación entre módulos elásticos: $n := \frac{E_s}{E_{cm}} = 6.999$

$$I_{bruta} := \frac{b \cdot h^3}{12} = 11666666.667\ cm^4$$

$$cdg_{secc} := \frac{b \cdot h \cdot 0.5 \cdot h + \left(A_{s'} \cdot (h - d') + A_s \cdot r_m\right) \cdot (n - 1)}{b \cdot h + \left(A_{s'} + A_s\right) \cdot (n - 1)} = 0.5\ m$$

$$I_{homo} := I_{bruta} + \left(\frac{\pi \cdot \left(\Phi^4 \cdot n_{barra\_fila} + \phi_c{}^4 \cdot n_c + \Phi_{ref}{}^4 \cdot n_{barra\_fila_0} \cdot (n_{int})\right)}{64} \right. \\ \left. + A_{s'} \cdot \left((h - d') - cdg_{secc}\right)^2 + A_s \cdot (d - cdg_{secc})^2 \right) \cdot (n - 1) = 12738154.837\ cm^4$$

$$\frac{I_{homo}}{I_{bruta}} = 1.092$$

Cálculo del momento de fisuración:

$$M_{fis}(N) := f_{ctm.flcomp}(N) \cdot \text{if}\left(homo = 0, \frac{b \cdot h^2}{6}, \frac{I_{homo}}{\min\left(\left|cdg_{secc}\right|, \left|h - cdg_{secc}\right|\right)}\right) \qquad homo = 0$$

$$M_{fis}\left(N_{k1.cp}\right) = 709.176 \ \text{m} \cdot \text{kN}$$

Cálculo de fibra neutra y tensiones en hormigón y acero a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones

$$f := 0.5 \cdot d \qquad \sigma_{s'} := 80 \ \text{MPa} \qquad \sigma_s := 100 \ \text{MPa} \qquad \sigma_c := 10 \ \text{MPa}$$

$$N_{k1.cp} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} - A_s \cdot \sigma_s$$

$$M_{k1.cp} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} \cdot \left(d - \frac{f}{3}\right) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$$

$$\sigma_s = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(d - f)}{f}$$

$$\sigma_{s'} = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(f - d')}{f}$$

$$\begin{bmatrix} f \\ \sigma_c \\ \sigma_s \\ \sigma_{s'} \end{bmatrix} := \text{find}\left(f, \sigma_c, \sigma_s, \sigma_{s'}\right) = \begin{bmatrix} 0.742 \ \text{m} \\ 369374.876 \ \text{Pa} \\ 644821.479 \ \text{Pa} \\ 2328903.551 \ \text{Pa} \end{bmatrix}$$

Profundidad de la fibra neutra: $f = 74.154 \ \text{cm} \quad \frac{f}{d} = 0.8$

Compresión en el hormigón: $\sigma_c = 0.369 \ \text{MPa}$

Compresión en armadura de compresión: $\sigma_{s'} = 2.329 \ \text{MPa}$

Tracción en la armadura de tracción: $\sigma_s = 0.645 \ \text{MPa}$

Cálculo de la tracción en armadura traccionada en el momento que fisura la sección, a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones

$$f_r := 0.5 \cdot d \qquad \sigma_{s'r} := 80 \ \text{MPa} \qquad \sigma_{sr} := 100 \ \text{MPa} \qquad \sigma_{cr} := 10 \ \text{MPa}$$

$$N_{k1.cp} = \frac{\sigma_{cr} \cdot f_r \cdot b}{2} + A_{s'} \cdot \sigma_{s'r} - A_s \cdot \sigma_{sr}$$

$$M_{fis}\left(N_{k1.cp}\right) = \frac{\sigma_{cr} \cdot f_r \cdot b}{2} \cdot \left(d - \frac{f_r}{3}\right) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'r} \cdot (d - d')$$

$$\sigma_{sr} = n \cdot \sigma_{cr} \cdot \frac{\left(d - f_r\right)}{f_r}$$

$$\sigma_{s'r} = n \cdot \sigma_{cr} \cdot \frac{\left(f_r - d'\right)}{f_r}$$

$$\begin{bmatrix} f_r \\ \sigma_{cr} \\ \sigma_{sr} \\ \sigma_{s'r} \end{bmatrix} := \text{find}\left(f_r, \sigma_{cr}, \sigma_{sr}, \sigma_{s'r}\right) = \begin{bmatrix} 0.202 \ \text{m} \\ 5069210.149 \ \text{Pa} \\ 127550588.823 \ \text{Pa} \\ 22544636.518 \ \text{Pa} \end{bmatrix}$$

Tensión de la armadura en sección fisurada en instante que fisura el hormigón para M_{fis}: $\sigma_{sr} = 127.551$ MPa

Parámetros auxiliares para el análisis de la fisuración

Coeficiente K1

$$\varepsilon_1 := \frac{\sigma_s}{E_s} = 3.224 \cdot 10^{-6}$$

$$\varepsilon_2 := \text{if } \sigma_{s'} > 0 \cdot \text{MPa} \;\; 0 \;\; \text{else} \;\; \frac{-\sigma_{s'}}{E_s} = 0$$

$$k_1 := \text{if } k_1 = \text{“CALC”} \;\; \min\left(\frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{8 \cdot \varepsilon_1}, 0.25\right) \;\; \text{else} \;\; k_1 = 0.125$$

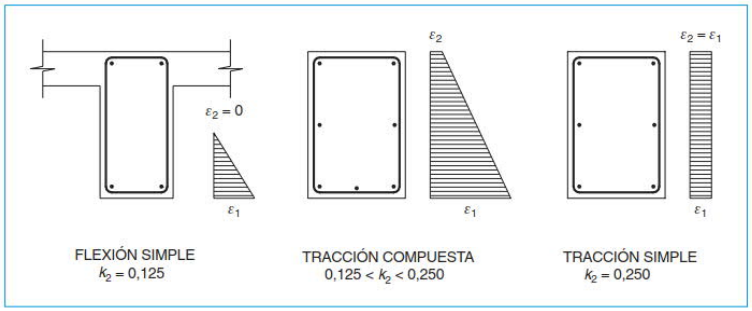


Figura 49.2.4.a.

$$k_1 = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{8\varepsilon_1}$$

Parámetros auxiliares para el análisis de la fisuración

Coeficiente K1 (0.125 para flexión simple o 0.25 para tracción simple) $k_1 = 0.125$

Coeficiente k2 (1 si carga instantánea o posar 0.5 si carga duradera) $k_2 = 0.5$

Coeficiente β (1.7 si fisuración por cargas o 1.3 si fisuración por deformaciones) $\beta = 1.7$

Recubrimiento hasta tocar la barra longitudinal: $c := r_c + \phi_v \cdot af_v = 6.1$ cm

Diámetro de las barras de armado de tracción: $\phi_t = 25$ mm

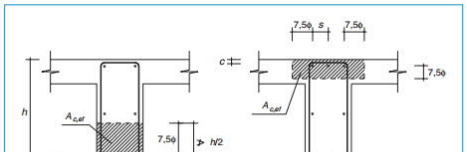
Separación de las barras de armado de tracción: $s_t = 12.422$ cm

Cálculo del área de hormigón en la zona del recubrimiento

Si es viga de alma estrecha en negativos poner "0"
Si es viga de alma estrecha en positivos poner "1"
Si es viga de alma ancha, losa o muro poner "2"

$A_{c.ef} := 2$

$$A_{c.eff} := \text{if } A_{c.ef} = 0 \;\; A_{c.eff} \leftarrow 7.5 \cdot \phi_t \cdot (b + 2 \cdot 7.5 \cdot \phi_t) \;\; \text{else if } A_{c.ef} = 1 = 3500 \text{ cm}^2$$



else if $A_{c.ef} = 1$

$A_{c.eff} \leftarrow$ if $7.5 \cdot \phi_t \leq \frac{h}{2}$

$A_{c.eff} \leftarrow 7.5 \cdot \phi_t \cdot b$

else

$A_{c.eff} \leftarrow \frac{h}{2} \cdot b$

else if $A_{c.ef} = 2$

$A_{c.eff} \leftarrow$ if $s_t \leq 15 \cdot \phi_t$

$A_{c.eff} \leftarrow \frac{h}{4} \cdot b$

else

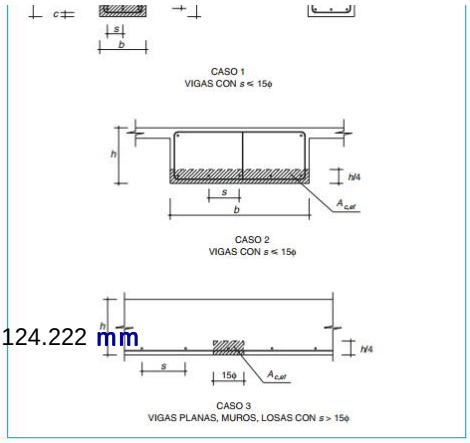
$A_{c.eff} \leftarrow \frac{h}{4} \cdot 15 \cdot \phi_t \cdot n_{barra\_fila_0} \cdot (1 + n_{int})$

$s :=$ if $s_t > 15 \cdot \phi_t$ $= 124.222$ mm

$s \leftarrow 15 \cdot \phi_t$

else

$s \leftarrow s_t$



Área de las armaduras situadas dentro del área eficaz $A_{s.ef} := A_s = 49.087\ cm^2$

Cálculo de la separación media de fisuras

$$s_m := 2 \cdot c + 0.2 \cdot s + 0.4 \cdot k_1 \cdot \frac{\phi_t \cdot A_{c.eff}}{A_{s.ef}} = 235.971\ mm$$

Cálculo del alargamiento medio de las armaduras

$\varepsilon_{sm.o} :=$ if $\sigma_s \geq 0$ $= -0.06307$

$\frac{\sigma_s}{200\ GPa} \cdot \left(1 - k_2 \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s}\right)^2\right)$

else

0

$\varepsilon_{sm} :=$ if $\varepsilon_{sm.o} \geq 0.4 \cdot \frac{\sigma_s}{200\ GPa}$ $= 0$

$\varepsilon_{sm} \leftarrow \varepsilon_{sm.o}$

else

$\varepsilon_{sm} \leftarrow 0.4 \cdot \frac{\sigma_s}{200\ GPa}$

Cálculo de la apertura característica de fisura

$\omega_{k\_1} :=$ if $M_{k1.cp} > M_{fis}(N_{k1.cp})$ $= 0\ mm$

$\beta \cdot s_m \cdot \varepsilon_{sm}$

else

$0\ mm$

6. ANÁLISIS DE FISURACIÓN POR FLEXOCOMPRESIÓN EN E.L.S. CASO AXIL MÁXIMO PARA edad = 28 day

Las tensiones en servicio se obtendrán a partir de plantear el equilibrio seccional, despreciando la capacidad a tracción del hormigón.

Se considera un momento de fisuración considerando la influencia del esfuerzo axil aunque las tensiones se calcularán sin considerar dicho esfuerzo axil.

Esfuerzos considerados en caso de flector máximo en E.L.S.

Momento flector: $M_{k2.cp} := M_{k\_cp_1} = 140\ m \cdot kN$

Axil: $N_{k2.cp} := N_{k\_cp_1} = -35\ kN$

Cálculo del momento de fisuración en flexo-compresión:

$M_{fis}(N_{k2.cp}) = 670.009\ m \cdot kN$

Cálculo de fibra neutra y tensiones en hormigón y acero a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones

$f := 0.5 \cdot d \qquad \sigma_{s'} := 80\ MPa \qquad \sigma_s := 100\ MPa \qquad \sigma_c := 10\ MPa$

$$N_{k2.cp} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} - A_s \cdot \sigma_s$$

$$M_{k2.cp} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} \cdot \left(d - \frac{f}{3}\right) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$$

$$\sigma_s = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(d - f)}{f}$$

$$\sigma_{s'} = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(f - d')}{f}$$

$$\begin{bmatrix} f \\ \sigma_c \\ \sigma_s \\ \sigma_{s'} \end{bmatrix} := \text{find}(f, \sigma_c, \sigma_s, \sigma_{s'}) = \begin{bmatrix} 0.163\ m \\ 1214028.403\ Pa \\ 39928551.841\ Pa \\ 4654997.06\ Pa \end{bmatrix}$$

Profundidad de la fibra neutra: $f = 16.256\ cm \quad \frac{f}{d} = 0.175$

Compresión en el hormigón: $\sigma_c = 1.214\ MPa$

Compresión en armadura de compresión: $\sigma_{s'} = 4.655\ MPa$

Tracción en la armadura de tracción: $\sigma_s = 39.929\ MPa$

Cálculo de la tracción en armadura traccionada en el momento que fisura la sección, a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones

$f_r := 0.5 \cdot d$ $\sigma_{s'r} := 80\ MPa$ $\sigma_{sr} := 100\ MPa$ $\sigma_{cr} := 10\ MPa$

$$N_{k2.cp} = \frac{\sigma_{cr} \cdot f_r \cdot b}{2} + A_{s'} \cdot \sigma_{s'r} - A_s \cdot \sigma_{sr}$$

$$M_{fis}(N_{k2.cp}) = \frac{\sigma_{cr} \cdot f_r \cdot b}{2} \cdot \left(d - \frac{f_r}{3}\right) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'r} \cdot (d - d')$$

$$\sigma_{sr} = n \cdot \sigma_{cr} \cdot \frac{(d - f_r)}{f_r}$$

$$\sigma_{s'r} = n \cdot \sigma_{cr} \cdot \frac{(f_r - d')}{f_r}$$

$$\begin{bmatrix} f_r \\ \sigma_{cr} \\ \sigma_{sr} \\ \sigma_{s'r} \end{bmatrix} := \text{find}(f_r, \sigma_{cr}, \sigma_{sr}, \sigma_{s'r}) = \begin{bmatrix} 0.174\ m \\ 5452214.043\ Pa \\ 164698127.545\ Pa \\ 22065568.002\ Pa \end{bmatrix}$$

Tensión de la armadura en sección fisurada en instante que fisura el hormigón para M_{fis}:
$\sigma_{sr} = 164.698\ MPa$

Coeficiente K1

$$\varepsilon_1 := \frac{\sigma_s}{E_s} = 1.996 \cdot 10^{-4} \qquad \varepsilon_2 := \begin{cases} 0 & \text{if } \sigma_{s'} > 0 \cdot MPa \\ \frac{-\sigma_{s'}}{E_s} & \text{else} \end{cases} = 0$$

$$k_1 := \begin{cases} \min\left(\frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{8 \cdot \varepsilon_1}, 0.25\right) & \text{if } k_1 = \text{“CALC”} \\ k_1 & \text{else} \end{cases} = 0.125$$

$A_{c.eff} = 3500\ cm^2$ $s = 124.222\ mm$

Área de les armaduras situadas dentro del área eficaz $A_{s.ef} = 49.087\ cm^2$

Cálculo de la separación media de fisuras

$$s_m := 2 \cdot c + 0.2 \cdot s + 0.4 \cdot k_1 \cdot \frac{\phi_t \cdot A_{c.eff}}{A_{s.ef}} = 235.971\ mm$$

Cálculo del alargamiento medio de las armaduras

$$\varepsilon_{sm.o} := \text{if } \sigma_s \geq 0 \left\| \frac{\sigma_s}{200\ \text{GPa}} \cdot \left(1 - k_2 \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s}\right)^2\right) \right. \text{else} \left\| 0 \right. = -0.0015$$

$$\varepsilon_{sm} := \text{if } \varepsilon_{sm.o} \geq 0.4 \cdot \frac{\sigma_s}{200\ \text{GPa}} \left\| \varepsilon_{sm} \leftarrow \varepsilon_{sm.o} \right. \text{else} \left\| \varepsilon_{sm} \leftarrow 0.4 \cdot \frac{\sigma_s}{200\ \text{GPa}} \right. = 0$$

Cálculo de la apertura característica de fisura

$$\omega_{k\_2} := \text{if } M_{k2.cp} > M_{fis}\left(N_{k2.cp}\right) \left\| \beta \cdot s_m \cdot \varepsilon_{sm} \right. \text{else} \left\| 0\ \text{mm} \right. = 0\ \text{mm}$$

7. ANÁLISIS DE LA FISURACIÓN DE LA SECCIÓN POR MICROCOMPRESIÓN PARA edad = 28 day

$f_{ck.j\_els} = 30\ \text{MPa}$

Esfuerzos en servicio combinación característica caso de máximo flector:

$$N_{k1} := N_{k\_car_0} = 200\ \text{kN} \qquad M_{k1} := M_{k\_car_0} = 140\ \text{m} \cdot \text{kN}$$

Esfuerzos en servicio combinación característica caso de máximo axil:

$$N_{k2} := N_{k\_car_1} = -35\ \text{kN} \qquad M_{k2} := M_{k\_car_1} = 140\ \text{m} \cdot \text{kN}$$

Cálculo de fibra neutra y tensiones en hormigón y acero a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones. Caso flector máximo

$$f := 0.5 \cdot d \qquad \sigma_{s'} := 80\ \text{MPa} \qquad \sigma_s := 100\ \text{MPa} \qquad \sigma_c := 10\ \text{MPa}$$

$$N_{k1} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} - A_s \cdot \sigma_s$$

$$M_{k1} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} \cdot \left(d - \frac{f}{3}\right) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$$

$$\sigma_s = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(d - f)}{f}$$

$$\sigma_{s'} = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(f - d')}{f}$$

$$\begin{bmatrix} f \\ \sigma_c \\ \sigma_s \\ \sigma_{s'} \end{bmatrix} := \text{find}\left(f, \sigma_c, \sigma_s, \sigma_{s'}\right) = \begin{bmatrix} 0.742\ \text{m} \\ 369374.876\ \text{Pa} \\ 644821.479\ \text{Pa} \\ 2328903.551\ \text{Pa} \end{bmatrix}$$

Compresión en el hormigón: $\sigma_{c1} := \sigma_c = 0.369\ \text{MPa}$

Cálculo de fibra neutra y tensiones en hormigón y acero a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones. Caso axil máximo

$f := 0.5 \cdot d \qquad \sigma_{s'} := 80\ \text{MPa} \qquad \sigma_s := 100\ \text{MPa} \qquad \sigma_c := 10\ \text{MPa}$

$$N_{k2} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} - A_s \cdot \sigma_s$$

$$M_{k2} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} \cdot \left(d - \frac{f}{3}\right) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$$

$$\sigma_s = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(d - f)}{f}$$

$$\sigma_{s'} = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(f - d')}{f}$$

$$\begin{bmatrix} f \\ \sigma_c \\ \sigma_s \\ \sigma_{s'} \end{bmatrix} := \text{find}\left(f, \sigma_c, \sigma_s, \sigma_{s'}\right) = \begin{bmatrix} 0.163\ \text{m} \\ 1214028.403\ \text{Pa} \\ 39928551.841\ \text{Pa} \\ 4654997.06\ \text{Pa} \end{bmatrix}$$

Compresión en el hormigón: $\sigma_{c2} := \sigma_c = 1.214\ \text{MPa}$

8. DEFINICIÓN DE LA FUNCIÓN DE VERIFICACIÓN A CORTANTE EN E.L.U. PARA edad = 28 day

Análisis del agotamiento del hormigón por compresión oblicua Vu1 y por tracción en el alma Vcu

Se considera un ángulo respecto la directriz de la pieza con el armado de cortante $\alpha := 90\ °$
Se considera una estructura con influencia del esfuerzo axil.

$$\varepsilon_x(M, N, V) := \frac{\frac{\max(M, 0.9 \cdot d \cdot V)}{0.9 \cdot d} + V - 0.5 \cdot N}{2 \cdot (A_s + A_{s'}) \cdot 200\ \text{GPa}} \cdot 1000$$

$$\varepsilon_x(M, N, V)\ \text{if}\ \varepsilon_x(M, N, V) \le 0 \quad \| \ 0 \quad \text{else} \quad \| \ \varepsilon_x(M, N, V)$$

$$\theta(M, N, V) := \text{if}\ \text{bielas} = \text{"SI"} \quad \| \ 45\ ° \quad \text{else} \quad \| \ (\varepsilon_x(M, N, V) \cdot 7 + 29) \cdot °$$

$$\sigma'_{cd}(N) := \text{if}\ \frac{N' - A_{s'} \cdot f_{ydc}}{b \cdot h} \le 0.3 \cdot f_{cd} \quad \| \ \frac{N - A_{s'} \cdot f_{ydc}}{b \cdot h} \quad \text{else} \quad \| \ 0.3 \cdot f_{cd}$$

$$K(N) := \text{if}\ \sigma'_{cd}(N) \le 0 \quad \| \ 1 \quad \text{else if}\ \sigma'_{cd}(N) \le 0.25 \cdot f_{cd} \quad \| \ 1 + \frac{\sigma'_{cd}(N)}{f_{cd}} \quad \text{else if}\ \sigma'_{cd}(N) \le 0.5 \cdot f_{cd}$$

$$\xi := \text{if}\ 1 + \sqrt{\frac{200\ \text{mm}}{d}} \le 2 \quad \| \ 1 + \sqrt{\frac{200\ \text{mm}}{d}} \quad \text{else} \quad \| \ 2$$

else if $\sigma'_{cd}(N) \le 0.5 \cdot f_{cd}$
  1.25
else
  $2.5 \cdot \left(1 - \frac{\sigma'_{cd}(N)}{f_{cd}}\right)$

Cuantía de armadura en la cara de tracción:

$$\rho_l := \max\left(\frac{A_s}{b \cdot d}, 0.02\right) = 0.02$$

$$\sigma'_{cd}(N) := \text{if } \frac{N}{b \cdot h} \le \min(0.3 \cdot f_{cd}, 12\ \text{MPa})\ \frac{N}{b \cdot h}\ \text{else}\ \min(0.3 \cdot f_{cd}, 12\ \text{MPa})$$

[Art 44.2.3.1 EHE-08]

$$V_{u1}(M, N, V) := K(N) \cdot f_{1cd} \cdot b \cdot d \cdot \left(\frac{\cot(\theta(M, N, V)) + \cot(\alpha)}{1 + (\cot(\theta(M, N, V)))^2}\right)$$

[Art 44.2.3.2.1.2 EHE-08]

$$V_{cu}(N) := \left(\frac{0.18}{\gamma_c} \cdot \xi \cdot \left(100 \cdot \rho_l \cdot f_{cv} \cdot \text{MPa}^{-1}\right)^{\frac{1}{3}} + 0.15 \cdot \sigma'_{cd}(N) \cdot \text{MPa}^{-1}\right) \cdot b \cdot d \cdot \text{MPa}$$

$$V_{cu.min}(N) := \left(\frac{0.075}{\gamma_c} \cdot \xi^{\frac{3}{2}} \cdot \left(f_{cv} \cdot \text{MPa}^{-1}\right)^{\frac{1}{2}} + 0.15 \cdot \sigma'_{cd}(N) \cdot \text{MPa}^{-1}\right) \cdot b \cdot d \cdot \text{MPa}$$

Capacidad del hormigón por tracción en piezas sin armadura de cortante

$$V_{cu}(N) := \text{if } V_{cu}(N) \le V_{cu.min}(N)\ V_{cu.min}(N)\ \text{else}\ V_{cu}(N)$$

$z := 0 .. \text{length}(b\_) - 1$

$$\theta\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right) = \begin{bmatrix} 45 \\ 45 \end{bmatrix}° \qquad \cot\left(\theta\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right)\right) = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$V_{ed} = \begin{bmatrix} 1040 \\ 1040 \end{bmatrix} \text{kN} \qquad V_{u1}\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right) = \begin{bmatrix} 7782.6 \\ 7782.6 \end{bmatrix} \text{kN} \qquad V_{cu}\left(N_{ed_z}\right) = \begin{bmatrix} 935.555 \\ 831.324 \end{bmatrix} \text{kN}$$

Definición de funciones auxiliares:

$$Ratio\_VU1_z := \text{for } i \in 0 .. \text{length}(b\_) - 1\ Ratio\_VU1_z \leftarrow \frac{V_{ed_z}}{V_{u1}\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right)}$$

$$Ratio\_VU2_z := \text{for } i \in 0 .. \text{length}(b\_) - 1\ Ratio\_VU1_z \leftarrow \frac{V_{ed_z}}{V_{cu}\left(N_{ed_z}\right)}$$

Análisis de secciones con armadura de cortante

$$V_{cu}(N) := \max\left(\left(\frac{0.15}{\gamma_c} \cdot \xi \cdot \left(100 \cdot \rho_l \cdot f_{cv} \cdot \text{MPa}^{-1}\right)^{\frac{1}{3}} + 0.15 \cdot \sigma'_{cd}(N) \cdot \text{MPa}^{-1}\right) \cdot b \cdot d \cdot \text{MPa}, V_{cu.min}(N)\right)$$

$$V_{su}(M, N, V) := \frac{0.9 \cdot d \cdot n_{rv} \cdot \pi \cdot \frac{\phi_v^2}{4}}{cada} f_{ydc} \cdot \sin(\alpha) \cdot (\cot(\alpha) + \cot(\theta(M, N, V)))$$

$$V_{cu}\left(N_{ed_z}\right) = \begin{bmatrix} 786.81 \\ 682.578 \end{bmatrix} \text{kN} \qquad V_{su}\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right) = \begin{bmatrix} 670.622 \\ 670.622 \end{bmatrix} \text{kN} \quad V_{cu}\left(N_{ed_z}\right) + V_{su}\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right) = \begin{bmatrix} 1457.432 \\ 1353.2 \end{bmatrix} \text{kN}$$

$$Ratio\_cort_z := \text{for } i \in 0..\text{length}(b\_) - 1 \left\| \frac{V_{ed_z}}{V_{cu}\left(N_{ed_z}\right) + V_{su}\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right)} \right.$$

$$armadura\_cortante_z := \begin{cases} \text{if } Ratio\_VU2_z \leq 1 \\ \quad \text{“No necesaria”} \\ \text{else if } Ratio\_cort_z \leq 1 \\ \quad Ratio\_cort_z \\ \text{else if } Ratio\_cort_z > 1 \\ \quad \text{“No verifica cortante”} \end{cases}$$

Verificacion_cortante = “ATENCIÓN. necesita armadura de cortante”

$$A_{V.min} := \begin{cases} \text{if } \phi_v = 0 \\ \quad 0 \cdot \frac{cm^2}{m} \\ \text{else} \\ \quad \frac{f_{ctm} \cdot b}{7.5 \cdot f_{ydc}} \end{cases} = 13.517 \frac{cm^2}{m} \qquad A_{V.dispuesta} := \frac{b}{cada \cdot m} \cdot n_{rv} \cdot \pi \cdot \frac{\phi_v^2}{4} = 28.149 \frac{cm^2}{m}$$

Verificacion_armadura.minima.cortante = “OK.”

9. VERIFICACIÓN SECCIONES CRÍTICAS EN E.L.U. MEDIANTE INTERACCIÓN A FLEXIÓN COMPUESTA PARA edad = 28 day

Discretización: N = 3000

$$M_{u_j} := \text{for } z \in 0..N - 1 \left\| M_{..}\langle x \rangle \right. \qquad N_{u_j} := \text{for } z \in 0..N - 1 \left\| N_{..}\langle x \rangle \right.$$

Máximo flector: $\max\left(M_{u\_x.car}\right) = 5294.874\ \mathbf{m \cdot kN}$
Mínimo flector: $\min\left(M_{u\_x.car}\right) = 0\ \mathbf{m \cdot kN}$
Máximo axil: $\max\left(N_{u\_x.car}\right) = 31861.172\ \mathbf{kN}$
Mínimo axil: $\min\left(N_{u\_x.car}\right) = -4268.468\ \mathbf{kN}$

NOTA: Se considera que para los dominios de rotura 4a y5 la tensión de las armaduras comprimidas no excede 400MPa.

$$Ratio_{ELU_w} = \begin{bmatrix} 88.688\% \\ 90.827\% \end{bmatrix} \qquad M_{ed} = \begin{bmatrix} 250 \\ 250 \end{bmatrix} \mathbf{m \cdot kN} \qquad N_{ed} = \begin{bmatrix} 310 \\ -440 \end{bmatrix} \mathbf{kN}$$

Verificacion_flexocompresion = “OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.U. flexocompresión recta”

$Ratio_{ELU.MAX} := \max\left(Ratio_{ELU}\right) = 90.827\%$ OK

NOTA: El ratio de verificación obtenido es el mínimo a axil constante y a momento constante.

10. VERIFICACIÓN DE LAS SECCIONES CRÍTICAS A E.L.S. FISURACIÓN PARA $edad = 28\ \mathbf{day}$

Definición de funciones auxiliares:

$$Ancho\_fisura := \begin{bmatrix} \omega_{k\_1} \\ \omega_{k\_2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \mathbf{mm} \qquad z := 0 .. length\left(Ancho\_fisura\right) - 1$$

$fisura_z :=$ for $i \in 0 .. length\left(Ancho\_fisura\right) - 1$
  if $M_{k\_cp_z} > M_{fis}\left(N_{k\_cp}\right)_z$
    “SI”
  else
    “NO”

$Ratio\_E.L.S._z :=$ for $i \in 0 .. length\left(Ancho\_fisura\right) - 1$
  if $fisura_z =$ “SI”
    $Ratio\_E.L.S._z \leftarrow \dfrac{Ancho\_fisura_z}{w_{max}}$
  else
    0

$id_z :=$ for $i \in 0 .. length\left(Ancho\_fisura\right) - 1$
  $id_z \leftarrow$ if $Ratio\_E.L.S._z > 1$
    $CASO.E.L.S._z$
  else
    “ok”

Resultados del análisis del E.L.S. fisuración por tracción $w_{max} = 0.3\ \mathbf{mm}$ $M_{fis}\left(0 \cdot \mathbf{kN}\right) = 675.843\ \mathbf{m \cdot kN}$

$$CASO.E.L.S. = \begin{bmatrix} \text{“1.ELS”} \\ \text{“1.ELS”} \end{bmatrix} \qquad M_{k\_cp} = \begin{bmatrix} 140 \\ 140 \end{bmatrix} \mathbf{m \cdot kN} \qquad N_{k\_cp} = \begin{bmatrix} 200 \\ -35 \end{bmatrix} \mathbf{kN} \qquad M_{fis}\left(N_{k\_cp}\right) = \begin{bmatrix} 709.176 \\ 670.009 \end{bmatrix} \mathbf{m \cdot kN}$$

$$CASO.E.L.S. = \begin{bmatrix} \text{“1.ELS”} \\ \text{“1.ELS”} \end{bmatrix} \qquad fisura = \begin{bmatrix} \text{“NO”} \\ \text{“NO”} \end{bmatrix} \qquad Ancho\_fisura_z = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \mathbf{mm} \qquad Ratio\_E.L.S. = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Verificacion_fisuracion_traccion = “OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.S. fisuración”

Resultados del análisis del E.L.S. fisuración microcompresión

$\sigma_{comp.hormi} := \begin{bmatrix} \sigma_{c1} \\ \sigma_{c2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.369 \\ 1.214 \end{bmatrix}$ MPa $0.6 \cdot f_{ck.j} = 18$ MPa $zz := 0 .. length(Ancho\_fisura) - 1$

$Ratio_{E.L.S.microfisuracion_{zz}} := \text{for } i \in 0 .. length(Ancho\_fisura) - 1$
$\quad \frac{\sigma_{comp.hormi_{zz}}}{0.6 \cdot f_{ck.j\_els}}$

$\sigma_{comp.hormi} = \begin{bmatrix} 0.369 \\ 1.214 \end{bmatrix}$ MPa

$CASO.E.L.S. = \begin{bmatrix} \text{“1.ELS”} \\ \text{“1.ELS”} \end{bmatrix}$ $Ratio_{E.L.S.microfisuracion} = \begin{bmatrix} 0.021 \\ 0.067 \end{bmatrix}$

Verificacion_fisuracion_microcompresion = “OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.S. fisuración”

11. VERIFICACIÓN QUANTIAS MINIMAS Y DISPOSICIONES CONSTRUCTIVAS

elemento = “VIGA”

Cuantía mínima geométrica [Art 42.3.5 EHE-08]

Armadura de tracción

$\rho_{g\_t} :=$ if elemento = “PILAR” $\frac{4}{1000}$
else if elemento = “LOSA” { if $f_{yk} = 400$ MPa $\frac{2}{1000} \cdot 0.5$ else $\frac{1.8}{1000} \cdot 0.5$ }
else if elemento = “VIGA” { if $f_{yk} = 400$ MPa $\frac{3.3}{1000}$ else $\frac{2.8}{1000}$ }
else if elemento = “MURO” { if $f_{yk} = 400$ MPa $\frac{1.2}{1000}$ ...

$= 0.0028$

Armadura de compresión

$\rho_{g\_c} :=$ if elemento = “PILAR” $\frac{4}{1000}$
else if elemento = “LOSA” { if $f_{yk} = 400$ MPa $\frac{2}{1000} \cdot 0.5$ else $\frac{1.8}{1000} \cdot 0.5$ }
else if elemento = “VIGA” { if $f_{yk} = 400$ MPa $\frac{3.3}{1000} \cdot 0.3$ else $\frac{2.8}{1000} \cdot 0.3$ }
else if elemento = “MURO” { if $f_{yk} = 400$ MPa $\frac{1.2}{1000} \cdot 0.3$ ...

$= 0.0008$

Armadura de reparto

$\rho_{g\_m} :=$ if elemento = “MURO” { if juntas > 7.5 m { if $f_{yk} = 400$ MPa $\frac{4}{1000} \cdot 0.5$ else $\frac{3.2}{1000} \cdot 0.5$ } else $\frac{2}{1000} \cdot 0.5$ } else 0

$= 0$

$$\left\| \begin{array}{l} \left\| \begin{array}{l} 1000 \end{array} \right. \\ \text{else} \\ \left\| \dfrac{0.9}{1000} \right. \end{array} \right. \qquad \left\| \begin{array}{l} \left\| \begin{array}{l} 1000 \end{array} \right. \\ \text{else} \\ \left\| \dfrac{0.9}{1000} \cdot 0.3 \right. \end{array} \right.$$

Cuantía mínima mecánica

[Art 42.3.2, Art 42.3.3,Art 42.3.4 EHE-08]

sol = "FLEX"

$$A_{s.mec.min.traccionada} := \text{if } sol = \text{"FLEX"} \left\| \begin{array}{l} \dfrac{\dfrac{b \cdot h^2}{6} \cdot f_{ctm.flcomp}(0\ kN)}{f_{yd} \cdot 0.8 \cdot h} \\ \text{else if } sol = \text{"COMP"} \\ \left\| \dfrac{0.05 \cdot \max(N_{ed})}{f_{ydc}} \right. \\ \text{else if } sol = \text{"TRAC"} \\ \left\| \dfrac{b \cdot h \cdot f_{ctm}}{f_{yd}} \cdot 0.5 \right. \end{array} \right.$$

$$A_{s.mec.min.comprimida} := \text{if } sol = \text{"FLEX"} \left\| \begin{array}{l} \dfrac{0.05 \cdot \max(N_{ed})}{f_{yd}} \\ \text{else if } sol = \text{"COMP"} \\ \left\| \dfrac{0.05 \cdot \max(N_{ed})}{f_{ydc}} \right. \\ \text{else if } sol = \text{"TRAC"} \\ \left\| \left\| \dfrac{b \cdot h \cdot f_{ctm}}{f_{yd}} \cdot 0.5 \right. \right. \end{array} \right.$$

Verificación armaduras

Armadura mínima geométrica

$A_{s.geom.min.traccionada} := \rho_{g\_t} \cdot b \cdot h = 39.2\ cm^2$

$A_{s.geom.min.comprimida} := \rho_{g\_c} \cdot b \cdot h = 11.76\ cm^2$

$A_{s.geom.min.reparto} := \text{if}\left(\phi_v \neq 0, \rho_{g\_m} \cdot b \cdot \min(h, 50\ cm), 0\ cm^2\right) = 0\ cm^2$

Armadura mínima mecánica

$A_{s.mec.min.traccionada} = 19.43\ cm^2$

$A_{s.mec.min.comprimida} = 0.357\ cm^2$

Armadura dispuesta

$A_s = 49.087\ cm^2$

$A_{s'} = 49.087\ cm^2$

$A_{sr} := \dfrac{\dfrac{b}{cada} \cdot \pi}{4} \cdot \phi_v^2 = 14.074\ cm^2$

$Verifica_{armadura.minima.traccionada} = \text{"OK"}$
$Verifica_{armadura.minima.reparto} = \text{"OK"}$
$Verifica_{armadura.minima.reparto} = \text{"OK"}$

Cálculo de la separación del armado dispuesto

$s_{armadura\_tracc} := s_t = 12.422\ cm$

$$s_{armadura\_comp} := \text{if } sep \neq \text{"CALC"} \left\| \begin{array}{l} \dfrac{b}{n_c} \\ \text{else} \\ \left\| \dfrac{b - 2 \cdot r_l - 2 \cdot \phi_v - \phi_c \cdot n_c}{n_c - 1} \right. \end{array} \right. = 12.422\ cm$$

Exigencias sobre disposición de armaduras

$s_{max} := \min(30\ cm, h \cdot 3) = 30\ cm$

$s_{min} := \max(2\ cm, 1.25 \cdot tma, \max(\phi_c, \phi_t)) = 2.5\ cm$

$$\phi_{V.min} := \text{if } \phi_v = 0 \left\| \begin{array}{l} 0\ mm \\ \text{else} \\ \left\| \dfrac{\max(\phi_c, \phi_t)}{4} \right. \end{array} \right. = 6.25\ mm$$

$s_{V.max} := \min(30\ cm, 15 \cdot \min(\phi_c, \phi_t)) = 30\ cm$

$\text{Verifica}_{\text{separacion.armaduras}} = \text{“OK”}$
$\text{Verifica}_{\text{disposicion.armadura.de.cortante}} = \text{“OK”}$

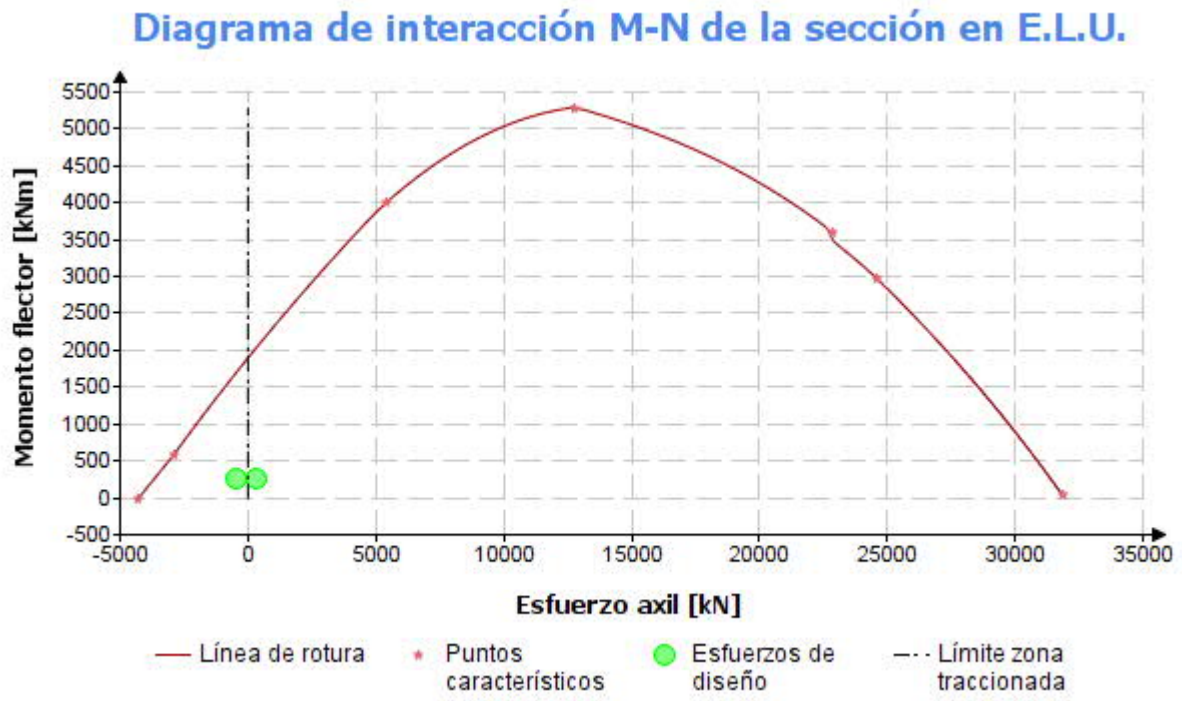
12. RESUMEN DE RESULTADOS.

Todas las verificaciones seccionales se realizan a la edad = 28 **day** del hormigón.

Verificación a E.L.U. flexocompresión mediante diagrama de interacción:

Verificacion_flexocompresion = “OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.U. flexocompresión recta”
$\text{Ratio}_{\text{ELU.MAX}} := \max(\text{Ratio}_{\text{ELU}}) = 90.827\%$ OK

$\text{CASO} = \begin{bmatrix} \text{“1.ELU”} \\ \text{“1.ELU”} \end{bmatrix}$ $\text{num} = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \end{bmatrix}$ $\text{id\_ELU} = \begin{bmatrix} \text{“ok”} \\ \text{“ok”} \end{bmatrix}$ $\text{Ratio}_{\text{ELU}_w} = \begin{bmatrix} 0.887 \\ 0.908 \end{bmatrix}$



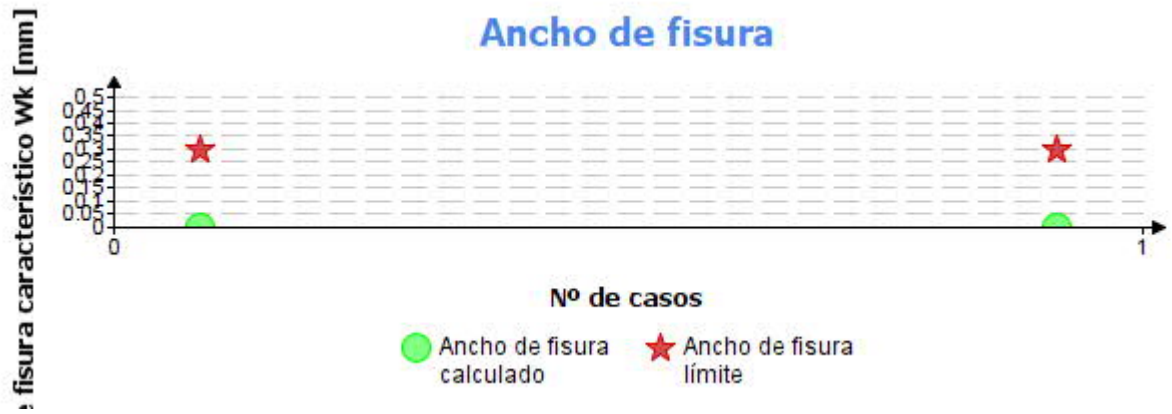
Verificación a E.L.S. fisuración :

Verificacion_fisuracion_traccion = “OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.S. fisuración”
$\text{Ratio}_{\text{ELS\_fisuracion}} := \max(\text{Ratio\_E.L.S.}) = 0$ OK
Verificacion_fisuracion_microcompresion = “OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.S. fisuración”
$\text{Ratio}_{\text{ELS\_microfisuracion}} := \max(\text{Ratio}_{\text{E.L.S.microfisuracion}}) = 6.745\%$ OK

Maxima_apertura_fisura $:= \max(\text{Ancho\_fisura}) = 0$ **mm** OK $w_{max} = 0.3$ **mm**
Maxima_compresión $:= \max(\sigma_{\text{comp.hormi}}) = 1.21403$ **MPa** OK $0.6 \cdot f_{ck.j\_els} = 18$ **MPa**

$M_{fis}(\min(N_{k\_cp})) = 670.009\ m \cdot kN$ $M_{fis}(0\ kN) = 675.843\ m \cdot kN$ $M_{k1.cp} = 140\ m \cdot kN$

$CASO.E.L.S. = \begin{bmatrix} \text{“1.ELS”} \\ \text{“1.ELS”} \end{bmatrix}$ $fisura = \begin{bmatrix} \text{“NO”} \\ \text{“NO”} \end{bmatrix}$ $Ancho\_fisura = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} mm$ $Ratio\_E.L.S. = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$



Verificación a E.L.U. cortante:

Verificacion_cortante = “ATENCIÓN. necesita armadura de cortante”

Verificacion_armadura.minima.cortante = “OK.”

$Ratio_{ELU.cort} := \max(\max(Ratio\_{VU1}, Ratio\_{cort})) = 76.855\%$ OK

$armadura\_cortante = \begin{bmatrix} 0.714 \\ 0.769 \end{bmatrix}$ $Ratio\_{VU1} = \begin{bmatrix} 0.134 \\ 0.134 \end{bmatrix}$ $Ratio\_{VU2} = \begin{bmatrix} 1.112 \\ 1.251 \end{bmatrix}$ $Ratio\_{cort} = \begin{bmatrix} 0.714 \\ 0.769 \end{bmatrix}$

Verificación disposiciones constructivas.

$Verifica_{armadura.minima.traccionada}$ = “OK”
$Verifica_{armadura.minima.reparto}$ = “OK”
$Verifica_{armadura.minima.reparto}$ = “OK”
$Verifica_{separacion.armaduras}$ = “OK”
$Verifica_{disposicion.armadura.de.cortante}$ = “OK”

Ratio global

$Ratio_{global} = 90.827\%$ OK
$Verificación_{global}$ = “OK”

E.L.U. I E.L.S. FLEXO-TRACCIÓ

1. CARACTERÍSTICAS SECCIONALES Y MECÁNICAS

Canto de la sección: $h := 140\ cm$
Ancho de la sección: $b := 100\ cm$
Recubrimiento nominal armadura de compresión: $r_c := 45\ mm$
Recubrimiento nominal armadura de tracción: $r_t := 45\ mm$
Recubrimiento lateral: $r_l := 0\ mm$
Diámetro de la armadura de tracción: $\phi_t := 25\ mm$
Diámetro de la armadura de compresión: $\phi_c := 25\ mm$ Número de barras comprimidas: $n_c := 10$
Diámetro cercos de cortante: $\phi_v := 16\ mm$ cada $:= 20\ cm$ Número de ramas: $n_{rv} := 2 = 2$
La armadura de cortante afecta al recubrimiento? $af_v := 1$ (poner 1 si afecta, 0 si no afecta)
Disposición de filas de armado propuestas:

filas $:= [1]$ $n_{barra\_fila} := [10]$ $\Phi := [25] \cdot mm$ $y_{barra\_fila} := r_t + \phi_v \cdot af_v + [0.5 \cdot \phi_t] = [7.35]\ cm$

Disposición de armadura de refuerzo en cara traccionada barras $\Phi_{ref} := 0\ mm$
intercalando $n_{int} := 0$ barra entre armado principal de tracción propuesto

---

Número total de barras (no cuenta refuerzo): $n_t := |n_{barra\_fila} \cdot id| = 10$
Número total de filas: $n_{filas} := id \cdot id = 1$

Separación armadura traccionada: sep $:=$ "CALC" (poner "CALC" si se quiere considerar la calculada)
Hormigón empleado $f_{ck} := 30\ MPa$ $f_{ck\_els} := 30\ MPa$ $\gamma_c := 1.5$
Acero pasivo $f_{yk} := 500\ MPa$ $\gamma_s := 1.15$
Coeficiente de cansancio del hormigón: $\alpha_{cc} := 1$ Tamaño árido $tma := 20\ mm$
Control indirecto del hormigón? contr $:=$ "NO" (poner "NO si control Estadístico (usual)" sino poner "SI" ., ver Art.86.5.6 EHE-08)
Anchura característica de fisura máxima: $w_{max} := 0.3\ mm$
Edad del hormigón para la verificación seccional: edad $:= 28\ day$

Datos del tipo de cemento utilizado:
Coeficiente del tipo de cemento $s_s := 0.25$ (si cemento normal s=0.25; si cemento rápido s=0.2, si cemento lento s=0.38)
Coeficiente de retracción $\alpha_{ds1} := 4$ (si cemento normal α_{ds1} =4; si cemento rápido α_{ds1} =6, si cemento lento α_{ds1} =3)
Coeficiente de retracción $\alpha_{ds2} := 0.12$ (si cemento normal α_{ds2} =0.12; si cemento rápido α_{ds2} =0.11; si cemento lento α_{ds2} =0.13)

Parámetros adicionales de cálculo
Considerar axil en cálculo del momento de fisuración? axil $:=$ "NO"
Considerar resistencia a flexión o flexotraccion del hormigón? flex $:= 1$ (poner 0 si flexión, poner 1 si flexotraccion)
Angulo bielas de compresión 45º en cortante? bielas $:=$ "SI" (poner "SI" asume 45º. Poner "NO" calcula el ángulo)
Tipo de elemento? elemento $:=$ "VIGA" ("VIGA","LOSA","PILAR","MURO") juntas $:= 9\ m$ (solo en muro)

Solicitación para considerar armadura mínima mecánica? $sol := \text{“FLEX”}$ ("FLEX","COMP","TRAC")

Parámetros auxiliares para el análisis de la fisuración

Coeficiente K1 (0.125 para flexión simple o 0.25 para tracción simple, poner "CALC" para calcular en función de las tensiones del hormigón) $k_1 := \text{“CALC”}$

Coeficiente k2 (1 si carga instantánea o posar 0.5 si carga duradera) $k_2 := 0.5$

Coeficiente β (1.7 si fisuración por cargas o 1.3 si fisuración por deformaciones) $\beta := 1.7$

Tener en cuenta inercia homogeneizada en cálculo de Momento de fisuración? $homo := 0$

(poner 0 si sección bruta, poner 1 si sección homogeneizada)

2. ESFUERZOS

E.L.S. cuasi-permanente *E.L.S. característico* *Esfuerzos E.L.U.*

CASO.E.L.S.	N_{k_cp}	M_{k_cp}	N_{k_car}	M_{k_car}
	(kN)	(kN · m)	(kN)	(kN · m)
“1.ELS”	200	140	200	140
“1.ELS”	-35	140	-35	140

CASO	N_{ed}	M_{ed}	V_{ed}
	(kN)	(kN · m)	(kN)
“1.ELU”	320	285	1040
“1.ELU”	-440	285	1040

* Axil negativo indica tracción

$f := \text{if}(elemento = \text{“LOSA”} \vee elemento = \text{“MURO”}, 0, 1) = 1$

3. PARÁMETROS AUXILIARES DE CÁLCULO

Cálculo del armado dispuesto y cantos útiles

Armadura dispuesta en cara traccionada:

$$A_s := \frac{\pi}{4} \cdot \left(\Phi^2 \cdot n_{barra\_fila} + \Phi_{ref}{}^2 \cdot \left(n_{int} \cdot n_{barra\_fila_0} - f \right) \right) = 49.087\ \text{cm}^2$$

Armadura dispuesta en cara comprimida: $A_{s'} := \frac{n_c \cdot \pi}{4} \cdot \phi_c{}^2 = 49.087\ \text{cm}^2$

Recubrimiento mecánico armadura de tracción:

$$r_m := \left| \frac{\left| \overrightarrow{\Phi^2 \cdot n_{barra\_fila}} \cdot y_{barra\_fila} \right| + \left(\left(r_t + \phi_v \cdot af_v + \left[0.5 \cdot \Phi_{ref} \right] \right) \cdot \Phi_{ref}{}^2 \cdot \left(n_{int} \cdot n_{barra\_fila_0} - f \right) \right)}{\left| \overrightarrow{\Phi^2 \cdot n_{barra\_fila}} \cdot id \right| + \Phi_{ref}{}^2 \cdot \left(n_{int} \cdot n_{barra\_fila_0} - f \right)} \right|$$

Recubrimiento mecánico armadura de tracción: $r_m = 7.35\ \text{cm}$

Recubrimiento mecánico armadura de compresión: $r_{m'} := r_c + \phi_v \cdot af_v + \phi_c \cdot 0.5 = 7.35\ \text{cm}$

Canto útil armadura de tracción: $d := h - r_m = 132.65\ \text{cm}$

Canto útil armadura de compresión: $d' := r_{m'} = 7.35\ \text{cm}$

Cálculo de las resistencias de cálculo de los materiales a los $edad = 28\ \text{day}$ *:*

Resistencia característica del hormigón a $edad = 28\ \text{day}$:

$$f_{ck.j} := f_{ck} \cdot e^{s_s \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28\ \text{day}}{edad}} \right)} = 30\ \text{MPa} \qquad f_{ck.j\_els} := f_{ck\_els} \cdot e^{s_s \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28\ \text{day}}{edad}} \right)} = 30\ \text{MPa}$$

$f_{cd} := \alpha_{cc} \cdot f_{ck.j} \cdot \gamma_c^{-1} = 20\ \text{MPa}$

$f_{cv} := \text{if } contr = \text{“SI”}\ \ 15\ \text{MPa}\ \ \text{else}\ \ \text{if } f_{ck.j} \le 60\ \text{MPa}\ \ f_{ck.j}\ \ \text{else}\ \ 60\ \text{MPa} = 30\ \text{MPa}$

$f_{1cd} := \text{if } f_{ck} \le 60\ \text{MPa}\ \ 0.6 \cdot f_{cd}\ \ \text{else}\ \ \zeta \leftarrow \left(0.9 - \frac{f_{ck.j}}{200\ \text{MPa}}\right) \cdot f_{cd}\ \ \text{if } \zeta \le 0.5 \cdot f_{cd}\ \ 0.5 \cdot f_{cd}\ \ \text{else}\ \ \zeta = 12\ \text{MPa}$

$f_{yd} := f_{yk} \cdot \gamma_s^{-1} = 434.783\ \text{MPa}$

$f_{ydc} := \text{if } f_{yk} > 400\ \text{MPa}\ \ 400\ \text{MPa}\ \ \text{else}\ \ f_{yk} \cdot \gamma_s^{-1} = 400\ \text{MPa}$

Deformaciones de rotura contempladas según y valores del diagrama rectangular Art. 39.5 EHE-08

Límite elástico del acero: $E_s := 200\ \text{GPa}$

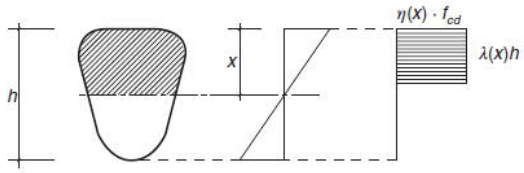
Deformación última del hormigón: $\varepsilon_{cu} := 0.0035$

Deformación de rotura del hormigón a compresión simple: $\varepsilon_{c0} := 0.0020$

Deformación de rotura acero en tracción: $\varepsilon_{s.max} := 0.01$

Deformación del acero al límite elástico: $\varepsilon_{yd} := f_{yd} \cdot (E_s)^{-1} = 0.00217$

Intensidad del bloque de compresión: $\eta := \text{if } f_{ck.j} \le 50\ \text{MPa}\ \ 1\ \ \text{else}\ \ 1 - \frac{(f_{ck.j} - 50\ \text{MPa})}{200\ \text{MPa}}$



Profundidad del rectángulo de compresiones respecto la fibra neutra:

$\lambda := \text{if } f_{ck.j} \le 50\ \text{MPa}\ \ 0.8\ \ \text{else}$

$$\left\| 0.8 - \frac{\left(f_{ck.j} - 50\ \mathbf{MPa}\right)}{400\ \mathbf{MPa}} \right|$$

4. CONFECCIÓN DEL DIAGRAMA DE INTERACCIÓN EN E.L.U. A edad = 28 day

$M_u(x) :=$ if $x < 0 \cdot h$

$\sigma_s \leftarrow f_{yd}$

$\sigma_{s'} \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(|x| + d')}{|x| + d} \le f_{yd}$

$E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(|x| + d')}{|x| + d}$

else

f_{yd}

$N_u \leftarrow - A_s \cdot \sigma_s - A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

$Ne \leftarrow - A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$

$M_u \leftarrow Ne - N_u \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right)$

else if $x \le \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{s.max} + \varepsilon_{cu}} \cdot d$

$y \leftarrow \lambda \cdot x$

$\sigma_s \leftarrow f_{yd}$

$\sigma_{s'} \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(x - d')}{d - x} \le f_{yd}$

$E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(x - d')}{d - x}$

else

f_{yd}

$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

$Ne \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} \cdot (d - 0.5 \cdot y) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$

$M_u \leftarrow Ne - N_u \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right)$

else if $x \le \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{yd} + \varepsilon_{cu}} \cdot d$

$y \leftarrow \lambda \cdot x$

$\sigma_s \leftarrow f_{yd}$

$\sigma_{s'} \leftarrow f_{yd}$

$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

$Ne \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} \cdot (d - 0.5 \cdot y) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$

$M_u \leftarrow Ne - N_u \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right)$

else if $x \le d$

$y \leftarrow \lambda \cdot x$

$\sigma_s \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{d - x}{x} \le f_{yd}$

$E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{d - x}{x}$

else

f_{yd}

$\sigma_{s'} \leftarrow f_{yd}$

$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

$Ne \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} \cdot (d - 0.5 \cdot y) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$

$M_u \leftarrow Ne - N_u \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right)$

$N_u(x) :=$ if $x < 0 \cdot h$

$\sigma_s \leftarrow f_{yd}$

$\sigma_{s'} \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(|x| + d')}{|x| + d} \le f_{yd}$

$E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(|x| + d')}{|x| + d}$

else

f_{yd}

$N_u \leftarrow - A_s \cdot \sigma_s - A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

else if $x \le \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{s.max} + \varepsilon_{cu}} \cdot d$

$y \leftarrow \lambda \cdot x$

$\sigma_s \leftarrow f_{yd}$

$\sigma_{s'} \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(x - d')}{d - x} \le f_{yd}$

$E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(x - d')}{d - x}$

else

f_{yd}

$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

else if $x \le \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{yd} + \varepsilon_{cu}} \cdot d$

$y \leftarrow \lambda \cdot x$

$\sigma_s \leftarrow f_{yd}$

$\sigma_{s'} \leftarrow f_{yd}$

$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

else if $x \le d$

$y \leftarrow \lambda \cdot x$

$\sigma_s \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{d - x}{x} \le f_{yd}$

$E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{d - x}{x}$

else

f_{yd}

$\sigma_{s'} \leftarrow f_{yd}$

$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

else if $x \le h$

$y \leftarrow \lambda \cdot x$

$\sigma_s \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{x - d}{x} \le f_{ydc}$

$E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{x - d}{x}$

else

f_{ydc}

$\sigma_{s'} \leftarrow f_{ydc}$

$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} + A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

$M_u \leftarrow Ne - N_u \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right)$

else if $x \le h$

$y \leftarrow \lambda \cdot x$

$\sigma_s \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{x - d}{x} \le f_{ydc}$; $E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{x - d}{x}$; else ; f_{ydc}

$\sigma_{s'} \leftarrow f_{ydc}$

$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} + A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

$Ne \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} \cdot (d - 0.5 \cdot y) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$

$M_u \leftarrow Ne - N_u \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right)$

else

$y \leftarrow h \cdot \left(1 - (1 - \lambda) \cdot \frac{h}{x}\right)$

$\sigma_s \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{c0} \cdot \frac{x - d}{x - \frac{3 \cdot h}{7}} \le f_{ydc}$; $E_s \cdot \varepsilon_{c0} \cdot \frac{x - d}{x - \frac{3 \cdot h}{7}}$; else ; f_{ydc}

$\sigma_{s'} \leftarrow f_{ydc}$

$N_u \leftarrow \left(1 - (1 - \eta) \cdot \frac{h}{x}\right) \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} + A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

$Ne \leftarrow \left(1 - (1 - \eta) \cdot \frac{h}{x}\right) \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} \cdot (0.5\, y - d') + A_s \cdot \sigma_s \cdot (d - d')$

$M_u \leftarrow - Ne + N_u \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right)$

$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} + A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

else

$y \leftarrow h \cdot \left(1 - (1 - \lambda) \cdot \frac{h}{x}\right)$

$\sigma_s \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{c0} \cdot \frac{x - d}{x - \frac{3 \cdot h}{7}} \le f_{ydc}$; $E_s \cdot \varepsilon_{c0} \cdot \frac{x - d}{x - \frac{3 \cdot h}{7}}$; else ; f_{ydc}

$\sigma_{s'} \leftarrow f_{ydc}$

$N_u \leftarrow \left(1 - (1 - \eta) \cdot \frac{h}{x}\right) \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} + A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

NOTA: Se considera que para los dominios de rotura 4a y5 la tensión de las armaduras comprimidas no excede 400MPa.

Puntos característicos del diagrama de interacción

Los puntos indicados seguidamente son las distintas profundidades de la fibra neutra a medida que se va cambiando de dominio de deformación, desde los rangos $-\infty$ a $+\infty$

$$x_{car} := \begin{bmatrix} -1 \cdot h \\ 0\ \text{m} \\ \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{s.max} + \varepsilon_{cu}} \cdot d \\ \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{yd} + \varepsilon_{cu}} \cdot d \\ d \\ h \\ 100\ h \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1400 \\ 0 \\ 343.907 \\ 818.262 \\ 1326.5 \\ 1400 \\ 140000 \end{bmatrix} \text{mm} \qquad i := 0 .. (\text{length}(x_{car}) - 1)$$

$M_{u\_x.car_i} :=$ for $j \in 0 .. (\text{length}(x_{car}) - 1)$; $M_u(x_{car_i})$

$$\begin{bmatrix} 0 \\ 996.297 \\ 5769.016 \end{bmatrix}$$

$N_{u\_x.car_i} :=$ for $j \in 0 .. (\text{length}(x_{car}) - 1)$; $N_u(x_{car_i})$

$$\begin{bmatrix} -4268.468 \\ -2678.21 \\ -5502.519 \end{bmatrix}$$

$$M_{u\_x.car} = \begin{bmatrix} 7553.593 \\ 4932.443 \\ 4253.112 \\ 45.533 \end{bmatrix} \text{m} \cdot \text{kN} \qquad N_{u\_x.car} = \begin{bmatrix} 13092.199 \\ 23358.234 \\ 24543.892 \\ 31860.758 \end{bmatrix} \text{kN}$$

Cálculo de los ratios de trabajo de la sección para cada par de esfuerzos

Discretización: $N := 3000 \quad j := 0 .. N - 1 \quad x_j := -1\,h + \frac{j}{N - 1} \cdot 50\,h$

$M_{U_j} :=$ for $z \in 0 .. N - 1$: $M_u(x_j)$

$N_{U_j} :=$ for $z \in 0 .. N - 1$: $N_u(x_j)$

$w := 0 .. \text{length}(M_{ed}) - 1$ $\qquad \text{length}(M_{ed}) - 1 = 1$

Distancias eje vertical igualdad de axil

$x_{N_w} :=$ for $t \in 0 .. \text{length}(N_{ed}) - 1$: for $z \in 0 .. N - 1$: if $N_{ed_w} \le N_{U_z}$: $pos \leftarrow z$; break ; x_{pos}

$$M_u(x_{N_w}) = \begin{bmatrix} 3132.026 \\ 2783.679 \end{bmatrix} \text{m} \cdot \text{kN} \qquad M_{ed_w} = \begin{bmatrix} 285 \\ 285 \end{bmatrix} \text{m} \cdot \text{kN}$$

$$Ratio_{momento_w} := \frac{M_{ed_w}}{M_u(x_{N_w}) + 10^{-6} \cdot \text{m} \cdot \text{kN}} = \begin{bmatrix} 0.091 \\ 0.102 \end{bmatrix} \qquad N_u(x_{N_w}) = \begin{bmatrix} 668.713 \\ 95.062 \end{bmatrix} \text{kN} \qquad N_{ed_w} = \begin{bmatrix} 320 \\ -440 \end{bmatrix} \text{kN}$$

Distancias eje horizontal izquierdo a igualdad de momento

$x_{M_w} :=$ for $t \in 0 .. \text{length}(M_{ed}) - 1$: for $z \in 0 .. N - 1$: if $M_{ed_w} \le M_{U_z}$: $pos \leftarrow z$; break ; x_{pos}

$$M_u(x_{M_w}) = \begin{bmatrix} 360.784 \\ 360.784 \end{bmatrix} \text{m} \cdot \text{kN} \qquad M_{ed_w} = \begin{bmatrix} 285 \\ 285 \end{bmatrix} \text{m} \cdot \text{kN}$$

$$Distancia_{axil.1_w} := N_{ed_w} - N_u(x_{M_w}) = \begin{bmatrix} 4012.596 \\ 3252.596 \end{bmatrix} \text{kN} \qquad N_u(x_{M_w}) = \begin{bmatrix} -3692.596 \\ -3692.596 \end{bmatrix} \text{kN} \qquad N_{ed_w} = \begin{bmatrix} 320 \\ -440 \end{bmatrix} \text{kN}$$

Distancias eje horizontal derecho a igualdad de momento

$$x_{MMM_w} := \text{for } t \in 0..\text{length}(M_{ed}) - 1 \left| \begin{array}{l} \text{for } z \in N - 1..0 \\ \quad \text{if } M_{ed_w} \le M_{U_z} \\ \quad\quad pos \leftarrow z \\ \quad\quad \text{break} \\ x_{pos} \end{array} \right.$$

$$M_u\left(x_{MMM_w}\right) = \begin{bmatrix} 285.193 \\ 285.193 \end{bmatrix} \text{m} \cdot \text{kN} \qquad M_{ed_w} = \begin{bmatrix} 285 \\ 285 \end{bmatrix} \text{m} \cdot \text{kN}$$

$$Distancia_{axil.2_w} := N_u\left(x_{MMM_w}\right) - N_{ed_w} = \begin{bmatrix} 31188.199 \\ 31948.199 \end{bmatrix} \text{kN} \quad N_u\left(x_{MMM_w}\right) = \begin{bmatrix} 31508.199 \\ 31508.199 \end{bmatrix} \text{kN} \qquad N_{ed_w} = \begin{bmatrix} 320 \\ -440 \end{bmatrix} \text{kN}$$

$$Ratio_{axil_w} := \frac{\max\left(Distancia_{axil.2_w}, Distancia_{axil.1_w}\right)}{Distancia_{axil.2_w} + Distancia_{axil.1_w} + 10^{-3}\ \text{N}} = \begin{bmatrix} 0.886 \\ 0.908 \end{bmatrix}$$

$$Ratio_{ELU_w} := \left| \begin{array}{l} \text{if } \max\left(Ratio_{momento_w}\right) \le 100 \wedge \max\left(Ratio_{axil_w}\right) \le 100 \\ \quad \max\left(Ratio_{axil_w}, Ratio_{momento_w}\right) \\ \text{else if } \max\left(Ratio_{momento_w}\right) > 100 \wedge \max\left(Ratio_{axil_w}\right) \le 100 \\ \quad Ratio_{axil_w} \\ \text{else if } \max\left(Ratio_{momento_w}\right) \le 100 \wedge \max\left(Ratio_{axil_w}\right) > 100 \\ \quad Ratio_{momento_w} \\ \text{else} \\ \quad \min\left(Ratio_{axil_w}, Ratio_{momento_w}\right) \end{array} \right. = \begin{bmatrix} 88.601\% \\ 90.76\% \end{bmatrix}$$

5. ANÁLISIS DE FISURACIÓN POR FLEXOCOMPRESIÓN EN E.L.S. CASO FLECTOR MÁXIMO PARA edad = 28 day

Las tensiones en servicio se obtendrán a partir de plantear el equilibrio seccional, despreciando la capacidad a tracción del hormigón.

*Se considera un momento de fisuración considerando la influencia del esfuerzo axil si procede (*axil = "NO" *) aunque las tensiones se calcularán sin considerar dicho esfuerzo axil.*

Esfuerzos considerados en caso de flector máximo en E.L.S.

Momento flector: $M_{k1.cp} := M_{k\_cp_0} = 140\ m \cdot kN$

Axil: $N_{k1.cp} := N_{k\_cp_0} = 200\ kN$

Cantos útiles:

Canto útil para armado traccionado: $d = 132.65\ cm$
Canto útil para armado comprimido: $d' = 7.35\ cm$

Parámetros de cálculo del hormigón a los j días:

$$f_{ctm} := 0.3 \cdot \left(f_{ck.j\_els} \cdot MPa^{-1}\right)^{\frac{2}{3}} MPa = 2.896\ MPa$$

Se considera el cálculo a flexo-compresión: flex = 1

$$f_{ctm.flcomp}(N) := \begin{cases} \max\left(\left(1.6 - \frac{h}{100\ cm}\right) \cdot flex \cdot f_{ctm}, f_{ctm}\right) + \frac{N}{b \cdot h} & \text{if } axil = \text{"SI"} \\ \max\left(\left(1.6 - \frac{h}{100\ cm}\right) \cdot flex \cdot f_{ctm}, f_{ctm}\right) + \frac{N \cdot 0}{b \cdot h} & \text{else} \end{cases}$$

$$s_t := \begin{cases} \dfrac{b - 2 \cdot r_l - 2 \cdot \phi_v \cdot af_v - \phi_t \cdot \frac{n_t}{n_{filas}}}{\frac{n_t}{n_{filas}} - 1} & \text{if } sep = \text{"CALC"} \\ sep & \text{else} \end{cases} = 7.978\ cm$$

$$E_{cm} := 8500 \cdot \sqrt[3]{f_{ck.j\_els} \cdot MPa^{-1} + 8} \cdot MPa = 28.577\ GPa$$

Coeficiente de relación entre módulos elásticos: $n := \frac{E_s}{E_{cm}} = 6.999$

$$I_{bruta} := \frac{b \cdot h^3}{12} = 22866666.667\ cm^4$$

$$cdg_{secc} := \frac{b \cdot h \cdot 0.5 \cdot h + \left(A_{s'} \cdot (h - d') + A_s \cdot r_m\right) \cdot (n - 1)}{b \cdot h + \left(A_{s'} + A_s\right) \cdot (n - 1)} = 0.7\ m$$

$$I_{homo} := I_{bruta} + \left(\begin{array}{l} \frac{\pi \cdot \left(\Phi^4 \cdot n_{barra\_fila} + \phi_c{}^4 \cdot n_c + \Phi_{ref}{}^4 \cdot n_{barra\_fila_0} \cdot (n_{int})\right)}{64} \\ + A_{s'} \cdot \left((h - d') - cdg_{secc}\right)^2 + A_s \cdot \left(d - cdg_{secc}\right)^2 \end{array} \right) \cdot (n - 1) = 25178419.654\ cm^4$$

$$\frac{I_{homo}}{I_{bruta}} = 1.101$$

Cálculo del momento de fisuración:

$$M_{fis}(N) := f_{ctm.flcomp}(N) \cdot \text{if}\left(homo = 0, \frac{b \cdot h^2}{6}, \frac{I_{homo}}{\min\left(\left|cdg_{secc}\right|, \left|h - cdg_{secc}\right|\right)}\right) \qquad homo = 0$$

$$M_{fis}\left(N_{k1.cp}\right) = 946.18 \ \text{m} \cdot \text{kN}$$

Cálculo de fibra neutra y tensiones en hormigón y acero a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones

$$f := 0.5 \cdot d \qquad \sigma_{s'} := 80 \ \text{MPa} \qquad \sigma_s := 100 \ \text{MPa} \qquad \sigma_c := 10 \ \text{MPa}$$

$$N_{k1.cp} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} - A_s \cdot \sigma_s$$

$$M_{k1.cp} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} \cdot \left(d - \frac{f}{3}\right) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$$

$$\sigma_s = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(d - f)}{f}$$

$$\sigma_{s'} = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(f - d')}{f}$$

$$\begin{bmatrix} f \\ \sigma_c \\ \sigma_s \\ \sigma_{s'} \end{bmatrix} := \text{find}\left(f, \sigma_c, \sigma_s, \sigma_{s'}\right) = \begin{bmatrix} 1.914 \ \text{m} \\ 199920.427 \ \text{Pa} \\ -429296.44 \ \text{Pa} \\ 1345440.116 \ \text{Pa} \end{bmatrix}$$

Profundidad de la fibra neutra: $f = 191.364 \ \text{cm} \quad \frac{f}{d} = 1.443$

Compresión en el hormigón: $\sigma_c = 0.2 \ \text{MPa}$

Compresión en armadura de compresión: $\sigma_{s'} = 1.345 \ \text{MPa}$

Tracción en la armadura de tracción: $\sigma_s = -0.429 \ \text{MPa}$

Cálculo de la tracción en armadura traccionada en el momento que fisura la sección, a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones

$$f_r := 0.5 \cdot d \qquad \sigma_{s'r} := 80 \ \text{MPa} \qquad \sigma_{sr} := 100 \ \text{MPa} \qquad \sigma_{cr} := 10 \ \text{MPa}$$

$$N_{k1.cp} = \frac{\sigma_{cr} \cdot f_r \cdot b}{2} + A_{s'} \cdot \sigma_{s'r} - A_s \cdot \sigma_{sr}$$

$$M_{fis}\left(N_{k1.cp}\right) = \frac{\sigma_{cr} \cdot f_r \cdot b}{2} \cdot \left(d - \frac{f_r}{3}\right) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'r} \cdot (d - d')$$

$$\sigma_{sr} = n \cdot \sigma_{cr} \cdot \frac{\left(d - f_r\right)}{f_r}$$

$$\sigma_{s'r} = n \cdot \sigma_{cr} \cdot \frac{\left(f_r - d'\right)}{f_r}$$

$$\begin{bmatrix} f_r \\ \sigma_{cr} \\ \sigma_{sr} \\ \sigma_{s'r} \end{bmatrix} := \text{find}\left(f_r, \sigma_{cr}, \sigma_{sr}, \sigma_{s'r}\right) = \begin{bmatrix} 0.286 \ \text{m} \\ 4542039.207 \ \text{Pa} \\ 115415712.5 \ \text{Pa} \\ 23631884.988 \ \text{Pa} \end{bmatrix}$$

Tensión de la armadura en sección fisurada en instante que fisura el hormigón para M_{fis}: $\sigma_{sr} = 115.416$ MPa

Parámetros auxiliares para el análisis de la fisuración

Coeficiente K1

$$\varepsilon_1 := \frac{\sigma_s}{E_s} = -2.146 \cdot 10^{-6}$$

$$\varepsilon_2 := \begin{cases} 0 & \text{if } \sigma_{s'} > 0 \cdot \text{MPa} \\ \dfrac{-\sigma_{s'}}{E_s} & \text{else} \end{cases} = 0$$

$$k_1 := \begin{cases} \min\left(\dfrac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{8 \cdot \varepsilon_1}, 0.25\right) & \text{if } k_1 = \text{“CALC”} \\ k_1 & \text{else} \end{cases} = 0.125$$

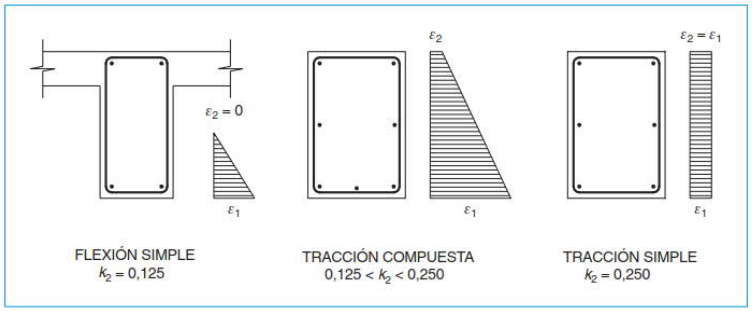


Figura 49.2.4.a.

$$k_1 = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{8\varepsilon_1}$$

Parámetros auxiliares para el análisis de la fisuración

Coeficiente K1 (0.125 para flexión simple o 0.25 para tracción simple) $k_1 = 0.125$

Coeficiente k2 (1 si carga instantánea o posar 0.5 si carga duradera) $k_2 = 0.5$

Coeficiente β (1.7 si fisuración por cargas o 1.3 si fisuración por deformaciones) $\beta = 1.7$

Recubrimiento hasta tocar la barra longitudinal: $c := r_c + \phi_v \cdot af_v = 6.1$ cm

Diámetro de las barras de armado de tracción: $\phi_t = 25$ mm

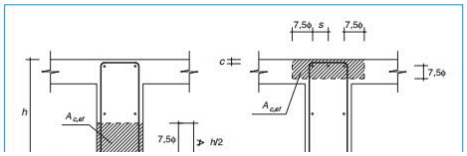
Separación de las barras de armado de tracción: $s_t = 7.978$ cm

Cálculo del área de hormigón en la zona del recubrimiento

Si es viga de alma estrecha en negativos poner "0"
Si es viga de alma estrecha en positivos poner "1"
Si es viga de alma ancha, losa o muro poner "2"

$A_{c.ef} := 2$

$$A_{c.eff} := \begin{cases} A_{c.eff} \leftarrow 7.5 \cdot \phi_t \cdot (b + 2 \cdot 7.5 \cdot \phi_t) & \text{if } A_{c.ef} = 0 \\ \text{else if } A_{c.ef} = 1 & \end{cases} = 3500 \text{ cm}^2$$



else if $A_{c.ef} = 1$

$A_{c.eff} \leftarrow$ if $7.5 \cdot \phi_t \leq \frac{h}{2}$

$A_{c.eff} \leftarrow 7.5 \cdot \phi_t \cdot b$

else

$A_{c.eff} \leftarrow \frac{h}{2} \cdot b$

else if $A_{c.ef} = 2$

$A_{c.eff} \leftarrow$ if $s_t \leq 15 \cdot \phi_t$

$A_{c.eff} \leftarrow \frac{h}{4} \cdot b$

else

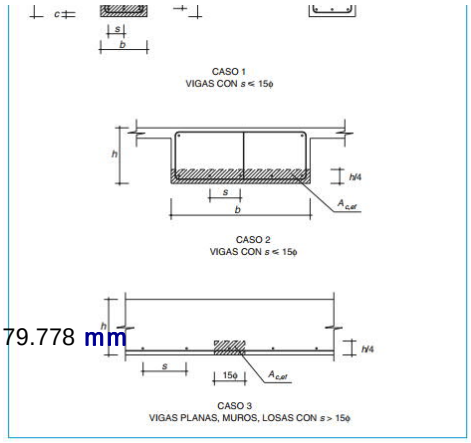
$A_{c.eff} \leftarrow \frac{h}{4} \cdot 15 \cdot \phi_t \cdot n_{barra\_fila_0} \cdot (1 + n_{int})$

$s :=$ if $s_t > 15 \cdot \phi_t$ $= 79.778$ mm

$s \leftarrow 15 \cdot \phi_t$

else

$s \leftarrow s_t$



Área de les armaduras situadas dentro del área eficaz $A_{s.ef} := A_s = 49.087$ cm^2

Cálculo de la separación media de fisuras

$$s_m := 2 \cdot c + 0.2 \cdot s + 0.4 \cdot k_1 \cdot \frac{\phi_t \cdot A_{c.eff}}{A_{s.ef}} = 227.082 \text{ mm}$$

Cálculo del alargamiento medio de las armaduras

$\varepsilon_{sm.o} :=$ if $\sigma_s \geq 0$ $= 0$

$\frac{\sigma_s}{200 \text{ GPa}} \cdot \left(1 - k_2 \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s}\right)^2\right)$

else

0

$\varepsilon_{sm} :=$ if $\varepsilon_{sm.o} \geq 0.4 \cdot \frac{\sigma_s}{200 \text{ GPa}}$ $= 0$

$\varepsilon_{sm} \leftarrow \varepsilon_{sm.o}$

else

$\varepsilon_{sm} \leftarrow 0.4 \cdot \frac{\sigma_s}{200 \text{ GPa}}$

Cálculo de la apertura característica de fisura

$\omega_{k\_1} :=$ if $M_{k1.cp} > M_{fis}(N_{k1.cp})$ $= 0$ mm

$\beta \cdot s_m \cdot \varepsilon_{sm}$

else

0 mm

6. ANÁLISIS DE FISURACIÓN POR FLEXOCOMPRESIÓN EN E.L.S. CASO AXIL MÁXIMO PARA edad = 28 day

Las tensiones en servicio se obtendrán a partir de plantear el equilibrio seccional, despreciando la capacidad a tracción del hormigón.

Se considera un momento de fisuración considerando la influencia del esfuerzo axil aunque las tensiones se calcularán sin considerar dicho esfuerzo axil.

Esfuerzos considerados en caso de flector máximo en E.L.S.

Momento flector: $M_{k2.cp} := M_{k\_cp_1} = 140\ m \cdot kN$

Axil: $N_{k2.cp} := N_{k\_cp_1} = -35\ kN$

Cálculo del momento de fisuración en flexo-compresión:

$M_{fis}(N_{k2.cp}) = 946.18\ m \cdot kN$

Cálculo de fibra neutra y tensiones en hormigón y acero a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones

$f := 0.5 \cdot d \qquad \sigma_{s'} := 80\ MPa \qquad \sigma_s := 100\ MPa \qquad \sigma_c := 10\ MPa$

$$N_{k2.cp} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} - A_s \cdot \sigma_s$$

$$M_{k2.cp} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} \cdot \left(d - \frac{f}{3}\right) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$$

$$\sigma_s = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(d - f)}{f}$$

$$\sigma_{s'} = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(f - d')}{f}$$

$$\begin{bmatrix} f \\ \sigma_c \\ \sigma_s \\ \sigma_{s'} \end{bmatrix} := \text{find}(f, \sigma_c, \sigma_s, \sigma_{s'}) = \begin{bmatrix} 0.219\ m \\ 844206.955\ Pa \\ 29884288.007\ Pa \\ 3925107.114\ Pa \end{bmatrix}$$

Profundidad de la fibra neutra: $f = 21.897\ cm \quad \frac{f}{d} = 0.165$

Compresión en el hormigón: $\sigma_c = 0.844\ MPa$

Compresión en armadura de compresión: $\sigma_{s'} = 3.925\ MPa$

Tracción en la armadura de tracción: $\sigma_s = 29.884\ MPa$

Cálculo de la tracción en armadura traccionada en el momento que fisura la sección, a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones

$f_r := 0.5 \cdot d$ $\sigma_{s'r} := 80\ MPa$ $\sigma_{sr} := 100\ MPa$ $\sigma_{cr} := 10\ MPa$

$$N_{k2.cp} = \frac{\sigma_{cr} \cdot f_r \cdot b}{2} + A_{s'} \cdot \sigma_{s'r} - A_s \cdot \sigma_{sr}$$

$$M_{fis}(N_{k2.cp}) = \frac{\sigma_{cr} \cdot f_r \cdot b}{2} \cdot \left(d - \frac{f_r}{3}\right) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'r} \cdot (d - d')$$

$$\sigma_{sr} = n \cdot \sigma_{cr} \cdot \frac{(d - f_r)}{f_r}$$

$$\sigma_{s'r} = n \cdot \sigma_{cr} \cdot \frac{(f_r - d')}{f_r}$$

$$\begin{bmatrix} f_r \\ \sigma_{cr} \\ \sigma_{sr} \\ \sigma_{s'r} \end{bmatrix} := \text{find}(f_r, \sigma_{cr}, \sigma_{sr}, \sigma_{s'r}) = \begin{bmatrix} 0.244\ m \\ 5203495.495\ Pa \\ 161763571.054\ Pa \\ 25436616.866\ Pa \end{bmatrix}$$

Tensión de la armadura en sección fisurada en instante que fisura el hormigón para M_{fis}:
$\sigma_{sr} = 161.764\ MPa$

Coeficiente K1

$$\varepsilon_1 := \frac{\sigma_s}{E_s} = 1.494 \cdot 10^{-4} \qquad \varepsilon_2 := \begin{cases} \text{if } \sigma_{s'} > 0 \cdot MPa \\ \quad 0 \\ \text{else} \\ \quad \dfrac{-\sigma_{s'}}{E_s} \end{cases} = 0$$

$$k_1 := \begin{cases} \text{if } k_1 = \text{“CALC”} \\ \quad \min\left(\dfrac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{8 \cdot \varepsilon_1}, 0.25\right) \\ \text{else} \\ \quad k_1 \end{cases} = 0.125$$

$A_{c.eff} = 3500\ cm^2$ $s = 79.778\ mm$

Área de les armaduras situadas dentro del área eficaz $A_{s.ef} = 49.087\ cm^2$

Cálculo de la separación media de fisuras

$$s_m := 2 \cdot c + 0.2 \cdot s + 0.4 \cdot k_1 \cdot \frac{\phi_t \cdot A_{c.eff}}{A_{s.ef}} = 227.082\ mm$$

Cálculo del alargamiento medio de las armaduras

$$\varepsilon_{sm.o} := \text{if } \sigma_s \geq 0 \left\| \frac{\sigma_s}{200\ \text{GPa}} \cdot \left(1 - k_2 \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s}\right)^2\right) \right. \text{else} \left\| 0 \right. = -0.00204$$

$$\varepsilon_{sm} := \text{if } \varepsilon_{sm.o} \geq 0.4 \cdot \frac{\sigma_s}{200\ \text{GPa}} \left\| \varepsilon_{sm} \leftarrow \varepsilon_{sm.o} \right. \text{else} \left\| \varepsilon_{sm} \leftarrow 0.4 \cdot \frac{\sigma_s}{200\ \text{GPa}} \right. = 0$$

Cálculo de la apertura característica de fisura

$$\omega_{k\_2} := \text{if } M_{k2.cp} > M_{fis}\left(N_{k2.cp}\right) \left\| \beta \cdot s_m \cdot \varepsilon_{sm} \right. \text{else} \left\| 0\ \text{mm} \right. = 0\ \text{mm}$$

7. ANÁLISIS DE LA FISURACIÓN DE LA SECCIÓN POR MICROCOMPRESIÓN PARA edad = 28 day

$f_{ck.j\_els} = 30\ \text{MPa}$

Esfuerzos en servicio combinación característica caso de máximo flector:

$$N_{k1} := N_{k\_car_0} = 200\ \text{kN} \qquad M_{k1} := M_{k\_car_0} = 140\ \text{m} \cdot \text{kN}$$

Esfuerzos en servicio combinación característica caso de máximo axil:

$$N_{k2} := N_{k\_car_1} = -35\ \text{kN} \qquad M_{k2} := M_{k\_car_1} = 140\ \text{m} \cdot \text{kN}$$

Cálculo de fibra neutra y tensiones en hormigón y acero a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones. Caso flector máximo

$$f := 0.5 \cdot d \qquad \sigma_{s'} := 80\ \text{MPa} \qquad \sigma_s := 100\ \text{MPa} \qquad \sigma_c := 10\ \text{MPa}$$

$$N_{k1} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} - A_s \cdot \sigma_s$$

$$M_{k1} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} \cdot \left(d - \frac{f}{3}\right) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$$

$$\sigma_s = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(d - f)}{f}$$

$$\sigma_{s'} = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(f - d')}{f}$$

$$\begin{bmatrix} f \\ \sigma_c \\ \sigma_s \\ \sigma_{s'} \end{bmatrix} := \text{find}\left(f, \sigma_c, \sigma_s, \sigma_{s'}\right) = \begin{bmatrix} 1.914\ \text{m} \\ 199920.427\ \text{Pa} \\ -429296.44\ \text{Pa} \\ 1345440.116\ \text{Pa} \end{bmatrix}$$

Compresión en el hormigón: $\sigma_{c1} := \sigma_c = 0.2\ \text{MPa}$

Cálculo de fibra neutra y tensiones en hormigón y acero a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones. Caso axil máximo

$f := 0.5 \cdot d \qquad \sigma_{s'} := 80\ \text{MPa} \qquad \sigma_s := 100\ \text{MPa} \qquad \sigma_c := 10\ \text{MPa}$

$$N_{k2} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} - A_s \cdot \sigma_s$$

$$M_{k2} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} \cdot \left(d - \frac{f}{3}\right) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$$

$$\sigma_s = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(d - f)}{f}$$

$$\sigma_{s'} = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(f - d')}{f}$$

$$\begin{bmatrix} f \\ \sigma_c \\ \sigma_s \\ \sigma_{s'} \end{bmatrix} := \text{find}\left(f, \sigma_c, \sigma_s, \sigma_{s'}\right) = \begin{bmatrix} 0.219\ \text{m} \\ 844206.955\ \text{Pa} \\ 29884288.007\ \text{Pa} \\ 3925107.114\ \text{Pa} \end{bmatrix}$$

Compresión en el hormigón: $\sigma_{c2} := \sigma_c = 0.844\ \text{MPa}$

8. DEFINICIÓN DE LA FUNCIÓN DE VERIFICACIÓN A CORTANTE EN E.L.U. PARA edad = 28 day

Análisis del agotamiento del hormigón por compresión oblicua Vu1 y por tracción en el alma Vcu

Se considera un ángulo respecto la directriz de la pieza con el armado de cortante $\alpha := 90\ °$
Se considera una estructura con influencia del esfuerzo axil.

$$\varepsilon_x(M, N, V) := \frac{\frac{\max(M, 0.9 \cdot d \cdot V)}{0.9 \cdot d} + V - 0.5 \cdot N}{2 \cdot (A_s + A_{s'}) \cdot 200\ \text{GPa}} \cdot 1000$$

$$\varepsilon_x(M, N, V)\ \text{if}\ \varepsilon_x(M, N, V) \le 0 \quad \| \ 0 \quad \text{else} \quad \| \ \varepsilon_x(M, N, V)$$

$$\theta(M, N, V) := \text{if}\ \text{bielas} = \text{"SI"} \quad \| \ 45\ ° \quad \text{else} \quad \| \ (\varepsilon_x(M, N, V) \cdot 7 + 29) \cdot °$$

$$\sigma'_{cd}(N) := \text{if}\ \frac{N' - A_{s'} \cdot f_{ydc}}{b \cdot h} \le 0.3 \cdot f_{cd} \quad \| \ \frac{N - A_{s'} \cdot f_{ydc}}{b \cdot h} \quad \text{else} \quad \| \ 0.3 \cdot f_{cd}$$

$$K(N) := \text{if}\ \sigma'_{cd}(N) \le 0 \quad \| \ 1 \quad \text{else if}\ \sigma'_{cd}(N) \le 0.25 \cdot f_{cd} \quad \| \ 1 + \frac{\sigma'_{cd}(N)}{f_{cd}} \quad \text{else if}\ \sigma'_{cd}(N) \le 0.5 \cdot f_{cd}$$

$$\xi := \text{if}\ 1 + \sqrt{\frac{200\ \text{mm}}{d}} \le 2 \quad \| \ 1 + \sqrt{\frac{200\ \text{mm}}{d}} \quad \text{else} \quad \| \ 2$$

else if $\sigma'_{cd}(N) \le 0.5 \cdot f_{cd}$
1.25
else
$2.5 \cdot \left(1 - \frac{\sigma'_{cd}(N)}{f_{cd}}\right)$

Cuantía de armadura en la cara de tracción:

$\rho_l := \max\left(\frac{A_s}{b \cdot d}, 0.02\right) = 0.02$

$\sigma'_{cd}(N) := \text{if } \frac{N}{b \cdot h} \le \min(0.3 \cdot f_{cd}, 12\ \text{MPa})$
$\frac{N}{b \cdot h}$
else
$\min(0.3 \cdot f_{cd}, 12\ \text{MPa})$

[Art 44.2.3.1 EHE-08]

$V_{u1}(M, N, V) := K(N) \cdot f_{1cd} \cdot b \cdot d \cdot \left(\frac{\cot(\theta(M, N, V)) + \cot(\alpha)}{1 + (\cot(\theta(M, N, V)))^2}\right)$

[Art 44.2.3.2.1.2 EHE-08]

$V_{cu}(N) := \left(\frac{0.18}{\gamma_c} \cdot \xi \cdot \left(100 \cdot \rho_l \cdot f_{cv} \cdot \text{MPa}^{-1}\right)^{\frac{1}{3}} + 0.15 \cdot \sigma'_{cd}(N) \cdot \text{MPa}^{-1}\right) \cdot b \cdot d \cdot \text{MPa}$

$V_{cu.min}(N) := \left(\frac{0.075}{\gamma_c} \cdot \xi^{\frac{3}{2}} \cdot \left(f_{cv} \cdot \text{MPa}^{-1}\right)^{\frac{1}{2}} + 0.15 \cdot \sigma'_{cd}(N) \cdot \text{MPa}^{-1}\right) \cdot b \cdot d \cdot \text{MPa}$

Capacidad del hormigón por tracción en piezas sin armadura de cortante

$V_{cu}(N) := \text{if } V_{cu}(N) \le V_{cu.min}(N)$
$V_{cu.min}(N)$
else
$V_{cu}(N)$

$z := 0 .. \text{length}(b\_) - 1$

$\theta\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right) = \begin{bmatrix} 45 \\ 45 \end{bmatrix}°$

$\cot\left(\theta\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right)\right) = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$

$V_{ed} = \begin{bmatrix} 1040 \\ 1040 \end{bmatrix}\ \text{kN}$

$V_{u1}\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right) = \begin{bmatrix} 7959 \\ 7959 \end{bmatrix}\ \text{kN}$

$V_{cu}\left(N_{ed_z}\right) = \begin{bmatrix} 910.622 \\ 802.607 \end{bmatrix}\ \text{kN}$

Definición de funciones auxiliares:

$Ratio\_VU1_z :=$ for $i \in 0 .. \text{length}(b\_) - 1$
$Ratio\_VU1_z \leftarrow \frac{V_{ed_z}}{V_{u1}\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right)}$

$Ratio\_VU2_z :=$ for $i \in 0 .. \text{length}(b\_) - 1$
$Ratio\_VU1_z \leftarrow \frac{V_{ed_z}}{V_{cu}\left(N_{ed_z}\right)}$

Análisis de secciones con armadura de cortante

$V_{cu}(N) := \max\left(\left(\frac{0.15}{\gamma_c} \cdot \xi \cdot \left(100 \cdot \rho_l \cdot f_{cv} \cdot \text{MPa}^{-1}\right)^{\frac{1}{3}} + 0.15 \cdot \sigma'_{cd}(N) \cdot \text{MPa}^{-1}\right) \cdot b \cdot d \cdot \text{MPa}, V_{cu.min}(N)\right)$

$$V_{su}(M, N, V) := \frac{0.9 \cdot d \cdot n_{rv} \cdot \pi \cdot \frac{\phi_v^2}{4}}{cada} f_{ydc} \cdot \sin(\alpha) \cdot (\cot(\alpha) + \cot(\theta(M, N, V)))$$

$V_{cu}(N_{ed_z}) = \begin{bmatrix} 766.431 \\ 658.416 \end{bmatrix}$ kN $\quad V_{su}(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}) = \begin{bmatrix} 960.151 \\ 960.151 \end{bmatrix}$ kN $\quad V_{cu}(N_{ed_z}) + V_{su}(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}) = \begin{bmatrix} 1726.583 \\ 1618.568 \end{bmatrix}$ kN

$$Ratio\_cort_z := \text{for } i \in 0..\text{length}(b\_) - 1 \left\| \frac{V_{ed_z}}{V_{cu}(N_{ed_z}) + V_{su}(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z})} \right.$$

$$armadura\_cortante_z := \begin{cases} \text{if } Ratio\_VU2_z \leq 1 \\ \quad \text{“No necesaria”} \\ \text{else if } Ratio\_cort_z \leq 1 \\ \quad Ratio\_cort_z \\ \text{else if } Ratio\_cort_z > 1 \\ \quad \text{“No verifica cortante”} \end{cases}$$

Verificacion_cortante = “ATENCIÓN. necesita armadura de cortante”

$$A_{V.min} := \begin{cases} \text{if } \phi_v = 0 \\ \quad 0 \cdot \frac{cm^2}{m} \\ \text{else} \\ \quad \frac{f_{ctm} \cdot b}{7.5 \cdot f_{ydc}} \end{cases} = 9.655 \frac{cm^2}{m} \qquad A_{V.dispuesta} := \frac{b}{cada \cdot m} \cdot n_{rv} \cdot \pi \cdot \frac{\phi_v^2}{4} = 20.106 \frac{cm^2}{m}$$

Verificacion_armadura.minima.cortante = “OK.”

9. VERIFICACIÓN SECCIONES CRÍTICAS EN E.L.U. MEDIANTE INTERACCIÓN A FLEXIÓN COMPUESTA PARA edad = 28 day

Discretización: N = 3000

$$M_{u_j} := \text{for } z \in 0..N - 1 \left\| M_{..}(x) \right. \qquad N_{u_j} := \text{for } z \in 0..N - 1 \left\| N_{..}(x) \right.$$

Máximo flector: $\max\left(M_{u\_x.car}\right) = 7553.593\ \mathbf{m \cdot kN}$
Mínimo flector: $\min\left(M_{u\_x.car}\right) = 0\ \mathbf{m \cdot kN}$
Máximo axil: $\max\left(N_{u\_x.car}\right) = 31860.758\ \mathbf{kN}$
Mínimo axil: $\min\left(N_{u\_x.car}\right) = -4268.468\ \mathbf{kN}$

NOTA: Se considera que para los dominios de rotura 4a y5 la tensión de las armaduras comprimidas no excede 400MPa.

$$Ratio_{ELU_w} = \begin{bmatrix} 88.601\% \\ 90.76\% \end{bmatrix} \qquad M_{ed} = \begin{bmatrix} 285 \\ 285 \end{bmatrix} \mathbf{m \cdot kN} \qquad N_{ed} = \begin{bmatrix} 320 \\ -440 \end{bmatrix} \mathbf{kN}$$

Verificacion_flexocompresion = “OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.U. flexocompresión recta”

$Ratio_{ELU.MAX} := \max\left(Ratio_{ELU}\right) = 90.76\%$ OK

NOTA: El ratio de verificación obtenido es el mínimo a axil constante y a momento constante.

10. VERIFICACIÓN DE LAS SECCIONES CRÍTICAS A E.L.S. FISURACIÓN PARA $edad = 28\ \mathbf{day}$

Definición de funciones auxiliares:

$$Ancho\_fisura := \begin{bmatrix} \omega_{k\_1} \\ \omega_{k\_2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \mathbf{mm} \qquad z := 0 .. length\left(Ancho\_fisura\right) - 1$$

```
fisura_z := for i ∈ 0 .. length(Ancho_fisura) - 1
              if M_k_cp_z > M_fis(N_k_cp)_z
                "SI"
              else
                "NO"
```

```
Ratio_E.L.S._z := for i ∈ 0 .. length(Ancho_fisura) - 1
                    if fisura_z = "SI"
                      Ratio_E.L.S._z ← Ancho_fisura_z / w_max
                    else
                      0
```

```
id_z := for i ∈ 0 .. length(Ancho_fisura) - 1
          id_z ← if Ratio_E.L.S._z > 1
                   CASO.E.L.S._z
                 else
                   "ok"
```

Resultados del análisis del E.L.S. fisuración por tracción $w_{max} = 0.3\ \mathbf{mm}$ $M_{fis}\left(0 \cdot \mathbf{kN}\right) = 946.18\ \mathbf{m \cdot kN}$

$$CASO.E.L.S. = \begin{bmatrix} \text{“1.ELS”} \\ \text{“1.ELS”} \end{bmatrix} \qquad M_{k\_cp} = \begin{bmatrix} 140 \\ 140 \end{bmatrix} \mathbf{m \cdot kN} \qquad N_{k\_cp} = \begin{bmatrix} 200 \\ -35 \end{bmatrix} \mathbf{kN} \qquad M_{fis}\left(N_{k\_cp}\right) = \begin{bmatrix} 946.18 \\ 946.18 \end{bmatrix} \mathbf{m \cdot kN}$$

$$CASO.E.L.S. = \begin{bmatrix} \text{“1.ELS”} \\ \text{“1.ELS”} \end{bmatrix} \qquad fisura = \begin{bmatrix} \text{“NO”} \\ \text{“NO”} \end{bmatrix} \qquad Ancho\_fisura_z = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \mathbf{mm} \qquad Ratio\_E.L.S. = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Verificacion_fisuracion_traccion = “OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.S. fisuración”

Resultados del análisis del E.L.S. fisuración microcompresión

$\sigma_{comp.hormi} := \begin{bmatrix} \sigma_{c1} \\ \sigma_{c2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.2 \\ 0.844 \end{bmatrix}$ MPa $0.6 \cdot f_{ck.j} = 18$ MPa $zz := 0 .. length(Ancho\_fisura) - 1$

$Ratio_{E.L.S.microfisuracion_{zz}} := \text{for } i \in 0 .. length(Ancho\_fisura) - 1 \left\| \frac{\sigma_{comp.hormi_{zz}}}{0.6 \cdot f_{ck.j\_els}} \right.$ $\sigma_{comp.hormi} = \begin{bmatrix} 0.2 \\ 0.844 \end{bmatrix}$ MPa

$CASO.E.L.S. = \begin{bmatrix} \text{“1.ELS”} \\ \text{“1.ELS”} \end{bmatrix}$ $Ratio_{E.L.S.microfisuracion} = \begin{bmatrix} 0.011 \\ 0.047 \end{bmatrix}$

Verificacion_fisuracion_microcompresion = “OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.S. fisuración”

11. VERIFICACIÓN QUANTIAS MINIMAS Y DISPOSICIONES CONSTRUCTIVAS

elemento = “VIGA”

Cuantía mínima geométrica [Art 42.3.5 EHE-08]

Armadura de tracción

$$\rho_{g\_t} := \begin{cases} \frac{4}{1000} & \text{if elemento} = \text{“PILAR”} \\ \begin{cases} \begin{cases} \frac{2}{1000} \cdot 0.5 & \text{if } f_{yk} = 400 \text{ MPa} \\ \frac{1.8}{1000} \cdot 0.5 & \text{else} \end{cases} & \text{if elemento} = \text{“LOSA”} \\ \begin{cases} \frac{3.3}{1000} & \text{if } f_{yk} = 400 \text{ MPa} \\ \frac{2.8}{1000} & \text{else} \end{cases} & \text{if elemento} = \text{“VIGA”} \\ \begin{cases} \frac{1.2}{1000} & \text{if } f_{yk} = 400 \text{ MPa} \end{cases} & \text{if elemento} = \text{“MURO”} \end{cases} \end{cases} = 0.0028$$

Armadura de compresión

$$\rho_{g\_c} := \begin{cases} \frac{4}{1000} & \text{if elemento} = \text{“PILAR”} \\ \begin{cases} \begin{cases} \frac{2}{1000} \cdot 0.5 & \text{if } f_{yk} = 400 \text{ MPa} \\ \frac{1.8}{1000} \cdot 0.5 & \text{else} \end{cases} & \text{if elemento} = \text{“LOSA”} \\ \begin{cases} \frac{3.3}{1000} \cdot 0.3 & \text{if } f_{yk} = 400 \text{ MPa} \\ \frac{2.8}{1000} \cdot 0.3 & \text{else} \end{cases} & \text{if elemento} = \text{“VIGA”} \\ \begin{cases} \frac{1.2}{1000} \cdot 0.3 & \text{if } f_{yk} = 400 \text{ MPa} \end{cases} & \text{if elemento} = \text{“MURO”} \end{cases} \end{cases} = 0.0008$$

Armadura de reparto

$$\rho_{g\_m} := \begin{cases} \begin{cases} \begin{cases} \begin{cases} \frac{4}{1000} \cdot 0.5 & \text{if } f_{yk} = 400 \text{ MPa} \\ \frac{3.2}{1000} \cdot 0.5 & \text{else} \end{cases} & \text{if juntas} > 7.5 \text{ m} \\ \frac{2}{1000} \cdot 0.5 & \text{else} \end{cases} & \text{if elemento} = \text{“MURO”} \\ 0 & \text{else} \end{cases} = 0$$

$$\left\| \begin{array}{l} \left\| \begin{array}{l} 1000 \\ \text{else} \\ \left\| \dfrac{0.9}{1000} \right. \end{array} \right. \end{array} \right. \qquad \left\| \begin{array}{l} \left\| \begin{array}{l} 1000 \\ \text{else} \\ \left\| \dfrac{0.9}{1000} \cdot 0.3 \right. \end{array} \right. \end{array} \right.$$

Cuantía mínima mecánica

[Art 42.3.2, Art 42.3.3,Art 42.3.4 EHE-08]

sol = "FLEX"

$$A_{s.mec.min.traccionada} := \text{if } sol = \text{"FLEX"} \left\| \begin{array}{l} \dfrac{\dfrac{b \cdot h^2}{6} \cdot f_{ctm.flcomp}(0\ kN)}{f_{yd} \cdot 0.8 \cdot h} \\ \text{else if } sol = \text{"COMP"} \\ \left\| \dfrac{0.05 \cdot \max(N_{ed})}{f_{ydc}} \right. \\ \text{else if } sol = \text{"TRAC"} \\ \left\| \dfrac{b \cdot h \cdot f_{ctm}}{f_{yd}} \cdot 0.5 \right. \end{array} \right.$$

$$A_{s.mec.min.comprimida} := \text{if } sol = \text{"FLEX"} \left\| \begin{array}{l} \dfrac{0.05 \cdot \max(N_{ed})}{f_{yd}} \\ \text{else if } sol = \text{"COMP"} \\ \left\| \dfrac{0.05 \cdot \max(N_{ed})}{f_{ydc}} \right. \\ \text{else if } sol = \text{"TRAC"} \\ \left\| \left\| \dfrac{b \cdot h \cdot f_{ctm}}{f_{yd}} \cdot 0.5 \right. \right. \end{array} \right.$$

Verificación armaduras

Armadura mínima geométrica

$A_{s.geom.min.traccionada} := \rho_{g\_t} \cdot b \cdot h = 39.2\ cm^2$

$A_{s.geom.min.comprimida} := \rho_{g\_c} \cdot b \cdot h = 11.76\ cm^2$

$A_{s.geom.min.reparto} := \text{if}\left(\phi_v \neq 0, \rho_{g\_m} \cdot b \cdot \min(h, 50\ cm), 0\ cm^2\right) = 0\ cm^2$

Armadura mínima mecánica

$A_{s.mec.min.traccionada} = 19.43\ cm^2$

$A_{s.mec.min.comprimida} = 0.368\ cm^2$

Armadura dispuesta

$A_s = 49.087\ cm^2$

$A_{s'} = 49.087\ cm^2$

$A_{sr} := \dfrac{\dfrac{b}{cada} \cdot \pi}{4} \cdot \phi_v^2 = 10.053\ cm^2$

$Verifica_{armadura.minima.traccionada} = \text{"OK"}$
$Verifica_{armadura.minima.reparto} = \text{"OK"}$
$Verifica_{armadura.minima.reparto} = \text{"OK"}$

Cálculo de la separación del armado dispuesto

$s_{armadura\_tracc} := s_t = 7.978\ cm$

$$s_{armadura\_comp} := \text{if } sep \neq \text{"CALC"} \left\| \begin{array}{l} \dfrac{b}{n_c} \\ \text{else} \\ \left\| \dfrac{b - 2 \cdot r_l - 2 \cdot \phi_v - \phi_c \cdot n_c}{n_c - 1} \right. \end{array} \right. = 7.978\ cm$$

Exigencias sobre disposición de armaduras

$s_{max} := \min(30\ cm, h \cdot 3) = 30\ cm$

$s_{min} := \max(2\ cm, 1.25 \cdot tma, \max(\phi_c, \phi_t)) = 2.5\ cm$

$$\phi_{V.min} := \text{if } \phi_v = 0 \left\| \begin{array}{l} 0\ mm \\ \text{else} \\ \left\| \dfrac{\max(\phi_c, \phi_t)}{4} \right. \end{array} \right. = 6.25\ mm$$

$s_{V.max} := \min(30\ cm, 15 \cdot \min(\phi_c, \phi_t)) = 30\ cm$

$\text{Verifica}_{\text{separacion.armaduras}} = \text{“OK”}$
$\text{Verifica}_{\text{disposicion.armadura.de.cortante}} = \text{“OK”}$

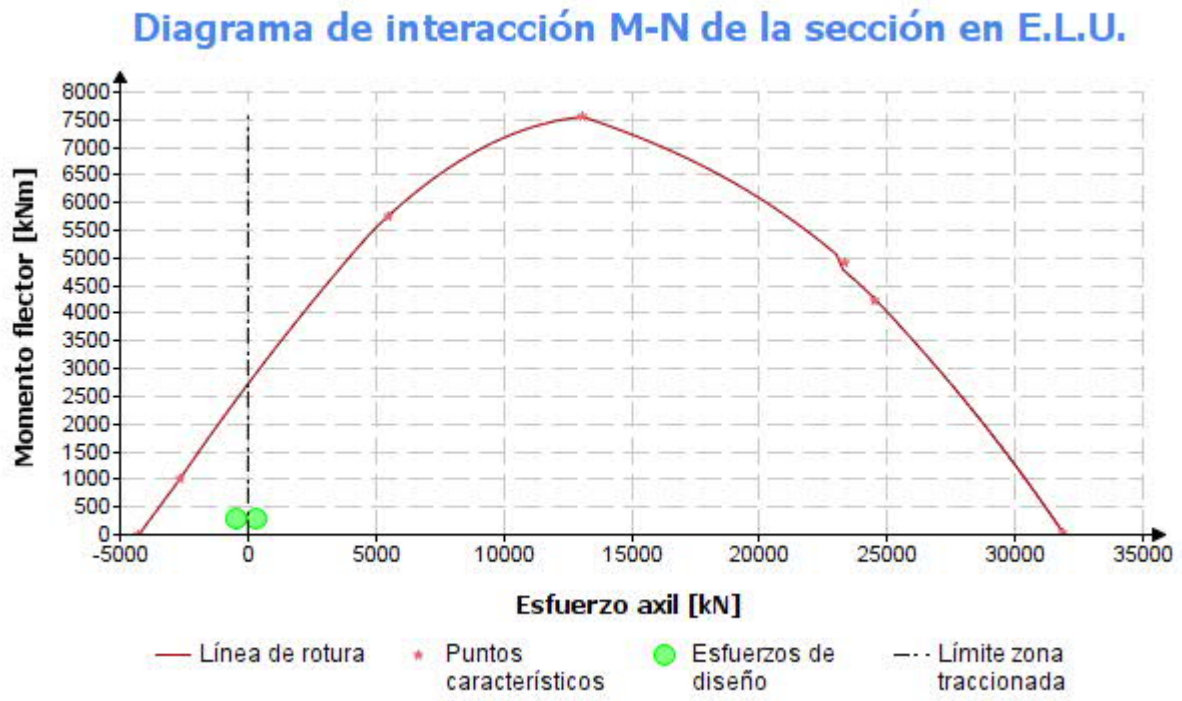
12. RESUMEN DE RESULTADOS.

Todas las verificaciones seccionales se realizan a la edad = 28 **day** del hormigón.

Verificación a E.L.U. flexocompresión mediante diagrama de interacción:

Verificacion_flexocompresion = “OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.U. flexocompresión recta”
$\text{Ratio}_{\text{ELU.MAX}} := \max(\text{Ratio}_{\text{ELU}}) = 90.76\%$ OK

$\text{CASO} = \begin{bmatrix} \text{“1.ELU”} \\ \text{“1.ELU”} \end{bmatrix}$ $\text{num} = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \end{bmatrix}$ $\text{id\_ELU} = \begin{bmatrix} \text{“ok”} \\ \text{“ok”} \end{bmatrix}$ $\text{Ratio}_{\text{ELU}_w} = \begin{bmatrix} 0.886 \\ 0.908 \end{bmatrix}$



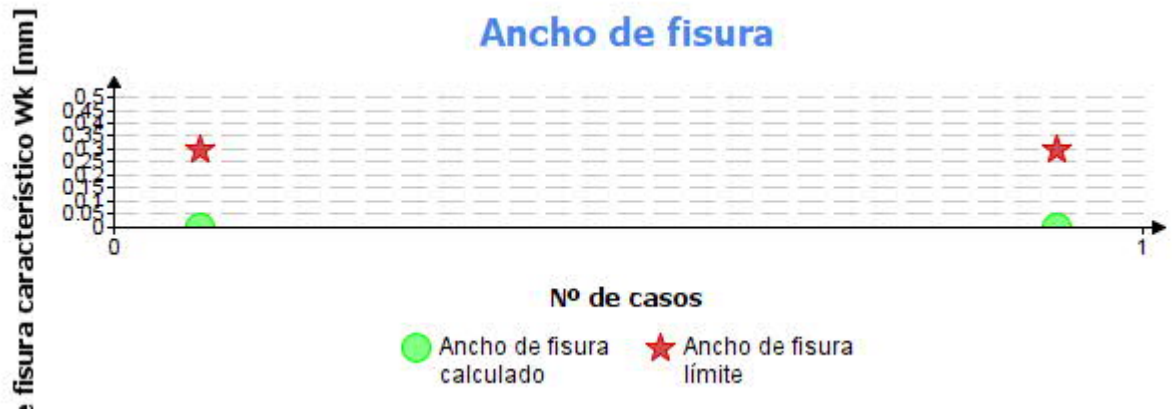
Verificación a E.L.S. fisuración :

Verificacion_fisuracion_traccion = “OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.S. fisuración”
$\text{Ratio}_{\text{ELS\_fisuracion}} := \max(\text{Ratio\_E.L.S.}) = 0$ OK
Verificacion_fisuracion_microcompresion = “OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.S. fisuración”
$\text{Ratio}_{\text{ELS\_microfisuracion}} := \max(\text{Ratio}_{\text{E.L.S.microfisuracion}}) = 4.69\%$ OK

Maxima_apertura_fisura $:= \max(\text{Ancho\_fisura}) = 0$ **mm** OK $w_{max} = 0.3$ **mm**
Maxima_compresión $:= \max(\sigma_{\text{comp.hormi}}) = 0.84421$ **MPa** OK $0.6 \cdot f_{ck.j\_els} = 18$ **MPa**

$M_{fis}(\min(N_{k\_cp})) = 946.18\ m \cdot kN$ $M_{fis}(0\ kN) = 946.18\ m \cdot kN$ $M_{k1.cp} = 140\ m \cdot kN$

$CASO.E.L.S. = \begin{bmatrix} \text{“1.ELS”} \\ \text{“1.ELS”} \end{bmatrix}$ $fisura = \begin{bmatrix} \text{“NO”} \\ \text{“NO”} \end{bmatrix}$ $Ancho\_fisura = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} mm$ $Ratio\_E.L.S. = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$



Verificación a E.L.U. cortante:

Verificacion_cortante = “ATENCIÓN. necesita armadura de cortante”

Verificacion_armadura.minima.cortante = “OK.”

$Ratio_{ELU.cort} := \max(\max(Ratio\_{VU1}, Ratio\_{cort})) = 64.254\%$ OK

$armadura\_cortante = \begin{bmatrix} 0.602 \\ 0.643 \end{bmatrix}$ $Ratio\_{VU1} = \begin{bmatrix} 0.131 \\ 0.131 \end{bmatrix}$ $Ratio\_{VU2} = \begin{bmatrix} 1.142 \\ 1.296 \end{bmatrix}$ $Ratio\_{cort} = \begin{bmatrix} 0.602 \\ 0.643 \end{bmatrix}$

Verificación disposiciones constructivas.

$Verifica_{armadura.minima.traccionada}$ = “OK”
$Verifica_{armadura.minima.reparto}$ = “OK”
$Verifica_{armadura.minima.reparto}$ = “OK”
$Verifica_{separacion.armaduras}$ = “OK”
$Verifica_{disposicion.armadura.de.cortante}$ = “OK”

Ratio global

$Ratio_{global} = 90.76\%$ OK

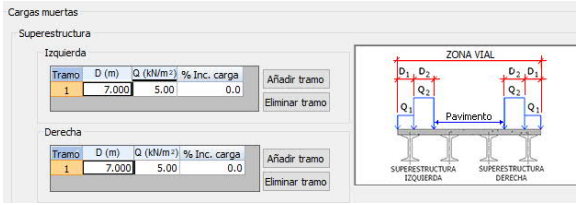
$Verificación_{global}$ = “OK”

global

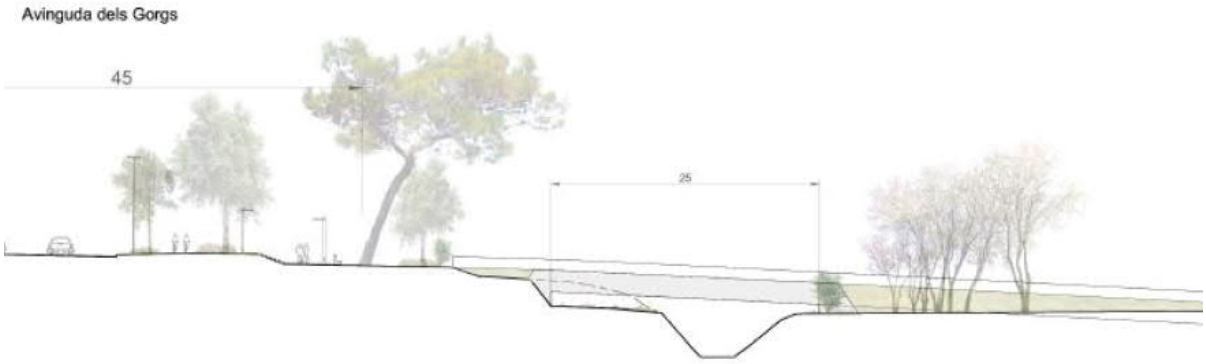
APÈNDIX 5. PONT V-F.1

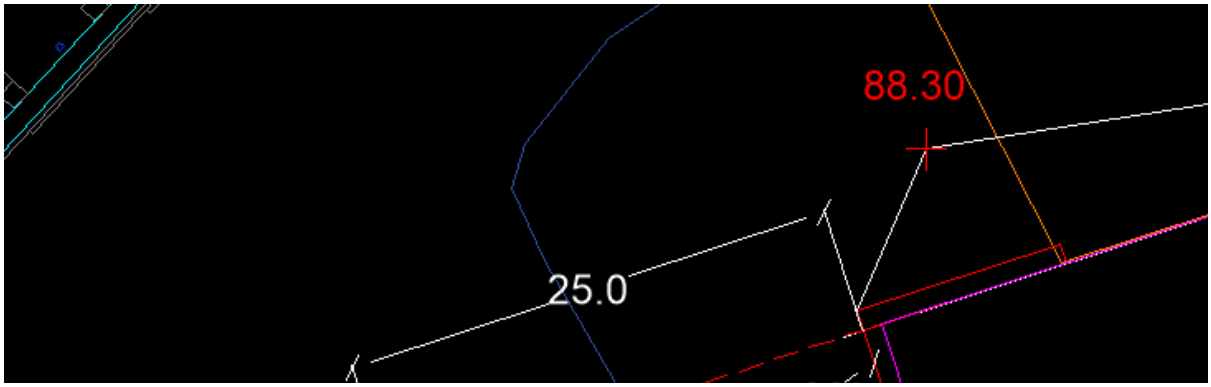
PARÀMETRES PRINCIPALS DE DISSENY
V-F.1. PONT SOBRE EL TORRENT DE MAGRANS A L'EIX F

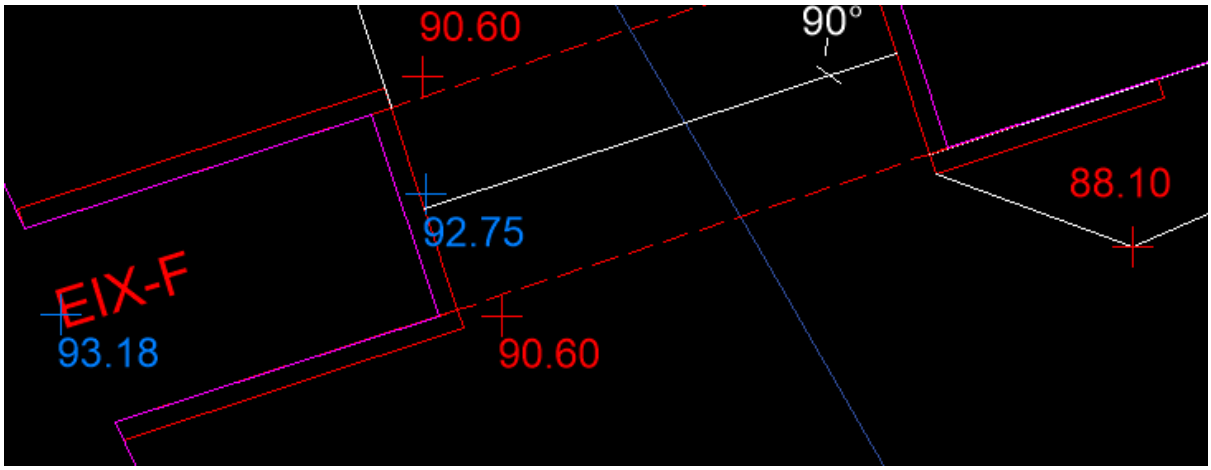
1. SECCIÓ TIPUS



Llum mínima	$L_{min} := 25$ m
Amplada mínima:	$B_{min} := 12$ m
Calçada:	$B_{calçada} := 7$ m
Biaix:	$\varphi := 0$ °
Vorera esquerre	$V_e := 2.5$ m
Vorera dreta	$V_d := B_{min} - B_{calçada} - V_e = 2.5$ m
Alçada de referència calçada	$z_{ras} := 4.5$ m







2. CÀRREGUES PERMANENTS

Gruix de paviment $e_{pavi\_calçada} := 10\ cm$ $e_{pavi\_vorera} := 25\ cm$

Densitat de paviment $\rho_{pavi\_calçada} := 24\ \frac{kN}{m^3}$ $\rho_{pavi\_vorera} := 24\ \frac{kN}{m^3}$

Càrregues mortes paviment $g_{pavi\_calçada} := e_{pavi\_calçada} \cdot \rho_{pavi\_calçada} = 2.4\ kPa$

$g_{pavi\_vorera} := e_{pavi\_vorera} \cdot \rho_{pavi\_vorera} = 6\ kPa$

Es considera una càrrega permanent deguda a barana $g_{pretil} := 1\ \frac{kN}{m}$

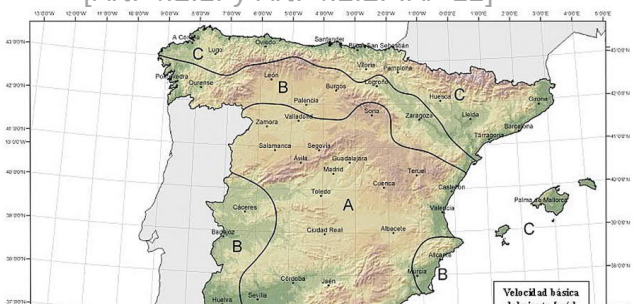
3. ACCIÓ DE VENT

H	es el canto efectivo a viento	$H := 1.2\ m + 0.25\ m = 1.45\ m$
B	es el ancho del tablero	$B := B_{min} = 12\ m$
q_{basica_corr}	es la presión básica corregida por el factor de exposición	$q_{basica\_corr} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^{\ 2} \cdot c_e$
ρ	es la densidad del aire de valor	$\rho := 1.25\ \frac{kg}{m^3}$
v_b	es la velocidad básica de viento	$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot c_{prob} \cdot v_{b.0}$

2.4.3. Velocidad básica y media de viento [Art. 4.2.1. y Art. 4.2.2. IAP-11]

$v_{b.0} := 29\ \frac{m}{s}$

$z_{car\_rasante} := z_{ras} \cdot \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 4.5 \\ 4.5 \\ 4.5 \end{bmatrix} m$



$j := 0 .. length\left(z_{car\_rasante}\right) - 1$

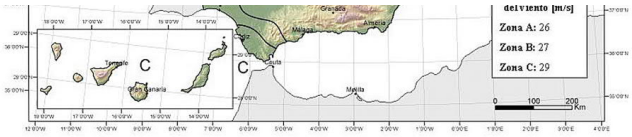


FIGURA 4.2-a MAPA DE ISOTACAS PARA LA OBTENCIÓN DE LA VELOCIDAD BÁSICA FUNDAMENTAL DEL VIENTO $v_{b,0}$

Se considera que la cota de la rasante del tablero es una cota suficientemente representativa para la determinación de las acciones de viento sobre la estructura puesto que el canto del tablero es $h_e := H = 1.45\ m$ y la altura de referencia de las sobrecargas es $h_{sc} := 2\ m$

entorno := "III"
(0=mar, I=rural plano
II=rural accidentado,
III=suburbano o forestal,
IV=urbana)

$c_{dir} := 1.0$

$c_{season} := 1.0$

Período de retorno $T := 100\ yr$

$$c_{prob} := \sqrt{\left(\frac{1 - 0.2 \cdot \ln\left(-\ln\left(1 - \frac{1\ yr}{T}\right)\right)}{1 - 0.2 \cdot \ln\left(-\ln(0.98)\right)}\right)} = 1.038$$

Velocidad básica del viento asociada al periodo de retorno $T = 100\ yr$

$$v_b := v_{b.0} \cdot c_{dir} \cdot c_{season} \cdot c_{prob} = 30.116\ \frac{m}{s}$$

Factor de topografía $c_0 := 1$

Factor de turbulencia $k_I := 1$

Cálculo del coeficiente de rugosidad

$k_r :=$ if entorno = "0" | 0.156 | else if entorno = "I" | 0.170 | else if entorno = "II" | 0.190 | else if entorno = "III" | 0.216 | else | 0.235

$z_0 :=$ if entorno = "0" | 0.003 m | else if entorno = "I" | 0.01 m | else if entorno = "II" | 0.05 m | else if entorno = "III" | 0.3 m | else | 1 m

$z_{min} :=$ if entorno = "0" | 1 m | else if entorno = "I" | 1 m | else if entorno = "II" | 2 m | else if entorno = "III" | 5 m | else | 10 m

$\alpha :=$ if entorno = "0" | 0.38 | else if entorno = "I" | 0.44 | else if entorno = "II" | 0.52 | else if entorno = "III" | 0.61 | else | 0.67

$k_r = 0.216$ $z_0 = 0.3\ m$ $z_{min} = 5\ m$ $\alpha = 0.61$

$$c_r(z) := \begin{| if\ z < z_{min} \\ \quad z \leftarrow z_{min} \\ \quad k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \\ else \\ \quad k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) |}$$

$$c_r\left(z_{car\_rasante_j}\right) = \begin{bmatrix} 0.608 \\ 0.608 \\ 0.608 \end{bmatrix}$$

Cálculo de la velocidad media del viento

$$v_m(z) := c_r(z) \cdot c_0 \cdot v_b$$

$$v_m\left(z_{car\_rasante_j}\right) = \begin{bmatrix} 18.301 \\ 18.301 \\ 18.301 \end{bmatrix} \frac{m}{s}$$

Cálculo del coeficiente de exposición

$$c_e(z) := \begin{| if\ z < z_{min} \\ \quad z \leftarrow z_{min} \\ \quad k_r^2 \cdot \left(c_0^2 \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)^2 + 7 \cdot k_l \cdot c_0 \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)\right) \\ else \\ \quad k_r^2 \cdot \left(c_0^2 \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)^2 + 7 \cdot k_l \cdot c_0 \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)\right) |}$$

$$c_e\left(z_{car\_rasante_j}\right) = \begin{bmatrix} 1.288 \\ 1.288 \\ 1.288 \end{bmatrix}$$

Coeficiente de fuerza a considerar para viento vertical descendente :

$c_{f.Z} := 0.9$ [Art. 4.2.5.1.2. IAP-11]

3. ACCIÓ TÈRMICA

2.5.1. Determinación de la temperatura máxima y mínima del aire

Tipo de tablero

$tipo_{tablero} := 3$

- Tipo 1: Tableros de acero con sección transversal en cajón, viga armada o celosía
- Tipo 2: Tableros mixtos compuestos por acero estructural y hormigón armado o pretensado (conectados de forma que ambos materiales trabajen de forma solidaria)
- Tipo 3: Tableros de hormigón armado o pretensado, sean losas, vigas o cajones

$T_{max} := 42$ °C $T_{min} := -13$ °C $zona_{clima} := 2$ $altitud := 35$ m

Período de retorno $T = 100$ yr $p := \frac{1\ yr}{T} = 0.01$

$T_{max.p} := T_{max} \cdot (0.781 - 0.056 \cdot \ln(-\ln(1 - p))) = 43.622$ °C

$T_{min.p} := T_{min} \cdot (0.393 - 0.156 \cdot \ln(-\ln(1 - p))) = -14.438$ °C

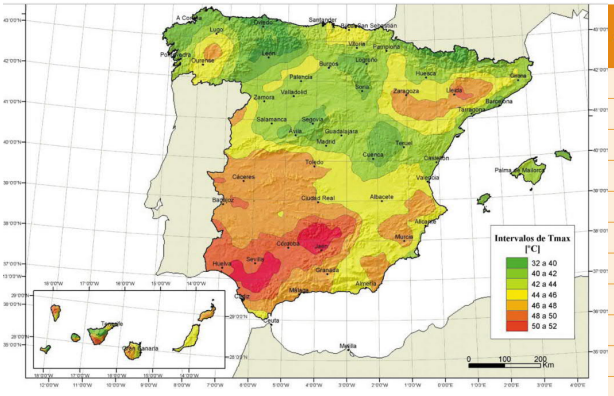


FIGURA 4.3-a **ISOTERMAS DE LA TEMPERATURA MÁXIMA ANUAL DEL AIRE, T_{max} [°C]**
(Coincide con el mapa correspondiente del Código Técnico de la Edificación)

ALTITUD [m]	ZONA DE CLIMA INVERNAL (SEGÚN FIGURA 4.3-b)						
	1	2	3	4	5	6	7
0	-7	-11	-11	-6	-5	-6	6
200	-10	-13	-12	-8	-8	-8	5
400	-12	-15	-14	-10	-11	-9	3
600	-15	-16	-15	-12	-14	-11	2
800	-18	-18	-17	-14	-17	-13	0
1000	-20	-20	-19	-16	-20	-14	-2
1200	-23	-21	-20	-18	-23	-16	-3
1400	-26	-23	-22	-20	-26	-17	-5
1600	-28	-25	-23	-22	-29	-19	-7
1800	-31	-26	-25	-24	-32	-21	-8
2000	-33	-28	-27	-26	-35	-22	-10

Cálculo de los incrementos térmicos

$$\Delta T_{e.min} := \begin{cases} 8 & \text{if } tipo_{tablero} = 1 \\ -3 & \text{else if } tipo_{tablero} = 2 \\ 4 & \text{else} \end{cases} \quad °C$$

$$\Delta T_{e.max} := \begin{cases} 2 & \text{if } tipo_{tablero} = 1 \\ 16 & \text{else if } tipo_{tablero} = 2 \\ 4 & \text{else} \end{cases} \quad °C$$

Cálculo de la temperatura efectiva

$$T_{e.min} := T_{min.p} + \Delta T_{e.min} = -6.438 \quad °C$$
$$T_{e.max} := T_{max.p} + \Delta T_{e.max} = 45.622 \quad °C$$

Temperatura inicial $T_0 := 15$ °C

2.5.5. Gradiente térmico vertical [ΔTV]

[Art. 4.3.1.2.1. IAP-11]

TIPO DE TABLERO	FIBRA SUPERIOR MÁS CALIENTE	FIBRA SUPERIOR MÁS FRÍA
	$\Delta T_{M,heat}$ [°C]	$\Delta T_{M,cool}$ [°C]
Tipo 1: Tablero de acero	18	13
Tipo 3: Tablero de hormigón		
—Sección cajón	10	5
—Sección de vigas	15	8
—Sección losa	15	8

ESPESOR DEL PAVIMENTO	TABLERO TIPO 1		TABLERO TIPO 3	
	FIBRA SUPERIOR MÁS CALIENTE	FIBRA SUPERIOR MÁS FRÍA	FIBRA SUPERIOR MÁS CALIENTE	FIBRA SUPERIOR MÁS FRÍA
	k_{sur}	k_{sur}	k_{sur}	k_{sur}

Sin impermeabilización ni pavimento	0,7	0,9	0,8	1,1
Con impermeabilización y sin pavimento[1]	1,6	0,6	1,5	1,0
50 mm	1,0	1,0	1,0	1,0
100 mm	0,7	1,2	0,7	1,0
150 mm	0,7	1,2	0,5	1,0

(1) Estos valores representan valores límite superiores para superficies de color oscuro.

$k_{sur.cool} := 1$ $k_{sur.heat} := 0.7 = 0.7$

$\Delta T_{M.heat} := 15 \cdot k_{sur.heat} = 10.5$ °C

$\Delta T_{M.cool} := -8 \cdot k_{sur.cool} = -8$ °C

VERIFICACIÓN GEOTÉCNICA DE PILOTES

1. DATOS PRELIMINARES

$N_{k\_apoyo} := 1026.2\ kN$ $\gamma_{serv} := 1.1$

Situación persistente. Combinación característica:

Reacción vertical (kN)
Valores máximos

Eje	Viga	I1	I2	I3	I4	I5
1	1	165.3	364.6	554.4	853.1	853.1
1	2	165.3	369.9	490.3	1004.9	1004.9
1	3	165.3	369.9	492.9	1026.2	1026.2
1	4	165.3	369.9	490.3	1004.9	1004.9
1	5	165.3	364.6	554.4	853.1	853.1

Canto del encepado $h_e := 1\ m$

Ancho del encepado $b_e := 1.4\ m$

Diámetro del pilote:
$D := 850\ mm$

Separación entre vigas $s_{vigas} := 2.425\ m$

Separación entre pilotes $s_{pil} := 1.543\ m$

$$N_{k\_max.axil} := \frac{N_{k\_apoyo} + h_e \cdot b_e \cdot s_{vigas} \cdot 24\ \frac{kN}{m^3}}{s_{vigas}} \cdot s_{pil} = 704.804\ kN$$

Factor de efecto grupo:

$$\eta_{grupo} := \begin{cases} 1 & \text{if } s_{pil} > 3 \cdot D \\ 0.7 + 0.3 \cdot \dfrac{\left(\frac{s_{pil}}{D} - 1\right)}{3 - 1} & \text{else} \end{cases} = 0.822$$

Longitud del pilote hincada en el terreno: $L_{hinca} := 14\ m$
Longitud libre $L_{libre} := 0\ m = 0\ m$
Profundidad del freático: $h_{fr} := 0\ m$ [A cota superior al fondo del primer terreno]
La profundidad total a la que llega el pilote se prevé: $Prof := L_{hinca} + L_{libre} = 14\ m$
Peso específico del agua : $\gamma_w := 1.00\ \frac{tonnef}{m^3}$
Peso específico del hormigón: $\gamma_h := 2.4\ \frac{tonnef}{m^3}$
Diámetro del pilote: $D := 850\ mm$

$$N_{pilote\_efectivo} := \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot \left(\left(\gamma_h - \gamma_w\right) \cdot \left(Prof - h_{fr}\right) + \gamma_h \cdot h_{fr}\right) = 109.07\ kN$$

Hormigón del pilote $f_{ck} := 30\ MPa$ $f_{cd} := f_{ck} \cdot 1.5^{-1} = 20\ MPa$

Módulo elástico del pilote: $E_{cm} := 8500 \cdot \sqrt[3]{\left(f_{ck} + 8\ MPa\right) \cdot MPa^{-1}} \cdot MPa = 28.577\ GPa$

2. ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE HUNDIMIENTO DEL PILOTE. MÉTODO DE MOHR-COULOMB

Se realizará seguidamente un recálculo de la capacidad portante, conforme la GCOC
La profundidad h indica la cota de fondo del estrato.
Adjuntar mínimo 4 estratos

TERRENO	h (m)	γ $(kN \cdot m^{-3})$	γ' $(kN \cdot m^{-3})$	c' (kPa)	ϕ' (°)
"Relleno"	9	18	10	0	24
"Arcilla marron"	10	20	10	20	25
"Sauló margosa"	20	21	11	60	20
"Sauló margosa"	22	21	11	60	20

Prof - 3 D = 11.45 m

Tipo de suelo	E_M (MPa)	P_{LM} (MPa)
Rellenos recientes	0,5 a 5,0	0,05 a 0,30
Rellenos antiguos	4,0 a 15,0	0,40 a 1,00
Turbas	0,2 a 1,5	0,02 a 0,15
Arcilla blanda	0,5 a 3,0	0,05 a 0,30
Arcilla media	3,0 a 8,0	0,30 a 0,80
Arcilla dura	8,0 a 40,0	0,60 a 2,00
Arena limosa suelta	0,5 a 2,0	0,10 a 5,00
Limo	2,0 a 10,0	0,20 a 1,50
Arenas	7,5 a 40,0	1,00 a 5,00
Arenas y gravas	8,0 a 40,0	1,20 a 5,00
Margas	5,0 a 60,0	0,60 a 4,00
Calizas y rocas duras	80,0 a 20.000	3,00 a > 10

Tipo de pilote: $tipo_{pilote} := \text{"excavado"}$ [excavado, hincado]
Material de pilote: $material_{pilote} := \text{"otros"}$ [acero, otros]

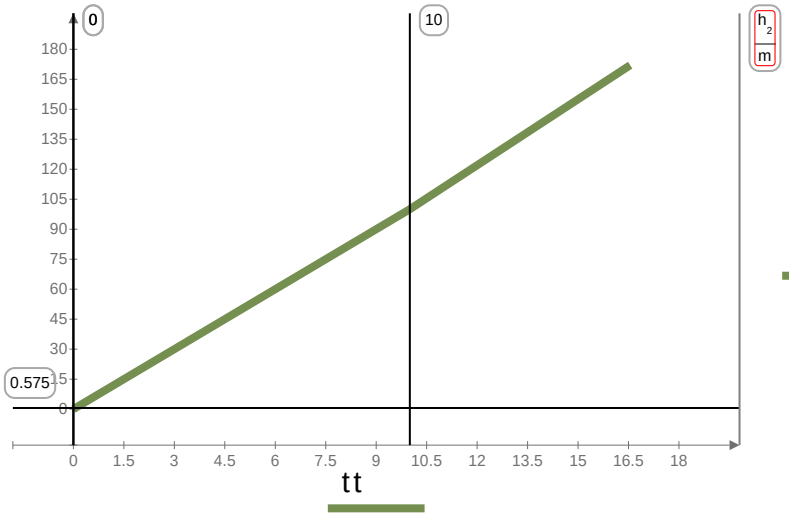
Coeficiente de reducción de resistencia por fuste en función del material del pilote:

$$f := \begin{cases} 0.9 & \text{if } material_{pilote} = \text{"acero"} \\ 1 & \text{else} \end{cases} = 1$$

Tensión efectiva vertical

$$\sigma'_v(z) := \begin{cases} \gamma_0 \cdot z & \text{if } z \le h_{fr} \\ \gamma_0 \cdot h_{fr} + \gamma'_0 \cdot (z - h_{fr}) & \text{else if } z \le h_0 \\ \gamma_0 \cdot h_{fr} + \gamma'_0 \cdot (h_0 - h_{fr}) + \gamma'_1 \cdot (z - h_0) & \text{else if } z \le h_1 \\ \gamma_0 \cdot h_{fr} + \gamma'_0 \cdot (h_0 - h_{fr}) + \gamma'_1 \cdot (h_1 - h_0) + \gamma'_2 \cdot (z - h_1) & \text{else if } z \le h_2 \\ \gamma_0 \cdot h_{fr} + \gamma'_0 \cdot (h_0 - h_{fr}) + \gamma'_1 \cdot (h_1 - h_0) + \gamma'_2 \cdot (h_2 - h_1) + \gamma'_3 \cdot (z - h_2) & \text{else if } z \le h_3 \end{cases}$$

Gráfica de tensiones efectivas



$\sigma'_v(tt \cdot m)\ (kPa)$

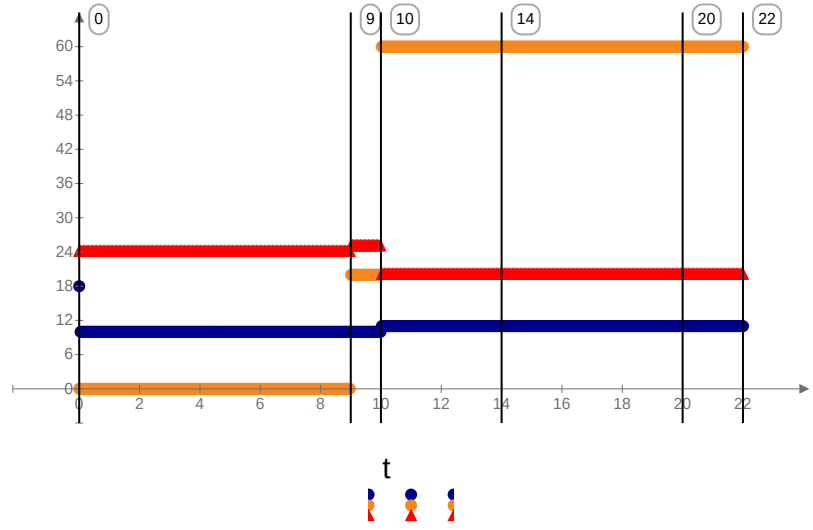
Definición de funciones auxiliares en función del perfil geotécnico:

$$\gamma'(z) := \begin{cases} \gamma_0 & \text{if } z \le h_{fr} \\ \gamma'_0 & \text{else if } z \le h_0 \\ \gamma'_1 & \text{else if } z \le h_1 \\ \gamma'_2 & \text{else if } z \le h_2 \\ \gamma'_3 & \text{else} \end{cases}$$

$$c'(z) := \begin{cases} c'_0 & \text{if } z \le h_0 \\ c'_1 & \text{else if } z \le h_1 \\ c'_2 & \text{else if } z \le h_2 \\ c'_3 & \text{else if } z \le h_3 \end{cases}$$

$$\phi'(z) := \begin{cases} \phi'_0 & \text{if } z \le h_0 \\ \phi'_1 & \text{else if } z \le h_1 \\ \phi'_2 & \text{else if } z \le h_2 \\ \phi'_3 & \text{else if } z \le h_3 \end{cases}$$

$$Terreno(z) := \begin{cases} TERRENO_0 & \text{if } z \le h_0 \\ TERRENO_1 & \text{else if } z \le h_1 \\ TERRENO_2 & \text{else if } z \le h_2 \\ TERRENO_3 & \text{else if } z \le h_3 \end{cases}$$



$\gamma'(t \cdot m)\ (kN \cdot m^{-3})$

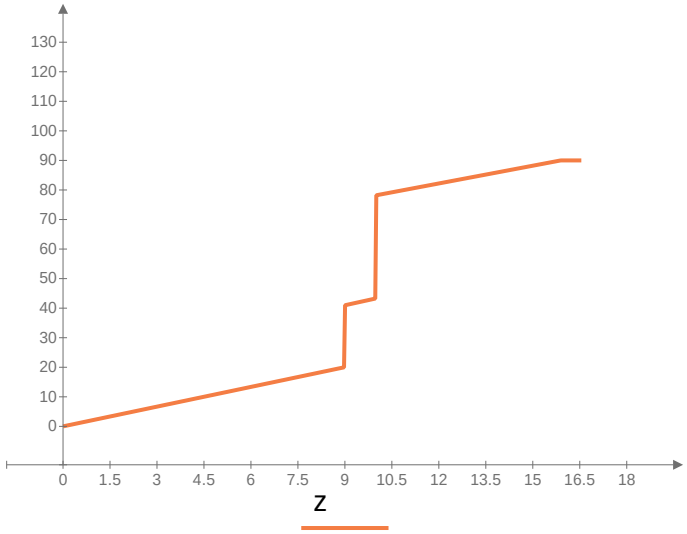
$c'(t \cdot m)\ (kPa)$

$\phi'(t \cdot m)\ (°)$

Cálculo de la resistencia por fuste

$f = 1$

$$r_{fuste}(z) := \begin{cases} \text{if } tipo_{pilote} = \text{“excavado”} \\ \quad \min\left(0.5 \cdot f \cdot \sigma'_v(z) \cdot \tan\left(\phi'(z)\right) + c'(z),\ 90\ \text{kPa}\right) \\ \text{else} \\ \quad \min\left(0.75 \cdot f \cdot \sigma'_v(z) \cdot \tan\left(\phi'(z)\right) + c'(z),\ 125\ \text{kPa}\right) \end{cases}$$



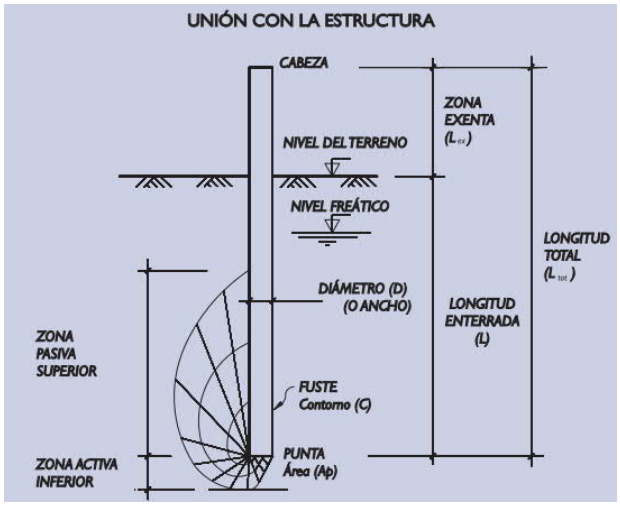
$r_{fuste}(z \cdot m)\ \ (kPa)$

Cálculo de la resistencia por punta como media de las resistencias a lo largo de la zona pasiva y activa (Criterio GCOC y CTE)

Zona pasiva superior: $pas_{sup} := 6 \cdot D = 5.1\ m$

Zona activa inferior: $act_{inf} := 3 \cdot D = 2.55\ m$

- La zona activa inferior afecta hasta una profundidad bajo la punta del pilote igual a:
  2D – terrenos cohesivos.
  3D – terrenos granulares y rocas.
- La zona pasiva superior afecta hasta una altura sobre la punta del pilote igual a:
  4D – terrenos cohesivos.
  6D – terrenos granulares y rocas.



$$f_D := \max\left(1 - \frac{D}{3\ m}, 0.7\right) = 0.717$$

$$N_q(z) := \frac{1 + \sin\left(\phi'(z)\right)}{1 - \sin\left(\phi'(z)\right)} \cdot e^{\pi \cdot \tan\left(\phi'(z)\right)}$$

$$N_c(z) := \frac{N_q(z) - 1}{\tan\left(\phi'(z)\right)}$$

Profundidad de cálculo para presión efectiva:

$$P_{eff} := \min\left(L_{hinca}, 20 \cdot D\right) + L_{libre} = 14\ m$$

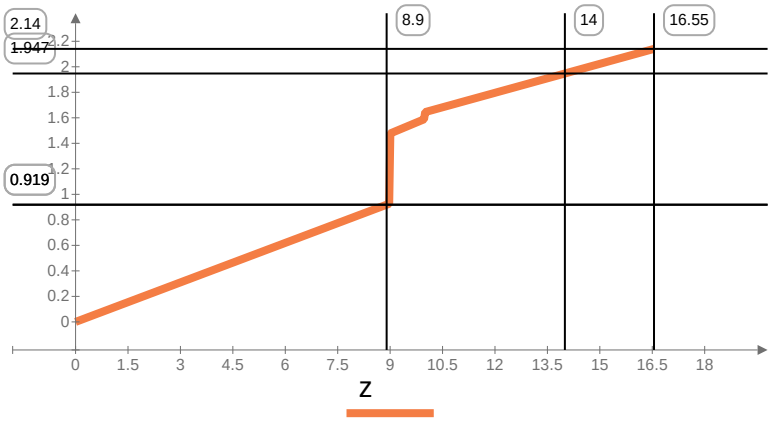
$N_q(P_{eff}) = 6.399$ $\quad N_q(P_{eff} - pas_{sup}) = 9.603$ $\quad N_q(P_{eff} + act_{inf}) = 6.399$

$N_c(P_{eff}) = 14.835$ $\quad N_c(P_{eff} - pas_{sup}) = 19.324$ $\quad N_c(P_{eff} + act_{inf}) = 14.835$

Profundidad de la zona pasiva superior: $P_{eff} - pas_{sup} = 8.9\ m$ $N_q(P_{eff} - pas_{sup}) = 9.603$
Profundidad efectiva punta del pilote: $P_{eff} = 14\ m$ $N_q(P_{eff}) = 6.399$
Profundidad de la zona activa inferior: $P_{eff} + act_{inf} = 16.55\ m$ $N_q(P_{eff} + act_{inf}) = 6.399$

$Terreno(P_{eff} - pas_{sup})$ = "Relleno" $Terreno(P_{eff})$ = "Sauló margosa"
$Terreno(P_{eff} + act_{inf})$ = "Sauló margosa"

$$r_{punta}(z) := \text{if } tipo_{pilote} = \text{"excavado"} \left\| \min(1.5 \cdot f_D \cdot (\sigma'_v(z) \cdot N_q(z) + c'(z) \cdot N_c(z)), 20\ MPa) \right| \text{else} \left\| \min(3 \cdot f_D \cdot (\sigma'_v(z) \cdot N_q(z) + c'(z) \cdot N_c(z)), 20\ MPa) \right|$$



Cálculo de resistencia por punta en zona pasiva superior:
$r_{p\_pasiva.superior} := r_{punta}(P_{eff} - pas_{sup}) = 0.919\ MPa$

Cálculo de resistencia por punta en zona pasiva inferior:

$r_{p\_pasiva.inferior} := r_{punta}(P_{eff} + act_{inf}) = 2.14\ MPa$

$r_{punta}(P_{eff}) = 1.947\ MPa$

Cálculo de resistencia por punta promedio lo largo de la zona activa y pasiva:

$$r_{punta\_promedio.resistencias} := \frac{\int_{P_{eff} - pas_{sup}}^{P_{eff} + act_{inf}} r_{punta}(t)\, dt}{act_{inf} + pas_{sup}} = 1.834\ MPa$$

Cálculo de la resistencia por punta como promedio de las características del material a lo largo de la zona pasiva y activa (Criterio ROM)

En esos casos de terreno heterogéneo, se supondrá que la carga de hundimiento por la punta está controlada por un terreno con las características medias de la zona comprendida entre dos diámetros bajo la punta (zona activa inferior) y cinco diámetros sobre la punta (zona pasiva superior), aproximadamente.

$$\phi_{promedio} := \frac{\int_{P_{eff}-pas_{sup}}^{P_{eff}+act_{inf}} \phi'(t)\,dt}{act_{inf}+pas_{sup}} = 20.706\ °$$

$$c'_{promedio} := \frac{\int_{P_{eff}-pas_{sup}}^{P_{eff}+act_{inf}} c'(t)\,dt}{act_{inf}+pas_{sup}} = 53.999\ kPa$$

$$N_{q\_promedio} := \frac{1+\sin(\phi_{promedio})}{1-\sin(\phi_{promedio})} \cdot e^{\pi \cdot \tan(\phi_{promedio})} = 6.866$$

$$N_{c\_promedio} := \frac{N_{q\_promedio}-1}{\tan(\phi_{promedio})} = 15.518$$

$$r_{punta\_promedio.materiales} := \begin{cases} \text{if } tipo_{pilote} = \text{“excavado”} \\ \quad 0.5 \cdot \min\left(3 \cdot f_D \cdot \left(\sigma'_v(P_{eff}) \cdot N_{q\_promedio} + c'_{promedio} \cdot N_{c\_promedio}\right), 20\ MPa\right) \\ \text{else} \\ \quad 1 \cdot \min\left(3 \cdot f_D \cdot \left(\sigma'_v(P_{eff}) \cdot N_{q\_promedio} + c'_{promedio} \cdot N_{c\_promedio}\right), 20\ MPa\right) \end{cases}$$

$$r_{punta\_promedio.materiales} = 1.964\ MPa$$

Resistencia por punta finalmente adoptada

$$r_{punta\_promedio} := \frac{r_{punta\_promedio.materiales} + r_{punta\_promedio.resistencias}}{2} = 1.899\ MPa$$

$r_{punta\_promedio.materiales} = 1.964\ MPa$ $r_{punta\_promedio.resistencias} = 1.834\ MPa$

Análisis de la capacidad portante del pilote hincado en el fondo una profundidad $L_{hinca} = 14\ m$

Resistencia por punta: $Q_{punta\_GCOC} := r_{punta\_promedio.resistencias} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D^2 = 1040.46\ kN$

$$Q_{punta\_ROM} := r_{punta\_promedio.materiales} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D^2 = (1.114 \cdot 10^3)\ kN$$

$$Q_{punta\_PROMEDIO} := r_{punta\_promedio} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D^2 = 1077.343\ kN$$

Resistencia por fuste: $Q_{fuste\_hinca} := \int_{Prof-L_{hinca}}^{Prof} r_{fuste}(z)\,dz \cdot \pi \cdot D = (1.231 \cdot 10^3)\ kN$

$Q_{fuste\_hinca} = 125.528\ tonnef$

Capacidad portante:

$$Q_{hundimiento\_GCOC} := \left(Q_{punta\_GCOC} + Q_{fuste\_hinca}\right) \cdot \eta_{grupo} = \left(1.868 \cdot 10^3\right)\ kN$$

$$Q_{hundimiento\_ROM} := \left(Q_{punta\_ROM} + Q_{fuste\_hinca}\right) \cdot \eta_{grupo} = \left(1.928 \cdot 10^3\right)\ kN$$

$$Q_{hundimiento\_PROMEDIO} := \left(Q_{punta\_PROMEDIO} + Q_{fuste\_hinca}\right) \cdot \eta_{grupo} = \left(1.898 \cdot 10^3\right)\ kN$$

Análisis del factor de seguridad a hundimiento según la GCOC

El procedimiento empleado para el cálculo de la carga de hundimiento es analítico, con lo que $FS_{fund} := 2.6$ para combinación fundamental

$$FS_{hundimiento\_GCOC} := \frac{Q_{hundimiento\_GCOC} - N_{pilote\_efectivo}}{\frac{N_{k\_max.axil}}{\gamma_{serv}}} = 2.745 \quad > \quad FS_{fund} = 2.6 \quad OK$$

$$FS_{hundimiento\_ROM} := \frac{Q_{hundimiento\_ROM} - N_{pilote\_efectivo}}{\frac{N_{k\_max.axil}}{\gamma_{serv}}} = 2.84 \quad > \quad FS_{fund} = 2.6 \quad OK$$

$$FS_{hundimiento\_PROMEDIO} := \frac{Q_{hundimiento\_PROMEDIO} - N_{pilote\_efectivo}}{\frac{N_{k\_max.axil}}{\gamma_{serv}}} = 2.792 \quad > \quad FS_{fund} = 2.6 \quad OK$$

4. ANÁLISIS TOPE ESTRUCTURAL DEL PILOTE

Consideraremos un tope estructural $\sigma_{tope} := 4\ MPa$

La tensióN en el pilote será

$$\sigma_{ed} := \frac{\frac{N_{k\_max.axil}}{\gamma_{serv}} + N_{pilote\_efectivo}}{\pi \cdot \frac{D^2}{4}}$$

$$\sigma_{ed} = 1.321\ MPa$$

$$Ratio_{tope} := \frac{\sigma_{ed}}{\sigma_{tope}} = 33.034\% \quad ok$$

TIPO DE PILOTE		VALORES DE σ (MPa)	
Hincado	Hormigón pretensado	0,30 (f_{ck} – 0,90 f_p)	
	Hormigón armado	0,30 f_{ck}	
	Metálico	0,33 f_{yk}	
	Madera	5	
		TIPO DE APOYO	
		SUELO FIRME	ROCA
Perforado de hormigón «in situ»	Entubado	5	6
	Con lodos	4	5
	En seco	4	5
	Barrenado	4	No aplicable

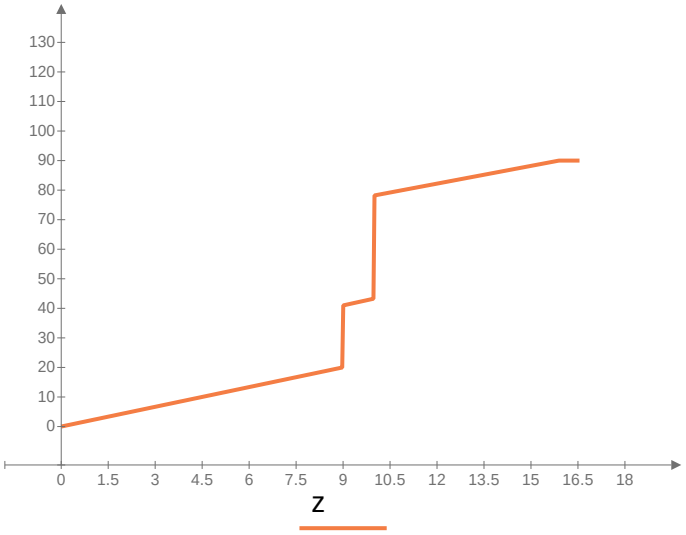
5. ANÁLISIS ASENTAMIENTO

$$s := \left(\frac{D}{40 \cdot Q_{hundimiento\_GCOC}} + \frac{Prof}{\pi \cdot \frac{D^2}{4} \cdot E_{cm}} \right) \cdot \left(\frac{N_{k\_max.axil}}{\gamma_{serv}} + N_{pilote\_efectivo} \right) = 9.178 \ \mathbf{mm}$$

6. PARÁMETROS GEOTÉCNICOS PROMEDIOS ESTIMADOS

$r_{punta\_promedio.resistencias} = 1833.572 \ \mathbf{kPa}$

TERRENO	RESISTENCIA FUSTE	RESISTENCIA ARRANQUE
$TERRENO_0$ = "Relleno"	$r_{fuste}\left(\frac{h_0 + h_1}{2}\right) = 42.15 \ \mathbf{kPa}$	$r_{fuste}\left(\frac{h_0 + h_1}{2}\right) \cdot 0.7 = 29.505 \ \mathbf{kPa}$
$TERRENO_1$ = "Arcilla marron"	$r_{fuste}\left(\frac{h_1 + h_2}{2}\right) = 88.208 \ \mathbf{kPa}$	$r_{fuste}\left(\frac{h_1 + h_2}{2}\right) \cdot 0.7 = 61.745 \ \mathbf{kPa}$
$TERRENO_2$ = "Sauló margosa"	$r_{fuste}\left(\frac{h_2 + h_3}{2}\right) = 90 \ \mathbf{kPa}$	$r_{fuste}\left(\frac{h_2 + h_3}{2}\right) \cdot 0.7 = 63 \ \mathbf{kPa}$



$r_{fuste}(z \cdot \mathbf{m}) \ (\mathbf{kPa})$

Programa: CivilEstudio

Versión: 34 - 6
Barcelona, 2018

CivilEstudio, software propiedad de CivilCAD Consultores, S.L.
Autores: L.M.Callís, J.M.Roig, I.Callís, P.Reinés
Licencia de uso concedida a: Most Enginyers, S.L.
Número de usuario: 12202

Proyecto:

Nombre del proyecto: *PRECÀLCUL DE LES ESTRUCTURES DEL PROJECTE D'OBRES BÀSIQUES D'URBANITZACIÓ DEL PLA DIRECTOR URBANÍSTIC DEL CENTRE DIRECCIONAL DE CERDANYOLA DEL VALLÈS*
Nombre de la estructura: *5. V-F.1. Pont sobre el torrent de Magrans a l'eix-F*
Nombre del elemento estructural: *Tauler*
Tipo de estructura: *Vigas pretesadas*
Funcionalidad de la estructura: *Estructura de Carretera*
Clase de estructura: *Tablero sin tierras*
Vida útil: *100 años*

Normativas:

Ámbito: *Normas españolas*

Unidades:

Sistema *S.I.*

Despiece:

Sistema Métrico Europeo

Módulo del programa:

Módulo Tablero de vigas
Nombre del archivo de proyecto: *vf1_def.vig*
Ruta de acceso: *p:\parc de l'alba\estructures\5. v-f.1\civilcad*

Informe:

Tipo de informe: *Informe de la Memoria de cálculo*
Informe generado el día 17-12-2020 a las 18:01:29.

Índice

1 Verificaciones en las vigas y riostras.

1.1 Verificaciones en las vigas.
1.2 Verificaciones en las riostras.

2 Verificaciones en la losa.

3 DEFINICIÓN DEL PROYECTO

3.1 Normativas
3.2 Geometría
3.2.1 Definición de los contornos laterales
3.2.2 Definición de los ejes de apoyos
3.2.3 Definición de los ejes de vigas
3.2.4 Definición de la losa
3.2.5 Definición de las vigas
3.2.5.1 Contorno de la sección
3.2.5.2 Armadura pasiva perimetral
3.2.5.3 Propiedades geomecánicas de la sección
3.2.5.3.1 Secciones reales
3.2.5.3.2 Secciones eficaces
3.2.6 Geometría de vigas y losa en zona de apoyos
3.2.6.1 Culatas
3.2.6.2 Recrecido del alma en apoyos
3.2.6.3 Losa en apoyos
3.2.7 Coacciones en los apoyos
3.2.8 Situación de transporte / izado
3.3 Materiales
3.3.1 Hormigón Vigas
3.3.2 Hormigón Losa
3.3.3 Hormigón Prelosas
3.3.4 Armadura pasiva Vigas
3.3.5 Armadura pasiva Losa
3.3.6 Acero de la armadura activa del pretesado Vigas
3.4 Recubrimientos geométricos
3.5 Clases de exposición y fisuración
3.6 Calendario de ejecución
3.7 Definición del pretesado
3.8 Definición de la armadura pasiva
3.8.1 Armadura de flexión. Zona central.
3.8.2 Armadura de flexión. Zona de extremos.
3.9 Acciones
3.9.1 Acciones permanentes
3.9.2 Acciones variables
3.10 Coeficientes de seguridad
3.10.1 Coeficientes de mayoración de las acciones, γ_F
3.10.2 Coeficientes de combinación
3.10.3 Flechas relativas admisibles
3.11 Configuración del cálculo

3.12 Tráfico. Cálculo de la losa

4 Modelo de viga simple (sin losa)

5 Modelo del tablero para el cálculo de las vigas

6 Modelo del tablero para el cálculo de la losa

7 ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS EN LAS VIGAS

8 FUERZA DE PRETENSADO

8.1 Fuerzas de pretesado
8.1.1 Fuerza de pretesado a lo largo de cada cable en cada instante
8.1.2 Pérdidas de pretesado totales
8.1.3 Pérdidas de pretesado totales (%)

9 VERIFICACIÓN DEL EL ENCAJE TENSIONAL EN LAS VIGAS

9.1 Tensiones admisibles
9.2 Situación persistente. Combinación cuasi permanente
9.3 Situación persistente. Combinación frecuente
9.4 Situación persistente. Combinación característica
9.5 Resumen de verificaciones

10 VERIFICACIÓN DEL EL FISURACIÓN EN LAS VIGAS

10.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente
10.2 Situación persistente. Combinación frecuente
10.3 Situación persistente. Combinación característica
10.4 Resumen de verificaciones

11 ROTURA POR FLEXIÓN EN LAS VIGAS

11.1 Situación persistente. Combinación fundamental
11.2 Resumen de verificaciones

12 ROTURA POR CORTANTE EN LAS VIGAS

12.1 Situación persistente. Combinación fundamental
12.2 Resumen de armaduras
12.3 Resumen de verificaciones

13 ROTURA POR TORSIÓN EN LAS VIGAS

13.1 Comprobación del Estado Límite Último por torsión
13.1.1 Situación persistente. Combinación fundamental
13.2 Comprobación de la Interacción Cortante - Torsión
13.2.1 Situación persistente. Combinación fundamental
13.3 Resumen de armaduras
13.4 Resumen de verificaciones

14 RASANTE VIGA - LOSA

14.1 Resumen de armaduras
14.2 Resumen de verificaciones

15 RASANTE EN EL ALA INFERIOR DE LAS VIGAS

15.1 Resumen de armaduras
15.2 Resumen de verificaciones

16 RASANTE EN EL ALA SUPERIOR DE LAS VIGAS

16.1 Resumen de armaduras
16.2 Resumen de verificaciones

17 Flechas

17.1 Flechas características
17.2 Situación persistente. Combinación característica
17.3 Verificación de flechas
17.3.1 Resumen de verificaciones

18 Giros

18.1 Giros característicos
18.2 Situación persistente. Combinación característica

20 CÁLCULO DE LA CUANTÍA DE ACERO EN LAS VIGAS

20.1 Cálculo de la armadura de difusión del pretensado
20.2 Resumen de cuantías de armadura transversal

21 CÁLCULO DE LA SITUACIÓN DE TRANSPORTE DE LAS VIGAS

22 ROTURA POR FLEXIÓN EN LA LOSA

22.1 Esfuerzos de flexión mayorados
22.1.1 Situación persistente. Combinación fundamental
22.2 Armadura de flexión
22.3 Resumen de verificaciones

23 ROTURA POR CORTANTE EN LA LOSA

23.1 Esfuerzos cortantes mayorados
23.1.1 Situación persistente. Combinación fundamental
23.2 Comprobación de las bielas de compresión
23.3 Armadura de cálculo de cortante
23.4 Armadura mínima de cortante
23.5 Resumen de verificaciones

24 VERIFICACIÓN DEL EL FISURACIÓN EN LA LOSA

24.1 Cálculo a fisuración

24.1.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente
24.2 Resumen de verificaciones

26 PRUEBA DE CARGA

27 Reacciones por apoyo. Valores característicos

28 Reacciones por apoyo. Valores de combinación

29 Reacciones por eje. Valores característicos

30 Reacciones por eje. Valores de combinación

1 Verificaciones en las vigas y riostras.

Nombre del proyecto: *PRECÀLCUL DE LES ESTRUCTURES DEL PROJECTE D'OBRES BÀSIQUES D'URBANITZACIÓ DEL PLA DIRECTOR URBANÍSTIC DEL CENTRE DIRECCIONAL DE CERDANYOLA DEL VALLÈS*
Nombre de la estructura: *5. V-F.1. Pont sobre el torrent de Magrans a l'eix-F*
Nombre del elemento estructural: *Tauler*
Tipo de estructura: *Vigas pretesadas*
Funcionalidad de la estructura: *Estructura de Carretera*
Clase de estructura: *Tablero sin tierras*
Vida útil: *100 años*

1.1 Verificaciones en las vigas.

Viga 1		
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Encaje tensional.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por flexión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por cortante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por torsión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por rasante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural de servicio de deformaciones		
Situación persistente	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Control de fisuración.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por fatiga		
Combinación de fatiga	Combinación fundamental	Cumple
Obtención del despiece de la armadura		
Generación del armado	.	Cumple

Viga 2		
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Encaje tensional.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por flexión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por cortante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por torsión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por rasante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural de servicio de deformaciones		
Situación persistente	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Control de fisuración.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por fatiga		
Combinación de fatiga	Combinación fundamental	Cumple
Obtención del despiece de la armadura		
Generación del armado	.	Cumple

Viga 3		
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Encaje tensional.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por flexión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por cortante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple

Estado límite estructural último de rotura por torsión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por rasante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural de servicio de deformaciones		
Situación persistente	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Control de fisuración.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por fatiga		
Combinación de fatiga	Combinación fundamental	Cumple
Obtención del despiece de la armadura		
Generación del armado	.	Cumple

Viga 4		
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Encaje tensional.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por flexión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por cortante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por torsión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por rasante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural de servicio de deformaciones		
Situación persistente	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Control de fisuración.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple

Estado límite estructural último de rotura por fatiga		
Combinación de fatiga	Combinación fundamental	Cumple
Obtención del despiece de la armadura		
Generación del armado	.	Cumple

Viga 5		
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Encaje tensional.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por flexión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por cortante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por torsión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por rasante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural de servicio de deformaciones		
Situación persistente	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Control de fisuración.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por fatiga		
Combinación de fatiga	Combinación fundamental	Cumple
Obtención del despiece de la armadura		
Generación del armado	.	Cumple

1.2 Verificaciones en las riostras.

2 Verificaciones en la losa.

D'URBANITZACIÓ DEL PLA DIRECTOR URBANÍSTIC DEL CENTRE DIRECCIONAL DE CERDANYOLA DEL VALLÈS

Nombre de la estructura: *5. V-F.1. Pont sobre el torrent de Magrans a l'eix-F*
Nombre del elemento estructural: *Tauler*
Tipo de estructura: *Vigas pretesadas*
Funcionalidad de la estructura: *Estructura de Carretera*
Clase de estructura: *Tablero sin tierras*
Vida útil: *100 años*

Losa		
Estado límite estructural último de rotura por flexión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural de servicio de fisuración		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por cortante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Obtención del despiece de la armadura		
Generación del armado	.	Cumple

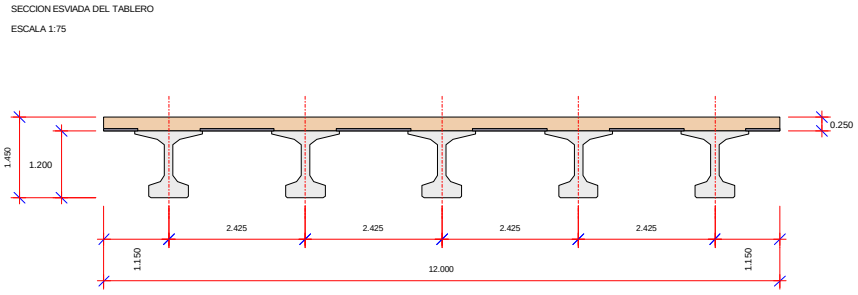
3 DEFINICIÓN DEL PROYECTO

3.1 Normativas

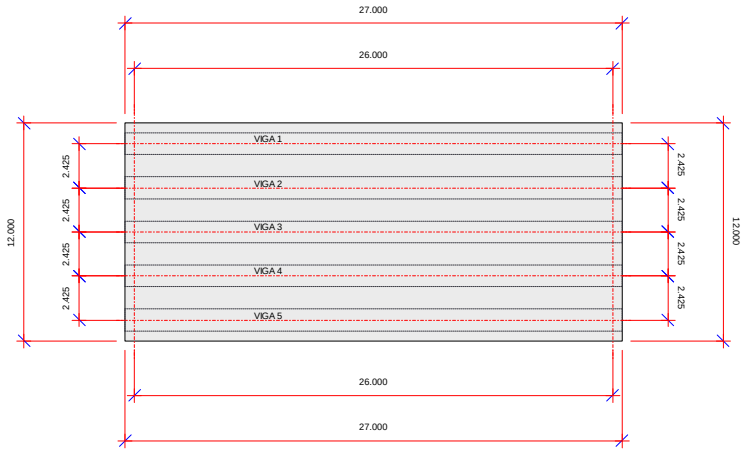
IAP. Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera. V. 2011
EHE. Instrucción Española del Hormigón Estructural. V. 2008

3.2 Geometría

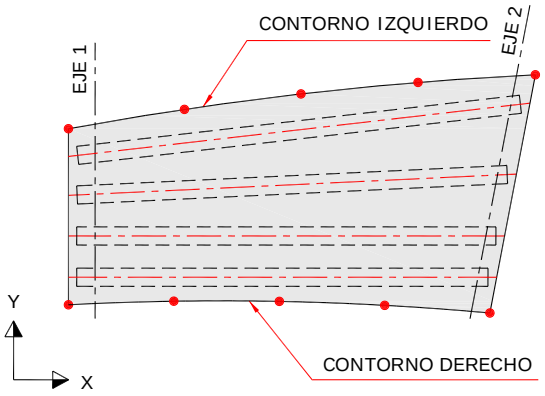
Sección transversal del tablero



Planta del tablero



3.2.1 Definición de los contornos laterales



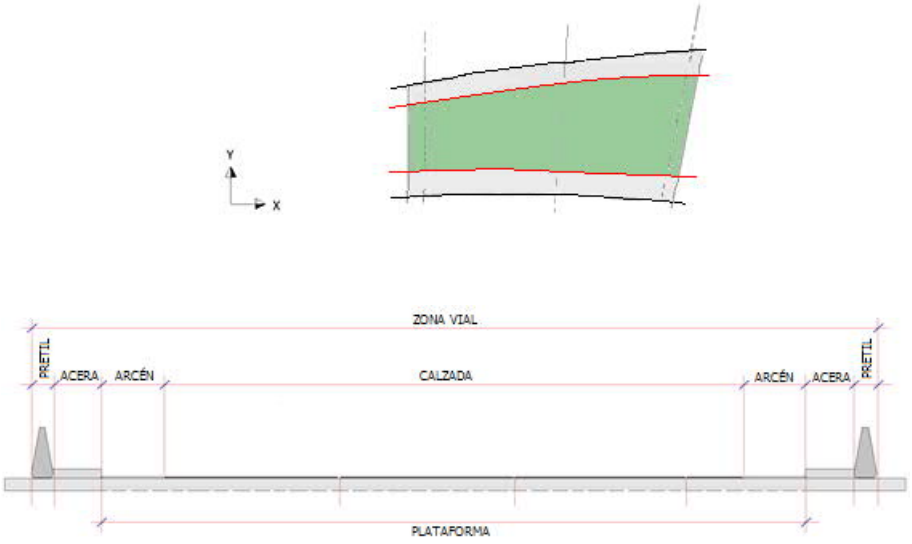
Contorno izquierdo:

Punto	X (m)	Y (m)
1	-10.000	12.000
2	36.000	12.000

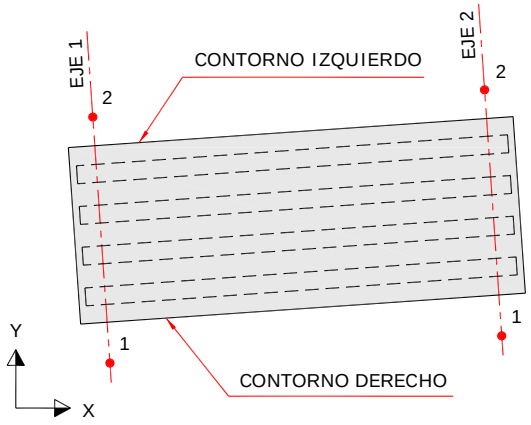
Contorno derecho:

Punto	X (m)	Y (m)
1	-10.000	0.000
2	36.000	0.000

Zona vial coincidente con los contornos.



3.2.2 Definición de los ejes de apoyos

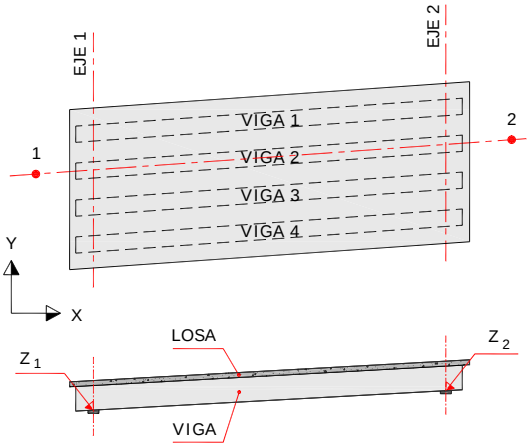


Coordenadas en planta de los ejes de apoyos :

	Punto 1		Punto 2	
Eje	X_1	Y_1	X_2	Y_2

	(m)	(m)	(m)	(m)
1	0.000	0.000	-0.000	12.000
2	26.000	0.000	26.000	12.000

3.2.3 Definición de los ejes de vigas



Coordenadas en planta de las vigas:

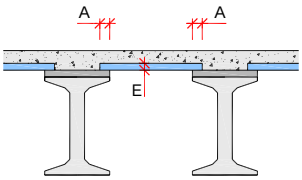
	Punto 1			Punto 2			Longitudes	
Viga	X_1 (m)	Y_1 (m)	Z_1 (m)	X_2 (m)	Y_2 (m)	Z_2 (m)	$L_{cálculo}$ (m)	L_{total} (m)
1	-10.000	10.850	-1.550	36.000	10.850	-1.550	26.000	27.000
2	-10.000	8.425	-1.550	36.000	8.425	-1.550	26.000	27.000
3	-10.000	6.000	-1.550	36.000	6.000	-1.550	26.000	27.000
4	-10.000	3.575	-1.550	36.000	3.575	-1.550	26.000	27.000
5	-10.000	1.150	-1.550	36.000	1.150	-1.550	26.000	27.000

3.2.4 Definición de la losa

Definición de la losa

Losa de espesor constante
Espesor : 0.250 m

Definición de las prelosas



Se dispone prelosa

Anchura de apoyo : 0.050 m

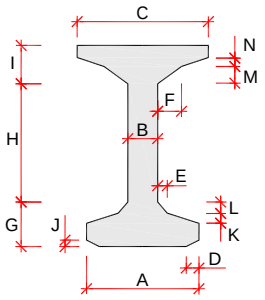
Espesor de la prelosa : 0.040 m

3.2.5 Definición de las vigas

Viga	Tipo	Catálogo	Nombre
1	Doble T	Precon	DT-PRE-120-120-B
2	Doble T	Precon	DT-PRE-120-120-B
3	Doble T	Precon	DT-PRE-120-120-B
4	Doble T	Precon	DT-PRE-120-120-B
5	Doble T	Precon	DT-PRE-120-120-B

3.2.5.1 Contorno de la sección

Sección DT-PRE-120-120-B :



Parámetro	Valor (mm)
A	700
B	150
C	1200
D	30
E	75
F	125
G	400
H	550
I	250
J	30
K	70
L	110
M	100
N	100

3.2.5.2 Armadura pasiva perimetral

Sección DT-PRE-120-120-B :

Valores calculados por el programa.

3.2.5.3 Propiedades geomecánicas de la sección

Instante	Descripción
I1	Tras la transferencia del pretesado
I2	Tras el hormigonado de la losa
I3	Tras la disposición de la superestructura
I4	Tras la apertura al tráfico
I5	A tiempo infinito

En los informes se utilizan las siguientes definiciones y notaciones:
Sección bruta : Sección de hormigón homogeneizada sin considerar la armadura pasiva ni la activa.
Sección neta : Se corresponde con la sección bruta pero añadiendo los huecos de las vainas de postesado.
Sección homogeneizada : Se añade a la sección neta la armadura activa que ya está inyectada en instantes anteriores, que se homogeneiza respecto del hormigón.
A : Área de la sección.

I_x : Momento de inercia respecto del eje horizontal que pasa por el centro de gravedad.
V_i : Distancia del centro de gravedad a la fibra inferior de la sección.

3.2.5.3.1 Secciones reales

Las secciones siguientes NO incluyen la reducción del ancho de losa asociada al coeficiente de ancho eficaz.
Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 1

		Sección real bruta			Sección real neta			Sección real homogeneizada		
Instante	Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
I1	1.200	0.463	0.091	-0.598	0.458	0.090	-0.603	0.484	0.096	-0.575
I2	1.200	0.463	0.091	-0.598	0.458	0.090	-0.603	0.484	0.096	-0.575
I3	1.450	0.932	0.220	-0.969	0.927	0.216	-0.973	0.953	0.236	-0.949
I4	1.450	0.932	0.220	-0.969	0.927	0.216	-0.973	0.953	0.236	-0.949
I5	1.450	0.932	0.220	-0.969	0.927	0.216	-0.973	0.953	0.236	-0.949

Viga 2

		Sección real bruta			Sección real neta			Sección real homogeneizada		
Instante	Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
I1	1.200	0.463	0.091	-0.598	0.458	0.090	-0.603	0.484	0.096	-0.575
I2	1.200	0.463	0.091	-0.598	0.458	0.090	-0.603	0.484	0.096	-0.575
I3	1.450	0.943	0.221	-0.973	0.939	0.218	-0.977	0.965	0.238	-0.954
I4	1.450	0.943	0.221	-0.973	0.939	0.218	-0.977	0.965	0.238	-0.954
I5	1.450	0.943	0.221	-0.973	0.939	0.218	-0.977	0.965	0.238	-0.954

Viga 3

		Sección real bruta			Sección real neta			Sección real homogeneizada		
Instante	Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
I1	1.200	0.463	0.091	-0.598	0.458	0.090	-0.603	0.484	0.096	-0.575
I2	1.200	0.463	0.091	-0.598	0.458	0.090	-0.603	0.484	0.096	-0.575
I3	1.450	0.943	0.221	-0.973	0.939	0.218	-0.977	0.965	0.238	-0.954
I4	1.450	0.943	0.221	-0.973	0.939	0.218	-0.977	0.965	0.238	-0.954
I5	1.450	0.943	0.221	-0.973	0.939	0.218	-0.977	0.965	0.238	-0.954

Viga 4

		Sección real bruta			Sección real neta			Sección real homogeneizada		
Instante	Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
I1	1.200	0.463	0.091	-0.598	0.458	0.090	-0.603	0.484	0.096	-0.575
I2	1.200	0.463	0.091	-0.598	0.458	0.090	-0.603	0.484	0.096	-0.575
I3	1.450	0.943	0.221	-0.973	0.939	0.218	-0.977	0.965	0.238	-0.954
I4	1.450	0.943	0.221	-0.973	0.939	0.218	-0.977	0.965	0.238	-0.954
I5	1.450	0.943	0.221	-0.973	0.939	0.218	-0.977	0.965	0.238	-0.954

Viga 5

		Sección real bruta			Sección real neta			Sección real homogeneizada		
Instante	Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
I1	1.200	0.463	0.091	-0.598	0.458	0.090	-0.603	0.484	0.096	-0.575
I2	1.200	0.463	0.091	-0.598	0.458	0.090	-0.603	0.484	0.096	-0.575
I3	1.450	0.932	0.220	-0.969	0.927	0.216	-0.973	0.953	0.236	-0.949
I4	1.450	0.932	0.220	-0.969	0.927	0.216	-0.973	0.953	0.236	-0.949
I5	1.450	0.932	0.220	-0.969	0.927	0.216	-0.973	0.953	0.236	-0.949

3.2.5.3.2 Secciones eficaces

Las secciones siguientes SI incluyen la reducción del ancho de losa asociada al coeficiente de ancho eficaz.
Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 1

	Sección eficaz bruta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz neta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz homogeneizada viga+losa para estado límite de servicio		
Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
1.450	0.932	0.220	-0.969	0.927	0.216	-0.973	0.953	0.236	-0.949

Viga 2

	Sección eficaz bruta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz neta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz homogeneizada viga+losa para estado límite de servicio		
Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
1.450	0.943	0.221	-0.973	0.939	0.218	-0.977	0.965	0.238	-0.954

Viga 3

	Sección eficaz bruta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz neta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz homogeneizada viga+losa para estado límite de servicio		
Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
1.450	0.943	0.221	-0.973	0.939	0.218	-0.977	0.965	0.238	-0.954

Viga 4

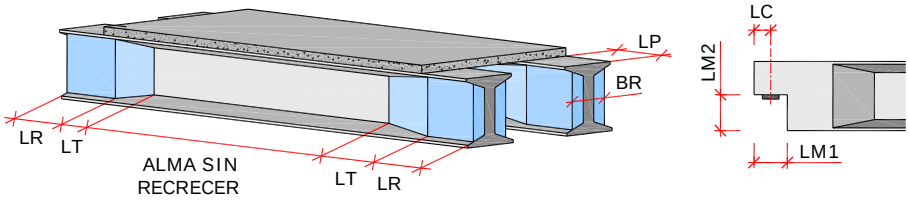
	Sección eficaz bruta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz neta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz homogeneizada viga+losa para estado límite de servicio		
Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
1.450	0.943	0.221	-0.973	0.939	0.218	-0.977	0.965	0.238	-0.954

Viga 5

	Sección eficaz bruta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz neta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz homogeneizada viga+losa para estado límite de servicio		
Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i

(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
1.450	0.932	0.220	-0.969	0.927	0.216	-0.973	0.953	0.236	-0.949

3.2.6 Geometría de vigas y losa en zona de apoyos



3.2.6.1 Culatas

Eje	Viga	Longitud (LC) (m)
1	1	0.500
1	2	0.500
1	3	0.500
1	4	0.500
1	5	0.500
2	1	0.500
2	2	0.500
2	3	0.500
2	4	0.500
2	5	0.500

3.2.6.2 Recrecido del alma en apoyos

Eje	Viga	Longitud (LR) (m)	Longitud de transición (LT) (m)	Anchura del alma (BR) (m)
1	1	1.200	0.500	0.500
1	2	1.200	0.500	0.500
1	3	1.200	0.500	0.500
1	4	1.200	0.500	0.500
1	5	1.200	0.500	0.500
2	1	1.200	0.500	0.500
2	2	1.200	0.500	0.500
2	3	1.200	0.500	0.500
2	4	1.200	0.500	0.500
2	5	1.200	0.500	0.500

3.2.6.3 Losa en apoyos

Tipo de junta en el eje 1: junta de dilatación

Distancia de los ejes de apoyos al borde de la losa en el eje 1 : 0.500 m

Tipo de junta en el eje 2: junta de dilatación

Distancia de los ejes de apoyos al borde de la losa en el eje 2 : 0.500 m

3.2.7 Coacciones en los apoyos

Viga	Apoyo	Vinculación	Constantes de rigidez elástica		
			Movimientos horizontales	Movimiento vertical	Giros

			Ku_1 (kN/m)	Ku_2 (kN/m)	Ku_3 (kN/m)	Kg_1 (kNm/rad)	Kg_2 (kNm/rad)
1	1	Apoyo fijo					
1	2	Apoyo fijo					
2	1	Apoyo fijo					
2	2	Apoyo fijo					
3	1	Apoyo fijo					
3	2	Apoyo fijo					
4	1	Apoyo fijo					
4	2	Apoyo fijo					
5	1	Apoyo fijo					
5	2	Apoyo fijo					

3.2.8 Situación de transporte / izado

Coeficiente de impacto en situación de transporte : 2.000

3.3 Materiales

3.3.1 Hormigón Vigas

Denominación: HP-50

Resistencia característica a compresión, f_{ck} : 50.0 MPa

Módulo elástico secante, E_{cm} : 32902.4 MPa

Diagrama parábola-rectángulo:

Deformación de rotura a compresión simple, ε_{c0} : 0.00200

Deformación de rotura en flexión, ε_{cu} : 0.00350

Deformación máxima en armadura traccionada, ε_s : -0.01000

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_c : 1.00

ELU, situación persistente, γ_c : 1.50

ELU, situación accidental, γ_c : 1.30

Tipo de cemento para Vigas : CEM I (según RC-08).

3.3.2 Hormigón Losa

Denominación: HA-30

Resistencia característica a compresión, f_{ck} : 30.0 MPa

Módulo elástico secante, E_{cm} : 28576.8 MPa

Diagrama parábola-rectángulo:

Deformación de rotura a compresión simple, ε_{c0} : 0.00200

Deformación de rotura en flexión, ε_{cu} : 0.00350

Deformación máxima en armadura traccionada, ε_s : -0.01000

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_c : 1.00

ELU, situación persistente, γ_c : 1.50

ELU, situación accidental, γ_c : 1.30

Tipo de cemento para Losa : CEM II/A-S (según RC-08).

3.3.3 Hormigón Prelosas

Denominación: HA-40

Resistencia característica a compresión, f_{ck} : 40.0 MPa

Módulo elástico secante, E_{cm} : 30891.0 MPa

Diagrama parábola-rectángulo:

Deformación de rotura a compresión simple, ε_{c0} : 0.00200

Deformación de rotura en flexión, ε_{cu} : 0.00350

Deformación máxima en armadura traccionada, ε_s : -0.01000

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_c : 1.00

ELU, situación persistente, γ_c : 1.50

ELU, situación accidental, γ_c : 1.30

Tipo de cemento para Prelosas : CEM II/A-S (según RC-08).

3.3.4 Armadura pasiva Vigas

Denominación: AP500 S

Módulo de deformación longitudinal del acero, E_s : 200000 MPa

Deformación última en compresión, $\varepsilon_{max,1}$: 0.01000

Deformación última en tracción, $\varepsilon_{max,2}$: -0.01000

Densidad del acero, γ : 77.0 kN/m^3

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_s : 1.00

ELU, situación persistente, γ_s : 1.15

ELU, situación accidental, γ_s : 1.00

3.3.5 Armadura pasiva Losa

Denominación: AP500 S

Módulo de deformación longitudinal del acero, E_s : 200000 MPa

Deformación última en compresión, $\varepsilon_{max,1}$: 0.01000

Deformación última en tracción, $\varepsilon_{max,2}$: -0.01000

Densidad del acero, γ : 77.0 kN/m^3

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_s : 1.00

ELU, situación persistente, γ_s : 1.15

ELU, situación accidental, γ_s : 1.00

3.3.6 Acero de la armadura activa del pretesado Vigas

Denominación: Y 1860 C

Límite elástico característico, f_{pk} : 1670 MPa

Módulo de deformación longitudinal, E_p : 190000 MPa

Deformación última en compresión, $\varepsilon_{max,1}$: 0.02000

Deformación última en tracción, $\varepsilon_{max,2}$: -0.02000

Densidad del acero, γ : 77.0 kN/m^3

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_s : 1.00

ELU, situación persistente, γ_s : 1.15

ELU, situación accidental, γ_s : 1.00

Parámetros de relajación :

Parámetro de relajación, a : 0.660000

Parámetro de relajación, b : 9.090000

Relajación a 1000 horas después del tesado, ρ_{1000} : 2.00000 %

$$\rho = a\ \rho_{1000}\ e^{b\mu}\ \left(\frac{t}{1000}\right)^{0.75(1-\mu)}\ 10^{-3}$$

ρ : relajación del acero a longitud constante (%)
μ : proporción de la tensión de trabajo respecto a la tensión unitaria máxima
t : tiempo después del tesado (horas)

3.4 Recubrimientos geométricos

Vigas	:	35	mm
Losa	:	45	mm
Prelosas	:	40	mm

3.5 Clases de exposición y fisuración

Vigas:
Ambiente: IIb
Anchura de fisura admisible : 0.20 mm

Losa:
Ambiente: IIb
Anchura de fisura admisible : 0.30 mm

3.6 Calendario de ejecución

Operación	Día
Día en que se hormigonan las vigas	0
Día en que se transfiere el pretesado en el parque de vigas	28
Día en que se hormigona la losa	30
Día en que se aplica la carga permanente sobre la losa	60

3.7 Definición del pretesado

Viga 1

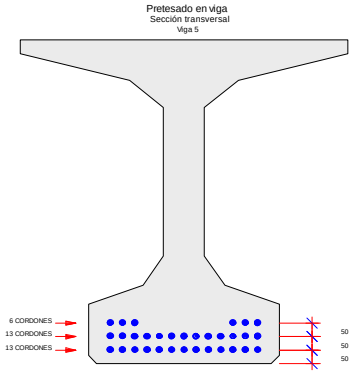
- Definición de los cordones :

Fila	Cota Y (mm)	Área del cordón (mm^2)	Diámetro nominal (mm)	Nº de cordones	Longitud entubamiento (m)	Longitud del quiebro (m)	Altura del quiebro (m)
1	50	140.0	15	13	0.000	0.000	0.000
2	100	140.0	15	13	2.000	0.000	0.000
3	150	140.0	15	6	6.000	0.000	0.000

- Fuerza de tesado :

Introducción rápida del pretesado
Pérdidas antes de la transferencia 6 mm/100m

Tensión inicial de tesado : 1395.00 MPa
Tensión final de tesado después de las pérdidas de transferencia : 1383.60 MPa



Viga 2

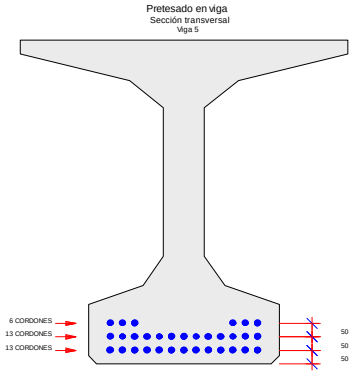
- Definición de los cordones :

Fila	Cota Y	Área del cordón	Diámetro nominal	Nº de cordones	Longitud entubamiento	Longitud del quiebro	Altura del quiebro
	(mm)	(mm^2)	(mm)		(m)	(m)	(m)
1	50	140.0	15	13	0.000	0.000	0.000
2	100	140.0	15	13	2.000	0.000	0.000
3	150	140.0	15	6	6.000	0.000	0.000

- Fuerza de tesado :

Introducción rápida del pretesado
Pérdidas antes de la transferencia 6 mm/100m

Tensión inicial de tesado	:	1395.00	MPa
Tensión final de tesado después de las pérdidas de transferencia	:	1383.60	MPa



Viga 3

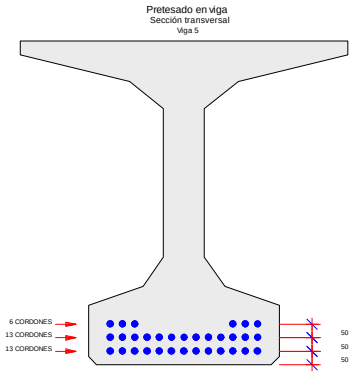
- Definición de los cordones :

Fila	Cota Y	Área del cordón	Diámetro nominal	Nº de cordones	Longitud entubamiento	Longitud del quiebro	Altura del quiebro
	(mm)	(mm^2)	(mm)		(m)	(m)	(m)
1	50	140.0	15	13	0.000	0.000	0.000
2	100	140.0	15	13	2.000	0.000	0.000
3	150	140.0	15	6	6.000	0.000	0.000

- Fuerza de tesado :

Introducción rápida del pretesado
Pérdidas antes de la transferencia 6 mm/100m

Tensión inicial de tesado	:	1395.00	MPa
Tensión final de tesado después de las pérdidas de transferencia	:	1383.60	MPa



Viga 4

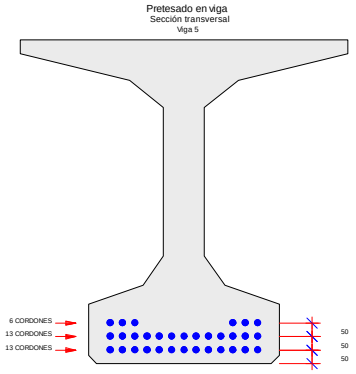
- Definición de los cordones :

Fila	Cota Y (mm)	Área del cordón (mm^2)	Diámetro nominal (mm)	Nº de cordones	Longitud entubamiento (m)	Longitud del quiebro (m)	Altura del quiebro (m)
1	50	140.0	15	13	0.000	0.000	0.000
2	100	140.0	15	13	2.000	0.000	0.000
3	150	140.0	15	6	6.000	0.000	0.000

- Fuerza de tesado :

Introducción rápida del pretesado
Pérdidas antes de la transferencia 6 mm/100m

Tensión inicial de tesado	:	1395.00	MPa
Tensión final de tesado después de las pérdidas de transferencia	:	1383.60	MPa



Viga 5

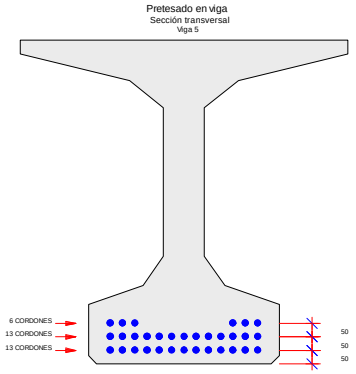
- Definición de los cordones :

Fila	Cota Y	Área del cordón	Diámetro nominal	Nº de cordones	Longitud entubamiento	Longitud del quiebro	Altura del quiebro
	(mm)	(mm^2)	(mm)		(m)	(m)	(m)
1	50	140.0	15	13	0.000	0.000	0.000
2	100	140.0	15	13	2.000	0.000	0.000
3	150	140.0	15	6	6.000	0.000	0.000

- Fuerza de tesado :

Introducción rápida del pretesado
Pérdidas antes de la transferencia 6 mm/100m

Tensión inicial de tesado	:	1395.00	MPa
Tensión final de tesado después de las pérdidas de transferencia	:	1383.60	MPa



3.8 Definición de la armadura pasiva

3.8.1 Armadura de flexión. Zona central.

Viga 1

Valores calculados por el programa.

Viga 2

Valores calculados por el programa.

Viga 3

Valores calculados por el programa.

Viga 4

Valores calculados por el programa.

Viga 5

Valores calculados por el programa.

3.8.2 Armadura de flexión. Zona de extremos.

Viga 1

Valores calculados por el programa.

Viga 2

Valores calculados por el programa.

Viga 3

Valores calculados por el programa.

Viga 4

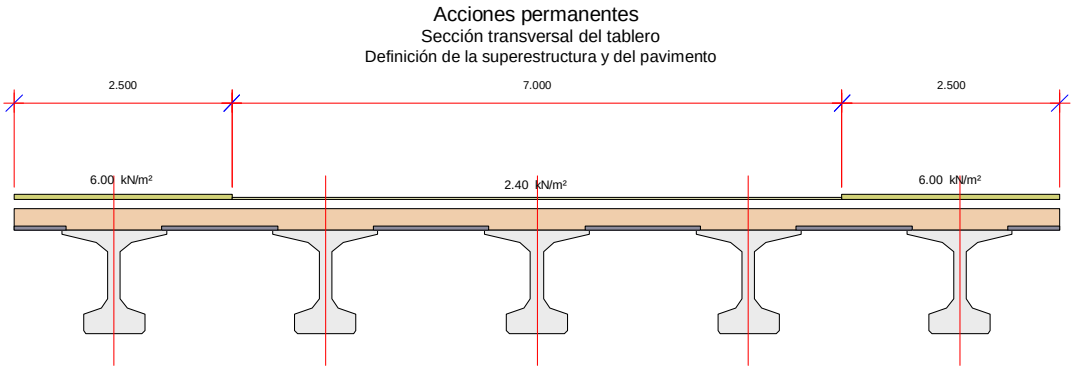
Valores calculados por el programa.

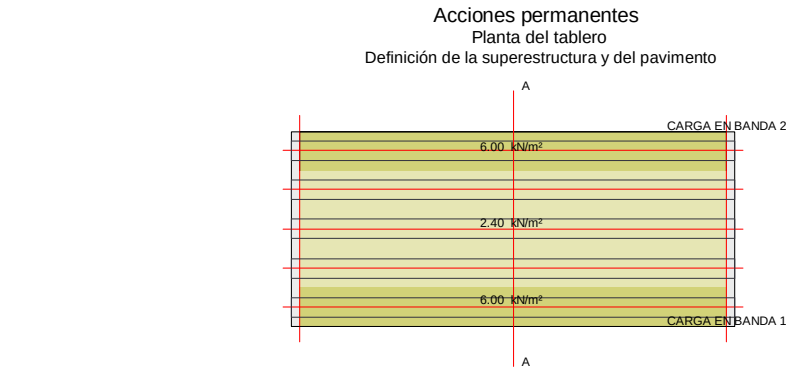
Viga 5

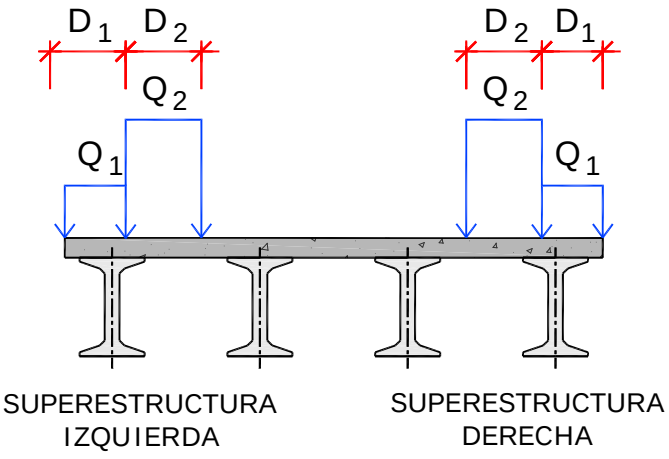
Valores calculados por el programa.

3.9 Acciones

3.9.1 Acciones permanentes







Superestructura en borde izquierdo:

Tramo	Ancho D (m)	Carga superficial Q (kN/m^2)	Incremento (%)
1	2.500	6.00	0.0

Superestructura en borde derecho:

Tramo	Ancho D	Carga superficial Q	Incremento

	(m)	(kN/m2)	(%)
1	2.500	6.00	0.0

Cargas en banda:

Carga en banda número: 1

Carga tipo DC (Elementos no estructurales)

Carga lineal

Punto	x (m)	y (m)	Carga lineal (kN/m)
1	0.000	0.000	1.00
2	26.000	0.000	1.00

Carga en banda número: 2

Carga tipo DC (Elementos no estructurales)

Carga lineal

Punto	x (m)	y (m)	Carga lineal (kN/m)
1	0.000	12.000	1.00
2	26.000	12.000	1.00

Pavimento:

Peso del pavimento : 2.40 kN/m2
Incremento de carga del pavimento : 50.0 %

Acciones reológicas:

Humedad relativa : 70.0 %

Coeficientes de retracción y fluencia:

Viga 1

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.395
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.336

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.395
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.336

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.362
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.319

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada con la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.371
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.306

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.371
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.306

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.339
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.289

PL Peso propio de la losa y recrecido de la losa
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.339
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.289

Acciones que actúan sobre la sección de la viga + losa

SE2 Cargas permanentes sobre la viga + losa
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.129

Coeficiente de retracción en el instante de tesado : 11.978

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima :

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada con la losa encima :

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima : 35.286

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada con la losa encima : 33.452

Valores multiplicados por 100000
Viga 2

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.395
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.336

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.395
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.336

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.362
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.319

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada con la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.371
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.306

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.371
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.306

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.339
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.289

PL Peso propio de la losa y recrecido de la losa
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.339
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.289

Acciones que actúan sobre la sección de la viga + losa

SE2 Cargas permanentes sobre la viga + losa
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.129

Coeficiente de retracción en el instante de tesado : 11.978

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima :

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada con la losa encima :

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima : 35.286

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada con la losa encima : 33.452

Valores multiplicados por 100000
Viga 3

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.395
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.336

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.395
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.336

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.362
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.319

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada con la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.371
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.306

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.371
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.306

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.339
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.289

PL Peso propio de la losa y recrecido de la losa
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.339
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.289

Acciones que actúan sobre la sección de la viga + losa

SE2 Cargas permanentes sobre la viga + losa
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.129

Coeficiente de retracción en el instante de tesado : 11.978

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima :

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada con la losa encima :

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima : 35.286

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada con la losa encima : 33.452

Valores multiplicados por 100000
Viga 4

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.395
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.336

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.395
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.336

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.362
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.319

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada con la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.371
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.306

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.371
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.306

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.339
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.289

PL Peso propio de la losa y recrecido de la losa
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.339
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.289

Acciones que actúan sobre la sección de la viga + losa

SE2 Cargas permanentes sobre la viga + losa
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.129

Coeficiente de retracción en el instante de tesado : 11.978

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima :

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada con la losa encima :

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima : 35.286

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada con la losa encima : 33.452

Valores multiplicados por 100000
Viga 5

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.395
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.336

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.395
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.336

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.362
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.319

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada con la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.371
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.306

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.371
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.306

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.339
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.289

PL Peso propio de la losa y recrecido de la losa
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.339
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.289

Acciones que actúan sobre la sección de la viga + losa

SE2 Cargas permanentes sobre la viga + losa
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.129

Coeficiente de retracción en el instante de tesado : 11.978

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima :

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada con la losa encima :

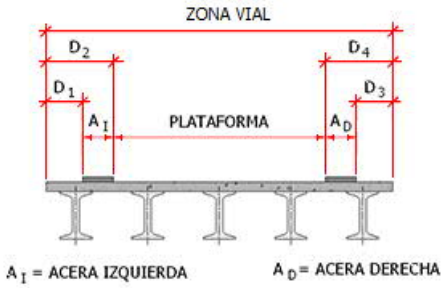
Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima : 35.286

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada con la losa encima : 33.452

Valores multiplicados por 100000

3.9.2 Acciones variables

- Definición de la zona vial :



Distancia D_1	:	0.000 m
Distancia D_2	:	2.500 m
Distancia D_3	:	0.000 m
Distancia D_4	:	2.500 m

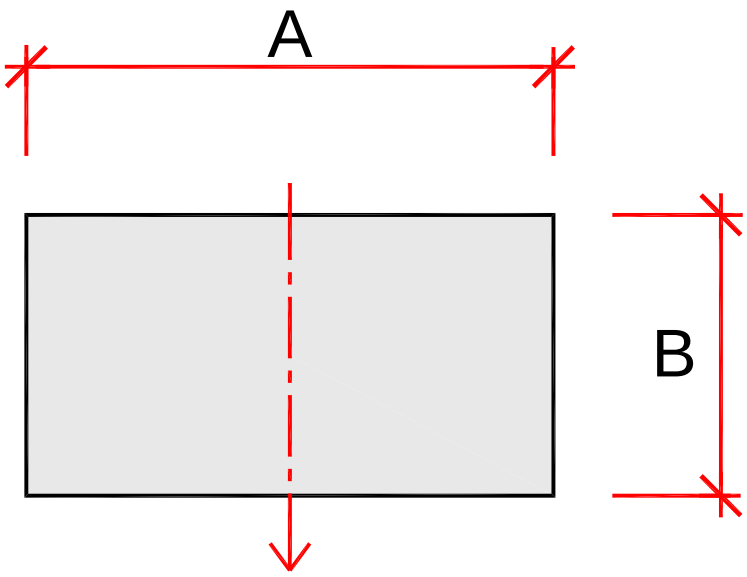
Tráfico sobre plataforma:

- Ancho de los carriles :

Punto	Ancho de plataforma (m)	Ancho de carril (m)
1	0.000	0.000
2	3.000	3.000
3	5.399	3.000
4	5.400	2.700
5	6.000	3.000
6	1000.000	3.000

- Definición de las ruedas del vehículo pesado :

HUELLA DE LAS RUEDAS



Rueda	X (m)	Y (m)
1	0.000	-1.000
2	0.000	1.000
3	1.200	-1.000
4	1.200	1.000

- Huellas de las ruedas del vehículo pesado :

Anchura, A : 0.400 m
Longitud, B : 0.400 m

- Valores característicos de las cargas :

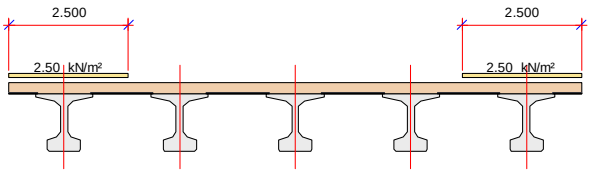
Situación	Carga por rueda (kN)	Sobrecarga repartida (kN/m^2)
Carril número 1	149.95	8.99
Carril número 2	99.97	2.50
Carril número 3	49.98	2.50
Resto de carriles	0.00	2.50
Área remanente	0.00	2.50

Tráfico sobre aceras:

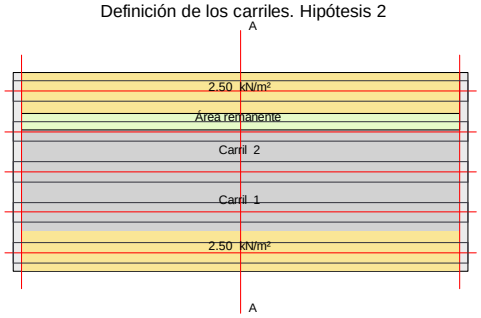
- Sobrecargas repartidas (valor reducido) :

Acera izquierda : 2.50 kN/m^2
Acera derecha : 2.50 kN/m^2

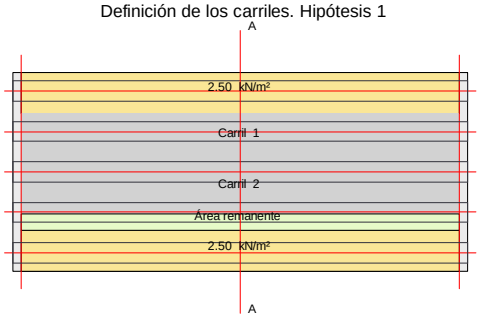
Acciones variables
Sección transversal del tablero
Definición de la plataforma y de las aceras



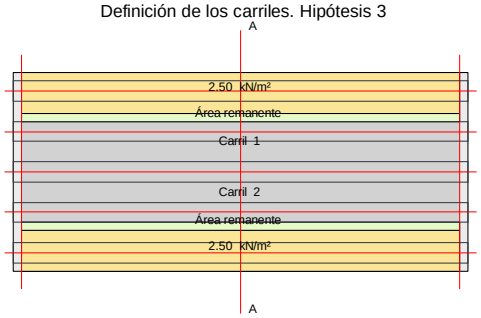
Acciones variables
Planta del tablero
Definición de los carriles. Hipótesis 2



Acciones variables
Planta del tablero
Definición de los carriles. Hipótesis 1



Acciones variables
Planta del tablero
Definición de los carriles. Hipótesis 3



Gradiente térmico:

Máxima diferencia térmica entre cara superior e inferior	:	10.5 ºC
Máxima diferencia térmica entre cara inferior y superior	:	8.0 ºC

Acción vertical del viento:

Velocidad básica del viento V_b (T):	:	30.1 m/s
Coeficiente de exposición (C_e):	:	1.3
Coeficiente de fuerza vertical ($C_{f,z}$):	:	0.9

3.10 Coeficientes de seguridad

3.10.1 Coeficientes de mayoración de las acciones, γ_F

ESTADOS LÍMITE ESTRUCTURALES						
	Estado límite de servicio		Estado límite último			
			Situación persistente		Situación accidental	
Coeficiente	Favor.	Desfavor.	Favor.	Desfavor.	Favor.	Desfavor.
Pretesado instantáneo	0.95	1.05	1.00	1.00	1.00	1.00
Postesado instantáneo	0.90	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00
Pérdidas de pretesado	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Pérdidas de postesado	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Peso propio de las vigas	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Peso propio de la losa	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Peso propio de las riostras	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Peso propio de las tierras	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Superestructura	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Descenso de apoyos	0.00	1.00	0.00	1.20	0.00	1.00

Reología	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Tráfico en aceras	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Tráfico en plataforma	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Frenado	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Fuerza centrífuga	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Viento vertical	0.00	1.00	0.00	1.50	0.00	1.00
Temperatura	0.00	1.00	0.00	1.50	0.00	1.00
Sismo	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
Impactos de vehículos	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00

3.10.2 Coeficientes de combinación

Acción	ψ_0	ψ_1	ψ_2
gr_1, vehículos pesados	0.75	0.75	0.00
gr_1, sobrecarga uniforme	0.40	0.40	0.00
gr_1, carga en aceras	0.40	0.40	0.00
gr_2, fuerzas horizontales	0.00	0.00	0.00
Viento	0.60	0.20	0.00
Temperatura	0.60	0.60	0.50

ψ_2 para la sobrecarga uniforme en situación sísmica : : 0.20

3.10.3 Flechas relativas admisibles

Valor frecuente de la sobrecarga de uso. f < 1 / 0.001

3.11 Configuración del cálculo

Coeficientes de anchura eficaz :

Valores calculados automáticamente por el programa.

Efectos diferidos internos de compatibilización :

Se considera la compatibilización de deformaciones por retracción entre viga y losa.
Se considera la compatibilización de deformaciones por fluencia entre viga y losa.
Factor F_j con que multiplicar los esfuerzos internos : Se aplica el factor calculado por el programa.

Cálculo a rotura por flexión :

La prelosa no colabora en la sección resistente de la losa en dirección longitudinal.
La prelosa colabora en la sección resistente de la losa en dirección transversal.

Cálculo a rotura por cortante y torsión :

El ángulo de inclinación de las bielas de compresión para el cálculo a cortante y torsión, se define en una serie de puntos equidistantes entre los extremos de las vigas :

Viga 1

Punto	Ángulo Teta (º)
1	45.0

Viga 2

Punto	Ángulo Teta (º)
1	45.0

Viga 3

Punto	Ángulo Teta (º)
1	45.0

Viga 4

Punto	Ángulo Teta (º)
1	45.0

Viga 5

Punto	Ángulo Teta (º)
1	45.0

En el cálculo a torsión se consideran independientemente la viga y la losa.

Cálculo a rasante viga - losa
El cálculo se realiza a partir del momento de rotura.

Posiciones del vehículo para el cálculo de las vigas
Número de posiciones en cada carril : 11

Posiciones del vehículo para el cálculo de la losa
Número de posiciones longitudinales : 5
Desplazamiento transversal del vehículo : 0.500 m

Calculo tensional en las vigas

El cálculo tensional en las vigas utiliza las secciones homogeneizadas.

3.12 Tráfico. Cálculo de la losa

Posiciones del vehículo para el cálculo de la losa

Posiciones de los vehículos para el cálculo de las reacciones en pilas y estribos calculadas por el programa
Número de posiciones longitudinales : 5
Desplazamiento transversal del vehículo : 0.500 m

4 Modelo de viga simple (sin losa)

Para el cálculo de la viga simple (antes de fraguar la losa) se adopta un modelo de viga biapoyada discretizada en 10 barras equiespaciadas.

5 Modelo del tablero para el cálculo de las vigas

Para el cálculo de las vigas, una vez fraguada la losa, se adopta un modelo de emparrillado plano formado por barras longitudinales que modelizan la viga más losa, y por barras transversales que modelizan la losa del tablero.

6 Modelo del tablero para el cálculo de la losa

Para el cálculo de la losa del tablero se genera un modelo de emparrillado plano. Las vigas se modelizan mediante barras longitudinales. La losa se modeliza con barras longitudinales y transversales.

7 ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS EN LAS VIGAS

Se listan los valores mínimos y máximos a lo largo de cada viga.

Acción	Viga	Axil (kN)		Flector (kNm)		Cortante (kN)		Torsor (kNm)	
		Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
PV	1	0.0	0.0	-2.2	978.4	-156.2	156.2	0.0	0.0
PV	2	0.0	0.0	-2.2	978.4	-156.2	156.2	0.0	0.0
PV	3	0.0	0.0	-2.2	978.4	-156.2	156.2	0.0	0.0
PV	4	0.0	0.0	-2.2	978.4	-156.2	156.2	0.0	0.0
PV	5	0.0	0.0	-2.2	978.4	-156.2	156.2	0.0	0.0
PL	1	0.0	0.0	-1.8	1245.8	-191.8	191.8	-2.9	2.9
PL	2	0.0	0.0	-1.9	1278.8	-196.9	196.9	0.0	0.0
PL	3	0.0	0.0	-1.9	1278.8	-196.9	196.9	-0.0	0.0
PL	4	0.0	0.0	-1.9	1278.8	-196.9	196.9	0.0	0.0
PL	5	0.0	0.0	-1.8	1245.8	-191.8	191.8	-2.9	2.9
PI	1	0.0	5581.8	-2712.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PI	2	0.0	5581.8	-2712.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PI	3	0.0	5581.8	-2712.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PI	4	0.0	5581.8	-2712.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PI	5	0.0	5581.8	-2712.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SE	1	0.0	0.0	-3.5	1085.2	-167.0	167.0	-13.1	13.1
SE	2	0.0	0.0	0.0	904.9	-118.9	118.9	-10.0	10.0
SE	3	0.0	0.0	0.0	825.4	-114.7	114.7	-0.0	0.0
SE	4	0.0	0.0	0.0	904.9	-118.9	118.9	-10.0	10.0
SE	5	0.0	0.0	-3.5	1085.2	-167.0	167.0	-13.1	13.1
TRA	1	0.0	0.0	-34.3	329.5	-54.6	54.6	-8.3	8.3
TRA	2	0.0	0.0	-2.1	173.6	-19.5	19.5	-7.4	7.4
TRA	3	0.0	0.0	0.0	117.2	-12.8	12.8	-4.0	4.0
TRA	4	0.0	0.0	-2.1	173.6	-19.5	19.5	-7.4	7.4
TRA	5	0.0	0.0	-34.3	329.5	-54.6	54.6	-8.3	8.3
TRP	1	0.0	0.0	-17.3	1824.6	-214.5	214.5	-40.3	40.3
TRP	2	0.0	0.0	-8.6	2454.0	-441.1	441.1	-40.8	40.8
TRP	3	0.0	0.0	-9.5	2564.2	-475.2	475.2	-27.2	27.2
TRP	4	0.0	0.0	-8.6	2454.0	-441.1	441.1	-40.8	40.8
TRP	5	0.0	0.0	-17.3	1824.6	-214.5	214.5	-40.3	40.3
VI	1	0.0	0.0	-278.6	278.6	-41.8	41.8	-3.3	3.3
VI	2	0.0	0.0	-206.7	206.7	-29.6	29.6	-3.9	3.9
VI	3	0.0	0.0	-128.9	128.9	-18.6	18.6	-3.8	3.8
VI	4	0.0	0.0	-206.7	206.7	-29.6	29.6	-3.9	3.9
VI	5	0.0	0.0	-278.6	278.6	-41.8	41.8	-3.3	3.3
GT	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GT	2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GT	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GT	4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GT	5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RTV	1	0.0	216.4	0.0	149.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RTV	2	0.0	218.2	0.0	150.2	0.0	0.0	0.0	0.0
RTV	3	0.0	218.2	0.0	150.2	0.0	0.0	0.0	0.0
RTV	4	0.0	218.2	0.0	150.2	0.0	0.0	0.0	0.0
RTV	5	0.0	216.4	0.0	149.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FLV	1	-297.1	229.9	-206.3	168.6	0.0	0.0	0.0	0.0
FLV	2	-318.9	228.1	-222.6	167.3	0.0	0.0	0.0	0.0
FLV	3	-322.5	227.9	-225.4	167.2	0.0	0.0	0.0	0.0
FLV	4	-318.9	228.1	-222.6	167.3	0.0	0.0	0.0	0.0
FLV	5	-297.1	229.9	-206.3	168.6	0.0	0.0	0.0	0.0
RTL	1	-216.4	-0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RTL	2	-218.2	-0.0	0.0	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0
RTL	3	-218.2	-0.0	0.0	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0
RTL	4	-218.2	-0.0	0.0	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0
RTL	5	-216.4	-0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FLL	1	-229.9	297.1	-15.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
FLL	2	-228.1	318.9	-15.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
FLL	3	-227.9	322.5	-15.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
FLL	4	-228.1	318.9	-15.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
FLL	5	-229.9	297.1	-15.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
PPS	1	-218.0	0.0	0.0	106.1	0.0	0.0	0.0	0.0

PPS	2	-217.2	0.0	0.0	105.7	0.0	0.0	0.0	0.0
PPS	3	-217.2	0.0	0.0	105.7	0.0	0.0	0.0	0.0
PPS	4	-217.2	0.0	0.0	105.7	0.0	0.0	0.0	0.0
PPS	5	-218.0	0.0	0.0	106.1	0.0	0.0	0.0	0.0
PPC	1	-548.5	0.0	0.0	471.7	0.0	0.0	0.0	0.0
PPC	2	-559.8	0.0	0.0	484.1	0.0	0.0	0.0	0.0
PPC	3	-563.7	0.0	0.0	487.5	0.0	0.0	0.0	0.0
PPC	4	-559.8	0.0	0.0	484.1	0.0	0.0	0.0	0.0
PPC	5	-548.5	0.0	0.0	471.7	0.0	0.0	0.0	0.0

Peso propio de las vigas (PV)
Peso propio de la losa (PL)
Pretesado instantáneo (PI)
Superestructura (SE)
Tráfico en aceras (TRA)
Tráfico en plataforma (TRP)
Viento vertical (VI)
Gradiente térmico (GT)
Retracción (esfuerzos en las vigas, RTV)
Fluencia (esfuerzos en las vigas, FLV)
Retracción (esfuerzos en la losa, RTL)
Fluencia (esfuerzos en la losa, FLL)
Pérdidas de pretesado hasta el fraguado de la losa (PPS)
Pérdidas de pretesado entre el fraguado de la losa y tiempo infinito (PPC)

8 FUERZA DE PRETENSADO

8.1 Fuerzas de pretesado

Coeficientes de seguridad empleados : unitarios.

8.1.1 Fuerza de pretesado a lo largo de cada cable en cada instante

P1 : Fuerza de pretesado después de tesar.
Prt1 : Pérdida de pretesado por retracción del hormigón entre P1 y P2.
Pfl1 : Pérdida de pretesado por fluencia del hormigón entre P1 y P2.
Prl1 : Pérdida de pretesado por relajación del acero de la armadura activa entre P1 y P2.
P2 : Fuerza de pretesado tras el fraguado de la losa.
Prt2 : Pérdida de pretesado por retracción del hormigón entre P2 y P3.
Pfl2 : Pérdida de pretesado por fluencia del hormigón entre P2 y P3.
Prl2 : Pérdida de pretesado por relajación del acero de la armadura activa entre P2 y P3.
P3 : Fuerza de pretesado a tiempo infinito.

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 1										
		Fuerza	Pérdidas			Fuerza	Pérdidas			Fuerza
Distancia al eje 1	Fila	P1	Prt1	Pfl1	Prl1	P2	Prt2	Pfl2	Prl2	P3
(m)		(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
13.000	1	2256.7	5.9	52.3	21.3	2177.2	57.3	87.1	51.9	1980.8
13.000	2	2270.7	5.9	51.1	22.0	2191.7	58.5	85.1	53.5	1994.6
13.000	3	1054.5	2.7	23.0	10.5	1018.3	27.5	38.3	25.5	927.0

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 2										
		Fuerza	Pérdidas			Fuerza	Pérdidas			Fuerza
Distancia al eje 1	Fila	P1	Prt1	Pfl1	Prl1	P2	Prt2	Pfl2	Prl2	P3
(m)		(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
13.000	1	2256.7	5.9	51.8	21.3	2177.7	57.3	92.5	51.9	1976.0
13.000	2	2270.7	5.9	50.6	22.0	2192.2	58.4	90.1	53.5	1990.1
13.000	3	1054.5	2.7	22.8	10.5	1018.5	27.5	40.5	25.5	925.0

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 3										
		Fuerza	Pérdidas			Fuerza	Pérdidas			Fuerza
Distancia al eje 1	Fila	P1	Prt1	Pfl1	Prl1	P2	Prt2	Pfl2	Prl2	P3
(m)		(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
13.000	1	2256.7	5.9	51.8	21.3	2177.7	57.3	95.2	51.9	1973.2
13.000	2	2270.7	5.9	50.6	22.0	2192.2	58.4	92.6	53.5	1987.6
13.000	3	1054.5	2.7	22.8	10.5	1018.5	27.5	41.6	25.5	923.9

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 4										
		Fuerza	Pérdidas			Fuerza	Pérdidas			Fuerza
Distancia al eje 1	Fila	P1	Prt1	Pfl1	Prl1	P2	Prt2	Pfl2	Prl2	P3
(m)		(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
13.000	1	2256.7	5.9	51.8	21.3	2177.7	57.3	92.5	51.9	1976.0
13.000	2	2270.7	5.9	50.6	22.0	2192.2	58.4	90.1	53.5	1990.1
13.000	3	1054.5	2.7	22.8	10.5	1018.5	27.5	40.5	25.5	925.0

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 5										
		Fuerza	Pérdidas			Fuerza	Pérdidas			Fuerza
Distancia al eje 1	Fila	P1	Prt1	Pfl1	Prl1	P2	Prt2	Pfl2	Prl2	P3
(m)		(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
13.000	1	2256.7	5.9	52.3	21.3	2177.2	57.3	87.1	51.9	1980.8
13.000	2	2270.7	5.9	51.1	22.0	2191.7	58.5	85.1	53.5	1994.6
13.000	3	1054.5	2.7	23.0	10.5	1018.3	27.5	38.3	25.5	927.0

8.1.2 Pérdidas de pretesado totales

P0 : Fuerza de tesado.
DP1a : Pérdidas de pretesado previas a la transferencia de la fuerza de tesado al hormigón.
DP1b : Pérdidas de pretesado por acortamiento elástico.
DP1 : Pérdidas totales instantáneas de pretesado.
P1 : Fuerza de pretesado tras las pérdidas instantáneas.
DP2 : Pérdidas totales diferidas de pretesado.
DP3 : Pérdidas totales de pretesado.
P2 : Fuerza de pretesado a tiempo infinito.

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 1								
Distancia al eje 1	P0	DP1a	DP1b	DP1	P1	DP2	DP3	P2
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
13.000	6249.6	51.1	616.7	667.8	5581.8	679.4	1347.2	4902.4

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 2								
Distancia al eje 1	P0	DP1a	DP1b	DP1	P1	DP2	DP3	P2
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
13.000	6249.6	51.1	616.7	667.8	5581.8	690.7	1358.5	4891.1

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 3								
Distancia al eje 1	P0	DP1a	DP1b	DP1	P1	DP2	DP3	P2
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
13.000	6249.6	51.1	616.7	667.8	5581.8	697.0	1364.8	4884.8

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 4

Distancia al eje 1	P0	DP1a	DP1b	DP1	P1	DP2	DP3	P2
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
13.000	6249.6	51.1	616.7	667.8	5581.8	690.7	1358.5	4891.1

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 5

Distancia al eje 1	P0	DP1a	DP1b	DP1	P1	DP2	DP3	P2
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
13.000	6249.6	51.1	616.7	667.8	5581.8	679.4	1347.2	4902.4

8.1.3 Pérdidas de pretesado totales (%)

DP1 : Pérdidas totales instantáneas de pretesado.
DP2 : Pérdidas totales diferidas de pretesado.
DP3 : Pérdidas totales de pretesado.

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 1

Distancia al eje 1	DP1	DP2	DP3
(m)	(%)	(%)	(%)
13.000	10.7	10.9	21.6

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 2

Distancia al eje 1	DP1	DP2	DP3
(m)	(%)	(%)	(%)
13.000	10.7	11.1	21.7

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 3

Distancia al eje 1	DP1	DP2	DP3
(m)	(%)	(%)	(%)
13.000	10.7	11.2	21.8

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 4

Distancia al eje 1	DP1	DP2	DP3
(m)	(%)	(%)	(%)
13.000	10.7	11.1	21.7

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 5

Distancia al eje 1	DP1	DP2	DP3
(m)	(%)	(%)	(%)
13.000	10.7	10.9	21.6

9 VERIFICACIÓN DEL EL ENCAJE TENSIONAL EN LAS VIGAS

9.1 Tensiones admisibles

Tras la transferencia del pretesado

		Combinación	Cuasi permanente		Frecuente		Característica	
			Considerar	σ_{adm} (MPa)	Considerar	σ_{adm} (MPa)	Considerar	σ_{adm} (MPa)
Viga	Compresiones	Tensiones	Sí	30.00	Sí	30.00	Sí	30.00
	Tracciones	Tensiones	No		Sí	-4.07	No	

Tras el hormigonado de la losa

		Combinación	Cuasi permanente		Frecuente		Característica	
			Considerar	σ_{adm} (MPa)	Considerar	σ_{adm} (MPa)	Considerar	σ_{adm} (MPa)
Viga	Compresiones	Tensiones	Sí	30.00	Sí	30.00	Sí	30.00
	Tracciones	Tensiones	No		Sí	-4.07	No	

Tras la disposición de la superestructura

		Combinación	Cuasi permanente		Frecuente		Característica	
			Considerar	σ_{adm} (MPa)	Considerar	σ_{adm} (MPa)	Considerar	σ_{adm} (MPa)
Losa	Compresiones	Tensiones	Sí	18.00	Sí	18.00	Sí	18.00
	Tracciones	Tensiones	No		No		No	
Viga	Compresiones	Tensiones	Sí	30.00	Sí	30.00	Sí	30.00
	Tracciones	Tensiones	No		Sí	-4.07	No	
Cables pretesado	Tracciones	Tensiones	Sí	0.00	No		No	

Tras la apertura al tráfico

		Combinación	Cuasi permanente		Frecuente		Característica	
			Considerar	σ_{adm} (MPa)	Considerar	σ_{adm} (MPa)	Considerar	σ_{adm} (MPa)
Losa	Compresiones	Tensiones	Sí	18.00	Sí	18.00	Sí	18.00
	Tracciones	Tensiones	No		No		No	
Viga	Compresiones	Tensiones	Sí	30.00	Sí	30.00	Sí	30.00
	Tracciones	Tensiones	No		Sí	-4.07	No	
Cables pretesado	Tracciones	Tensiones	Sí	0.00	No		No	

A tiempo infinito

		Combinación	Cuasi permanente		Frecuente		Característica	
			Considerar	σ_{adm} (MPa)	Considerar	σ_{adm} (MPa)	Considerar	σ_{adm} (MPa)
Losa	Compresiones	Tensiones	Sí	18.00	Sí	18.00	Sí	18.00
	Tracciones	Tensiones	No		No		No	
Viga	Compresiones	Tensiones	Sí	30.00	Sí	30.00	Sí	30.00
	Tracciones	Tensiones	No		Sí	-4.07	No	
Cables pretesado	Tracciones	Tensiones	Sí	0.00	No		No	

Verificación de las tracciones en el hormigón a la altura de los cables:

Se consideran todos los cables.

9.2 Situación persistente. Combinación cuasi permanente

Cables pretesado : se muestran las tensiones en el hormigón a la altura del cable más traccionado.

No se están calculando las tensiones en la prelosa.

Viga 1:

Viga 1. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	24.94	-4.02	0.58				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 1. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	20.56	-3.15	8.87				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 1. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.19	-3.11	10.03	-0.00	1.00	-0.01	2.00
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 1. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.19	-3.11	10.03	-0.00	1.00	-0.01	2.00
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 1. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}

	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	0.02	16.00	-0.82	9.23	-0.65	1.75	-0.81	2.05
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 2:

Viga 2. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	24.94	-4.02	0.58				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 2. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	20.50	-3.13	9.09				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 2. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.61	-3.10	10.02	0.00	0.81	0.00	1.64
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 2. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.61	-3.10	10.02	0.00	0.81	0.00	1.64
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 2. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	0.01	16.41	-0.80	9.08	-0.63	1.56	-0.79	1.75
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 3:

Viga 3. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	24.94	-4.02	0.58				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 3. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	20.50	-3.13	9.09				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 3. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.69	-3.10	9.94	0.00	0.74	0.00	1.50
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 3. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.69	-3.10	9.94	0.00	0.74	0.00	1.50
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 3. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	0.01	16.48	-0.80	8.97	-0.63	1.48	-0.79	1.62
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 4:

Viga 4. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	24.94	-4.02	0.58				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 4. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	20.50	-3.13	9.09				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 4. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.61	-3.10	10.02	0.00	0.81	0.00	1.64
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 4. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.61	-3.10	10.02	0.00	0.81	0.00	1.64
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 4. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	0.01	16.41	-0.80	9.08	-0.63	1.56	-0.79	1.75
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 5:

Viga 5. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}

	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	24.94	-4.02	0.58				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 5. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	20.56	-3.15	8.87				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 5. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.19	-3.11	10.03	-0.00	1.00	-0.01	2.00
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 5. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.19	-3.11	10.03	-0.00	1.00	-0.01	2.00
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 5. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	0.02	16.00	-0.82	9.23	-0.65	1.75	-0.81	2.05
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

9.3 Situación persistente. Combinación frecuente

Cables pretesado : se muestran las tensiones en el hormigón a la altura del cable más traccionado.

No se están calculando las tensiones en la prelosa.

Viga 1:

Viga 1. Tras la transferencia del pretesado

	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	24.94	-4.02	0.58				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 1. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	20.56	-3.15	8.87				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 1. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.19	-3.11	10.03	-0.00	1.00	-0.01	2.00
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 1. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.27	-3.11	11.36	-0.01	2.16	-0.01	4.31
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 1. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	0.02	16.07	-0.82	10.56	-0.65	2.90	-0.81	4.36
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 2:

Viga 2. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)

Tensión pésima	0.00	0.00	24.94	-4.02	0.58
Tensión admisible		-4.07	30.00	-4.07	30.00

Se cumple la verificación

Viga 2. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	20.50	-3.13	9.09				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 2. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.61	-3.10	10.02	0.00	0.81	0.00	1.64
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 2. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.67	-3.11	11.70	-0.00	2.27	-0.01	4.58
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 2. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	-0.20	16.46	-0.80	10.75	-0.64	3.02	-0.80	4.68
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 3:

Viga 3. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	24.94	-4.02	0.58				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 3. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	20.50	-3.13	9.09				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 3. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.69	-3.10	9.94	0.00	0.74	0.00	1.50
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 3. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.72	-3.11	11.68	-0.00	2.26	-0.01	4.55
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 3. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	-0.15	16.51	-0.80	10.71	-0.64	3.00	-0.80	4.67
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 4:

Viga 4. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	24.94	-4.02	0.58				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 4. Tras el hormigonado de la losa						
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga		Losa	
			Fibra inferior	Fibra superior	Fibra inferior	Fibra superior

		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	20.50	-3.13	9.09				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 4. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.61	-3.10	10.02	0.00	0.81	0.00	1.64
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 4. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.67	-3.11	11.70	-0.00	2.27	-0.01	4.58
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 4. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	-0.20	16.46	-0.80	10.75	-0.64	3.02	-0.80	4.68
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 5:

Viga 5. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	24.94	-4.02	0.58				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 5. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	20.56	-3.15	8.87				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 5. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.19	-3.11	10.03	-0.00	1.00	-0.01	2.00
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 5. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.27	-3.11	11.36	-0.01	2.16	-0.01	4.31
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 5. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	0.02	16.07	-0.82	10.56	-0.65	2.90	-0.81	4.36
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

9.4 Situación persistente. Combinación característica

Cables pretesado : se muestran las tensiones en el hormigón a la altura del cable más traccionado.

No se están calculando las tensiones en la prelosa.

Viga 1:

Viga 1. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	24.94	-4.02	0.58				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 1. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}

	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	20.56	-3.15	8.87				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 1. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.19	-3.11	10.03	-0.00	1.00	-0.01	2.00
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 1. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-1.02	-1.61	19.56	-3.11	12.50	-0.01	3.15	-0.01	6.28
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 1. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-2.95	-3.58	16.37	-0.82	11.70	-0.65	3.89	-0.82	6.33
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 2:

Viga 2. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	24.94	-4.02	0.58				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 2. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	20.50	-3.13	9.09				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 2. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.61	-3.10	10.02	0.00	0.81	0.00	1.64
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 2. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-2.12	-2.77	19.88	-3.11	12.87	-0.01	3.29	-0.01	6.63
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 2. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-4.05	-4.75	16.68	-0.81	11.93	-0.64	4.03	-0.80	6.74
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 3:

Viga 3. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	24.94	-4.02	0.58				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 3. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	20.50	-3.13	9.09				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 3. Tras la disposición de la superestructura				
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga	Losa

			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.69	-3.10	9.94	0.00	0.74	0.00	1.50
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 3. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-1.84	-2.48	19.86	-3.11	12.80	-0.01	3.23	-0.01	6.50
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 3. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-3.80	-4.47	16.65	-0.81	11.83	-0.64	3.97	-0.80	6.62
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 4:

Viga 4. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	24.94	-4.02	0.58				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 4. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	20.50	-3.13	9.09				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 4. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.61	-3.10	10.02	0.00	0.81	0.00	1.64
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 4. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-2.12	-2.77	19.88	-3.11	12.87	-0.01	3.29	-0.01	6.63
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 4. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-4.05	-4.75	16.68	-0.81	11.93	-0.64	4.03	-0.80	6.74
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 5:

Viga 5. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	24.94	-4.02	0.58				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 5. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	20.56	-3.15	8.87				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 5. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.19	-3.11	10.03	-0.00	1.00	-0.01	2.00
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 5. Tras la apertura al tráfico

	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-1.02	-1.61	19.56	-3.11	12.50	-0.01	3.15	-0.01	6.28
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 5. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-2.95	-3.58	16.37	-0.82	11.70	-0.65	3.89	-0.82	6.33
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

9.5 Resumen de verificaciones

Viga 1. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 1. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 1. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

10 VERIFICACIÓN DEL EL FISURACIÓN EN LAS VIGAS

Variables definidas en el artículo 49.2.4 de la EHE08

s_d	:	Distancia al eje de apoyo 1 de la viga.
N_d	:	Axil de cálculo. Compresiones positivas
M_d	:	Flector de cálculo. Positivo tracciona la fibra inferior.
Sep	:	Separación entre armaduras.

r_g	:	Recubrimiento geométrico de las armaduras traccionadas.
ϕ_{max}	:	Diámetro de la barra pasiva traccionada más gruesa o diámetro equivalente en grupos de barras.
A_{cef}	:	Área de hormigón de la zona de recubrimiento.
A_s	:	Área total de las armaduras dentro de A_{cef}
K_1	:	Coeficiente que depende del diagrama de deformaciones.
ε_{inf}	:	Deformación de la fibra inferior de la viga debida a los esfuerzos de cálculo.
ε_{sup}	:	Deformación de la fibra superior dela viga debida a los esfuerzos de cálculo.
σ_s	:	Tensión de la armadura pasiva en sección fisurada con los esfuerzos de cálculo.
σ_{sr}	:	Tensión de la armadura pasiva en sección fisurada en el momento de la fisuración.
S_m	:	Separación media entre fisuras
ε_{sm}	:	Alargamiento medio de las armaduras
W_k	:	Abertura media de fisura
$W_{k\ adm}$	:	Abertura de fisura admisible

NOTA : Sólo se listan los valores para los que se supera el valor de la tensión máxima de tracción ($f_{ct,m}$).

NOTA : El cálculo de las aberturas de fisura se lleva a cabo cuando N_d > 98.1 kN o M_d > 98.1 kNm.

10.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente

No procede la comprobación.

10.2 Situación persistente. Combinación frecuente

Cálculo de las aberturas de fisura

Viga 1:

No se supera en ningún caso el valor de la tensión máxima de tracción ($f_{ct,m}$).
Se cumple la verificación

Viga 2:

No se supera en ningún caso el valor de la tensión máxima de tracción ($f_{ct,m}$).
Se cumple la verificación

Viga 3:

No se supera en ningún caso el valor de la tensión máxima de tracción ($f_{ct,m}$).
Se cumple la verificación

Viga 4:

No se supera en ningún caso el valor de la tensión máxima de tracción ($f_{ct,m}$).
Se cumple la verificación

Viga 5:

No se supera en ningún caso el valor de la tensión máxima de tracción ($f_{ct,m}$).
Se cumple la verificación

10.3 Situación persistente. Combinación característica

No procede la comprobación.

10.4 Resumen de verificaciones

Viga 1. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 1. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 1. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

11 ROTURA POR FLEXIÓN EN LAS VIGAS

M_{dA}: Momento mayorado sin decalar
M_{dB}: Momento mayorado decalado
M_u : Momento último
S_d : Longitud de decalaje

Armaduras dispuestas

Viga 1:

Armadura de refuerzo por flexión:

No se ha definido armadura de refuerzo a flexión.

Armadura en extremos:

Extremo	Tipo	nº	ϕ	Longitud (m)
1	R-1	3	Ø16	3.400
2	R-1	3	Ø16	3.400

Viga 2:

Armadura de refuerzo por flexión:

No se ha definido armadura de refuerzo a flexión.

Armadura en extremos:

Extremo	Tipo	nº	ϕ	Longitud (m)
1	R-1	3	Ø20	3.500
2	R-1	3	Ø20	3.500

Viga 3:

Armadura de refuerzo por flexión:

No se ha definido armadura de refuerzo a flexión.

Armadura en extremos:

Extremo	Tipo	nº	ϕ	Longitud (m)
1	R-1	2	Ø25	3.625
2	R-1	2	Ø25	3.625

Viga 4:

Armadura de refuerzo por flexión:

No se ha definido armadura de refuerzo a flexión.

Armadura en extremos:

Extremo	Tipo	nº	ϕ	Longitud (m)
1	R-1	3	Ø20	3.500
2	R-1	3	Ø20	3.500

Viga 5:

Armadura de refuerzo por flexión:

No se ha definido armadura de refuerzo a flexión.

Armadura en extremos:

Extremo	Tipo	nº	ϕ	Longitud (m)
1	R-1	3	Ø16	3.400
2	R-1	3	Ø16	3.400

Se listan los valores correspondientes al mínimo coeficiente de seguridad y al centro de la viga

11.1 Situación persistente. Combinación fundamental

Viga 1:

Viga 1. Tras la apertura al tráfico

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
13.000	7626.5	1.225	7626.5	8320.7	1.091	

Viga 1. A tiempo infinito

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
13.000	7626.5	1.225	7626.5	8320.7	1.091	

Viga 2:

Viga 2. Tras la apertura al tráfico

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
13.000	8002.0	1.225	8002.0	8328.1	1.041	

Viga 2. A tiempo infinito

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
13.000	8002.0	1.225	8002.0	8328.1	1.041	

Viga 3:

Viga 3. Tras la apertura al tráfico

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
13.000	7897.5	1.225	7897.5	8328.1	1.055	

Viga 3. A tiempo infinito

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
13.000	7897.5	1.225	7897.5	8328.1	1.055	

Viga 4:

Viga 4. Tras la apertura al tráfico

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
13.000	8002.0	1.225	8002.0	8328.1	1.041	

Viga 4. A tiempo infinito

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
13.000	8002.0	1.225	8002.0	8328.1	1.041	

Viga 5:

Viga 5. Tras la apertura al tráfico

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
13.000	7626.5	1.225	7626.5	8320.7	1.091	

Viga 5. A tiempo infinito

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones

(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)	
13.000	7626.5	1.225	7626.5	8320.7	1.091

11.2 Resumen de verificaciones

Viga 1. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

12 ROTURA POR CORTANTE EN LAS VIGAS

V_d-, V_d+	:	Cortante mínimo y máximo mayorado (sin el pretensado)
V_{pd}-, V_{pd}+	:	Cortante mínimo y máximo de pretensado
N_{pd}-, N_{pd}+	:	Axil mínimo y máximo de pretensado
M_d-, M_d+	:	Flector mínimo y máximo mayorado
V_{rd}	:	Cortante efectivo ($V_{rd} = V_d + V_{pd}$)
V_{u1}	:	Resistencia de las bielas de compresión
V_{cu}	:	Contribución del hormigón a la resistencia a cortante
V_{su}	:	Contribución de las armaduras a la resistencia a cortante
V_{u2}	:	Resistencia a cortante
A_{st}	:	Armadura de cálculo necesaria a cortante
$A_{st\ min}$	:	Armadura mínima de cortante
$S_{max\ long}$	:	Separación longitudinal máxima entre cercos de cortante

Se listan los valores correspondientes a la armadura transversal máxima y al resultado más desfavorable relativo a la resistencia de las bielas de compresión

12.1 Situación persistente. Combinación fundamental

Viga 1:

Viga 1. Tras la apertura al tráfico				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
24.790	1024.9	2249.3	0.456	Cumple

Viga 1. Tras la apertura al tráfico							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
24.790	-1024.9	194.2	830.7	1024.9	16.5	2.0	0.450

Viga 1. A tiempo infinito				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		

24.790	1024.9	2235.3	0.459	Cumple

Viga 1. A tiempo infinito							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
24.790	-1024.9	187.2	837.7	1024.9	16.6	2.0	0.450

Viga 2:

Viga 2. Tras la apertura al tráfico				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
1.210	1195.0	2246.9	0.532	Cumple

Viga 2. Tras la apertura al tráfico							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
1.210	1195.0	193.0	1002.0	1195.0	19.9	2.0	0.450

Viga 2. A tiempo infinito				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
1.210	1195.0	2232.9	0.535	Cumple

Viga 2. A tiempo infinito							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
1.210	1195.0	186.1	1008.9	1195.0	20.0	2.0	0.450

Viga 3:

Viga 3. Tras la apertura al tráfico				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
1.210	1213.1	2246.9	0.540	Cumple

Viga 3. Tras la apertura al tráfico							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
1.210	1213.1	193.0	1020.1	1213.1	20.2	2.0	0.450

Viga 3. A tiempo infinito				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
1.210	1213.1	2232.9	0.543	Cumple

Viga 3. A tiempo infinito							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
1.210	1213.1	186.1	1027.0	1213.1	20.4	2.0	0.450

Viga 4:

Viga 4. Tras la apertura al tráfico				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
1.210	1195.0	2246.9	0.532	Cumple

Viga 4. Tras la apertura al tráfico							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
1.210	1195.0	193.0	1002.0	1195.0	19.9	2.0	0.450

Viga 4. A tiempo infinito				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
1.210	1195.0	2232.9	0.535	Cumple

Viga 4. A tiempo infinito							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
1.210	1195.0	186.1	1008.9	1195.0	20.0	2.0	0.450

Viga 5:

Viga 5. Tras la apertura al tráfico				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
24.790	1024.9	2249.3	0.456	Cumple

Viga 5. Tras la apertura al tráfico
Armadura de cortante

Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
24.790	-1024.9	194.2	830.7	1024.9	16.5	2.0	0.450

Viga 5. A tiempo infinito				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
24.790	1024.9	2235.3	0.459	Cumple

Viga 5. A tiempo infinito							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
24.790	-1024.9	187.2	837.7	1024.9	16.6	2.0	0.450

12.2 Resumen de armaduras

Viga 1			
Distancia al eje 1	A_{st}	A_{stmin}	A_{st} dispuesta
(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
-0.490	0.0	0.0	0.0
-0.001	0.0	0.0	0.0
0.001	12.7	6.8	12.7
0.690	9.9	6.8	9.9
1.210	16.6	2.0	16.6
1.444	16.3	2.0	16.3
2.176	15.1	2.0	15.1
2.889	13.4	2.0	13.4
4.333	11.1	2.0	11.1
5.500	9.2	2.0	9.2
5.778	8.7	2.0	8.7
6.169	7.9	2.0	7.9
6.837	6.6	2.0	6.6
7.222	5.9	2.0	5.9
8.667	3.5	2.0	3.5
10.111	1.1	2.0	2.0
11.556	0.0	0.0	0.0
13.000	0.0	0.0	0.0
14.444	0.0	0.0	0.0
15.889	1.1	2.0	2.0
17.333	3.5	2.0	3.5
18.778	5.9	2.0	5.9
19.163	6.6	2.0	6.6
19.831	7.9	2.0	7.9
20.222	8.7	2.0	8.7
20.500	9.2	2.0	9.2
21.667	11.1	2.0	11.1
23.111	13.4	2.0	13.4
23.824	15.1	2.0	15.1
24.556	16.3	2.0	16.3
24.790	16.6	2.0	16.6
25.310	9.9	6.8	9.9
25.999	12.7	6.8	12.7
26.001	0.0	0.0	0.0
26.490	0.0	0.0	0.0

Viga 2

Distancia al eje 1	A_{st}	A_{stmin}	$A_{st\ dispuesta}$
(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
-0.490	0.0	0.0	0.0
-0.001	0.0	0.0	0.0
0.001	16.5	6.8	16.5
0.690	13.5	6.8	13.5
1.210	20.0	2.0	20.0
1.444	19.7	2.0	19.7
2.176	18.3	2.0	18.3
2.889	16.3	2.0	16.3
4.333	13.4	2.0	13.4
5.500	11.4	2.0	11.4
5.778	10.9	2.0	10.9
6.169	10.1	2.0	10.1
6.837	9.0	2.0	9.0
7.222	8.4	2.0	8.4
8.667	6.4	2.0	6.4
10.111	4.4	2.0	4.4
11.556	2.1	2.0	2.1
13.000	0.0	0.0	0.0
14.444	2.1	2.0	2.1
15.889	4.4	2.0	4.4
17.333	6.4	2.0	6.4
18.778	8.4	2.0	8.4
19.163	9.0	2.0	9.0
19.831	10.1	2.0	10.1
20.222	10.9	2.0	10.9
20.500	11.4	2.0	11.4
21.667	13.4	2.0	13.4
23.111	16.3	2.0	16.3
23.824	18.3	2.0	18.3
24.556	19.7	2.0	19.7
24.790	20.0	2.0	20.0
25.310	13.5	6.8	13.5
25.999	16.5	6.8	16.5
26.001	0.0	0.0	0.0
26.490	0.0	0.0	0.0

Viga 3

Distancia al eje 1	A_{st}	A_{stmin}	$A_{st\ dispuesta}$
(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
-0.490	0.0	0.0	0.0
-0.001	0.0	0.0	0.0
0.001	17.0	6.8	17.0
0.690	13.9	6.8	13.9
1.210	20.4	2.0	20.4
1.444	20.0	2.0	20.0
2.176	18.6	2.0	18.6
2.889	16.5	2.0	16.5
4.333	13.6	2.0	13.6
5.500	11.5	2.0	11.5
5.778	11.0	2.0	11.0
6.169	10.2	2.0	10.2
6.837	9.1	2.0	9.1
7.222	8.6	2.0	8.6
8.667	6.7	2.0	6.7
10.111	4.9	2.0	4.9
11.556	2.8	2.0	2.8
13.000	0.0	0.0	0.0
14.444	2.8	2.0	2.8
15.889	4.9	2.0	4.9
17.333	6.7	2.0	6.7
18.778	8.6	2.0	8.6
19.163	9.1	2.0	9.1

19.831	10.2	2.0	10.2
20.222	11.0	2.0	11.0
20.500	11.5	2.0	11.5
21.667	13.6	2.0	13.6
23.111	16.5	2.0	16.5
23.824	18.6	2.0	18.6
24.556	20.0	2.0	20.0
24.790	20.4	2.0	20.4
25.310	13.9	6.8	13.9
25.999	17.0	6.8	17.0
26.001	0.0	0.0	0.0
26.490	0.0	0.0	0.0

Viga 4

Distancia al eje 1	A_{st}	A_{stmin}	A_{st} dispuesta
(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
-0.490	0.0	0.0	0.0
-0.001	0.0	0.0	0.0
0.001	16.5	6.8	16.5
0.690	13.5	6.8	13.5
1.210	20.0	2.0	20.0
1.444	19.7	2.0	19.7
2.176	18.3	2.0	18.3
2.889	16.3	2.0	16.3
4.333	13.4	2.0	13.4
5.500	11.4	2.0	11.4
5.778	10.9	2.0	10.9
6.169	10.1	2.0	10.1
6.837	9.0	2.0	9.0
7.222	8.4	2.0	8.4
8.667	6.4	2.0	6.4
10.111	4.4	2.0	4.4
11.556	2.1	2.0	2.1
13.000	0.0	0.0	0.0
14.444	2.1	2.0	2.1
15.889	4.4	2.0	4.4
17.333	6.4	2.0	6.4
18.778	8.4	2.0	8.4
19.163	9.0	2.0	9.0
19.831	10.1	2.0	10.1
20.222	10.9	2.0	10.9
20.500	11.4	2.0	11.4
21.667	13.4	2.0	13.4
23.111	16.3	2.0	16.3
23.824	18.3	2.0	18.3
24.556	19.7	2.0	19.7
24.790	20.0	2.0	20.0
25.310	13.5	6.8	13.5
25.999	16.5	6.8	16.5
26.001	0.0	0.0	0.0
26.490	0.0	0.0	0.0

Viga 5

Distancia al eje 1	A_{st}	A_{stmin}	A_{st} dispuesta
(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
-0.490	0.0	0.0	0.0
-0.001	0.0	0.0	0.0
0.001	12.7	6.8	12.7
0.690	9.9	6.8	9.9
1.210	16.6	2.0	16.6
1.444	16.3	2.0	16.3
2.176	15.1	2.0	15.1
2.889	13.4	2.0	13.4
4.333	11.1	2.0	11.1
5.500	9.2	2.0	9.2

5.778	8.7	2.0	8.7
6.169	7.9	2.0	7.9
6.837	6.6	2.0	6.6
7.222	5.9	2.0	5.9
8.667	3.5	2.0	3.5
10.111	1.1	2.0	2.0
11.556	0.0	0.0	0.0
13.000	0.0	0.0	0.0
14.444	0.0	0.0	0.0
15.889	1.1	2.0	2.0
17.333	3.5	2.0	3.5
18.778	5.9	2.0	5.9
19.163	6.6	2.0	6.6
19.831	7.9	2.0	7.9
20.222	8.7	2.0	8.7
20.500	9.2	2.0	9.2
21.667	11.1	2.0	11.1
23.111	13.4	2.0	13.4
23.824	15.1	2.0	15.1
24.556	16.3	2.0	16.3
24.790	16.6	2.0	16.6
25.310	9.9	6.8	9.9
25.999	12.7	6.8	12.7
26.001	0.0	0.0	0.0
26.490	0.0	0.0	0.0

12.3 Resumen de verificaciones

Viga 1. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

13 ROTURA POR TORSIÓN EN LAS VIGAS

En este apartado se presenta la verificación a torsión de las vigas. Tanto los esfuerzos de cálculo como los resistentes corresponden a los esfuerzos que actúan sobre la viga. Las armaduras obtenidas corresponden a la armadura de la viga (sin la losa).

T_d-, T_d+	:	Torsor mayorado actuando en la viga
N_d-, N_d+	:	Axiles concomitantes
T_{u1}	:	Resistencia a torsión de las bielas de compresión de la viga
A_t	:	Armadura transversal de torsión en una cara por unidad de longitud en la viga
A_l	:	Armadura longitudinal de torsión total de la viga

13.1 Comprobación del Estado Límite Último por torsión

Se listan los valores correspondientes al centro de la viga, a la armadura transversal máxima, a la armadura longitudinal máxima y al resultado más desfavorable relativo a la resistencia de las bielas de compresión

13.1.1 Situación persistente. Combinación fundamental

Viga 1:

Viga 1. Tras la apertura al tráfico								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
0.690	-35.1	21.3	1962.8	1962.8	759.2	0.046	1.3	3.57
4.333	-13.4	8.5	4381.5	4381.5	185.9	0.072	1.3	3.80
13.000	-5.5	5.5	5319.0	5319.0	185.9	0.030	0.5	1.56

Viga 1. A tiempo infinito								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
0.690	-35.1	21.3	1753.2	1753.2	753.0	0.047	1.3	3.57
2.176	-12.7	7.9	2658.1	2658.1	174.3	0.073	1.2	3.61
4.333	-13.4	8.5	3789.9	3789.9	185.2	0.072	1.3	3.80
13.000	-5.5	5.5	4664.6	4664.6	185.9	0.030	0.5	1.56

Viga 2:

Viga 2. Tras la apertura al tráfico								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
0.690	-39.5	28.0	1962.8	1962.8	759.2	0.052	1.5	4.02
13.000	-4.0	4.0	5320.6	5320.6	185.9	0.021	0.4	1.13
24.556	-9.4	13.3	2299.7	2299.7	170.9	0.078	1.3	3.76

Viga 2. A tiempo infinito								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
0.690	-39.5	28.0	1752.3	1752.3	753.0	0.052	1.5	4.02
13.000	-4.0	4.0	4649.4	4649.4	185.9	0.021	0.4	1.13
24.556	-9.4	13.3	2007.2	2007.2	168.1	0.079	1.3	3.76

Viga 3:

Viga 3. Tras la apertura al tráfico								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
13.000	-4.6	4.6	5320.6	5320.6	185.9	0.025	0.4	1.31
24.556	-11.2	11.2	2299.7	2299.7	170.9	0.065	1.1	3.17
25.310	-33.2	33.2	1962.8	1962.8	759.2	0.044	1.3	3.38

Viga 3. A tiempo infinito								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
13.000	-4.6	4.6	4640.8	4640.8	185.9	0.025	0.4	1.31
24.556	-11.2	11.2	2006.9	2006.9	168.1	0.067	1.1	3.17
25.310	-33.2	33.2	1752.2	1752.2	753.0	0.044	1.3	3.38

Viga 4:

Viga 4. Tras la apertura al tráfico								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
0.690	-28.0	39.5	1962.8	1962.8	759.2	0.052	1.5	4.02
13.000	-4.0	4.0	5320.6	5320.6	185.9	0.021	0.4	1.13
24.556	-13.3	9.4	2299.7	2299.7	170.9	0.078	1.3	3.76

Viga 4. A tiempo infinito								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
0.690	-28.0	39.5	1752.3	1752.3	753.0	0.052	1.5	4.02
13.000	-4.0	4.0	4649.4	4649.4	185.9	0.021	0.4	1.13
24.556	-13.3	9.4	2007.2	2007.2	168.1	0.079	1.3	3.76

Viga 5:

Viga 5. Tras la apertura al tráfico								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
0.690	-21.3	35.1	1962.8	1962.8	759.2	0.046	1.3	3.57
4.333	-8.5	13.4	4381.5	4381.5	185.9	0.072	1.3	3.80
13.000	-5.5	5.5	5319.0	5319.0	185.9	0.030	0.5	1.56

Viga 5. A tiempo infinito								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
0.690	-21.3	35.1	1753.2	1753.2	753.0	0.047	1.3	3.57
2.176	-7.9	12.7	2658.1	2658.1	174.3	0.073	1.2	3.61
4.333	-8.5	13.4	3789.9	3789.9	185.2	0.072	1.3	3.80
13.000	-5.5	5.5	4664.6	4664.6	185.9	0.030	0.5	1.56

13.2 Comprobación de la Interacción Cortante - Torsión

T_d	:	Torsor de cálculo (viga + losa)
T_{u1}	:	Resistencia a torsión de las bielas de compresión (viga + losa)
V_{rd}	:	Cortante efectivo
V_{u1}	:	Cortante de agotamiento por compresión oblicua en el alma.
β	:	Coeficiente de interacción cortante - torsión

Se listan los valores correspondientes al resultado más desfavorable y al centro de la viga

13.2.1 Situación persistente. Combinación fundamental

Viga 1:

Viga 1. Tras la apertura al tráfico						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^\beta+(V_{rd}/V_{u1})^\beta$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
1.210	7.0	353.7	1024.9	2249.3	0.425	Cumple
13.000	21.1	368.7	9.3	2379.5	0.042	Cumple

Viga 1. A tiempo infinito						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^\beta+(V_{rd}/V_{u1})^\beta$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
1.210	7.0	350.8	1024.9	2235.3	0.428	Cumple
13.000	21.1	368.7	9.3	2349.1	0.042	Cumple

Viga 2:

Viga 2. Tras la apertura al tráfico						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^\beta+(V_{rd}/V_{u1})^\beta$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
1.210	2.2	353.7	1195.0	2246.9	0.495	Cumple
13.000	6.2	368.7	261.8	2374.9	0.094	Cumple

Viga 2. A tiempo infinito						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^\beta+(V_{rd}/V_{u1})^\beta$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
1.210	2.2	350.8	1195.0	2232.9	0.499	Cumple
13.000	6.2	368.7	261.8	2344.2	0.095	Cumple

Viga 3:

Viga 3. Tras la apertura al tráfico						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
1.210	1.9	353.7	1213.1	2246.9	0.503	Cumple
13.000	1.0	368.7	296.2	2374.9	0.098	Cumple

Viga 3. A tiempo infinito						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
1.210	1.9	350.8	1213.1	2232.9	0.507	Cumple
13.000	1.0	368.7	296.2	2343.8	0.099	Cumple

Viga 4:

Viga 4. Tras la apertura al tráfico						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
1.210	2.2	353.7	1195.0	2246.9	0.495	Cumple
13.000	6.2	368.7	261.8	2374.9	0.094	Cumple

Viga 4. A tiempo infinito						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
1.210	2.2	350.8	1195.0	2232.9	0.499	Cumple
13.000	6.2	368.7	261.8	2344.2	0.095	Cumple

Viga 5:

Viga 5. Tras la apertura al tráfico						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
1.210	7.0	353.7	1024.9	2249.3	0.425	Cumple
13.000	21.1	368.7	9.3	2379.5	0.042	Cumple

Viga 5. A tiempo infinito						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
1.210	7.0	350.8	1024.9	2235.3	0.428	Cumple
13.000	21.1	368.7	9.3	2349.1	0.042	Cumple

13.3 Resumen de armaduras

Viga 1		
Distancia al eje 1	A_t	A_l
(m)	(cm^2/m)	(cm^2)
-0.490	0.0	0.00
-0.001	0.0	0.01
0.000	1.2	3.24
0.001	1.3	3.40
0.690	1.3	3.57
1.210	1.2	3.41
1.444	1.2	3.46
2.176	1.2	3.61
2.889	1.3	3.72
4.333	1.3	3.80
5.500	1.2	3.51
5.778	1.2	3.44
6.169	1.1	3.33
6.837	1.1	3.11
7.222	1.0	2.98
8.667	0.9	2.51
10.111	0.7	2.05
11.556	0.6	1.72

13.000	0.5	1.56
14.444	0.6	1.72
15.889	0.7	2.05
17.333	0.9	2.51
18.778	1.0	2.98
19.163	1.1	3.11
19.831	1.1	3.33
20.222	1.2	3.44
20.500	1.2	3.51
21.667	1.3	3.80
23.111	1.3	3.72
23.824	1.2	3.61
24.556	1.2	3.46
24.790	1.2	3.41
25.310	1.3	3.57
25.999	1.3	3.40
26.000	1.2	3.24
26.001	0.0	0.01
26.490	0.0	0.00

Viga 2

Distancia al eje 1	A_t	A_l
(m)	(cm^2/m)	(cm^2)
-0.490	0.0	0.00
-0.001	0.0	0.00
0.000	1.4	3.90
0.001	1.4	3.90
0.690	1.5	4.02
1.210	1.3	3.72
1.444	1.3	3.76
2.176	1.3	3.85
2.889	1.3	3.87
4.333	1.3	3.81
5.500	1.2	3.48
5.778	1.2	3.40
6.169	1.1	3.28
6.837	1.0	3.04
7.222	1.0	2.90
8.667	0.8	2.37
10.111	0.6	1.84
11.556	0.5	1.38
13.000	0.4	1.13
14.444	0.5	1.38
15.889	0.6	1.84
17.333	0.8	2.37
18.778	1.0	2.90
19.163	1.0	3.04
19.831	1.1	3.28
20.222	1.2	3.40
20.500	1.2	3.48
21.667	1.3	3.81
23.111	1.3	3.87
23.824	1.3	3.85
24.556	1.3	3.76
24.790	1.3	3.72
25.310	1.5	4.02
25.999	1.4	3.90
26.000	1.4	3.90
26.001	0.0	0.00
26.490	0.0	0.00

Viga 3

Distancia al eje 1	A_t	A_l
(m)	(cm^2/m)	(cm^2)
-0.490	0.0	0.00
-0.001	0.0	0.00
0.000	1.2	3.27

0.001	1.2	3.27
0.690	1.3	3.38
1.210	1.1	3.14
1.444	1.1	3.17
2.176	1.1	3.25
2.889	1.1	3.29
4.333	1.1	3.28
5.500	1.0	3.01
5.778	1.0	2.95
6.169	1.0	2.85
6.837	0.9	2.65
7.222	0.9	2.54
8.667	0.7	2.12
10.111	0.6	1.73
11.556	0.5	1.41
13.000	0.4	1.31
14.444	0.5	1.41
15.889	0.6	1.73
17.333	0.7	2.12
18.778	0.9	2.54
19.163	0.9	2.65
19.831	1.0	2.85
20.222	1.0	2.95
20.500	1.0	3.01
21.667	1.1	3.28
23.111	1.1	3.29
23.824	1.1	3.25
24.556	1.1	3.17
24.790	1.1	3.14
25.310	1.3	3.38
25.999	1.2	3.27
26.000	1.2	3.27
26.001	0.0	0.00
26.490	0.0	0.00

Viga 4

Distancia al eje 1	A_t	A_l
(m)	(cm^2/m)	(cm^2)
-0.490	0.0	0.00
-0.001	0.0	0.00
0.000	1.4	3.90
0.001	1.4	3.90
0.690	1.5	4.02
1.210	1.3	3.72
1.444	1.3	3.76
2.176	1.3	3.85
2.889	1.3	3.87
4.333	1.3	3.81
5.500	1.2	3.48
5.778	1.2	3.40
6.169	1.1	3.28
6.837	1.0	3.04
7.222	1.0	2.90
8.667	0.8	2.37
10.111	0.6	1.84
11.556	0.5	1.38
13.000	0.4	1.13
14.444	0.5	1.38
15.889	0.6	1.84
17.333	0.8	2.37
18.778	1.0	2.90
19.163	1.0	3.04
19.831	1.1	3.28
20.222	1.2	3.40
20.500	1.2	3.48
21.667	1.3	3.81
23.111	1.3	3.87

23.824	1.3	3.85
24.556	1.3	3.76
24.790	1.3	3.72
25.310	1.5	4.02
25.999	1.4	3.90
26.000	1.4	3.90
26.001	0.0	0.00
26.490	0.0	0.00

Viga 5

Distancia al eje 1	A_t	A_l
(m)	(cm^2/m)	(cm^2)
-0.490	0.0	0.00
-0.001	0.0	0.01
0.000	1.2	3.24
0.001	1.3	3.40
0.690	1.3	3.57
1.210	1.2	3.41
1.444	1.2	3.46
2.176	1.2	3.61
2.889	1.3	3.72
4.333	1.3	3.80
5.500	1.2	3.51
5.778	1.2	3.44
6.169	1.1	3.33
6.837	1.1	3.11
7.222	1.0	2.98
8.667	0.9	2.51
10.111	0.7	2.05
11.556	0.6	1.72
13.000	0.5	1.56
14.444	0.6	1.72
15.889	0.7	2.05
17.333	0.9	2.51
18.778	1.0	2.98
19.163	1.1	3.11
19.831	1.1	3.33
20.222	1.2	3.44
20.500	1.2	3.51
21.667	1.3	3.80
23.111	1.3	3.72
23.824	1.2	3.61
24.556	1.2	3.46
24.790	1.2	3.41
25.310	1.3	3.57
25.999	1.3	3.40
26.000	1.2	3.24
26.001	0.0	0.01
26.490	0.0	0.00

13.4 Resumen de verificaciones

Viga 1. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

14 RASANTE VIGA - LOSA

14.1 Resumen de armaduras

Viga 1

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	13.000	13.000	41.1
3	13.000	26.000	13.000	41.1
4	26.000	26.500	0.500	0.0

Viga 2

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	13.000	13.000	41.1
3	13.000	26.000	13.000	41.1
4	26.000	26.500	0.500	0.0

Viga 3

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	13.000	13.000	41.1
3	13.000	26.000	13.000	41.1
4	26.000	26.500	0.500	0.0

Viga 4

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	13.000	13.000	41.1
3	13.000	26.000	13.000	41.1
4	26.000	26.500	0.500	0.0

Viga 5

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	13.000	13.000	41.1
3	13.000	26.000	13.000	41.1
4	26.000	26.500	0.500	0.0

14.2 Resumen de verificaciones

Viga 1. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

15 RASANTE EN EL ALA INFERIOR DE LAS VIGAS

15.1 Resumen de armaduras

Viga 1

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	13.000	13.000	5.1
3	13.000	26.000	13.000	5.1
4	26.000	26.500	0.500	0.0

Viga 2

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	13.000	13.000	5.1
3	13.000	26.000	13.000	5.1
4	26.000	26.500	0.500	0.0

Viga 3

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	13.000	13.000	5.1
3	13.000	26.000	13.000	5.1
4	26.000	26.500	0.500	0.0

Viga 4

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	13.000	13.000	5.1
3	13.000	26.000	13.000	5.1
4	26.000	26.500	0.500	0.0

Viga 5

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	13.000	13.000	5.1
3	13.000	26.000	13.000	5.1
4	26.000	26.500	0.500	0.0

15.2 Resumen de verificaciones

Viga 1. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

16 RASANTE EN EL ALA SUPERIOR DE LAS VIGAS

16.1 Resumen de armaduras

Viga 1				Armadura necesaria	
Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Ala superior viga	Losa
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0	0.0
2	0.000	13.000	13.000	4.2	5.8
3	13.000	26.000	13.000	4.2	5.8
4	26.000	26.500	0.500	0.0	0.0

Viga 2				Armadura necesaria	
Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Ala superior viga	Losa
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0	0.0
2	0.000	13.000	13.000	4.2	5.8
3	13.000	26.000	13.000	4.2	5.8
4	26.000	26.500	0.500	0.0	0.0

Viga 3				Armadura necesaria	
Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Ala superior viga	Losa
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0	0.0
2	0.000	13.000	13.000	4.2	5.8
3	13.000	26.000	13.000	4.2	5.8
4	26.000	26.500	0.500	0.0	0.0

Viga 4				Armadura necesaria	
Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Ala superior viga	Losa
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0	0.0
2	0.000	13.000	13.000	4.2	5.8
3	13.000	26.000	13.000	4.2	5.8
4	26.000	26.500	0.500	0.0	0.0

Viga 5				Armadura necesaria	
Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Ala superior viga	Losa
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0	0.0
2	0.000	13.000	13.000	4.2	5.8
3	13.000	26.000	13.000	4.2	5.8
4	26.000	26.500	0.500	0.0	0.0

16.2 Resumen de verificaciones

Viga 1. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

17 Flechas

17.1 Flechas características

En este apartado se listan las flechas producidas por cada una de las acciones, sin mayorar.
Se listan los valores mínimos y máximos a lo largo de cada viga.

$\delta_{mín}$: Flecha mínima (negativa si es descendente).
$\delta_{máx}$: Flecha máxima (negativa si es descendente).

Viga	Peso propio de las vigas (PV)		Pretesado instantáneo (PI)		Peso propio de la losa (PL)		Superestructura (SE)	
	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1	-23.0	1.4	-4.9	69.7	-29.3	1.8	-10.6	0.0
2	-23.0	1.4	-4.9	69.7	-30.1	1.8	-8.6	0.0
3	-23.0	1.4	-4.9	69.7	-30.1	1.8	-7.9	0.0
4	-23.0	1.4	-4.9	69.7	-30.1	1.8	-8.6	0.0
5	-23.0	1.4	-4.9	69.7	-29.3	1.8	-10.6	0.0

Viga	Tráfico en aceras (TRA)		Tráfico en plataforma (TRP)		Gradiente térmico (GT)		Pérdidas de pretesado hasta el fraguado de la losa (PPS)	
	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1	-3.2	0.3	-16.7	0.2	-4.6	6.1	-2.5	0.2
2	-1.6	0.0	-21.0	0.0	-4.6	6.1	-2.5	0.2
3	-1.1	0.0	-21.4	0.0	-4.6	6.1	-2.5	0.2
4	-1.6	0.0	-21.0	0.0	-4.6	6.1	-2.5	0.2
5	-3.2	0.3	-16.7	0.2	-4.6	6.1	-2.5	0.2

Viga	Pérdidas de pretesado entre el fraguado de la losa y tiempo infinito (PPC)		Viento vertical (VI)		Valor frecuente del tráfico en plataforma (TRP1)	
	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1	-4.6	0.3	-2.7	2.7	-10.2	0.1
2	-4.7	0.3	-2.0	2.0	-12.9	0.0
3	-4.7	0.3	-1.2	1.2	-13.2	0.0
4	-4.7	0.3	-2.0	2.0	-12.9	0.0
5	-4.6	0.3	-2.7	2.7	-10.2	0.1

17.2 Situación persistente. Combinación característica

Las flechas que se listan en este apartado incluyen las flechas por fluencia de las cargas permanentes en el instante a tiempo infinito.
Se listan los valores mínimos y máximos a lo largo de cada viga.

No se están compatilizando las deformaciones diferidas entre viga y losa producidas por las acciones permanentes que actúan inicialmente sobre la viga aislada

$\delta_{mín}$: Flecha mínima (negativa si es descendente).
$\delta_{máx}$: Flecha máxima (negativa si es descendente).

Viga	Tras la transferencia del pretesado		Tras el hormigonado de la losa		Tras la disposición de la superestructura		Tras la apertura al tráfico	
	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1	-3.7	50.2	-1.8	18.9	-1.8	9.4	-21.9	15.6

2	-3.7	50.2	-1.7	18.1	-1.7	11.1	-23.4	17.2
3	-3.7	50.2	-1.7	18.1	-1.7	12.0	-22.5	18.1
4	-3.7	50.2	-1.7	18.1	-1.7	11.1	-23.4	17.2
5	-3.7	50.2	-1.8	18.9	-1.8	9.4	-21.9	15.6

Viga	Tiempo infinito. Todas las acciones		Tiempo infinito. Acciones permanentes	
	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1	-20.6	26.5	-3.6	20.3
2	-21.1	29.5	-3.5	23.5
3	-19.6	31.3	-3.5	25.3
4	-21.1	29.5	-3.5	23.5
5	-20.6	26.5	-3.6	20.3

17.3 Verificación de flechas

En este apartado se comparan las flechas debidas a las cargas variables en situación frecuente con la flecha admisible.

Viga			Flecha admisible	Observación
	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{admisible}$	
	(mm)	(mm)	(mm)	
1	-11.4	0.2	-26.0	Cumple
2	-13.6	0.0	-26.0	Cumple
3	-13.7	0.0	-26.0	Cumple
4	-13.6	0.0	-26.0	Cumple
5	-11.4	0.2	-26.0	Cumple

17.3.1 Resumen de verificaciones

Viga 1. Verifica la comprobación.

Viga 2. Verifica la comprobación.

Viga 3. Verifica la comprobación.

Viga 4. Verifica la comprobación.

Viga 5. Verifica la comprobación.

18 Giros

18.1 Giros característicos

En este apartado se listan los giros producidos por cada una de las acciones, sin mayorar.
Se listan los valores en los 2 apoyos de cada viga.

$\theta_{mín}$: Giro mínimo (positivo en sentido antihorario).
$\theta_{máx}$: Giro máximo (positivo en sentido antihorario).

Viga	Apoyo	Peso propio de las vigas (PV)		Pretesado instantáneo (PI)		Peso propio de la losa (PL)		Superestructura (SE)	
		$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$	$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$	$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$	$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$
		(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)

1	1	-0.002832	-0.002832	0.009858	0.009858	-0.003603	-0.003603	-0.001196	-0.001319
1	2	0.002832	0.002832	-0.009858	-0.009858	0.003603	0.003603	0.001319	0.001196
2	1	-0.002832	-0.002832	0.009858	0.009858	-0.003699	-0.003699	-0.000871	-0.001061
2	2	0.002832	0.002832	-0.009858	-0.009858	0.003699	0.003699	0.001061	0.000871
3	1	-0.002832	-0.002832	0.009858	0.009858	-0.003699	-0.003699	-0.000761	-0.000978
3	2	0.002832	0.002832	-0.009858	-0.009858	0.003699	0.003699	0.000978	0.000761
4	1	-0.002832	-0.002832	0.009858	0.009858	-0.003699	-0.003699	-0.000871	-0.001061
4	2	0.002832	0.002832	-0.009858	-0.009858	0.003699	0.003699	0.001061	0.000871
5	1	-0.002832	-0.002832	0.009858	0.009858	-0.003603	-0.003603	-0.001196	-0.001319
5	2	0.002832	0.002832	-0.009858	-0.009858	0.003603	0.003603	0.001319	0.001196

Viga	Apoyo	Tráfico en aceras (TRA)		Tráfico en plataforma (TRP)		Gradiente térmico (GT)		Pérdidas de pretesado hasta el fraguado de la losa (PPS)	
		$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$	$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$	$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$	$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$
		(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)
1	1	0.000040	-0.000405	0.000014	-0.002010	0.000941	-0.000717	-0.000357	-0.000357
1	2	0.000405	-0.000040	0.002010	-0.000014	0.000717	-0.000941	0.000357	0.000357
2	1	0.000000	-0.000198	0.000000	-0.002558	0.000941	-0.000717	-0.000355	-0.000355
2	2	0.000198	0.000000	0.002558	0.000000	0.000717	-0.000941	0.000355	0.000355
3	1	0.000000	-0.000133	0.000000	-0.002608	0.000941	-0.000717	-0.000355	-0.000355
3	2	0.000133	0.000000	0.002608	0.000000	0.000717	-0.000941	0.000355	0.000355
4	1	0.000000	-0.000198	0.000000	-0.002558	0.000941	-0.000717	-0.000355	-0.000355
4	2	0.000198	0.000000	0.002558	0.000000	0.000717	-0.000941	0.000355	0.000355
5	1	0.000040	-0.000405	0.000014	-0.002010	0.000941	-0.000717	-0.000357	-0.000357
5	2	0.000405	-0.000040	0.002010	-0.000014	0.000717	-0.000941	0.000357	0.000357

Viga	Apoyo	Pérdidas de pretesado entre el fraguado de la losa y tiempo infinito (PPC)		Viento vertical (VI)		Valor frecuente del tráfico en plataforma (TRP1)	
		$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$	$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$	$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$
		(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)
1	1	-0.000652	-0.000652	0.000336	-0.000336	0.000006	-0.001219
1	2	0.000652	0.000652	0.000336	-0.000336	0.001219	-0.000006
2	1	-0.000664	-0.000664	0.000246	-0.000246	0.000000	-0.001564
2	2	0.000664	0.000664	0.000246	-0.000246	0.001564	0.000000
3	1	-0.000669	-0.000669	0.000154	-0.000154	0.000000	-0.001604
3	2	0.000669	0.000669	0.000154	-0.000154	0.001604	0.000000
4	1	-0.000664	-0.000664	0.000246	-0.000246	0.000000	-0.001564
4	2	0.000664	0.000664	0.000246	-0.000246	0.001564	0.000000
5	1	-0.000652	-0.000652	0.000336	-0.000336	0.000006	-0.001219
5	2	0.000652	0.000652	0.000336	-0.000336	0.001219	-0.000006

18.2 Situación persistente. Combinación característica

Los giros que se listan en este apartado incluyen los giros por fluencia de las cargas permanentes en el instante a tiempo infinito.
Se listan los valores en los 2 apoyos de cada viga.

$\theta_{mín}$: Giro mínimo (positivo en sentido antihorario).
$\theta_{máx}$: Giro máximo (positivo en sentido antihorario).

Viga	Apoyo	Tras la transferencia del pretesado		Tras el hormigonado de la losa		Tras la disposición de la superestructura		Tras la apertura al tráfico	
		$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$	$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$	$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$	$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$
		(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)
1	1	0.006533	0.007518	0.002572	0.003558	0.001376	0.002239	0.002339	-0.000606
1	2	-0.007519	-0.006533	-0.003558	-0.002572	-0.002239	-0.001376	0.000606	-0.002339
2	1	0.006533	0.007518	0.002478	0.003464	0.001607	0.002403	0.002549	-0.000783
2	2	-0.007519	-0.006533	-0.003464	-0.002479	-0.002403	-0.001607	0.000783	-0.002549
3	1	0.006533	0.007518	0.002478	0.003464	0.001717	0.002486	0.002659	-0.000685
3	2	-0.007519	-0.006533	-0.003464	-0.002479	-0.002487	-0.001718	0.000685	-0.002659

4	1	0.006533	0.007518	0.002478	0.003464	0.001607	0.002403	0.002549	-0.000783
4	2	-0.007519	-0.006533	-0.003464	-0.002479	-0.002403	-0.001607	0.000783	-0.002549
5	1	0.006533	0.007518	0.002572	0.003558	0.001376	0.002239	0.002339	-0.000606
5	2	-0.007519	-0.006533	-0.003558	-0.002572	-0.002239	-0.001376	0.000606	-0.002339

Viga	Apoyo	A tiempo infinito	
		$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$
		(rad)	(rad)
1	1	0.003895	0.001951
1	2	-0.001951	-0.003895
2	1	0.004306	0.001909
2	2	-0.001909	-0.004306
3	1	0.004519	0.002083
3	2	-0.002084	-0.004520
4	1	0.004306	0.001909
4	2	-0.001909	-0.004306
5	1	0.003895	0.001951
5	2	-0.001951	-0.003895

El usuario no ha definido cargas de fatiga

20 CÁLCULO DE LA CUANTÍA DE ACERO EN LAS VIGAS

20.1 Cálculo de la armadura de difusión del pretensado

El cálculo de la armadura de difusión del pretensado se realiza mediante un modelo de elementos finitos de la viga.

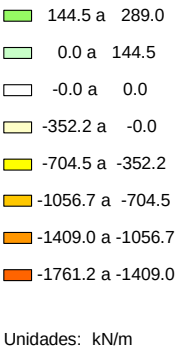
Viga 1:

Esfuerzos N_y (Tensión normal vertical) :

Difusión del pretensado

Viga 5

Ny (Tensión normal vertical)



Cuantías de armadura a disponer en los distintos tramos en los que se divide la viga :

Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)
0.964	5.6	0.964	0.0	0.964	0.0	0.964	5.6
0.964	0.3	0.964	0.0	0.964	0.0		
0.964	1.6	0.964	0.0	0.964	0.2		
0.964	0.4	0.964	0.0	0.964	0.9		
0.964	0.0	0.964	0.0	0.964	0.4		
0.964	0.4	0.964	0.0	0.964	0.0		
0.964	0.9	0.964	0.0	0.964	0.4		
0.964	0.2	0.964	0.0	0.964	1.6		
0.964	0.0	0.964	0.0	0.964	0.3		

A_s : Cuantía vertical a disponer en cada tramo.

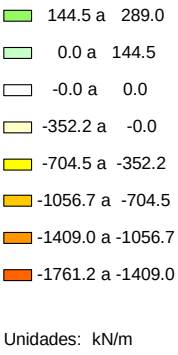
Viga 2:

Esfuerzos N_y (Tensión normal vertical) :

Difusión del pretensado

Viga 5

Ny (Tensión normal vertical)



Cuantías de armadura a disponer en los distintos tramos en los que se divide la viga :

Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)
0.964	5.6	0.964	0.0	0.964	0.0	0.964	5.6
0.964	0.3	0.964	0.0	0.964	0.0		
0.964	1.6	0.964	0.0	0.964	0.2		
0.964	0.4	0.964	0.0	0.964	0.9		
0.964	0.0	0.964	0.0	0.964	0.4		
0.964	0.4	0.964	0.0	0.964	0.0		
0.964	0.9	0.964	0.0	0.964	0.4		
0.964	0.2	0.964	0.0	0.964	1.6		
0.964	0.0	0.964	0.0	0.964	0.3		

A_s : Cuantía vertical a disponer en cada tramo.

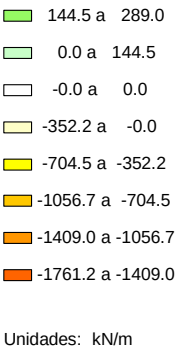
Viga 3:

Esfuerzos N_y (Tensión normal vertical) :

Difusión del pretensado

Viga 5

Ny (Tensión normal vertical)



Cuantías de armadura a disponer en los distintos tramos en los que se divide la viga :

Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)
0.964	5.6	0.964	0.0	0.964	0.0	0.964	5.6
0.964	0.3	0.964	0.0	0.964	0.0		
0.964	1.6	0.964	0.0	0.964	0.2		
0.964	0.4	0.964	0.0	0.964	0.9		
0.964	0.0	0.964	0.0	0.964	0.4		
0.964	0.4	0.964	0.0	0.964	0.0		
0.964	0.9	0.964	0.0	0.964	0.4		
0.964	0.2	0.964	0.0	0.964	1.6		
0.964	0.0	0.964	0.0	0.964	0.3		

A_s : Cuantía vertical a disponer en cada tramo.

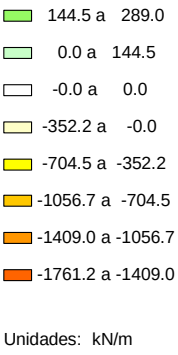
Viga 4:

Esfuerzos N_y (Tensión normal vertical) :

Difusión del pretensado

Viga 5

Ny (Tensión normal vertical)



Cuantías de armadura a disponer en los distintos tramos en los que se divide la viga :

Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)
0.964	5.6	0.964	0.0	0.964	0.0	0.964	5.6
0.964	0.3	0.964	0.0	0.964	0.0		
0.964	1.6	0.964	0.0	0.964	0.2		
0.964	0.4	0.964	0.0	0.964	0.9		
0.964	0.0	0.964	0.0	0.964	0.4		
0.964	0.4	0.964	0.0	0.964	0.0		
0.964	0.9	0.964	0.0	0.964	0.4		
0.964	0.2	0.964	0.0	0.964	1.6		
0.964	0.0	0.964	0.0	0.964	0.3		

A_s : Cuantía vertical a disponer en cada tramo.

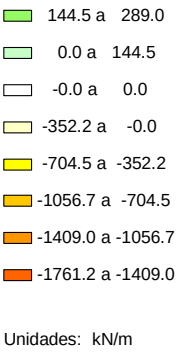
Viga 5:

Esfuerzos N_y (Tensión normal vertical) :

Difusión del pretensado

Viga 5

Ny (Tensión normal vertical)



Cuantías de armadura a disponer en los distintos tramos en los que se divide la viga :

Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)
0.964	5.6	0.964	0.0	0.964	0.0	0.964	5.6
0.964	0.3	0.964	0.0	0.964	0.0		
0.964	1.6	0.964	0.0	0.964	0.2		
0.964	0.4	0.964	0.0	0.964	0.9		
0.964	0.0	0.964	0.0	0.964	0.4		
0.964	0.4	0.964	0.0	0.964	0.0		
0.964	0.9	0.964	0.0	0.964	0.4		
0.964	0.2	0.964	0.0	0.964	1.6		
0.964	0.0	0.964	0.0	0.964	0.3		

A_s : Cuantía vertical a disponer en cada tramo.

20.2 Resumen de cuantías de armadura transversal

A_{sQ}: Cuantías por cortante (mm^2/m)
A_{sQMin}: Cuantías mínimas por cortante (mm^2/m)
A_{sT}: Cuantías por torsión (mm^2/m)
A_{sPret}: Cuantías por introducción del pretensado (mm^2/m)
A_{sTotal}: Cuantías totales en el alma (mm^2/m)
$A_{sRasVL\ cálculo}$: Cuantías por rasante Viga-Losa (mm^2/m)
$A_{sRasVL\ refuerzo}$: Cuantías de refuerzo por rasante Viga-Losa (mm^2/m)
$A_{sRasVL\ mínima}$: Cuantías mínimas por rasante Viga-Losa (mm^2/m)
A_{sRasAI}: Cuantías por rasante en el ala inferior (mm^2/m)
A_{sRasAS}: Cuantías por rasante en el ala superior (mm^2/m)
Número Estribos: número de estribos
Barra: Barra usada en los estribos
Sep.: separación de las armaduras (mm)

Las armaduras se refieren siempre al total de todas las ramas que atraviesan las sección.

Viga 1:

Armadura transversal en el alma

Longitud	A_{sQ} (mm²/m)	A_{sQMin} (mm²/m)	A_{sT} (mm²/m)	A_{sPret} (mm²/m)	A_{sTotal} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.493	1644.6	678.6	253.2	557.2	2455.0	4	Ø16	150
0.750	1644.6	678.6	260.7	557.2	2462.6	5	Ø16	150
0.400	1644.6	660.3	263.7	32.8	1941.1	4	Ø12	100
2.600	1635.3	203.6	235.6	160.7	2031.6	26	Ø12	100
2.500	1208.6	203.6	256.5	3.4	1468.4	25	Ø10	100
2.500	783.5	203.6	226.2	85.3	1095.0	20	Ø10	125
2.500	342.7	203.6	169.8	0.9	513.4	25	Ø6	100
1.757	26.9	48.7	122.4	0.7	171.8	5	Ø6	300
1.757	26.9	48.7	122.4	0.7	171.8	5	Ø6	300
2.500	342.7	203.6	169.8	0.9	513.4	25	Ø6	100
2.500	783.5	203.6	226.2	85.3	1095.0	20	Ø10	125
2.500	1208.6	203.6	256.5	3.4	1468.4	25	Ø10	100
2.600	1635.3	203.6	235.6	160.7	2031.6	26	Ø12	100
0.400	1644.6	660.3	263.7	32.8	1941.1	4	Ø12	100
0.750	1644.6	678.6	260.7	557.2	2462.6	5	Ø16	150
0.493	1644.6	678.6	253.2	557.2	2455.0	4	Ø16	150

Armadura de rasante viga-losa

Longitud	A_{sRasVL} cálculo (mm²/m)	A_{sRasVL} refuerzo (mm²/m)	A_{sRasVL} mínima (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.493	0.0	0.0	0.0	0	Ø6	0
0.700	4110.5	1429.7	1100.0	7	Ø10	100
0.400	4110.5	1848.5	1100.0	4	Ø12	100
2.600	4110.5	1848.5	1100.0	26	Ø12	100
2.400	4110.5	2539.7	1100.0	16	Ø16	150
2.625	4110.5	2853.8	1100.0	21	Ø16	125
2.500	4110.5	3545.0	1100.0	25	Ø16	100
1.782	4110.5	3949.6	1100.0	17	Ø16	100
1.782	4110.5	3949.6	1100.0	17	Ø16	100
2.500	4110.5	3545.0	1100.0	25	Ø16	100
2.625	4110.5	2853.8	1100.0	21	Ø16	125
2.400	4110.5	2539.7	1100.0	16	Ø16	150
2.600	4110.5	1848.5	1100.0	26	Ø12	100
0.400	4110.5	1848.5	1100.0	4	Ø12	100
0.700	4110.5	1429.7	1100.0	7	Ø10	100
0.493	0.0	0.0	0.0	0	Ø6	0

Armadura de rasante en el ala inferior

Longitud	A_{sRasAI} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.388	120.2	2	Ø6	350
0.875	386.6	7	Ø6	125
0.375	386.6	3	Ø6	125
2.625	386.6	21	Ø6	125
2.500	386.6	20	Ø6	125
2.500	386.6	20	Ø6	125
2.500	386.6	20	Ø6	125
1.737	386.6	13	Ø6	125
1.737	386.6	13	Ø6	125
2.500	386.6	20	Ø6	125
2.500	386.6	20	Ø6	125
2.500	386.6	20	Ø6	125
2.625	386.6	21	Ø6	125
0.375	386.6	3	Ø6	125

0.875	386.6	7	Ø6	125
0.388	120.2	2	Ø6	350

Armadura de rasante en el ala superior

Longitud	A_{sRasAS} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.439	460.6	5	Ø8	100
0.800	700.0	8	Ø10	100
0.400	700.0	4	Ø10	100
2.600	700.0	26	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
1.761	700.0	17	Ø10	100
1.761	700.0	17	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.600	700.0	26	Ø10	100
0.400	700.0	4	Ø10	100
0.800	700.0	8	Ø10	100
0.439	460.6	5	Ø8	100

Viga 2:

Armadura transversal en el alma

Longitud	A_{sQ} (mm²/m)	A_{sQMin} (mm²/m)	A_{sT} (mm²/m)	A_{sPret} (mm²/m)	A_{sTotal} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.543	1980.0	678.6	290.1	557.2	2827.3	5	Ø16	125
0.625	1980.0	678.6	295.2	557.2	2832.4	5	Ø16	125
0.450	1980.0	660.3	296.4	32.8	2309.1	3	Ø16	150
2.550	1968.2	203.6	256.0	160.7	2384.9	17	Ø16	150
2.500	1465.0	203.6	261.4	3.4	1729.8	20	Ø12	125
2.500	1007.5	203.6	222.2	85.3	1314.9	25	Ø10	100
2.500	632.2	203.6	160.6	0.9	793.7	20	Ø8	125
1.832	267.2	203.6	101.4	0.7	369.3	12	Ø6	150
1.832	267.2	203.6	101.4	0.7	369.3	12	Ø6	150
2.500	632.2	203.6	160.6	0.9	793.7	20	Ø8	125
2.500	1007.5	203.6	222.2	85.3	1314.9	25	Ø10	100
2.500	1465.0	203.6	261.4	3.4	1729.8	20	Ø12	125
2.550	1968.2	203.6	256.0	160.7	2384.9	17	Ø16	150
0.450	1980.0	660.3	296.4	32.8	2309.1	3	Ø16	150
0.625	1980.0	678.6	295.2	557.2	2832.4	5	Ø16	125
0.543	1980.0	678.6	290.1	557.2	2827.3	5	Ø16	125

Armadura de rasante viga-losa

Longitud	A_{sRasVL} cálculo (mm²/m)	A_{sRasVL} refuerzo (mm²/m)	A_{sRasVL} mínima (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.540	4112.9	410.1	1100.0	5	Ø10	125
0.500	4112.9	895.9	1100.0	4	Ø10	125
0.600	4112.9	1432.0	1100.0	6	Ø10	100
2.500	4112.9	1432.0	1100.0	25	Ø10	100
2.400	4112.9	2303.3	1100.0	16	Ø16	150
2.550	4112.9	2542.1	1100.0	17	Ø16	150
2.500	4112.9	3308.6	1100.0	25	Ø16	100
1.910	4112.9	3742.4	1100.0	19	Ø16	100

1.910	4112.9	3742.4	1100.0	19	Ø16	100
2.500	4112.9	3308.6	1100.0	25	Ø16	100
2.550	4112.9	2542.1	1100.0	17	Ø16	150
2.400	4112.9	2303.3	1100.0	16	Ø16	150
2.500	4112.9	1432.0	1100.0	25	Ø10	100
0.600	4112.9	1432.0	1100.0	6	Ø10	100
0.500	4112.9	895.9	1100.0	4	Ø10	125
0.540	4112.9	410.1	1100.0	5	Ø10	125

Armadura de rasante en el ala inferior

Longitud	A_{sRasAI} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.538	403.2	5	Ø6	125
0.625	403.2	5	Ø6	125
0.500	403.2	4	Ø6	125
2.500	403.2	20	Ø6	125
2.500	403.2	20	Ø6	125
2.500	403.2	20	Ø6	125
2.500	403.2	20	Ø6	125
1.837	403.2	14	Ø6	125
1.837	403.2	14	Ø6	125
2.500	403.2	20	Ø6	125
2.500	403.2	20	Ø6	125
2.500	403.2	20	Ø6	125
2.500	403.2	20	Ø6	125
0.500	403.2	4	Ø6	125
0.625	403.2	5	Ø6	125
0.538	403.2	5	Ø6	125

Armadura de rasante en el ala superior

Longitud	A_{sRasAS} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.540	700.0	6	Ø10	100
0.600	700.0	6	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
1.860	700.0	18	Ø10	100
1.860	700.0	18	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
0.600	700.0	6	Ø10	100
0.540	700.0	6	Ø10	100

Viga 3:

Armadura transversal en el alma

Longitud	A_{sQ} (mm²/m)	A_{sQMin} (mm²/m)	A_{sT} (mm²/m)	A_{sPret} (mm²/m)	A_{sTotal} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.543	2015.0	678.6	243.2	557.2	2815.4	5	Ø16	125
0.625	2015.0	678.6	247.9	557.2	2820.1	5	Ø16	125
0.350	2015.0	660.3	249.1	32.8	2296.9	2	Ø16	175
2.700	2002.8	203.6	215.8	160.7	2379.3	18	Ø16	150

2.500	1482.6	203.6	223.9	3.4	1709.8	20	Ø12	125
2.500	1017.5	203.6	193.3	85.3	1296.0	25	Ø10	100
2.500	665.3	203.6	143.9	0.9	810.1	25	Ø8	100
1.782	326.9	203.6	101.0	0.7	428.7	14	Ø6	125
1.782	326.9	203.6	101.0	0.7	428.7	14	Ø6	125
2.500	665.3	203.6	143.9	0.9	810.1	25	Ø8	100
2.500	1017.5	203.6	193.3	85.3	1296.0	25	Ø10	100
2.500	1482.6	203.6	223.9	3.4	1709.8	20	Ø12	125
2.700	2002.8	203.6	215.8	160.7	2379.3	18	Ø16	150
0.350	2015.0	660.3	249.1	32.8	2296.9	2	Ø16	175
0.625	2015.0	678.6	247.9	557.2	2820.1	5	Ø16	125
0.543	2015.0	678.6	243.2	557.2	2815.4	5	Ø16	125

Armadura de rasante viga-losa

Longitud	A_{sRasVL} cálculo (mm^2/m)	A_{sRasVL} refuerzo (mm^2/m)	A_{sRasVL} mínima (mm^2/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.540	4112.9	410.1	1100.0	5	Ø10	125
0.500	4112.9	895.9	1100.0	4	Ø10	125
0.500	4112.9	1815.0	1100.0	5	Ø12	100
2.600	4112.9	1432.0	1100.0	26	Ø10	100
2.550	4112.9	2303.3	1100.0	17	Ø16	150
2.400	4112.9	2542.1	1100.0	16	Ø16	150
2.500	4112.9	3107.5	1100.0	20	Ø16	125
1.910	4112.9	3668.6	1100.0	19	Ø16	100
1.910	4112.9	3668.6	1100.0	19	Ø16	100
2.500	4112.9	3107.5	1100.0	20	Ø16	125
2.400	4112.9	2542.1	1100.0	16	Ø16	150
2.550	4112.9	2303.3	1100.0	17	Ø16	150
2.600	4112.9	1432.0	1100.0	26	Ø10	100
0.500	4112.9	1815.0	1100.0	5	Ø12	100
0.500	4112.9	895.9	1100.0	4	Ø10	125
0.540	4112.9	410.1	1100.0	5	Ø10	125

Armadura de rasante en el ala inferior

Longitud	A_{sRasAI} (mm^2/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.538	379.4	5	Ø6	125
0.625	379.4	5	Ø6	125
0.375	379.4	3	Ø6	125
2.625	379.4	21	Ø6	125
2.500	379.4	20	Ø6	125
2.500	379.4	20	Ø6	125
2.500	379.4	20	Ø6	125
1.837	379.4	14	Ø6	125
1.837	379.4	14	Ø6	125
2.500	379.4	20	Ø6	125
2.500	379.4	20	Ø6	125
2.500	379.4	20	Ø6	125
2.625	379.4	21	Ø6	125
0.375	379.4	3	Ø6	125
0.625	379.4	5	Ø6	125
0.538	379.4	5	Ø6	125

Armadura de rasante en el ala superior

Longitud	A_{sRasAS} (mm^2/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.540	700.0	6	Ø10	100

0.600	700.0	6	Ø10	100
0.400	700.0	4	Ø10	100
2.700	700.0	27	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
1.760	700.0	17	Ø10	100
1.760	700.0	17	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.700	700.0	27	Ø10	100
0.400	700.0	4	Ø10	100
0.600	700.0	6	Ø10	100
0.540	700.0	6	Ø10	100

Viga 4:

Armadura transversal en el alma

Longitud	A_{sQ} (mm²/m)	A_{sQMin} (mm²/m)	A_{sT} (mm²/m)	A_{sPret} (mm²/m)	A_{sTotal} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.543	1980.0	678.6	290.1	557.2	2827.3	5	Ø16	125
0.625	1980.0	678.6	295.2	557.2	2832.4	5	Ø16	125
0.450	1980.0	660.3	296.4	32.8	2309.1	3	Ø16	150
2.550	1968.2	203.6	256.0	160.7	2384.9	17	Ø16	150
2.500	1465.0	203.6	261.4	3.4	1729.8	20	Ø12	125
2.500	1007.5	203.6	222.2	85.3	1314.9	25	Ø10	100
2.500	632.2	203.6	160.6	0.9	793.7	20	Ø8	125
1.832	267.2	203.6	101.4	0.7	369.3	12	Ø6	150
1.832	267.2	203.6	101.4	0.7	369.3	12	Ø6	150
2.500	632.2	203.6	160.6	0.9	793.7	20	Ø8	125
2.500	1007.5	203.6	222.2	85.3	1314.9	25	Ø10	100
2.500	1465.0	203.6	261.4	3.4	1729.8	20	Ø12	125
2.550	1968.2	203.6	256.0	160.7	2384.9	17	Ø16	150
0.450	1980.0	660.3	296.4	32.8	2309.1	3	Ø16	150
0.625	1980.0	678.6	295.2	557.2	2832.4	5	Ø16	125
0.543	1980.0	678.6	290.1	557.2	2827.3	5	Ø16	125

Armadura de rasante viga-losa

Longitud	A_{sRasVL} cálculo (mm²/m)	A_{sRasVL} refuerzo (mm²/m)	A_{sRasVL} mínima (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.540	4112.9	410.1	1100.0	5	Ø10	125
0.500	4112.9	895.9	1100.0	4	Ø10	125
0.600	4112.9	1432.0	1100.0	6	Ø10	100
2.500	4112.9	1432.0	1100.0	25	Ø10	100
2.400	4112.9	2303.3	1100.0	16	Ø16	150
2.550	4112.9	2542.1	1100.0	17	Ø16	150
2.500	4112.9	3308.6	1100.0	25	Ø16	100
1.910	4112.9	3742.4	1100.0	19	Ø16	100
1.910	4112.9	3742.4	1100.0	19	Ø16	100
2.500	4112.9	3308.6	1100.0	25	Ø16	100
2.550	4112.9	2542.1	1100.0	17	Ø16	150
2.400	4112.9	2303.3	1100.0	16	Ø16	150
2.500	4112.9	1432.0	1100.0	25	Ø10	100
0.600	4112.9	1432.0	1100.0	6	Ø10	100
0.500	4112.9	895.9	1100.0	4	Ø10	125
0.540	4112.9	410.1	1100.0	5	Ø10	125

Armadura de rasante en el ala inferior

Longitud	A_{sRasAI} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.538	403.2	5	Ø6	125
0.625	403.2	5	Ø6	125
0.500	403.2	4	Ø6	125
2.500	403.2	20	Ø6	125
2.500	403.2	20	Ø6	125
2.500	403.2	20	Ø6	125
2.500	403.2	20	Ø6	125
1.837	403.2	14	Ø6	125
1.837	403.2	14	Ø6	125
2.500	403.2	20	Ø6	125
2.500	403.2	20	Ø6	125
2.500	403.2	20	Ø6	125
2.500	403.2	20	Ø6	125
0.500	403.2	4	Ø6	125
0.625	403.2	5	Ø6	125
0.538	403.2	5	Ø6	125

Armadura de rasante en el ala superior

Longitud	A_{sRasAS} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.540	700.0	6	Ø10	100
0.600	700.0	6	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
1.860	700.0	18	Ø10	100
1.860	700.0	18	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
0.600	700.0	6	Ø10	100
0.540	700.0	6	Ø10	100

Viga 5:

Armadura transversal en el alma

Longitud	A_{sQ} (mm²/m)	A_{sQMin} (mm²/m)	A_{sT} (mm²/m)	A_{sPret} (mm²/m)	A_{sTotal} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.493	1644.6	678.6	253.2	557.2	2455.0	4	Ø16	150
0.750	1644.6	678.6	260.7	557.2	2462.6	5	Ø16	150
0.400	1644.6	660.3	263.7	32.8	1941.1	4	Ø12	100
2.600	1635.3	203.6	235.6	160.7	2031.6	26	Ø12	100
2.500	1208.6	203.6	256.5	3.4	1468.4	25	Ø10	100
2.500	783.6	203.6	226.2	85.3	1095.0	20	Ø10	125
2.500	342.7	203.6	169.8	0.9	513.4	25	Ø6	100
1.757	26.9	48.7	122.4	0.7	171.8	5	Ø6	300
1.757	26.9	48.7	122.4	0.7	171.8	5	Ø6	300
2.500	342.7	203.6	169.8	0.9	513.4	25	Ø6	100
2.500	783.6	203.6	226.2	85.3	1095.0	20	Ø10	125
2.500	1208.6	203.6	256.5	3.4	1468.4	25	Ø10	100
2.600	1635.3	203.6	235.6	160.7	2031.6	26	Ø12	100

0.400	1644.6	660.3	263.7	32.8	1941.1	4	Ø12	100
0.750	1644.6	678.6	260.7	557.2	2462.6	5	Ø16	150
0.493	1644.6	678.6	253.2	557.2	2455.0	4	Ø16	150

Armadura de rasante viga-losa

Longitud	A_{sRasVL} cálculo (mm²/m)	A_{sRasVL} refuerzo (mm²/m)	A_{sRasVL} mínima (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.493	0.0	0.0	0.0	0	Ø6	0
0.700	4110.5	1429.7	1100.0	7	Ø10	100
0.400	4110.5	1848.5	1100.0	4	Ø12	100
2.600	4110.5	1848.5	1100.0	26	Ø12	100
2.400	4110.5	2539.7	1100.0	16	Ø16	150
2.625	4110.5	2853.8	1100.0	21	Ø16	125
2.500	4110.5	3545.0	1100.0	25	Ø16	100
1.782	4110.5	3949.6	1100.0	17	Ø16	100
1.782	4110.5	3949.6	1100.0	17	Ø16	100
2.500	4110.5	3545.0	1100.0	25	Ø16	100
2.625	4110.5	2853.8	1100.0	21	Ø16	125
2.400	4110.5	2539.7	1100.0	16	Ø16	150
2.600	4110.5	1848.5	1100.0	26	Ø12	100
0.400	4110.5	1848.5	1100.0	4	Ø12	100
0.700	4110.5	1429.7	1100.0	7	Ø10	100
0.493	0.0	0.0	0.0	0	Ø6	0

Armadura de rasante en el ala inferior

Longitud	A_{sRasAI} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.388	120.2	2	Ø6	350
0.875	386.6	7	Ø6	125
0.375	386.6	3	Ø6	125
2.625	386.6	21	Ø6	125
2.500	386.6	20	Ø6	125
2.500	386.6	20	Ø6	125
2.500	386.6	20	Ø6	125
1.737	386.6	13	Ø6	125
1.737	386.6	13	Ø6	125
2.500	386.6	20	Ø6	125
2.500	386.6	20	Ø6	125
2.500	386.6	20	Ø6	125
2.625	386.6	21	Ø6	125
0.375	386.6	3	Ø6	125
0.875	386.6	7	Ø6	125
0.388	120.2	2	Ø6	350

Armadura de rasante en el ala superior

Longitud	A_{sRasAS} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.439	460.6	5	Ø8	100
0.800	700.0	8	Ø10	100
0.400	700.0	4	Ø10	100
2.600	700.0	26	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
1.761	700.0	17	Ø10	100
1.761	700.0	17	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100

2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.600	700.0	26	Ø10	100
0.400	700.0	4	Ø10	100
0.800	700.0	8	Ø10	100
0.439	460.6	5	Ø8	100

21 CÁLCULO DE LA SITUACIÓN DE TRANSPORTE DE LAS VIGAS

En este informe se obtienen las longitudes de vuelo para las cuales no es necesaria armadura pasiva de refuerzo en la situación de transporte.
En los cálculos a rotura se consideran las armaduras de pretesado, de postesado y las armaduras pasivas de refuerzo a rotura por flexión, así como las armaduras perimetrales.

Vuelo en extremo 1 de la viga

Viga 1. Situación persistente. Combinación fundamental

Longitud de vuelo (m)	M_d (kNm)	M_u (kNm)	$C_s=M_u/M_d$
0.000	0.0	0.0	100.000
0.867	-18.1	-332.7	18.425
1.733	-71.7	-297.9	4.153
2.600	-151.4	-292.5	1.932

Vuelo en extremo 1 de la viga

Viga 2. Situación persistente. Combinación fundamental

Longitud de vuelo (m)	M_d (kNm)	M_u (kNm)	$C_s=M_u/M_d$
0.000	0.0	0.0	100.000
0.867	-18.1	-333.3	18.463
1.733	-71.7	-300.8	4.193
2.600	-151.4	-297.7	1.967

Vuelo en extremo 1 de la viga

Viga 3. Situación persistente. Combinación fundamental

Longitud de vuelo (m)	M_d (kNm)	M_u (kNm)	$C_s=M_u/M_d$
0.000	0.0	0.0	100.000
0.867	-18.1	-333.4	18.468
1.733	-71.7	-301.0	4.196
2.600	-151.4	-298.2	1.971

Vuelo en extremo 1 de la viga

Viga 4. Situación persistente. Combinación fundamental

Longitud de vuelo (m)	M_d (kNm)	M_u (kNm)	$C_s=M_u/M_d$
0.000	0.0	0.0	100.000
0.867	-18.1	-333.3	18.463
1.733	-71.7	-300.8	4.193
2.600	-151.4	-297.7	1.967

Vuelo en extremo 1 de la viga

Viga 5. Situación persistente. Combinación fundamental

Longitud de vuelo (m)	M_d (kNm)	M_u (kNm)	$C_s=M_u/M_d$
0.000	0.0	0.0	100.000
0.867	-18.1	-332.7	18.425
1.733	-71.7	-297.9	4.153
2.600	-151.4	-292.5	1.932

Longitudes de vuelo máximas admisibles sin armaduras adicionales de refuerzo

Viga	Longitud en extremo 1 (m)	Longitud en extremo 2 (m)
1	2.600	2.600
2	2.600	2.600
3	2.600	2.600
4	2.600	2.600
5	2.600	2.600

22 ROTURA POR FLEXIÓN EN LA LOSA

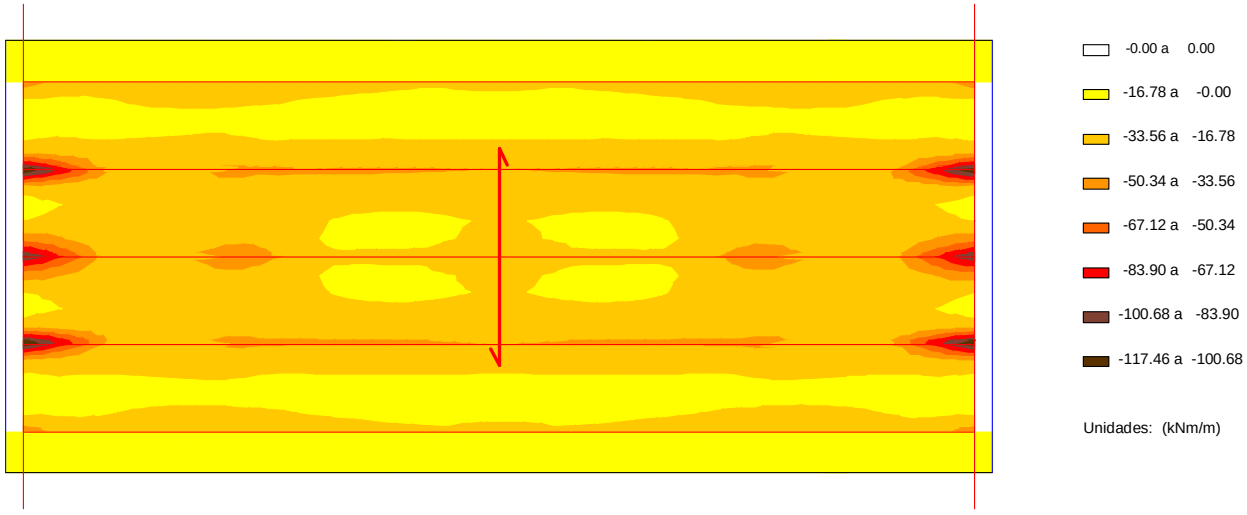
En este apartado se presentan las envolventes de los esfuerzos flectores para cada combinación, y las armaduras de flexión obtenidas. La flexión positiva corresponde a tracciones en la cara inferior de la losa.

22.1 Esfuerzos de flexión mayorados

22.1.1 Situación persistente. Combinación fundamental

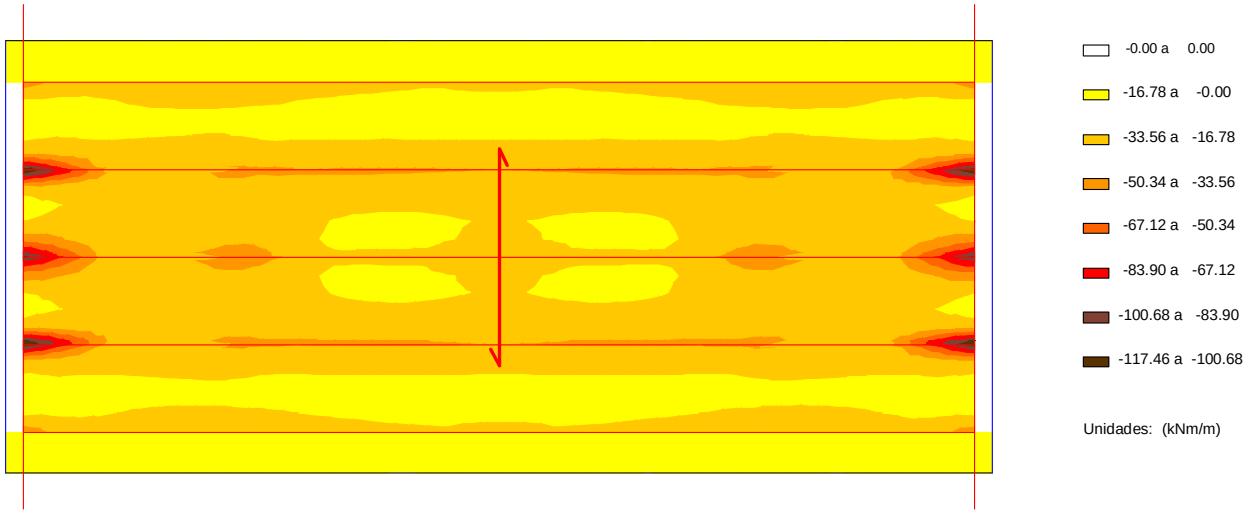
Momento transversal. Flexión negativa (W-A) (kNm/m)

Situación persistente. Combinación fundamental



Momento transversal. Flexión negativa (W-A) (kNm/m)

Situación persistente. Combinación fundamental

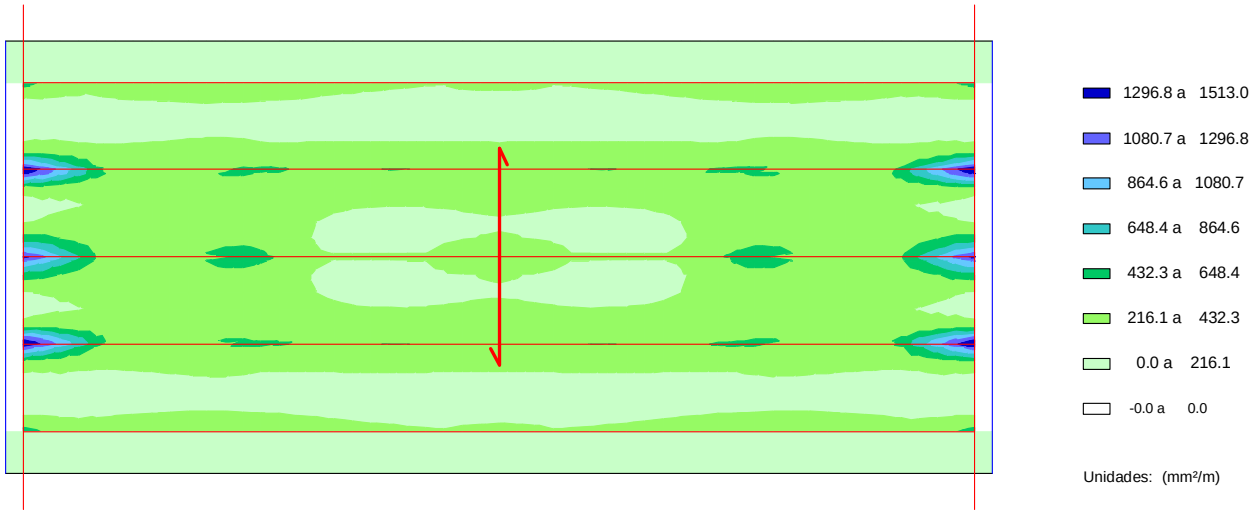


22.2 Armadura de flexión

En este apartado se presenta la armadura máxima de entre la necesaria por cálculo, la mínima mecánica y la geométrica.

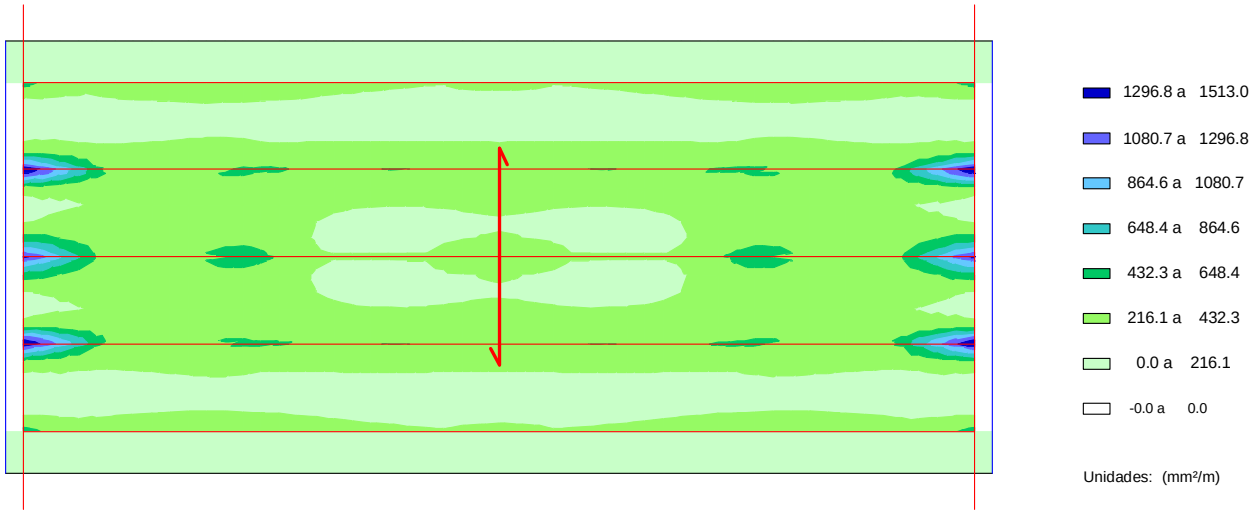
Armadura de cálculo transversal superior (mm²/m)

Envolvente global



Armadura de cálculo transversal superior (mm²/m)

Envolvente global



22.3 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

23 ROTURA POR CORTANTE EN LA LOSA

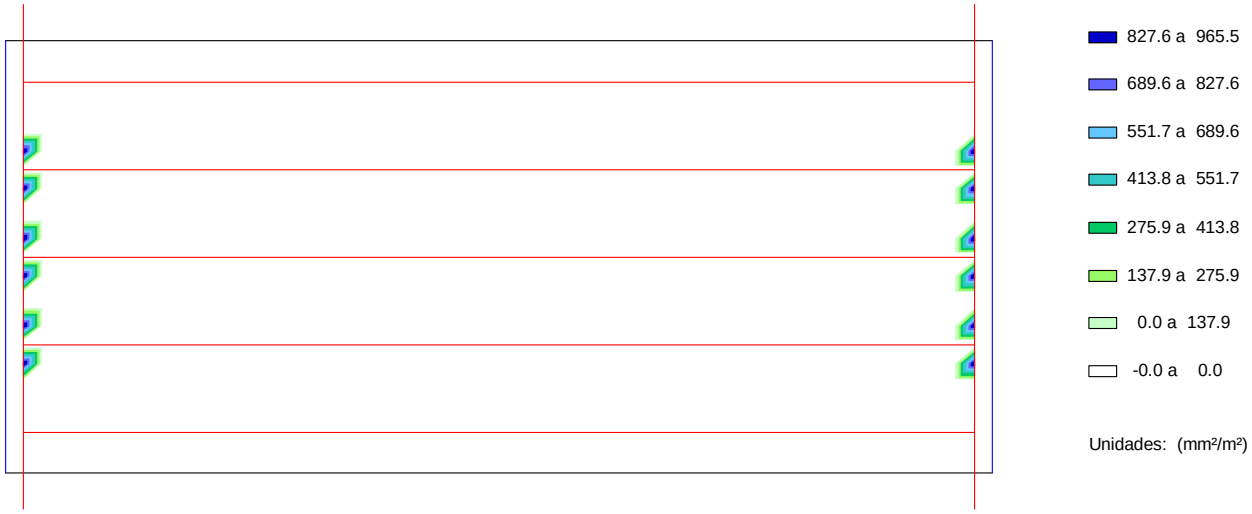
En este apartado se presentan las envolventes de los esfuerzos cortantes para cada combinación, y las armaduras de cortante obtenidas.

23.1 Esfuerzos cortantes mayorados

23.1.1 Situación persistente. Combinación fundamental

Armadura mínima de cortante

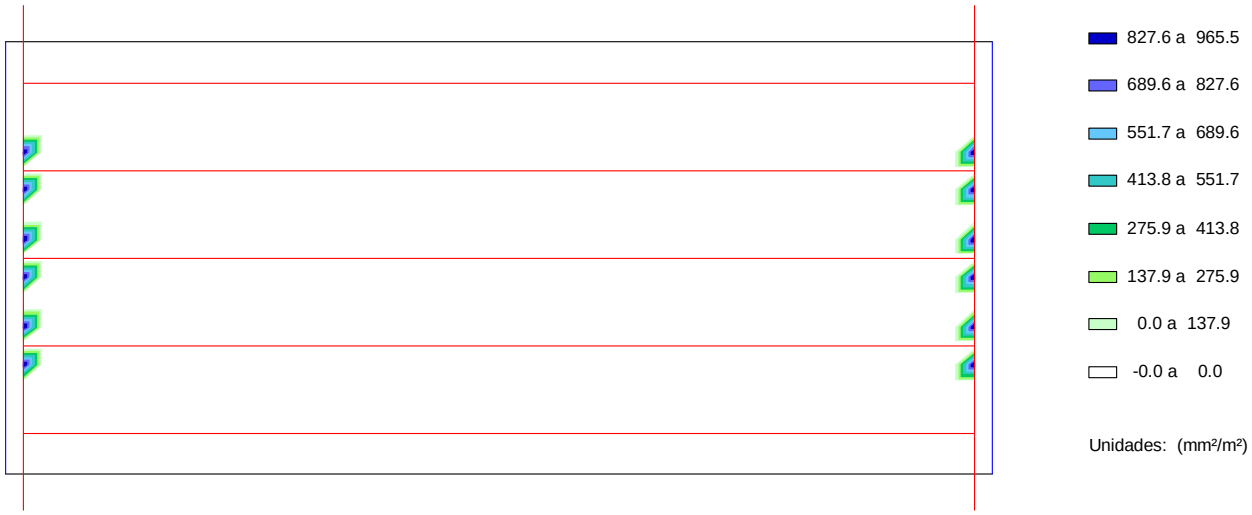
Envolvente global



23.2 Comprobación de las bielas de compresión

Armadura mínima de cortante

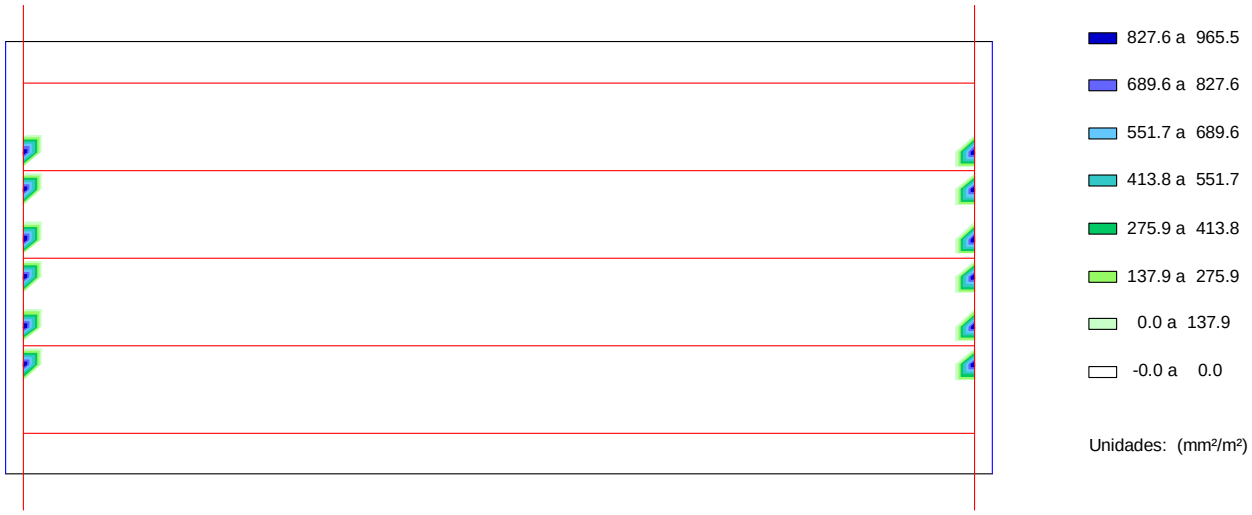
Envolvente global



23.3 Armadura de cálculo de cortante

Armadura mínima de cortante

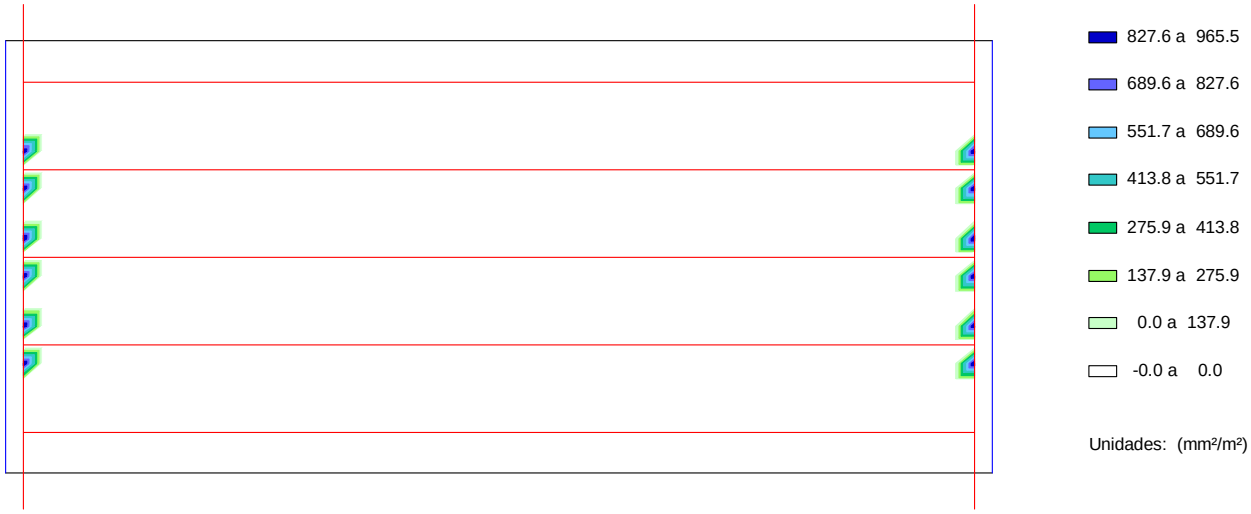
Envolvente global



23.4 Armadura mínima de cortante

Armadura mínima de cortante

Envolvente global



23.5 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

24 VERIFICACIÓN DEL EL FISURACIÓN EN LA LOSA

24.1 Cálculo a fisuración

24.1.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente

M_k: Flector máximo.Situación persistente. Combinación cuasi permanente
N_k: Axil concomitante.Situación persistente. Combinación cuasi permanente
w_k: Abertura de fisura.
w_{adm}: Abertura de fisura admisible.

Armadura inferior longitudinal

Zona	Armadura por flexión (mm^2/m)	Armadura	M_k (kNm/m)	W_k (mm)	W_{adm} (mm)	Resultado
1	450.4	Ø8/0.100 m	7.92	0.05	0.30	Cumple

Armadura superior longitudinal

Zona	Armadura por flexión (mm^2/m)	Armadura	M_k (kNm/m)	W_k (mm)	W_{adm} (mm)	Resultado
1	345.3	Ø12/0.300	-4.28	0.04	0.30	Cumple

		m				

Armadura inferior transversal

Zona	Armadura por flexión (mm^2/m)	Armadura	M_k (kNm/m)	W_k (mm)	W_{adm} (mm)	Resultado
1	1338.5	Ø16/0.150 m	5.58	0.01	0.30	Cumple
2	1460.8	Ø20/0.200 m	5.32	0.01	0.30	Cumple
3	1338.5	Ø16/0.150 m	5.58	0.01	0.30	Cumple

Armadura superior transversal

Zona	Armadura por flexión (mm^2/m)	Armadura	M_k (kNm/m)	W_k (mm)	W_{adm} (mm)	Resultado
1	1513.0	Ø20/0.200 m	-18.59	0.04	0.30	Cumple
2	1009.1	Ø20/0.300 m	-14.28	0.05	0.30	Cumple
3	1513.0	Ø20/0.200 m	-18.59	0.04	0.30	Cumple

24.2 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

26 PRUEBA DE CARGA

27 Reacciones por apoyo. Valores característicos

Reacciones en vigas en el eje 1 y en el eje 2

		Reacción vertical (kN)					
		Peso propio de las vigas (PV)		Peso propio de la losa (PL)		Superestructura (SE)	
Eje	Viga	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
1	1	165.3	165.3	199.3	199.3	178.8	189.8
1	2	165.3	165.3	204.6	204.6	92.5	120.4
1	3	165.3	165.3	204.6	204.6	91.7	123.1
1	4	165.3	165.3	204.6	204.6	92.5	120.4
1	5	165.3	165.3	199.3	199.3	178.8	189.8
2	1	165.3	165.3	199.3	199.3	178.8	189.8
2	2	165.3	165.3	204.6	204.6	92.5	120.4
2	3	165.3	165.3	204.6	204.6	91.7	123.1
2	4	165.3	165.3	204.6	204.6	92.5	120.4
2	5	165.3	165.3	199.3	199.3	178.8	189.8

		Reacción vertical (kN)					
		Tráfico en aceras (TRA)		Tráfico en plataforma (TRP)		Viento vertical (VI)	
Eje	Viga	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
1	1	-5.5	65.2	-21.5	205.1	-47.3	47.3
1	2	-1.1	16.7	0.0	478.9	-31.7	31.7
1	3	0.0	11.8	0.0	509.3	-20.3	20.3

1	4	-1.1	16.7	0.0	478.9	-31.7	31.7
1	5	-5.5	65.2	-21.5	205.1	-47.3	47.3
2	1	-5.5	65.2	-21.5	205.1	-47.3	47.3
2	2	-1.1	16.7	0.0	478.9	-31.7	31.7
2	3	0.0	11.8	0.0	509.3	-20.3	20.3
2	4	-1.1	16.7	0.0	478.9	-31.7	31.7
2	5	-5.5	65.2	-21.5	205.1	-47.3	47.3

Reacción vertical (kN)

		Gradiente térmico (GT)	
Eje	Viga	Min.	Max.
1	1	0.0	0.0
1	2	0.0	0.0
1	3	0.0	0.0
1	4	0.0	0.0
1	5	0.0	0.0
2	1	0.0	0.0
2	2	0.0	0.0
2	3	0.0	0.0
2	4	0.0	0.0
2	5	0.0	0.0

28 Reacciones por apoyo. Valores de combinación

Reacciones en vigas en el eje 1 y en el eje 2

Instante	Descripción
I1	Tras la transferencia del pretesado
I2	Tras el hormigonado de la losa
I3	Tras la disposición de la superestructura
I4	Tras la apertura al tráfico
I5	A tiempo infinito

Situación persistente. Combinación cuasi permanente:

Reacción vertical (kN)

		Valores máximos				
Eje	Viga	I1	I2	I3	I4	I5
1	1	165.3	364.6	554.4	554.4	554.4
1	2	165.3	369.9	490.3	490.3	490.3
1	3	165.3	369.9	492.9	492.9	492.9
1	4	165.3	369.9	490.3	490.3	490.3
1	5	165.3	364.6	554.4	554.4	554.4
2	1	165.3	364.6	554.4	554.4	554.4
2	2	165.3	369.9	490.3	490.3	490.3
2	3	165.3	369.9	492.9	492.9	492.9
2	4	165.3	369.9	490.3	490.3	490.3
2	5	165.3	364.6	554.4	554.4	554.4

Situación persistente. Combinación frecuente:

Reacción vertical (kN)

		Valores máximos				
Eje	Viga	I1	I2	I3	I4	I5
1	1	165.3	364.6	554.4	703.7	703.7
1	2	165.3	369.9	490.3	800.0	800.0
1	3	165.3	369.9	492.9	825.6	825.6
1	4	165.3	369.9	490.3	800.0	800.0
1	5	165.3	364.6	554.4	703.7	703.7
2	1	165.3	364.6	554.4	703.7	703.7

2	2	165.3	369.9	490.3	800.0	800.0
2	3	165.3	369.9	492.9	825.6	825.6
2	4	165.3	369.9	490.3	800.0	800.0
2	5	165.3	364.6	554.4	703.7	703.7

Situación persistente. Combinación característica:

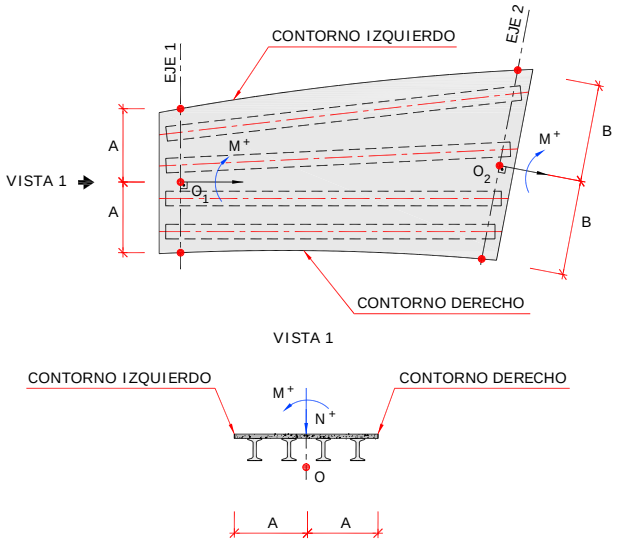
Reacción vertical (kN)						
Valores máximos						
Eje	Viga	I1	I2	I3	I4	I5
1	1	165.3	364.6	554.4	853.1	853.1
1	2	165.3	369.9	490.3	1004.9	1004.9
1	3	165.3	369.9	492.9	1026.2	1026.2
1	4	165.3	369.9	490.3	1004.9	1004.9
1	5	165.3	364.6	554.4	853.1	853.1
2	1	165.3	364.6	554.4	853.1	853.1
2	2	165.3	369.9	490.3	1004.9	1004.9
2	3	165.3	369.9	492.9	1026.2	1026.2
2	4	165.3	369.9	490.3	1004.9	1004.9
2	5	165.3	364.6	554.4	853.1	853.1

Situación persistente. Combinación fundamental:

Reacción vertical (kN)						
Valores máximos						
Eje	Viga	I1	I2	I3	I4	I5
1	1	223.1	492.2	748.5	1155.9	1155.9
1	2	223.1	499.3	661.9	1359.4	1359.4
1	3	223.1	499.3	665.5	1387.2	1387.2
1	4	223.1	499.3	661.9	1359.4	1359.4
1	5	223.1	492.2	748.5	1155.9	1155.9
2	1	223.1	492.2	748.5	1155.9	1155.9
2	2	223.1	499.3	661.9	1359.4	1359.4
2	3	223.1	499.3	665.5	1387.2	1387.2
2	4	223.1	499.3	661.9	1359.4	1359.4
2	5	223.1	492.2	748.5	1155.9	1155.9

29 Reacciones por eje. Valores característicos

Reacciones totales en el eje 1 y en el eje 2
En este apartado se listan las reacciones máximas y mínimas por eje de apoyo, obtenidas a partir de la contribución de cada uno de los apoyos de las vigas del eje.
Se obtiene así la rección vertical y el momento transversal referido a un eje perpendicular al eje de apoyos que pasa por el punto medio de la sección del eje de apoyos.



N- M-: Axil mínimo en el eje de apoyos con el momento concomitante máximo negativo.
N- M+: Axil mínimo en el eje de apoyos con el momento concomitante máximo positivo.
N+ M-: Axil máximo en el eje de apoyos con el momento concomitante máximo negativo.
N+ M+: Axil máximo en el eje de apoyos con el momento concomitante máximo positivo.
M- N-: Momento mínimo en el eje de apoyos con el axil concomitante máximo negativo.
M- N+: Momento mínimo en el eje de apoyos con el axil concomitante máximo positivo.
M+ N-: Momento máximo en el eje de apoyos con el axil concomitante máximo negativo.
M+ N+: Momento máximo en el eje de apoyos con el axil concomitante máximo positivo.

PV : Peso propio de las vigas

Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	826.3	0.0	826.3	0.0	826.3	0.0	826.3	0.0
2	826.3	0.0	826.3	0.0	826.3	0.0	826.3	0.0

PV : Peso propio de las vigas

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	826.3	0.0	826.3	0.0	826.3	0.0	826.3	0.0
2	826.3	0.0	826.3	0.0	826.3	0.0	826.3	0.0

PL : Peso propio de la losa

Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	1012.5	-0.0	1012.5	-0.0	1012.5	-0.0	1012.5	-0.0
2	1012.5	0.0	1012.5	0.0	1012.5	0.0	1012.5	0.0

PL : Peso propio de la losa

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	1012.5	-0.0	1012.5	-0.0	1012.5	-0.0	1012.5	-0.0
2	1012.5	0.0	1012.5	0.0	1012.5	0.0	1012.5	0.0

SE : Superestructura

Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	634.4	-0.0	634.4	-0.0	743.6	-0.0	743.6	-0.0

2	634.4	-0.0	634.4	-0.0	743.6	-0.0	743.6	-0.0

SE : Superestructura

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	634.4	-0.0	743.6	-0.0	634.4	-0.0	743.6	-0.0
2	634.4	-0.0	743.6	-0.0	634.4	-0.0	743.6	-0.0

TRA : Tráfico en aceras

Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	0.0	0.0	0.0	0.0	162.5	0.0	162.5	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	162.5	0.0	162.5	0.0

TRA : Tráfico en aceras

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	81.3	-386.0	81.3	-386.0	81.3	386.0	81.3	386.0
2	81.3	-386.0	81.3	-386.0	81.3	386.0	81.3	386.0

TRP: Tráfico en plataforma

Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	0.0	0.0	0.0	0.0	1362.0	-1211.4	1362.0	1211.4
2	0.0	0.0	0.0	0.0	1362.0	-1211.4	1362.0	1211.4

TRP: Tráfico en plataforma

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	879.5	-1759.0	912.0	-1759.0	879.5	1759.0	912.0	1759.0
2	879.5	-1759.0	912.0	-1759.0	879.5	1759.0	912.0	1759.0

VI : Viento vertical

Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	-102.5	-307.4	-102.5	307.4	102.5	-307.4	102.5	307.4
2	-102.5	-307.4	-102.5	307.4	102.5	-307.4	102.5	307.4

VI : Viento vertical

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	-102.5	-307.4	-102.5	-307.4	102.5	307.4	102.5	307.4
2	-102.5	-307.4	-102.5	-307.4	102.5	307.4	102.5	307.4

GT : Gradiente térmico

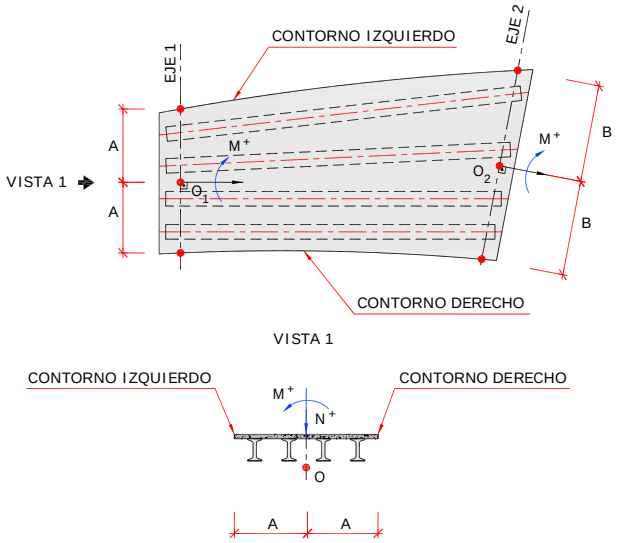
Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

GT : Gradiente térmico

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

30 Reacciones por eje. Valores de combinación

En este apartado se listan las reacciones máximas y mínimas por eje de apoyo, obtenidas a partir de la contribución de cada uno de los apoyos de las vigas del eje.
Se obtiene así la rección vertical y el momento transversal referido a un eje perpendicular al eje de apoyos que pasa por el punto medio de la sección del eje de apoyos.



Reacciones totales en el eje 1 y en el eje 2

Situación persistente. Combinación cuasi permanente:

A tiempo infinito

Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	2473.2	-0.0	2473.2	-0.0	2582.4	-0.0	2582.4	-0.0
2	2473.2	0.0	2473.2	0.0	2582.4	0.0	2582.4	0.0

A tiempo infinito

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	2473.2	-0.0	2582.4	-0.0	2473.2	-0.0	2582.4	-0.0
2	2473.2	0.0	2582.4	0.0	2473.2	0.0	2582.4	0.0

Situación persistente. Combinación frecuente:

A tiempo infinito

Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)

1	2452.7	-61.5	2452.7	61.5	3500.6	-731.3	3500.6	731.3
2	2452.7	-61.5	2452.7	61.5	3500.6	-731.3	3500.6	731.3

A tiempo infinito

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	3042.5	-1228.2	3164.7	-1228.2	3042.5	1228.2	3164.7	1228.2
2	3042.5	-1228.2	3164.7	-1228.2	3042.5	1228.2	3164.7	1228.2

Situación persistente. Combinación característica:

A tiempo infinito

Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	2370.7	-307.4	2370.7	307.4	4168.4	-1395.8	4168.4	1395.8
2	2370.7	-307.4	2370.7	307.4	4168.4	-1395.8	4168.4	1395.8

A tiempo infinito

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	3372.4	-2329.5	3514.1	-2329.5	3495.4	2329.5	3637.1	2329.5
2	3372.4	-2329.5	3514.1	-2329.5	3495.4	2329.5	3637.1	2329.5

Situación persistente. Combinación fundamental:

A tiempo infinito

Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	2319.4	-461.1	2319.4	461.1	5636.5	-1912.0	5636.5	1912.0
2	2319.4	-461.1	2319.4	461.1	5636.5	-1912.0	5636.5	1912.0

A tiempo infinito

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	4157.0	-4104.3	4477.8	-4104.3	4119.4	4104.3	4402.0	4104.3
2	4157.0	-4104.3	4477.8	-4104.3	4119.4	4104.3	4402.0	4104.3

Programa: CivilEstudio

Versión: 34 - 6
Barcelona, 2018

CivilEstudio, software propiedad de CivilCAD Consultores, S.L.
Autores: L.M.Callís, J.M.Roig, I.Callís, P.Reinés
Licencia de uso concedida a: Most Enginyers, S.L.
Número de usuario: 12202

Proyecto:

Nombre del proyecto: *PRECÀLCUL DE LES ESTRUCTURES DEL PROJECTE D'OBRES BÀSIQUES D'URBANITZACIÓ DEL PLA DIRECTOR URBANÍSTIC DEL CENTRE DIRECCIONAL DE CERDANYOLA DEL VALLÈS*
Nombre de la estructura: *5. V-F.1. Pont sobre el torrent de Magrans a l'eix-F*
Nombre del elemento estructural: *Tauler*
Tipo de estructura: *Vigas pretesadas*
Funcionalidad de la estructura: *Estructura de Carretera*
Clase de estructura: *Tablero sin tierras*
Vida útil: *100 años*

Normativas:

Ámbito: *Normas españolas*

Unidades:

Sistema *S.I.*

Despiece:

Sistema Métrico Europeo

Módulo del programa:

Módulo Tablero de vigas
Nombre del archivo de proyecto: *vf1_def.vig*
Ruta de acceso: *p:\parc de l'alba\estructures\5. v-f.1\civilcad*

Informe:

Tipo de informe: *Informe de mediciones*
Informe generado el día 17-12-2020 a las 18:05:45.

Índice

MEDICIONES DEL TABLERO DE VIGAS :

Vigas

Viga 1

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Hormigón de la viga	1	12.912	12.91

Total:	12.912	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Armadura en el alma	1	487.3	487.30
Armadura de refuerzo de rasante viga-losa	1	392.1	392.14
Armadura en el ala inferior	1	84.2	84.19
Armadura en el ala superior	1	186.7	186.68
Armadura longitudinal de piel	1	282.6	282.56
Armadura de refuerzo en extremos	1	36.0	36.02
Armadura de refuerzo a rotura	1	0.0	0.00
Armadura debida al postesado	1	0.0	0.00

Total:	1468.9	kg

Unidad: Peso de acero activo de pretesado

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Acero de pretesado de la viga	1	949.5	949.54

Total:	949.5	kg

Viga 2

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Hormigón de la viga	1	12.898	12.90

Total:	12.898	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Armadura en el alma	1	590.2	590.16
Armadura de refuerzo de rasante viga-losa	1	368.5	368.49
Armadura en el ala inferior	1	85.8	85.78
Armadura en el ala superior	1	189.2	189.16
Armadura longitudinal de piel	1	282.6	282.56

Armadura de refuerzo en extremos	1	59.3	59.28
Armadura de refuerzo a rotura	1	0.0	0.00
Armadura debida al postesado	1	0.0	0.00

Total:	1575.4	kg

Unidad: Peso de acero activo de pretesado

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Acero de pretesado de la viga	1	949.5	949.54

Total:	949.5	kg

Viga 3

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Hormigón de la viga	1	12.898	12.90

Total:	12.898	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Armadura en el alma	1	605.9	605.93
Armadura de refuerzo de rasante viga-losa	1	352.0	352.01
Armadura en el ala inferior	1	85.8	85.78
Armadura en el ala superior	1	189.2	189.16
Armadura longitudinal de piel	1	282.6	282.56
Armadura de refuerzo en extremos	1	65.4	65.45
Armadura de refuerzo a rotura	1	0.0	0.00
Armadura debida al postesado	1	0.0	0.00

Total:	1580.9	kg

Unidad: Peso de acero activo de pretesado

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Acero de pretesado de la viga	1	949.5	949.54

Total:	949.5	kg

Viga 4

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Hormigón de la viga	1	12.898	12.90

Total:	12.898	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Armadura en el alma	1	590.2	590.16
Armadura de refuerzo de rasante viga-losa	1	368.5	368.49
Armadura en el ala inferior	1	85.8	85.78
Armadura en el ala superior	1	189.2	189.16
Armadura longitudinal de piel	1	282.6	282.56
Armadura de refuerzo en extremos	1	59.3	59.28
Armadura de refuerzo a rotura	1	0.0	0.00
Armadura debida al postesado	1	0.0	0.00

Total:	1575.4	kg

Unidad: Peso de acero activo de pretesado

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Acero de pretesado de la viga	1	949.5	949.54

Total:	949.5	kg

Viga 5

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Hormigón de la viga	1	12.912	12.91

Total:	12.912	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Armadura en el alma	1	487.3	487.30
Armadura de refuerzo de rasante viga-losa	1	392.1	392.14
Armadura en el ala inferior	1	84.2	84.19
Armadura en el ala superior	1	186.7	186.68
Armadura longitudinal de piel	1	282.6	282.56
Armadura de refuerzo en extremos	1	36.0	36.02
Armadura de refuerzo a rotura	1	0.0	0.00
Armadura debida al postesado	1	0.0	0.00

Total:	1468.9	kg

Unidad: Peso de acero activo de pretesado

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Acero de pretesado de la viga	1	949.5	949.54

Total:	949.5	kg

Losa

Losa

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Hormigón de la losa	1	81.000	81.00

Total:	81.000	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Armadura inferior longitudinal	1	4298.5	4298.45
Armadura superior longitudinal	1	2975.1	2975.10
Armadura inferior transversal	1	1322.0	1322.04
Armadura superior transversal	1	973.5	973.48
Armadura de zuncho	1	0.0	0.00
Armadura de cortante	1	95.7	95.71
Armadura de borde	1	0.0	0.00

Total:	9664.8	kg

PREDISSENY APARELL DE RECOLZAMENT DEL TAULER
V-F.2. PONT SOBRE EL TORRENT DE MAGRANS EIX F

1. PROPOSTA DE NEOPRÈ

El neopreno en sí se plantea como un rectángulo de dimensiones:

$a := 250\ mm$ $b := 400\ mm$

Con una altura total

$h_{elastómero\_total} := 53\ mm$ $n_{capas} := 6$ $h_{1.elastómero} := \frac{h_{elastómero\_total}}{n_{capas}} = 8.833\ mm$

$h_{apoyo\_total} := 74\ mm$ $n_{chapas} := n_{capas} - 1 = 5$

$G_{neo} := 0.9\ MPa$ $G_{neo\_rapido} := 2 \cdot G_{neo} = 1.8\ MPa$

Número de recolzaments per alineació: $n_{rec} := 5$

Número de alineacions: $n_{ali} := 2$

2. REACCIONS I GIRS

De l'informe de càlcul del tauler s'extreu:

26 Reacciones por apoyo. Valores de combinación

Reacciones en vigas en el eje 1 y en el eje 2

Instante	Descripción
I1	Tras la transferencia del pretesado
I2	Tras la ejecución de las riostras
I3	Tras el hormigonado de la losa
I4	Tras la disposición de la superestructura
I5	Tras la apertura al tráfico
I6	A tiempo infinito

Situación persistente. Combinación fundamental:

Reacción vertical (kN)						
Valores máximos						
Eje	Viga	I1	I2	I3	I4	I5
1	1	223.1	492.2	748.5	1155.9	1155.9
1	2	223.1	499.3	661.9	1359.4	1359.4
1	3	223.1	499.3	665.5	1387.2	1387.2
1	4	223.1	499.3	661.9	1359.4	1359.4
1	5	223.1	492.2	748.5	1155.9	1155.9
2	1	223.1	492.2	748.5	1155.9	1155.9
2	2	223.1	499.3	661.9	1359.4	1359.4
2	3	223.1	499.3	665.5	1387.2	1387.2
2	4	223.1	499.3	661.9	1359.4	1359.4
2	5	223.1	492.2	748.5	1155.9	1155.9

$R_{max} := 1387.2\ \mathbf{kN}$

$R_{min} := 661.9\ \mathbf{kN}$

Viga	Apoyo	Tras la transferencia del pretesado		Tras el hormigonado de la losa		Tras la disposición de la superestructura		Tras la apertura al tráfico	
		$\theta_{máx}$ (rad)	$\theta_{mín}$ (rad)	$\theta_{máx}$ (rad)	$\theta_{mín}$ (rad)	$\theta_{máx}$ (rad)	$\theta_{mín}$ (rad)	$\theta_{máx}$ (rad)	$\theta_{mín}$ (rad)
1	1	0.006533	0.007518	0.002572	0.003558	0.001376	0.002239	0.002339	-0.000606
1	2	-0.007519	-0.006533	-0.003558	-0.002572	-0.002239	-0.001376	0.000606	-0.002339
2	1	0.006533	0.007518	0.002478	0.003464	0.001607	0.002403	0.002549	-0.000783
2	2	-0.007519	-0.006533	-0.003464	-0.002479	-0.002403	-0.001607	0.000783	-0.002549
3	1	0.006533	0.007518	0.002478	0.003464	0.001717	0.002486	0.002659	-0.000685
3	2	-0.007519	-0.006533	-0.003464	-0.002479	-0.002487	-0.001718	0.000685	-0.002659

4	1	0.006533	0.007518	0.002478	0.003464	0.001607	0.002403	0.002549	-0.000783
4	2	-0.007519	-0.006533	-0.003464	-0.002479	-0.002403	-0.001607	0.000783	-0.002549
5	1	0.006533	0.007518	0.002572	0.003558	0.001376	0.002239	0.002339	-0.000606
5	2	-0.007519	-0.006533	-0.003558	-0.002572	-0.002239	-0.001376	0.000606	-0.002339

Viga	Apoyo	A tiempo infinito	
		$\theta_{máx}$ (rad)	$\theta_{mín}$ (rad)
1	1	0.003895	0.001951
1	2	-0.001951	-0.003895
2	1	0.004306	0.001909
2	2	-0.001909	-0.004306
3	1	0.004519	0.002083
3	2	-0.002084	-0.004520
4	1	0.004306	0.001909
4	2	-0.001909	-0.004306
5	1	0.003895	0.001951
5	2	-0.001951	-0.003895

$\theta_{max} := 0.007519\ \mathbf{rad}$

3. ANÀLISI DE RIGIDESA HORITZONTAL DEL PONT

$$K_{1.apoyo} := \frac{a \cdot b \cdot G_{neo}}{h_{elastómero\_total}} = 1698.113 \ \frac{1}{m} \cdot kN$$

$$K_{estribo} := 10^{90} \cdot \frac{1}{m} \cdot kN \qquad K_{conjunto\_estribo} := \frac{1}{\frac{1}{K_{estribo}} + \frac{1}{K_{1.apoyo} \cdot n_{rec}}} = \left(8.491 \cdot 10^{3}\right) \frac{1}{m} \cdot kN$$

$$K_{longitudinal\_puente} := 2 \cdot K_{conjunto\_estribo} = \left(1.698 \cdot 10^{4}\right) \frac{1}{m} \cdot kN$$

4. ANÀLISI D'ESFORÇOS HORIZONTALS

Ample del tauler: $B := 12 \ m$
Longitud total del tauler: $L := 27 \ m$
Cantell del tauler: $H := 1.45 \ m$
Número de carrils virtuals: $n_{cv} := 2$
Esviatge del tauler: $\varphi := 0 \cdot grad = 0 \ °$

$$grad := \frac{90 \ °}{100} = 0.016$$

Força de frenada i arrancada:

$$Q_{lk\_1} := \max\left(180 \ kN, \min\left(1.2 \cdot 300 \ kN + 0.1 \cdot 3 \ m \cdot \frac{9 \ kN}{m^2} \cdot L, 900 \ kN\right)\right) = 432.9 \ kN$$

$$Q_{lk\_2} := \max\left(180 \ kN, \min\left(1.2 \cdot 200 \ kN + 0.1 \cdot 3 \ m \cdot \frac{2.5 \ kN}{m^2} \cdot L, 900 \ kN\right)\right) = 260.25 \ kN$$

$$F_{fren} := Q_{lk\_1} + Q_{lk\_2} = 693.15 \ kN$$

Força horitzontal induïda pel vent:

$c_{dir} := 1.0$
$c_{season} := 1.0$

Període de retorno $T := 100 \ yr$

$$c_{prob} := \sqrt{\left(\frac{1 - 0.2 \cdot \ln\left(-\ln\left(1 - \frac{1 \ yr}{T}\right)\right)}{1 - 0.2 \cdot \ln\left(-\ln(0.98)\right)}\right)} = 1.038$$

$v_{b.0} := 29 \ \frac{m}{s}$

$v_b := v_{b.0} \cdot c_{dir} \cdot c_{season} \cdot c_{prob} = 30.116 \ \frac{m}{s}$

$\rho := 1.25 \cdot \frac{kg}{m^3}$

$c_e := 1.288$

$t_{pavi} := 10 \ cm$

El canto del tablero efectivo a viento es $h_{vt} := H + t_{pavi} + 2\ m = 3.55\ m$

$A_{ref\_Y} := h_{vt} = 3.55\ m$

El coeficiente de fuerza

$B_{tablero\_viento} := B = 12\ m$

$$c_{f.Y} := \max\left(\min\left(2.5 - 0.3 \cdot \frac{B_{tablero\_viento}}{A_{ref\_Y}}, 2.4\right), 1.3\right) = 1.486$$

Fuerza total de viento sobre tablero

$$F_{w.Y\_total} := \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^{\ 2} \cdot c_e \cdot c_{f.Y} \cdot A_{ref\_Y} \cdot L = 103.985\ kN$$

Fuerza de viento transversal en cada apoyo:

$$F_{w\_Y\_apoyo} := \frac{K_{1.apoyo}}{K_{longitudinal\_puente}} \cdot F_{w.Y\_total} = 10.399\ kN$$

Fuerza de viento longitudinal en cada apoyo:

$$F_{w\_X\_apoyo} := F_{w\_Y\_apoyo} \cdot 0.25 = 2.6\ kN$$

Fuerza de frenado longitudinal en cada apoyo:

$$F_{fr\_X\_apoyo} := \frac{K_{1.apoyo}}{K_{longitudinal\_puente}} \cdot F_{fren} = 69.315\ kN$$

5. ANÀLISI D'EFECTES TERMOHIGROMÈTRICS

$$\varepsilon_{termohigrometric\_total} := 1\ \frac{mm}{m}$$

$$\Delta_{total} := \frac{L}{2} \cdot \varepsilon_{termohigrometric\_total} = 13.5\ mm$$

$$F_{termohigrometrica\_total} := K_{longitudinal\_puente} \cdot \Delta_{total} = 229.245\ kN$$

$$F_{termohigrometrica\_X\_apoyo} := \frac{K_{1.apoyo}}{K_{longitudinal\_puente}} \cdot F_{termohigrometrica\_total} = 22.925\ kN$$

6. VERIFICACIÓ DEL NEOPRÈ

Verificación de aparato de apoyo según norma EN 1337-3:2005

Coeficiente de mayoración de acciones $\gamma_A := 1.35$

Parámetros de cálculo

$h_{elastómero\_total} = 53\ mm$ $a = 0.25\ m$ $b = 0.4\ m$

$a' := a - 2\ cm = 0.23\ m$ $b' := b - 2\ cm = 0.38\ m$

$A_1 := a' \cdot b' = 874\ cm^2$ $G_{neo} = 0.9\ MPa$ $G_{neo\_rapido} = 1.8\ MPa$

$$S := \frac{a' \cdot b'}{2 \cdot (a' + b') \cdot h_{1.elastómero}} = 8.11$$

$$A_{reducida} := a' \cdot b' \cdot \left(1 - \frac{\Delta_{total} \cdot \gamma_A}{a'}\right) = 804.745\ cm^2$$

Deformación máxima de compresión

$N_{ed} := R_{max} = \left(1.387 \cdot 10^3\right)\ kN$

$$\varepsilon_{c.d} := \frac{N_{ed}}{G_{neo} \cdot A_{reducida} \cdot S} = 2.362$$

Deformación máxima en cizalla

$$H_{ed} := \gamma_A \cdot \sqrt{F_{w\_Y\_apoyo}^{\ 2} + \left(F_{fr\_X\_apoyo} + F_{w\_X\_apoyo}\right)^2} = 98.094\ kN$$

$$v_{xy.d} := \frac{H_{ed} \cdot h_{elastómero\_total}}{a \cdot b \cdot G_{neo\_rapido}} + \Delta_{total} \cdot \gamma_A = 47.108\ mm$$

$$\varepsilon_{q.d} := \frac{v_{xy.d}}{h_{elastómero\_total}} = 0.889 \quad < 1 \quad \text{if}\left(\varepsilon_{q.d} \leq 1, \text{“válido”}, \text{“NO válido”}\right) = \text{“válido”}$$

Deformación máxima en cizalla debida a rotación angular

$\theta_{max\_cargas} := \theta_{max} \cdot \gamma_A$

$$\varepsilon_{\alpha.d} := \frac{a'^2 \cdot \theta_{max\_cargas} \cdot h_{1.elastómero}}{2 \cdot h_{1.elastómero}^{\ 3} \cdot n_{capas}} = 0.573$$

Deformación máxima de diseño

$\varepsilon_{t.d} := \varepsilon_{c.d} + \varepsilon_{q.d} + \varepsilon_{\alpha.d} = 3.824 \quad < 7 \quad \text{if}\left(\varepsilon_{t.d} \le 7, \text{“válido”}, \text{“NO válido”}\right) = \text{“válido”}$

Flecha vertical

$$v_{c.d} := \frac{N_{ed} \cdot h_{elastómero\_total}}{A_{reducida}} \cdot \left(\frac{1}{5 \cdot G_{neo} \cdot S^2} + \frac{1}{2000\ \text{MPa}}\right) = 3.543\ \text{mm}$$

Límite de rotación

$$v_{c.d} - \frac{\left(a' \cdot \theta_{max\_cargas}\right)}{3} = 0.003\ \text{m} \quad \text{if}\left(v_{c.d} - \frac{\left(a' \cdot \theta_{max\_cargas}\right)}{3} \ge 0, \text{“válido”}, \text{“NO válido”}\right) = \text{“válido”}$$

Estabilidad a torsión

$$\frac{N_{ed}}{A_{reducida}} = 17.238\ \text{MPa} \qquad \frac{2 \cdot a' \cdot G_{neo} \cdot S}{3 \cdot h_{1.elastómero}} = 126.701\ \text{MPa}$$

$$\text{if}\left(\frac{N_{ed}}{A_{reducida}} \le \frac{2 \cdot a' \cdot G_{neo} \cdot S}{3 \cdot h_{1.elastómero}}, \text{“válido”}, \text{“NO válido”}\right) = \text{“válido”}$$

Condición de no deslizamiento

$$\frac{R_{min}}{A_{reducida}} = 8.225\ \text{MPa}$$

$$\text{if}\left(\frac{R_{min}}{A_{reducida}} \ge 3\ \text{MPa}, \text{“válido”}, \text{“NO válido”}\right) = \text{“válido”}$$

$K_f := 0.2$ [0.2 para morteros lecho de resina , 0.6 para hormigón]

$$\mu_e := 0.1 + \frac{1.5\ \text{MPa} \cdot K_f}{\frac{R_{min}}{A_{reducida}}} = 0.136$$

$H_{ed} = 98.094\ \text{kN} \qquad \mu_e \cdot R_{min} = 90.332\ \text{kN}$

$\text{if}\left(H_{ed} \le \mu_e \cdot R_{min}, \text{“no es necesario anclar”}, \text{“ES NECESARIO ANCLAR”}\right) = \text{“ES NECESARIO ANCLAR”}$

7. CATÀL·LEG DE NEOPRENS

Sense pèrdua de generalitat s'escull el catàleg del fabricant Mecanogumba

CUADRO DE CARACTERÍSTICAS

mecanoGumba

APOYOS ARMADOS STANDARD Y ANCLADOS

				mínima $\sigma \geq 5$ N/mm^2			mínima $\sigma < 5$ N/mm^2									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Formato Dimensiones en planta a · b D	Carga Admisible	Módulo E	Nº de capas	Desplaza-miento admisible Tipo 1	Altura total del apoyo Tipo 1	Altura total de elastómero Tipo 1 T	Desplaza-miento admisible Tipos 2 a 5	Altura total del apoyo Tipo 2	Altura total del apoyo Tipo 4	Altura total del apoyo Tipo 5	Altura total de elastómero Tipos 2 a 5 T	Pernos para Tipos 2 y 4 ver 1.2.2	Angulos de giro			
													n · α	n · α	n · α	Ø n · α
mm	kN	N/mm²		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm		arc.	arc.	arc.	arc.
100 x 150	225	235	1	7,0	14	10	--	--	--	--	--	1	0,004	0,003	0,005	
			2	10,5	21	15	7,0	42	72	26	10		0,008	0,006	0,010	
			3	14,0	28	20	10,5	49	79	33	15		0,012	0,009	0,015	
			4	16,3	35	25	14,0	56	86	40	20		0,016	0,012	0,020	
			5	18,0	42	30	16,3	63	93	47	25		0,020	0,015	0,025	
			6	--	--	--	18,0	70	100	54	30		0,024	0,018	0,030	
150 x 200	450	480	1	7,0	14	10	--	--	--	--	--	1	0,003	0,003	0,004	
			2	10,5	21	15	7,0	42	72	26	10		0,006	0,006	0,008	
			3	14,0	28	20	10,5	49	79	33	15		0,009	0,009	0,013	
			4	17,5	35	25	14,0	56	86	40	20		0,012	0,012	0,017	
			5	21,0	42	30	17,5	63	93	47	25		0,015	0,015	0,021	
			6	23,3	49	35	21,0	70	100	54	30		0,018	0,018	0,025	
			7	25,3	56	40	23,3	77	107	61	35		0,021	0,021	0,029	
			8	27,0	63	45	25,3	84	114	68	40		0,024	0,024	0,033	
			9	--	--	--	27,0	91	121	75	45		0,027	0,027	0,037	
Ø 200	471	236	1	9,1	19	13	--	--	--	--	--	1	0,003	0,003	0,004	0,004
200 x 250	750	315	2	14,7	30	21	11,2	49	79	33	16	1	0,006	0,005	0,008	0,008
200 x 300	900	355	3	20,3	41	29	16,8	60	90	44	24	1	0,009	0,008	0,012	0,012
			4	25,9	52	37	22,4	71	101	55	32		0,012	0,010	0,016	0,016
			5	30,4	63	45	28,0	82	112	66	40		0,015	0,013	0,020	0,020
			6	33,7	74	53	31,7	93	123	77	48		0,018	0,015	0,024	0,024
			7	36,3	85	61	34,7	104	134	88	56		0,021	0,018	0,028	0,028
200 x 400	1200	430	1	9,1	19	13	--	--	--	--	--	2	0,003	0,001	0,003	
			2	14,7	30	21	11,2	49	79	33	16		0,006	0,002	0,006	
			3	20,3	41	29	16,8	60	90	44	24		0,009	0,003	0,009	
			4	25,9	52	37	22,4	71	101	55	32		0,012	0,005	0,012	
			5	30,4	63	45	28,0	82	112	66	40		0,015	0,006	0,015	
			6	33,7	74	53	31,7	93	123	77	48		0,018	0,008	0,018	
			7	36,3	85	61	34,7	104	134	88	56		0,021	0,009	0,021	
Ø 250	735	366	1	9,1	19	13	--	--	--	--	--	1	0,003	0,001	0,003	0,004
250 x 400	1500	610	2	14,7	30	21	11,2	49	79	33	16	2	0,005	0,002	0,005	0,008
			3	20,3	41	29	16,8	60	90	44	24		0,008	0,004	0,008	0,012
			4	25,9	52	37	22,4	71	101	55	32		0,010	0,005	0,010	0,016
			5	31,5	63	45	28,0	82	112	66	40		0,013	0,006	0,013	0,020
			6	36,5	74	53	33,6	93	123	77	48		0,015	0,007	0,016	0,024
			7	40,0	85	61	37,9	104	134	88	56		0,018	0,009	0,018	0,028
			8	43,1	96	69	41,2	115	141	99	64		0,020	0,010	0,021	0,032
			9	--	--	--	44,1	126	156	110	72		0,023	0,011	0,023	0,036

Datos según fabricante para el siguiente apoyo: $a = 250$ mm $b = 400$ mm $n_{capas} = 6$

$h_{elastómero\_total} = 53$ mm $h_{apoyo\_total} = 74$ mm

$carga_{admisible} := 1500$ kN $\frac{N_{ed}}{\gamma_A} = 1027.556$ kN

$desplazamiento_{max} := 36.5$ mm $\frac{V_{xy.d}}{\gamma_A} = 34.895$ mm

$giro_{admisible} := 0.015$ rad $\frac{\theta_{max\_cargas}}{\gamma_A} = 0.008$ rad

$$\text{if}\left(\text{carga}_{\text{admisible}} \geq \frac{N_{ed}}{\gamma_A}, \text{“válido”}, \text{“NO válido”}\right) = \text{“válido”}$$

$$\text{if}\left(\text{desplazamiento}_{\text{max}} \geq \frac{v_{xy.d}}{\gamma_A}, \text{“válido”}, \text{“NO válido”}\right) = \text{“válido”}$$

$$\text{if}\left(\text{giro}_{\text{admisible}} \geq \frac{\theta_{\text{max\_cargas}}}{\gamma_A}, \text{“válido”}, \text{“NO válido”}\right) = \text{“válido”}$$

Programa: CivilEstudio

Versión: 34 - 6
Barcelona, 2018

CivilEstudio, software propiedad de CivilCAD Consultores, S.L.
Autores: L.M.Callís, J.M.Roig, I.Callís, P.Reinés
Licencia de uso concedida a: Most Enginyers, S.L.
Número de usuario: 12202

Proyecto:

Nombre del proyecto: *PRECÀLCUL DE LES ESTRUCTURES DEL PROJECTE D'OBRES BÀSIQUES D'URBANITZACIÓ DEL PLA DIRECTOR URBANÍSTIC DEL CENTRE DIRECCIONAL DE CERDANYOLA DEL VALLÈS*
Nombre de la estructura: *5 V.F.1 Pont sobre el torrent de Magrans a l'eix F*
Nombre del elemento estructural: *Estrep flotant*
Tipo de estructura: *Cargadero cimentado mediante pilotes*
Funcionalidad de la estructura: *Estructura de Carretera*
Clase de estructura: *Cargadero sin encepado*
Vida útil: *100 años*

Normativas:

Ámbito: *Normas españolas*

Unidades:

Sistema *S.I.*

Despiece:

Sistema Métrico Europeo

Módulo del programa:

Módulo Estribo flotante
Nombre del archivo de proyecto: *vf1_v1.efl*
Ruta de acceso: *p:\parc de l'alba\estructures\5. v-f.1\civilcad*

Informe:

Tipo de informe: *Memoria de cálculo*
Informe generado el día 20-12-2020 a las 17:48:44.

Incidencias :

Incidencia nº 1 :
Tarea :
Generación del modelo de cálculo
Causa :

Incidencia nº 2 :
Tarea :
Cálculo: fisuración
Causa :
La armadura necesaria es superior a la armadura máxima del despiece (diámetro máximo y separación mínima).

Incidencia nº 3 :
Tarea :
Generación del despiece
Causa :
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara inferior. Posición del despiece incorrecta.
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara superior. Posición del despiece incorrecta.
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara interior. Posición del despiece incorrecta.
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara exterior. Posición del despiece incorrecta.

Índice

1 RESUMEN DE VERIFICACIONES

2 DEFINICIóN DEL PROYECTO

2.1 Normativas
2.2 Geometría
2.2.1 Planta
2.2.2 Sección
2.2.3 Cargadero
2.2.4 Espaldón
2.2.5 Apoyos
2.2.6 Aleta 1
2.2.7 Aleta 2
2.2.8 Pilotes
2.3 Terreno
2.4 Materiales
2.4.1 Hormigón Alzado. Espaldón
2.4.2 Hormigón Alzado. Cargadero
2.4.3 Hormigón Alzado. Aletas
2.4.4 Hormigón Pilotes
2.4.5 Hormigón Capa de nivelación
2.4.6 Armadura pasiva Alzado. Espaldón
2.4.7 Armadura pasiva Alzado. Cargadero
2.4.8 Armadura pasiva Alzado. Aletas
2.4.9 Armadura pasiva Pilotes
2.5 Fisuración
2.6 Acciones
2.6.1 Acciones permanentes en el estribo
2.6.2 Acciones variables en el estribo
2.6.3 Acciones permanentes en el tablero
2.6.4 Acciones variables en el tablero
2.7 Seguridad
2.8 Armadura
2.8.1 Recubrimientos geométricos
2.9 Configuración del cálculo

3 MODELO

4 ESFUERZOS CARACTERíSTICOS

4.1 Peso propio. Estribo
4.1.1 Pilotes
4.1.2 Cargadero
4.1.3 Espaldón
4.1.4 Aleta 1
4.1.5 Aleta 2
4.2 Terreno. Tierras. Empuje en trasdós
4.2.1 Pilotes
4.2.2 Cargadero
4.2.3 Espaldón
4.2.4 Aleta 1

4.2.5 Aleta 2
4.3 Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje
4.3.1 Pilotes
4.3.2 Cargadero
4.3.3 Espaldón
4.3.4 Aleta 1
4.3.5 Aleta 2
4.4 Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical
4.4.1 Pilotes
4.4.2 Cargadero
4.4.3 Espaldón
4.4.4 Aleta 1
4.4.5 Aleta 2
4.5 Peso propio. Tablero
4.5.1 Pilotes
4.5.2 Cargadero
4.5.3 Espaldón
4.5.4 Aleta 1
4.5.5 Aleta 2
4.6 Superestructura del tablero
4.6.1 Pilotes
4.6.2 Cargadero
4.6.3 Espaldón
4.6.4 Aleta 1
4.6.5 Aleta 2
4.7 Reología. Retracción
4.7.1 Pilotes
4.7.2 Cargadero
4.7.3 Espaldón
4.7.4 Aleta 1
4.7.5 Aleta 2
4.8 Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1
4.8.1 Pilotes
4.8.2 Cargadero
4.8.3 Espaldón
4.8.4 Aleta 1
4.8.5 Aleta 2
4.9 Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2
4.9.1 Pilotes
4.9.2 Cargadero
4.9.3 Espaldón
4.9.4 Aleta 1
4.9.5 Aleta 2
4.10 Viento. Con sobrecarga de uso
4.10.1 Pilotes
4.10.2 Cargadero
4.10.3 Espaldón
4.10.4 Aleta 1
4.10.5 Aleta 2

5 ESTADO LíMITE DE HUNDIMIENTO

5.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio
5.2 Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio
5.3 Resumen de verificaciones

6 ESTADO LíMITE DE ASIENTOS

6.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio
6.2 Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio
6.3 Resumen de verificaciones

7 ESTADO LíMITE DE ARRANQUE DE LOS PILOTES

7.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio
7.2 Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio
7.3 Resumen de verificaciones

8 ESTADO LíMITE DE FLEXIóN

8.1 Pilotes
8.1.1 Esfuerzos de cálculo
8.1.2 Armaduras
8.2 Espaldón
8.2.1 Esfuerzos de cálculo
8.2.2 Armaduras
8.3 Cargadero
8.3.1 Esfuerzos de cálculo
8.3.2 Armaduras
8.4 Aleta 1
8.4.1 Esfuerzos de cálculo
8.4.2 Armaduras
8.5 Aleta2
8.5.1 Esfuerzos de cálculo
8.5.2 Armaduras
8.6 Resumen de verificaciones

9 ESTADO LíMITE DE TORSIóN

9.1 Cargadero
9.1.1 Esfuerzos de cálculo
9.1.2 Dimensionamiento de armaduras
9.2 Resumen de verificaciones

10 ESTADO LíMITE DE FISURACIóN

10.1 Pilotes
10.1.1 Esfuerzos de cálculo
10.1.2 Cálculo de E.L. de fisuración
10.2 Espaldón
10.2.1 Esfuerzos de cálculo
10.2.2 Cálculo de E.L. de fisuración
10.3 Cargadero
10.3.1 Esfuerzos de cálculo
10.3.2 Cálculo de E.L. de fisuración
10.3.2.1 Resultados del cálculo por secciones
10.3.2.2 Resultados del cálculo en la sección más desfavorable
10.4 Aleta 1
10.4.1 Esfuerzos de cálculo
10.4.2 Cálculo de E.L. de fisuración
10.5 Aleta2
10.5.1 Esfuerzos de cálculo
10.5.2 Cálculo de E.L. de fisuración

10.6 Resumen de verificaciones

11 ESTADO LíMITE DE CORTANTE

11.1 Pilotes
11.1.1 Esfuerzos de cálculo
11.1.2 Armaduras de cortante
11.2 Espaldón
11.2.1 Esfuerzos de cálculo
11.2.2 Armaduras de cortante
11.3 Cargadero
11.3.1 Esfuerzos de cálculo
11.3.2 Armaduras de cortante
11.4 Aleta 1
11.4.1 Esfuerzos de cálculo
11.4.2 Armaduras de cortante
11.5 Aleta2
11.5.1 Esfuerzos de cálculo
11.5.2 Armaduras de cortante
11.6 Resumen de verificaciones

12 ESTADO LíMITE DE DEFORMACIONES

12.1 Pilotes
12.2 Muro espaldón
12.2.1 Deformaciones
12.2.2 Cálculo de E.L. de deformaciones
12.2.2.1 Desplazamientos. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio
12.2.2.2 Desplazamientos. Situación persistente. Combinación frecuente. Estructura en servicio
12.2.2.3 Desplazamientos. Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio
12.3 Aleta 1
12.4 Aleta2
12.5 Resumen de verificaciones

13 ESTADO LíMITE DE DESPIECE

13.1 Resumen de verificaciones

1 RESUMEN DE VERIFICACIONES

Nombre del proyecto: *PRECÀLCUL DE LES ESTRUCTURES DEL PROJECTE D'OBRES BÀSIQUES D'URBANITZACIÓ DEL PLA DIRECTOR URBANÍSTIC DEL CENTRE DIRECCIONAL DE CERDANYOLA DEL VALLÈS*
Nombre de la estructura: *5 V.F.1 Pont sobre el torrent de Magrans a l'eix F*
Nombre del elemento estructural: *Estrep flotant*
Tipo de estructura: *Cargadero cimentado mediante pilotes*
Funcionalidad de la estructura: *Estructura de Carretera*
Clase de estructura: *Cargadero sin encepado*
Vida útil: *100 años*

Estribo flotante		
Estado límite geotécnico último de hundimiento de los pilotes		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite geotécnico último de arranque de los pilotes		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite geotécnico de servicio de asientos		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por flexión		
Situación persistente	Envolvente global	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por torsión		
Situación persistente	Envolvente global	Cumple
Estado límite estructural de servicio de fisuración		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	No cumple
Estado límite estructural último de rotura por cortante		
Situación persistente	Envolvente global	Cumple
Estado límite estructural de servicio de deformaciones		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Obtención del despiece de la armadura		
Generación del armado	.	No cumple

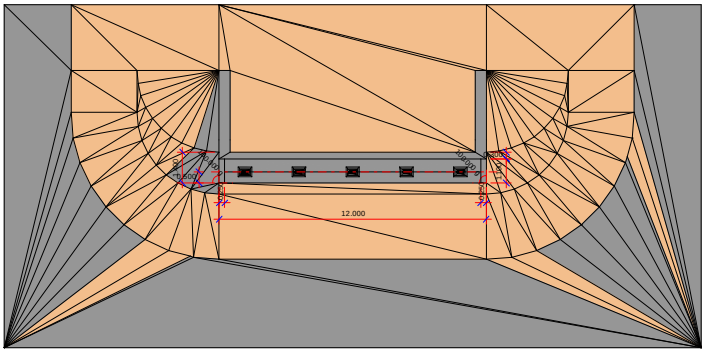
2 DEFINICIóN DEL PROYECTO

2.1 Normativas

IAP. Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera. V. 2011
Guía. Guía de cimentaciones. V. 2009
EHE. Instrucción Española del Hormigón Estructural. V. 2008

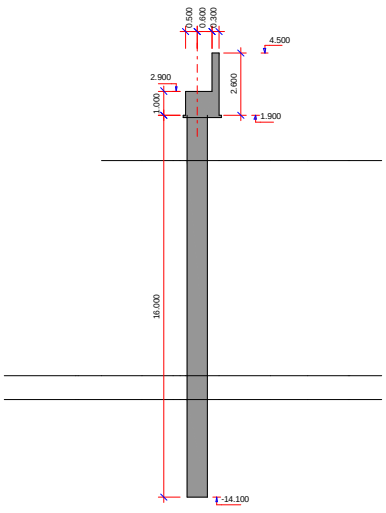
2.2 Geometría

2.2.1 Planta



2.2.2 Sección

Sección del muro frontal

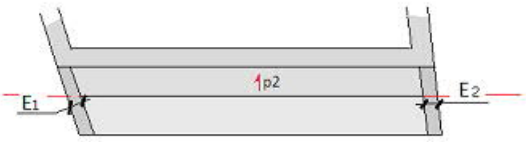


Canto del encepado	:	0.000 m
Cota de la cara superior del encepado	:	1.900 m

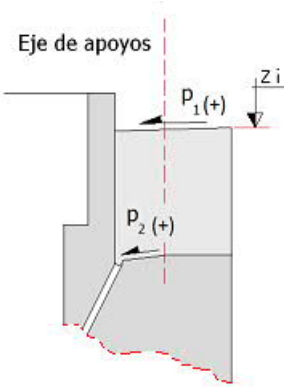
Espesor de la capa de nivelación : 0.100 m

2.2.3 Cargadero

Alzado



Planta

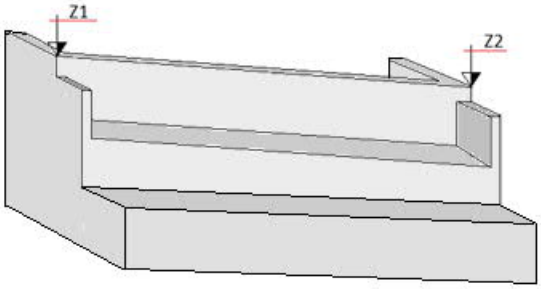


Z_1 : 4.200 m
Z_2 : 2.900 m
Z_3 : 2.900 m
Z_4 : 4.200 m

E_1 : 0.250 m
E_2 : 0.250 m

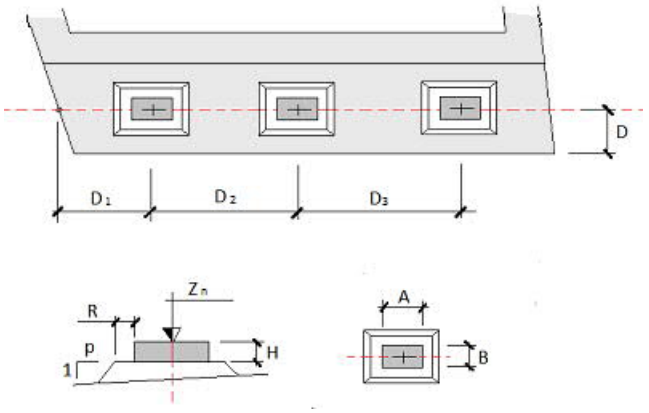
p_1 : 0.0 %
p_2 : 1.0 %

2.2.4 Espaldón



Z_1 : 4.500 m
Z_2 : 4.500 m

2.2.5 Apoyos

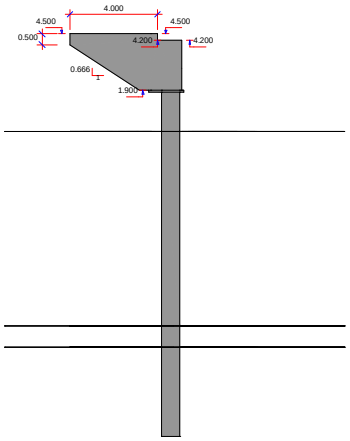


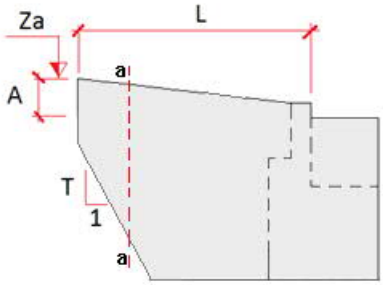
D : 0.500 m
R : 0.050 m
P : 1.0

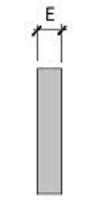
Apoyo	D_i (m)	H (m)	Z_n (m)	A (m)	B (m)
1	1.150	0.074	3.050	0.400	0.250
2	2.425	0.074	3.050	0.400	0.250
3	2.425	0.074	3.050	0.400	0.250
4	2.425	0.074	3.050	0.400	0.250
5	2.425	0.074	3.050	0.400	0.250

2.2.6 Aleta 1

Alzado aleta 1





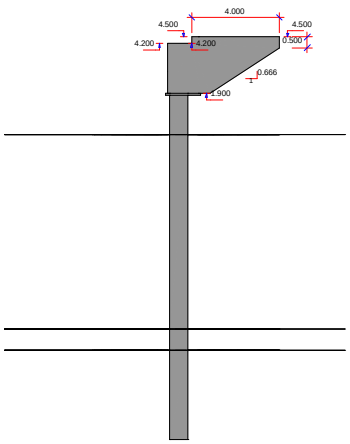


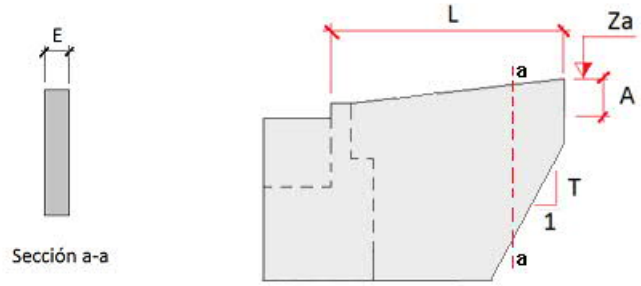
Sección a-a

E : 0.500 m

2.2.7 Aleta 2

Alzado aleta 2





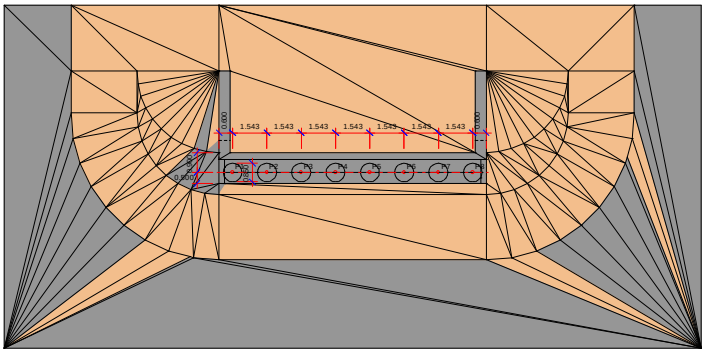
E : 0.500 m

2.2.8 Pilotes

Geometría del pilote :

Longitud	:	16.000 m
Diámetro	:	0.850 m

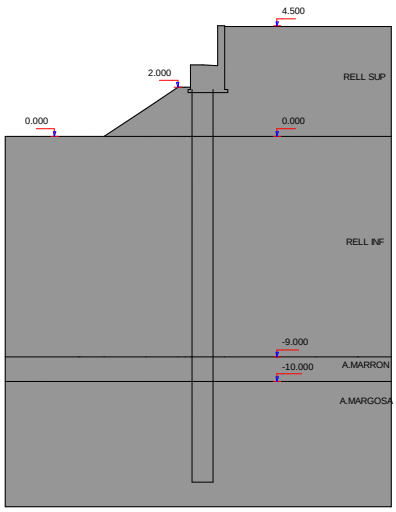
Planta de los pilotes



2.3 Terreno

Definición de las cotas del terreno

Terreno



Cota por debajo de la que se consideran los muelles para la modelización del terreno: 0.000 m

Definición de parámetros geotécnicos de las capas del terreno

Capa	Nombre	Tipo	Cota inferior (m)	Densidad natural (kN/m^3)
1	RELL SUP	Granular	0.000	18.0
2	RELL INF	Granular	-9.000	18.0
3	A.MARRON	Cohesivo	-10.000	20.0
4	A.MARGOSA	Cohesivo	-10000.000	21.0

Capa	Nombre	Tipo	Ángulo de rozamiento (º)	Cohesión (kN/m^2)	Resist. Hund. Fuste (kN/m^2)	Resist. Hund. Punta (kN/m^2)	Resistencia Arranque (kN/m^2)
1	RELL SUP	Granular	30.0	5.0	0.0	0.0	0.0
2	RELL INF	Granular	24.0	5.0	0.0	0.0	0.0
3	A.MARRON	Cohesivo	25.0	20.0	88.0	0.0	61.0
4	A.MARGOSA	Cohesivo	20.0	60.0	90.0	1830.0	63.0

Definición de los parámetros contacto hormigón-terreno

Capa	Nombre	Áng. roz. zapata-terreno (º)	Adherencia (kN/m^2)	Áng. roz. alzado-terreno (º)
1	RELL SUP	0.0	0.0	0.0
2	RELL INF	0.0	0.0	0.0
3	A.MARRON	0.0	0.0	0.0
4	A.MARGOSA	0.0	0.0	0.0

Coeficiente de balasto vertical : 100000 kN/m^3

2.4 Materiales

2.4.1 Hormigón Alzado. Espaldón

Denominación: HA-30

Resistencia característica a compresión, f_{ck}	:	30.0 MPa
Resistencia media a compresión, f_{cm}	:	38.0 MPa
Resistencia característica a tracción, $f_{ct,k}$	:	-2.0 MPa
Resistencia media a tracción, $f_{ct,m}$	:	-2.9 MPa

Módulo elástico secante, E_{cm}	:	28576.8	MPa
Módulo elástico inicial (tangente), E_c	:	33577.7	MPa
Coeficiente de Poisson, ν	:	0.20	
Peso específico, γ	:	25.0	kN/m^3
Coeficiente del tipo de cemento, s	:	0.25	
Coeficiente de la naturaleza del árido, α	:	1.0	
Coeficiente de dilatación térmica, α	:	0.00001000	$^oC^{-1}$

Diagrama rectangular:

Coeficiente profundidad del bloque de compresión, λ	:	0.80
Coeficiente intensidad del bloque de compresión, η	:	1.00

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_c	:	1.00
ELU, situación persistente, γ_c	:	1.50
ELU, situación accidental, γ_c	:	1.30

Factores de cansancio del hormigón:

Factor de cansancio a compresión, α_{cc}	:	1.00
Factor de cansancio a tracción, α_{ct}	:	1.00

Endurecimiento : Normal
Tipo de cemento para Alzado. Espaldón : CEM II/A-S (según RC-08).

2.4.2 Hormigón Alzado. Cargadero

Denominación: HA-30

Resistencia característica a compresión, f_{ck}	:	30.0	MPa
Resistencia media a compresión, f_{cm}	:	38.0	MPa
Resistencia característica a tracción, $f_{ct,k}$	:	-2.0	MPa
Resistencia media a tracción, $f_{ct,m}$	:	-2.9	MPa
Módulo elástico secante, E_{cm}	:	28576.8	MPa
Módulo elástico inicial (tangente), E_c	:	33577.7	MPa
Coeficiente de Poisson, ν	:	0.20	
Peso específico, γ	:	25.0	kN/m^3
Coeficiente del tipo de cemento, s	:	0.25	
Coeficiente de la naturaleza del árido, α	:	1.0	
Coeficiente de dilatación térmica, α	:	0.00001000	$^oC^{-1}$

Diagrama rectangular:

Coeficiente profundidad del bloque de compresión, λ	:	0.80
Coeficiente intensidad del bloque de compresión, η	:	1.00

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_c	:	1.00
ELU, situación persistente, γ_c	:	1.50
ELU, situación accidental, γ_c	:	1.30

Factores de cansancio del hormigón:

Factor de cansancio a compresión, α_{cc}	:	1.00
Factor de cansancio a tracción, α_{ct}	:	1.00

Endurecimiento : Normal
Tipo de cemento para Alzado. Cargadero : CEM II/A-S (según RC-08).

2.4.3 Hormigón Alzado. Aletas

Denominación: HA-30

Resistencia característica a compresión, f_{ck}	:	30.0	MPa
Resistencia media a compresión, f_{cm}	:	38.0	MPa
Resistencia característica a tracción, $f_{ct,k}$	:	-2.0	MPa
Resistencia media a tracción, $f_{ct,m}$	:	-2.9	MPa
Módulo elástico secante, E_{cm}	:	28576.8	MPa
Módulo elástico inicial (tangente), E_c	:	33577.7	MPa
Coeficiente de Poisson, ν	:	0.20	

Peso específico, γ	25.0	kN/m^3
Coeficiente del tipo de cemento, s	0.25	
Coeficiente de la naturaleza del árido, α	1.0	
Coeficiente de dilatación térmica, α	0.00001000	$^oC^{-1}$

Diagrama rectangular:

Coeficiente profundidad del bloque de compresión, λ	0.80	
Coeficiente intensidad del bloque de compresión, η	1.00	

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_c	1.00	
ELU, situación persistente, γ_c	1.50	
ELU, situación accidental, γ_c	1.30	

Factores de cansancio del hormigón:

Factor de cansancio a compresión, α_{cc}	1.00	
Factor de cansancio a tracción, α_{ct}	1.00	

Endurecimiento : Normal
Tipo de cemento para Alzado. Aletas : CEM II/A-S (según RC-08).

2.4.4 Hormigón Pilotes

Denominación: HA-30

Resistencia característica a compresión, f_{ck}	30.0	MPa
Resistencia media a compresión, f_{cm}	38.0	MPa
Resistencia característica a tracción, $f_{ct,k}$	-2.0	MPa
Resistencia media a tracción, $f_{ct,m}$	-2.9	MPa
Módulo elástico secante, E_{cm}	28576.8	MPa
Módulo elástico inicial (tangente), E_c	33577.7	MPa
Coeficiente de Poisson, ν	0.20	
Peso específico, γ	25.0	kN/m^3
Coeficiente del tipo de cemento, s	0.25	
Coeficiente de la naturaleza del árido, α	1.0	
Coeficiente de dilatación térmica, α	0.00001000	$^oC^{-1}$

Diagrama rectangular:

Coeficiente profundidad del bloque de compresión, λ	0.80	
Coeficiente intensidad del bloque de compresión, η	1.00	

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_c	1.00	
ELU, situación persistente, γ_c	1.50	
ELU, situación accidental, γ_c	1.30	

Factores de cansancio del hormigón:

Factor de cansancio a compresión, α_{cc}	1.00	
Factor de cansancio a tracción, α_{ct}	1.00	

Endurecimiento : Normal
Tipo de cemento para Pilotes : CEM II/A-S (según RC-08).

2.4.5 Hormigón Capa de nivelación

Denominación: HM-15

Resistencia característica a compresión, f_{ck}	15.0	MPa

Tipo de cemento para Capa de nivelación : CEM I (según RC-08).

2.4.6 Armadura pasiva Alzado. Espaldón

Denominación: AP500 S

Límite elástico característico, f_{yk}	500	MPa
Tensión unitaria de rotura , f_s	550	MPa

Módulo de deformación longitudinal del acero, E_S	:	200000	MPa
Deformación última en compresión, $\varepsilon_{max,1}$	:	0.01000	
Deformación última en tracción, $\varepsilon_{max,2}$	:	-0.01000	
Densidad del acero, γ	:	77.0	kN/m^3

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_S	:	1.00
ELU, situación persistente, γ_S	:	1.15
ELU, situación accidental, γ_S	:	1.00

2.4.7 Armadura pasiva Alzado. Cargadero

Denominación: AP500 S

Límite elástico característico, f_{yk}	:	500	MPa
Tensión unitaria de rotura , f_S	:	550	MPa
Módulo de deformación longitudinal del acero, E_S	:	200000	MPa
Deformación última en compresión, $\varepsilon_{max,1}$	:	0.01000	
Deformación última en tracción, $\varepsilon_{max,2}$	:	-0.01000	
Densidad del acero, γ	:	77.0	kN/m^3

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_S	:	1.00
ELU, situación persistente, γ_S	:	1.15
ELU, situación accidental, γ_S	:	1.00

2.4.8 Armadura pasiva Alzado. Aletas

Denominación: AP500 S

Límite elástico característico, f_{yk}	:	500	MPa
Tensión unitaria de rotura , f_S	:	550	MPa
Módulo de deformación longitudinal del acero, E_S	:	200000	MPa
Deformación última en compresión, $\varepsilon_{max,1}$	:	0.01000	
Deformación última en tracción, $\varepsilon_{max,2}$	:	-0.01000	
Densidad del acero, γ	:	77.0	kN/m^3

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_S	:	1.00
ELU, situación persistente, γ_S	:	1.15
ELU, situación accidental, γ_S	:	1.00

2.4.9 Armadura pasiva Pilotes

Denominación: AP500 S

Límite elástico característico, f_{yk}	:	500	MPa
Tensión unitaria de rotura , f_S	:	550	MPa
Módulo de deformación longitudinal del acero, E_S	:	200000	MPa
Deformación última en compresión, $\varepsilon_{max,1}$	:	0.01000	
Deformación última en tracción, $\varepsilon_{max,2}$	:	-0.01000	
Densidad del acero, γ	:	77.0	kN/m^3

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_S	:	1.00
ELU, situación persistente, γ_S	:	1.15
ELU, situación accidental, γ_S	:	1.00

2.5 Fisuración

Alzado. Espaldón

Clase de exposición: IIb

Anchura de fisura admisible : 0.30 mm

Alzado. Cargadero
Clase de exposición: IIb
Anchura de fisura admisible : 0.30 mm

Alzado. Aletas
Clase de exposición: IIb
Anchura de fisura admisible : 0.30 mm

Pilotes
Clase de exposición: IIa
Anchura de fisura admisible : 0.30 mm

2.6 Acciones

2.6.1 Acciones permanentes en el estribo

Terreno :

Se considera el empuje activo en el terreno del trasdós.

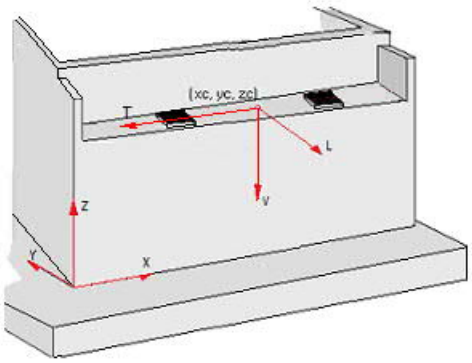
2.6.2 Acciones variables en el estribo

Sobrecarga en terraplén :

Sobrecarga en coronación de las tierras del trasdós : 10.00 kN/m^2

2.6.3 Acciones permanentes en el tablero

Definición de los ejes de las cargas del tablero :



	x (m)	y (m)	z (m)
Eje L	0.000	-1.000	0.000
Eje T	-1.000	0.000	0.000
Eje V	0.000	0.000	-1.000

Cargas :

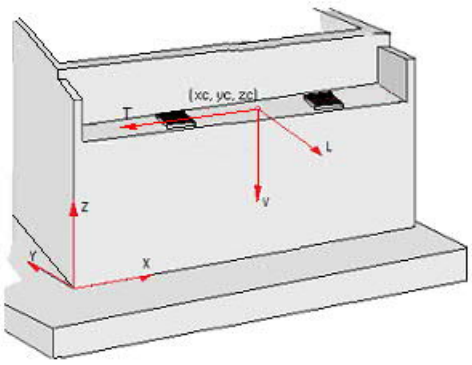
PP_Tab	:	Peso propio. Tablero
SE	:	Superestructura del tablero
RT	:	Reología. Retracción

Acción	Hip.	Apoyo	F_L (kN)	F_T (kN)	F_V (kN)	Tipo	+/-
PP_Tab	1	1	0.00	0.00	165.30	Excluyentes	No
	1	2	0.00	0.00	165.30		
	1	3	0.00	0.00	165.30		
	1	4	0.00	0.00	165.30		
	1	5	0.00	0.00	165.30		
	2	1	0.00	0.00	199.30		
	2	2	0.00	0.00	204.60		
	2	3	0.00	0.00	204.60		
	2	4	0.00	0.00	204.60		
	2	5	0.00	0.00	199.30		
SE	1	1	0.00	0.00	189.80	Excluyentes	No
	1	2	0.00	0.00	120.40		
	1	3	0.00	0.00	123.10		
	1	4	0.00	0.00	120.40		
	1	5	0.00	0.00	189.80		
RT	1	1	23.00	0.00	0.00	Excluyentes	No
	1	2	23.00	0.00	0.00		
	1	3	23.00	0.00	0.00		
	1	4	23.00	0.00	0.00		
	1	5	23.00	0.00	0.00		

+/- : indica si se consideran o no las acciones de signo contrario a las introducidas.

2.6.4 Acciones variables en el tablero

Definición de los ejes de las cargas del tablero :



	x (m)	y (m)	z (m)
Eje L	0.000	-1.000	0.000
Eje T	-1.000	0.000	0.000
Eje V	0.000	0.000	-1.000

Cargas :

VI_CS_L	:	Viento. Con sobrecarga de uso. Componente longitudinal
VI_CS_T	:	Viento. Con sobrecarga de uso. Componente transversal
VI_CS_V	:	Viento. Con sobrecarga de uso. Componente vertical
GR1	:	Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1
GR2	:	Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Acción	Hip.	Apoyo	F_L (kN)	F_T (kN)	F_V (kN)	Tipo	+/-
VI_CS_L	1	1	3.00	0.00	0.00	Excluyentes	Sí
	1	2	3.00	0.00	0.00		

	1	3	3.00	0.00	0.00		
	1	4	3.00	0.00	0.00		
	1	5	3.00	0.00	0.00		
VI_CS_T	1	1	0.00	11.00	0.00	Excluyentes	Sí
	1	2	0.00	11.00	0.00		
	1	3	0.00	11.00	0.00		
	1	4	0.00	11.00	0.00		
	1	5	0.00	11.00	0.00		
VI_CS_V	1	1	0.00	0.00	47.30	Excluyentes	Sí
	1	2	0.00	0.00	31.70		
	1	3	0.00	0.00	20.30		
	1	4	0.00	0.00	31.70		
	1	5	0.00	0.00	47.30		
GR1	1	1	0.00	0.00	270.30	Excluyentes	No
	1	2	0.00	0.00	495.60		
	1	3	0.00	0.00	521.10		
	1	4	0.00	0.00	495.60		
	1	5	0.00	0.00	270.30		
GR2	1	1	62.00	0.00	153.82	Excluyentes	No
	1	2	62.00	0.00	359.17		
	1	3	62.00	0.00	381.98		
	1	4	62.00	0.00	359.17		
	1	5	62.00	0.00	153.82		

+/- : indica si se consideran o no las acciones de signo contrario a las introducidas.

Combinaciones de viento :

$VI\_SS_1 = 1.0 \cdot VI\_SS\_L + 0.0 \cdot VI\_SS\_T + 0.0 \cdot VI\_SS\_V$
$VI\_SS_2 = 0.0 \cdot VI\_SS\_L + 1.0 \cdot VI\_SS\_T + 1.0 \cdot VI\_SS\_V$

$VI\_CS_1 = 1.0 \cdot VI\_CS\_L + 0.0 \cdot VI\_CS\_T + 0.0 \cdot VI\_CS\_V$
$VI\_CS_2 = 0.0 \cdot VI\_CS\_L + 1.0 \cdot VI\_CS\_T + 1.0 \cdot VI\_CS\_V$

2.7 Seguridad

ESTADOS LÍMITE ESTRUCTURALES						
	Estado límite de Servicio		Estado límite Último			
			Situación Persistente		Situación Accidental	
	Coeficiente favorable	Coeficiente desfavorable	Coeficiente favorable	Coeficiente desfavorable	Coeficiente favorable	Coeficiente desfavorable
Peso propio. Estribo	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Peso propio. Tablero	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Superestructura del tablero	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Descensos de apoyo.	0.00	1.00	0.00	1.20	0.00	1.00
Reología. Retracción	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Reología. Fluencia	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Pretensado	0.90	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00
Terreno. Tierras. Empuje en trasdós	1.00	1.00	1.00	1.50	1.00	1.00
Terreno. Tierras. Peso propio	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Terreno. Fricción negativa	0.00	1.00	0.00	1.20	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje	0.00	1.00	0.00	1.50	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. TS	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. UDL	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. Frenado/arranque	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. Fuerza centrífuga	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. Tráfico vertical en aceras	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Viento. Sin sobrecarga de uso.	0.00	1.00	0.00	1.50	0.00	1.00
Temperatura. Efecto global	0.00	1.00	0.00	1.50	0.00	1.00
Temperatura. Aumento uniforme de temperatura	0.00	1.00	0.00	1.50	0.00	1.00
Temperatura. Gradiente térmico	0.00	1.00	0.00	1.50	0.00	1.00
Sismo	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
Impacto. Vehículos de carretera. Contra las aletas	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00

ESTADOS LÍMITE GEOTÉCNICOS				
	Estado límite Último			
	Situación Persistente		Situación Accidental	
	Coeficiente favorable	Coeficiente desfavorable	Coeficiente favorable	Coeficiente desfavorable
Peso propio. Estribo	1.00	1.00	1.00	1.00
Peso propio. Tablero	1.00	1.00	1.00	1.00
Superestructura del tablero	1.00	1.00	1.00	1.00
Descensos de apoyo.	0.00	1.00	0.00	1.00
Reología. Retracción	1.00	1.00	1.00	1.00
Reología. Fluencia	1.00	1.00	1.00	1.00
Pretensado	1.00	1.00	1.00	1.00
Terreno. Tierras. Empuje en trasdós	1.00	1.00	1.00	1.00
Terreno. Tierras. Peso propio	1.00	1.00	1.00	1.00
Terreno. Fricción negativa	0.00	1.00	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje	0.00	1.00	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical	0.00	1.00	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1	0.00	1.00	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2	0.00	1.00	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. TS	0.00	1.00	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. UDL	0.00	1.00	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. Frenado/arranque	0.00	1.00	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. Fuerza centrífuga	0.00	1.00	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. Tráfico vertical en aceras	0.00	1.00	0.00	1.00
Viento. Sin sobrecarga de uso.	0.00	1.00	0.00	1.00
Temperatura. Efecto global	0.00	1.00	0.00	1.00
Temperatura. Aumento uniforme de temperatura	0.00	1.00	0.00	1.00
Temperatura. Gradiente térmico	0.00	1.00	0.00	1.00
Sismo	0.00	0.00	1.00	1.00
Impacto. Vehículos de carretera. Contra las aletas	0.00	0.00	1.00	1.00

Factores de seguridad. EL geotécnico de Hundimiento

Situación persistente. Combinación característica	:	2.600
Situación persistente. Combinación cuasi permanente	:	3.000
Situación accidental. Combinación sísmica	:	2.200
Situación accidental. Combinación de impacto	:	2.200

Factores de seguridad. EL geotécnico de Deslizamiento

Situación persistente. Combinación característica	:	1.300

Situación persistente. Combinación cuasi permanente	:	1.500
Situación accidental. Combinación sísmica	:	1.100
Situación accidental. Combinación de impacto	:	1.100

Factores de seguridad. EL geotécnico de Vuelco rígido

Situación persistente. Combinación característica	:	1.800
Situación persistente. Combinación cuasi permanente	:	2.000
Situación accidental. Combinación sísmica	:	1.500
Situación accidental. Combinación de impacto	:	1.500

Factores de seguridad. EL geotécnico de Estabilidad global

Situación persistente. Combinación característica	:	1.300
Situación persistente. Combinación cuasi permanente	:	1.500
Situación accidental. Combinación sísmica	:	1.100
Situación accidental. Combinación de impacto	:	1.100

Factores de seguridad. EL geotécnico de Pandeo en los pilotes

Situación persistente. Combinación característica	:	2.600
Situación persistente. Combinación cuasi permanente	:	3.000
Situación accidental. Combinación sísmica	:	2.200
Situación accidental. Combinación de impacto	:	2.200

Factores de seguridad. EL geotécnico de Resistencia horizontal

Situación persistente. Combinación característica	:	2.600
Situación persistente. Combinación cuasi permanente	:	3.000
Situación accidental. Combinación sísmica	:	2.200
Situación accidental. Combinación de impacto	:	2.200

Factores de seguridad. EL geotécnico de Arranque pilotes

Situación persistente. Combinación característica	:	2.600
Situación persistente. Combinación cuasi permanente	:	3.000
Situación accidental. Combinación sísmica	:	2.200
Situación accidental. Combinación de impacto	:	2.200

Coeficientes de combinación

	ψ0	ψ1	ψ2
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1	0.75	0.75	0.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. TS	0.75	0.75	0.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. UDL	0.40	0.40	0.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. Tráfico vertical en aceras	0.40	0.40	0.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2	0.00	0.00	0.00
Viento. Sin sobrecarga de uso. Componente longitudinal	0.60	0.20	0.00
Temperatura. Efecto global	0.60	0.60	0.50
Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje	1.00	1.00	1.00

Movimientos admisibles

Desplazamiento máximo horizontal en coronación	:	50	mm
Desplazamiento máximo vertical en coronación	:	50	mm
Desplazamiento máximo vertical en la zapata/encepado	:	25	mm

Combinaciones de acciones

Listado de acciones sobre el estribo

PP_Est: Peso propio. Estribo
PP_Tab: Peso propio. Tablero
SE: Superestructura del tablero
RT: Reología. Retracción
Emp_T: Terreno. Tierras. Empuje en trasdós
GR1: Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1
GR2: Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2
VI_CS: Viento. Con sobrecarga de uso
SR_Emp: Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje
SR_V: Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Estado límite: Estado límite geotécnico último de hundimiento de los pilotes
Situación: Situación persistente
Combinación: Combinación cuasi permanente
Instante: Estructura en servicio

EST-ELU-GEO-CP-SV-1 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 VI_CS + ψ_2 GR1
EST-ELU-GEO-CP-SV-2 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR1
EST-ELU-GEO-CP-SV-3 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR2
EST-ELU-GEO-CP-SV-4 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V

Situación: Situación persistente
Combinación: Combinación característica
Instante: Estructura en servicio

EST-ELU-GEO-CR-SV-1 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 VI_CS + ψ_0 GR1
EST-ELU-GEO-CR-SV-2 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 GR1
EST-ELU-GEO-CR-SV-3 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 GR2
EST-ELU-GEO-CR-SV-4 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + GR1
EST-ELU-GEO-CR-SV-5 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 VI_CS + GR1
EST-ELU-GEO-CR-SV-6 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + GR2
EST-ELU-GEO-CR-SV-7 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 GR1
EST-ELU-GEO-CR-SV-8 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 GR2
EST-ELU-GEO-CR-SV-9 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V

Estado límite: Estado límite geotécnico último de arranque de los pilotes
Situación: Situación persistente
Combinación: Combinación cuasi permanente
Instante: Estructura en servicio

EST-ELU-GEO-CP-SV-1 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 VI_CS + ψ_2 GR1
EST-ELU-GEO-CP-SV-2 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR1
EST-ELU-GEO-CP-SV-3 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR2
EST-ELU-GEO-CP-SV-4 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V

Situación: Situación persistente
Combinación: Combinación característica
Instante: Estructura en servicio

EST-ELU-GEO-CR-SV-1 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 VI_CS + ψ_0 GR1
EST-ELU-GEO-CR-SV-2 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 GR1
EST-ELU-GEO-CR-SV-3 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 GR2
EST-ELU-GEO-CR-SV-4 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + GR1
EST-ELU-GEO-CR-SV-5 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 VI_CS + GR1
EST-ELU-GEO-CR-SV-6 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + GR2
EST-ELU-GEO-CR-SV-7 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 GR1
EST-ELU-GEO-CR-SV-8 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 GR2
EST-ELU-GEO-CR-SV-9 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V

Estado límite: Estado límite geotécnico de servicio de asientos
Situación: Situación persistente
Combinación: Combinación cuasi permanente
Instante: Estructura en servicio

EST-ELS-GEO-CP-SV-1 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 VI_CS + ψ_2 GR1
EST-ELS-GEO-CP-SV-2 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR1
EST-ELS-GEO-CP-SV-3 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR2
EST-ELS-GEO-CP-SV-4 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V

Situación: Situación persistente
Combinación: Combinación característica
Instante: Estructura en servicio

EST-ELS-GEO-CR-SV-1 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 VI_CS + ψ_0 GR1
EST-ELS-GEO-CR-SV-2 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 GR1
EST-ELS-GEO-CR-SV-3 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 GR2
EST-ELS-GEO-CR-SV-4 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + GR1
EST-ELS-GEO-CR-SV-5 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 VI_CS + GR1
EST-ELS-GEO-CR-SV-6 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + GR2
EST-ELS-GEO-CR-SV-7 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 GR1
EST-ELS-GEO-CR-SV-8 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 GR2
EST-ELS-GEO-CR-SV-9 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V

Estado límite: Estado límite estructural último de rotura por flexión
Situación: Situación persistente
Combinación: Envolvente global
Instante: Envolvente global

EST-ELU-STR-P-EG-1 =

Estado límite: Estado límite estructural último de rotura por torsión
Situación: Situación persistente
Combinación: Envolvente global
Instante: Envolvente global

EST-ELU-STR-P-EG-1 =

Estado límite: Estado límite estructural de servicio de fisuración
Situación: Situación persistente
Combinación: Combinación cuasi permanente
Instante: Estructura en servicio

EST-ELS-STR-CP-SV-1 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 VI_CS + ψ_2 GR1
EST-ELS-STR-CP-SV-2 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR1
EST-ELS-STR-CP-SV-3 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR2
EST-ELS-STR-CP-SV-4 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V

Estado límite: Estado límite estructural último de rotura por cortante
Situación: Situación persistente
Combinación: Envolvente global
Instante: Envolvente global

EST-ELU-STR-P-EG-1 =

Estado límite: Estado límite estructural de servicio de deformaciones
Situación: Situación persistente
Combinación: Combinación cuasi permanente
Instante: Estructura en servicio

EST-ELS-STR-CP-SV-1 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 VI_CS + ψ_2 GR1
EST-ELS-STR-CP-SV-2 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR1
EST-ELS-STR-CP-SV-3 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR2
EST-ELS-STR-CP-SV-4 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V

Situación: Situación persistente
Combinación: Combinación frecuente
Instante: Estructura en servicio

EST-ELS-STR-FR-SV-1 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_1 SR_Emp + ψ_1 SR_V + ψ_2 VI_CS + ψ_2 GR1
EST-ELS-STR-FR-SV-2 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_1 SR_Emp + ψ_1 SR_V + ψ_2 GR1
EST-ELS-STR-FR-SV-3 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_1 SR_Emp + ψ_1 SR_V + ψ_2 GR2

EST-ELS-STR-FR-SV-4 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_1 GR1
EST-ELS-STR-FR-SV-5 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 VI_CS + ψ_1 GR1
EST-ELS-STR-FR-SV-6 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_1 GR2
EST-ELS-STR-FR-SV-7 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR1
EST-ELS-STR-FR-SV-8 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR2
EST-ELS-STR-FR-SV-9 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V

Situación: Situación persistente
Combinación: Combinación característica
Instante: Estructura en servicio

EST-ELS-STR-CR-SV-1 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 VI_CS + ψ_0 GR1
EST-ELS-STR-CR-SV-2 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 GR1
EST-ELS-STR-CR-SV-3 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 GR2
EST-ELS-STR-CR-SV-4 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + GR1
EST-ELS-STR-CR-SV-5 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 VI_CS + GR1
EST-ELS-STR-CR-SV-6 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + GR2
EST-ELS-STR-CR-SV-7 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 GR1
EST-ELS-STR-CR-SV-8 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 GR2
EST-ELS-STR-CR-SV-9 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V

2.8 Armadura

2.8.1 Recubrimientos geométricos

Alzado. Espaldón	:	45	mm
Alzado. Cargadero	:	45	mm
Alzado. Aletas	:	45	mm
Pilotes	:	70	mm

2.9 Configuración del cálculo

Método de distribución de tensiones uniforme (Método de la zapata equivalente)

El cálculo se realiza con una discretización de malla fina (adecuada para el cálculo definitivo de la estructura).

Los esfuerzos de cálculo se obtienen a partir de los esfuerzos del modelo de elementos finitos, integrándolos en una anchura de 1.000 m

La verificación del cálculo a flexión de los pilotes se realiza en un pilote con los esfuerzos pésimos.

La verificación del cálculo a cortante de los pilotes se realiza en un pilote con los esfuerzos pésimos.

3 MODELO

Para el cálculo del estribo se genera un modelo de elementos finitos.

Cada parte de la estructura se modeliza con placas discretizadas con elementos tipo TCCL1 (Elementos triangulares de lámina de Reissner-Mindlin, cuadrático en desplazamientos y giros, y lineal en desplazamientos de cortante).
Los pilotes se modelizan mediante elementos tipo barra.

Número de nodos de la estructura	:	2185
Número de elementos del tipo barra	:	229
Número de elementos del tipo lámina triangular TCCL1	:	942

α: Ángulo interior mínimo de los elementos de la discretización
$L_{máx.}$: Longitud máxima de un lado del elemento TCCL1

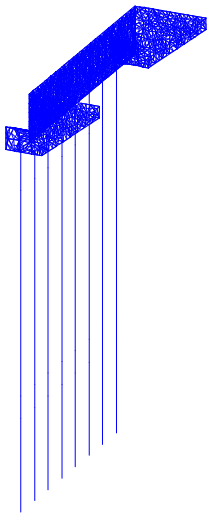
Placa	α	$L_{máx.}$

	(º)	(m)
1	30.0	0.500
2	30.0	0.500
3	30.0	0.500
4	30.0	0.500
5	30.0	0.500
6	30.0	0.500

$L_{máx.}$: Longitud máxima de los elementos barra

Prisma	$L_{máx.}$ (m)
1	1.000
2	1.000
3	1.000
4	1.000
5	3.000
6	1.000
7	1.000
8	1.000
9	1.000
10	3.000
11	1.000
12	1.000
13	1.000
14	1.000
15	3.000
16	1.000
17	1.000
18	1.000
19	1.000
20	3.000
21	1.000
22	1.000
23	1.000
24	1.000
25	3.000
26	1.000
27	1.000
28	1.000
29	1.000
30	3.000
31	1.000
32	1.000
33	1.000
34	1.000
35	3.000
36	1.000
37	1.000
38	1.000
39	1.000
40	3.000
41	1.000
42	1.000
43	1.000
44	1.000
45	1.000
46	1.000
47	1.000
48	1.000
49	1.000
50	1.000
51	1.000
52	1.000
53	1.000
54	1.000
55	1.000
56	1.000
57	1.000

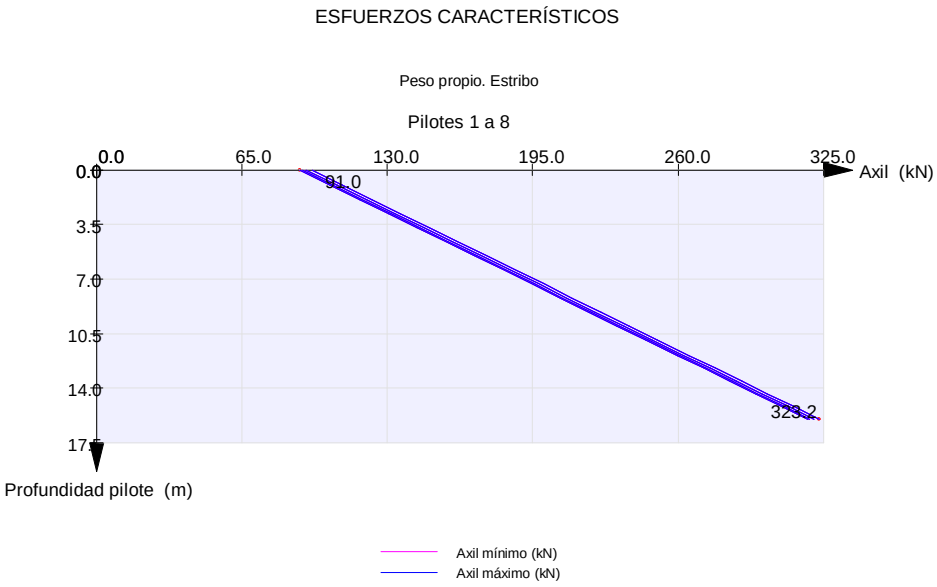
58	1.000
59	1.000
60	1.000
61	1.000
62	1.000
63	1.000
64	1.000
65	1.000
66	1.000
67	1.000
68	1.000
69	1.000
70	1.000
71	1.000
72	1.000
73	5.000
74	5.000
75	5.000
76	5.000
77	5.000
78	5.000
79	5.000
80	5.000
81	5.000
82	5.000
83	5.000
84	5.000
85	5.000
86	5.000
87	5.000
88	5.000
89	5.000
90	5.000
91	5.000
92	5.000
93	5.000
94	5.000
95	5.000
96	5.000
97	5.000
98	5.000
99	5.000
100	5.000
101	5.000
102	5.000
103	5.000
104	5.000
105	5.000
106	5.000
107	5.000
108	5.000
109	5.000
110	10.000
111	10.000
112	10.000
113	10.000
114	10.000
115	10.000
116	10.000
117	10.000



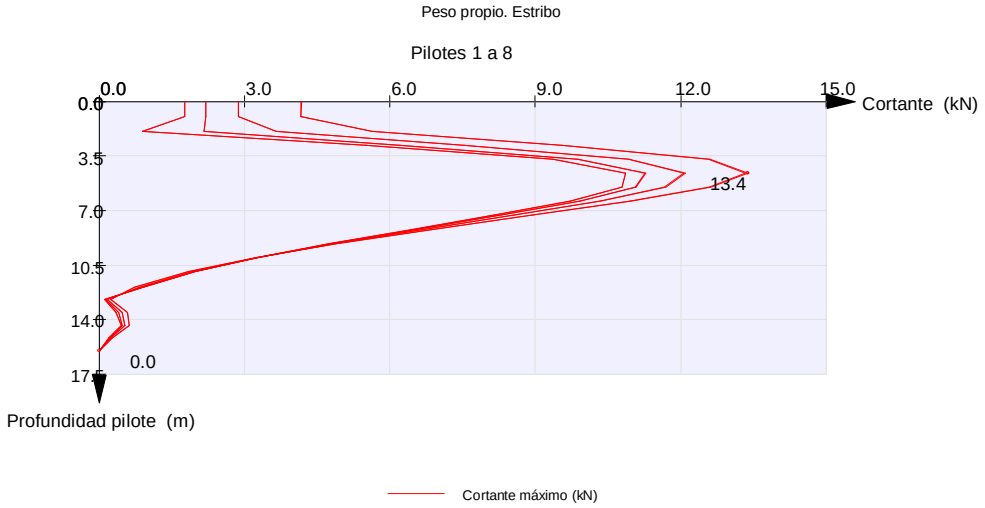
4 ESFUERZOS CARACTERíSTICOS

4.1 Peso propio. Estribo

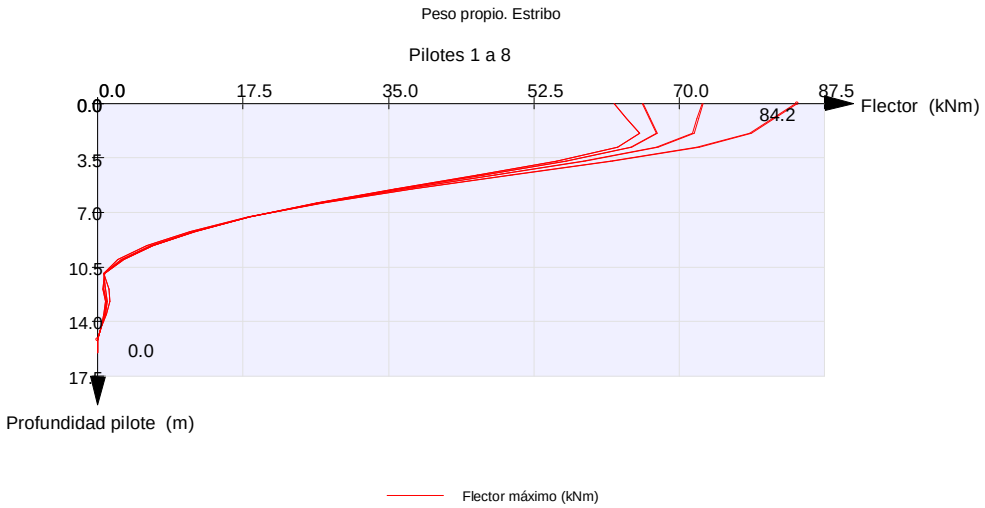
4.1.1 Pilotes



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

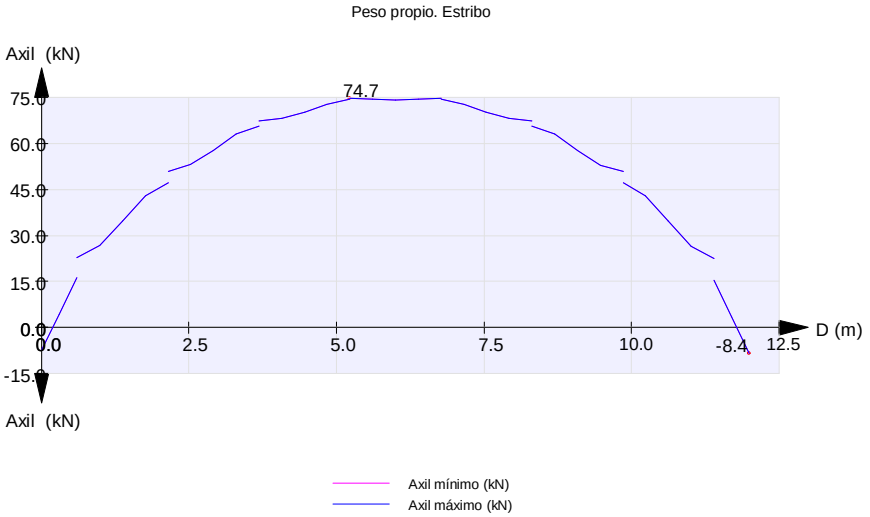


ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

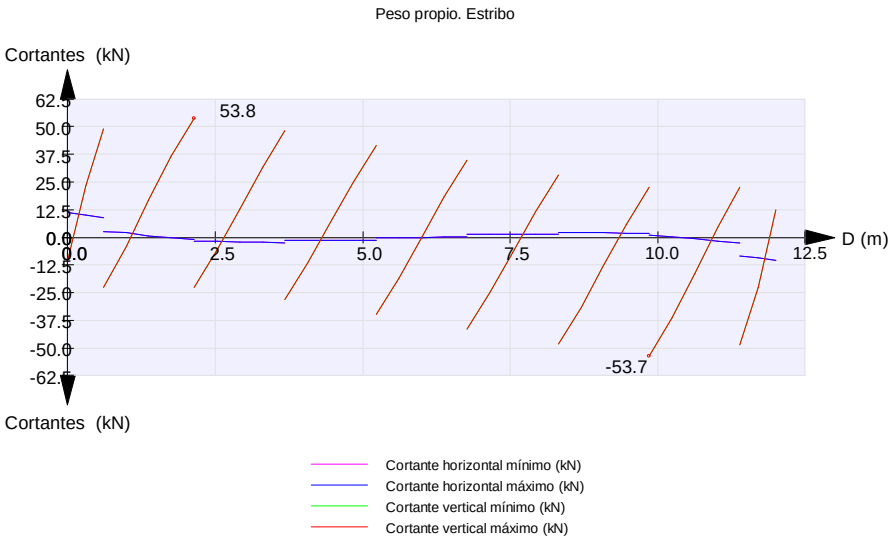


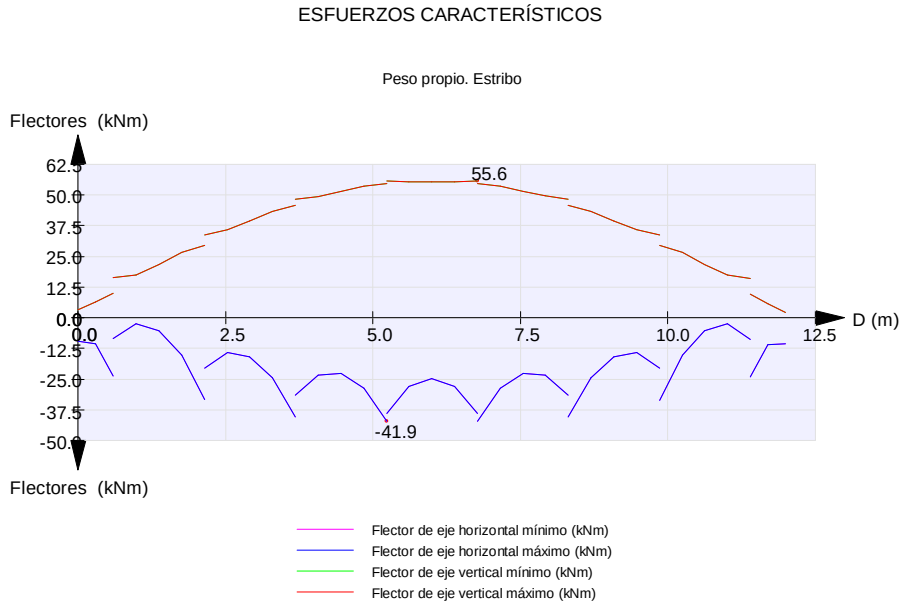
4.1.2 Cargadero

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

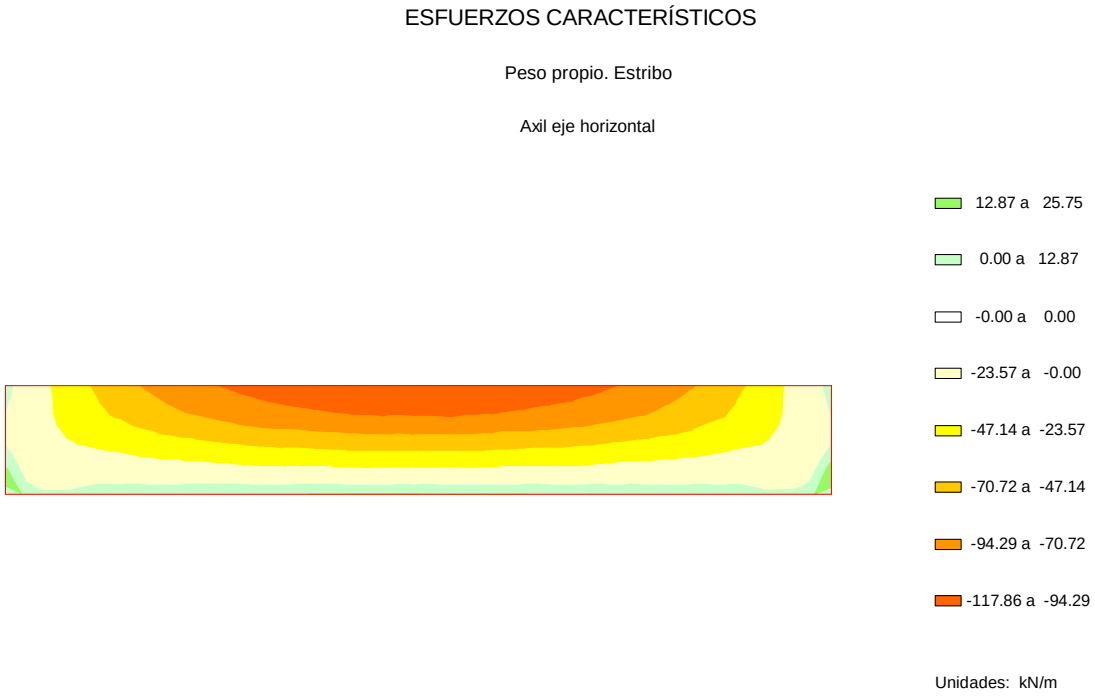


ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS





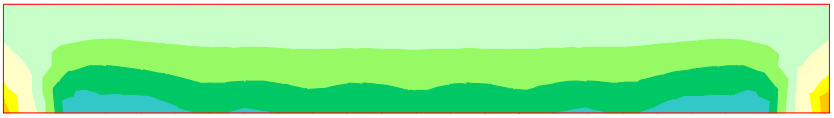
4.1.3 Espaldón



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

Axil eje vertical



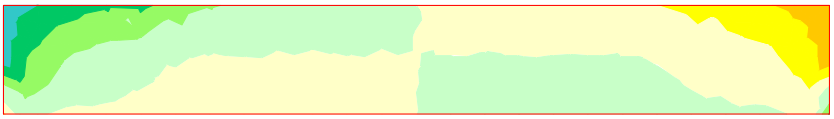
18.66 a 24.89
12.44 a 18.66
6.22 a 12.44
0.00 a 6.22
-0.00 a 0.00
-9.95 a -0.00
-19.90 a -9.95
-29.86 a -19.90

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

Cortante eje horizontal



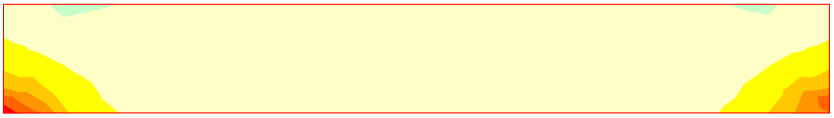
9.43 a 12.57
6.28 a 9.43
3.14 a 6.28
0.00 a 3.14
-0.00 a 0.00
-4.04 a -0.00
-8.08 a -4.04
-12.12 a -8.08

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

Cortante eje vertical



0.00 a 0.46
-0.00 a 0.00
-3.24 a -0.00
-6.49 a -3.24
-9.73 a -6.49
-12.98 a -9.73
-16.22 a -12.98
-19.47 a -16.22

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

Momento de eje vertical (armado horizontal)

4.76 a 5.95
3.57 a 4.76
2.38 a 3.57
1.19 a 2.38
0.00 a 1.19
-0.00 a 0.00
-0.84 a -0.00
-1.68 a -0.84

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

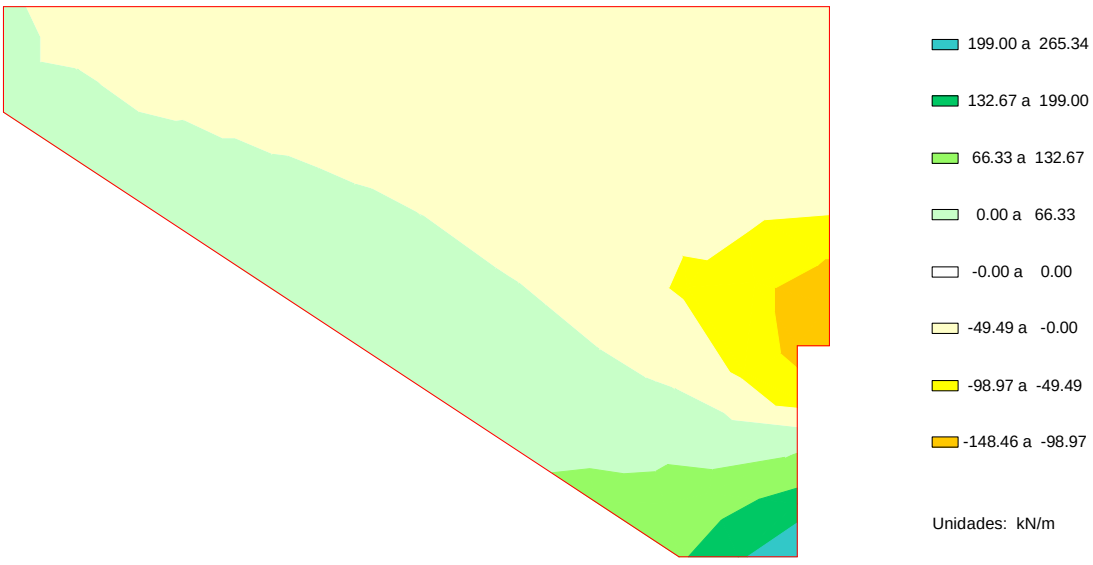
Momento de eje horizontal (armado vertical)

4.1.4 Aleta 1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

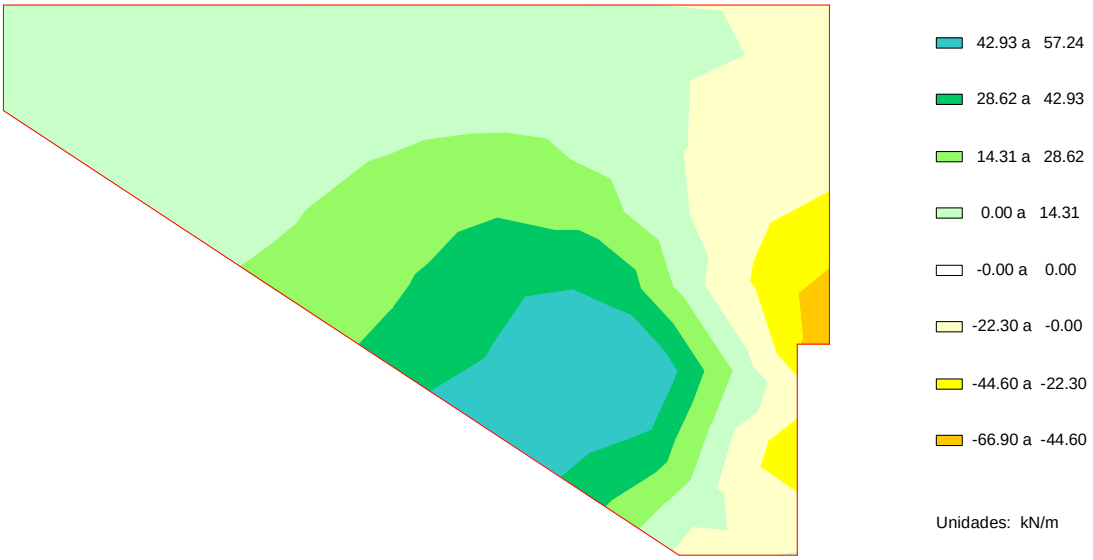
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

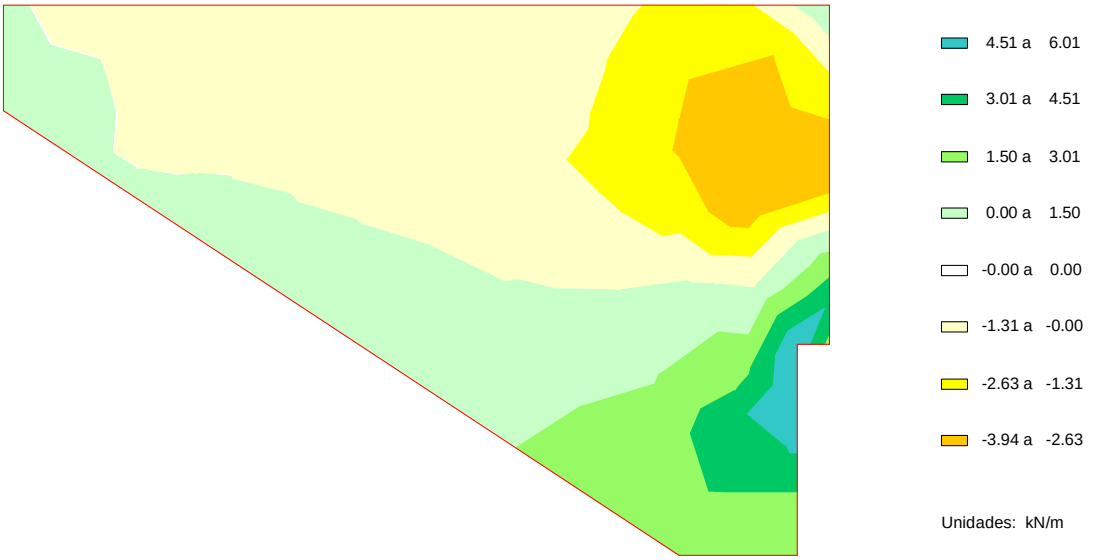
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

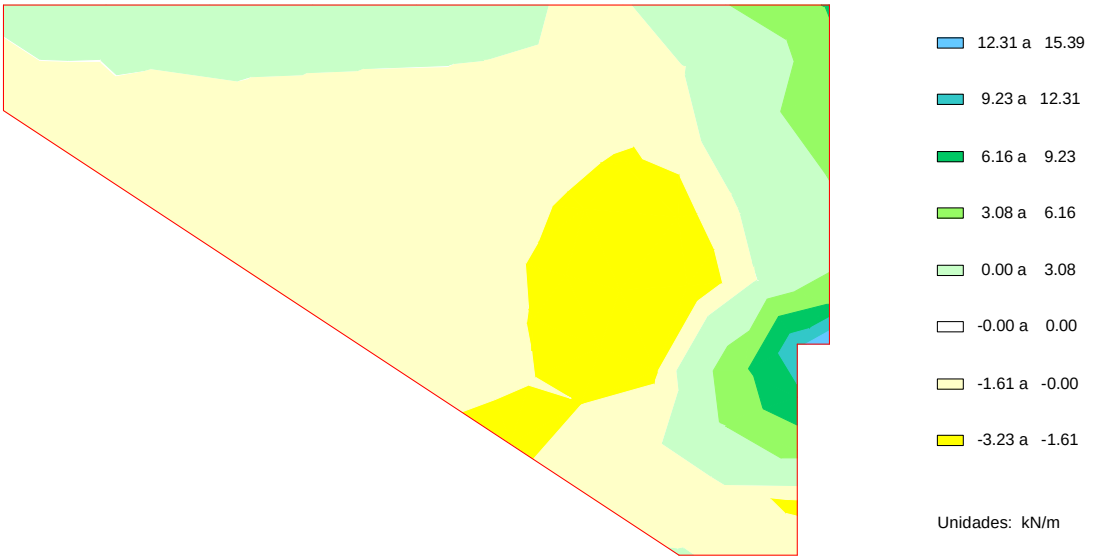
Cortante eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

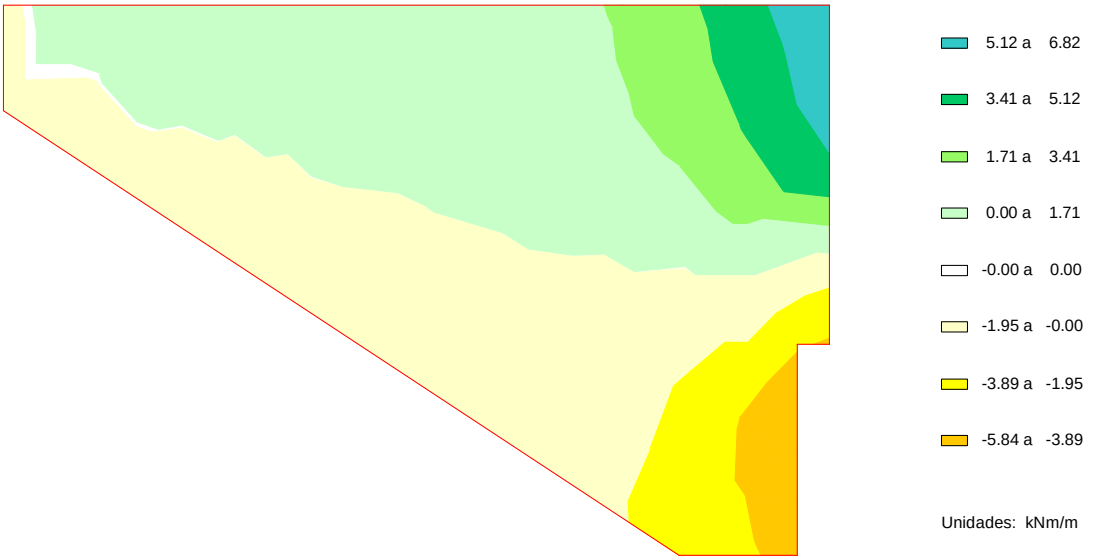
Cortante eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

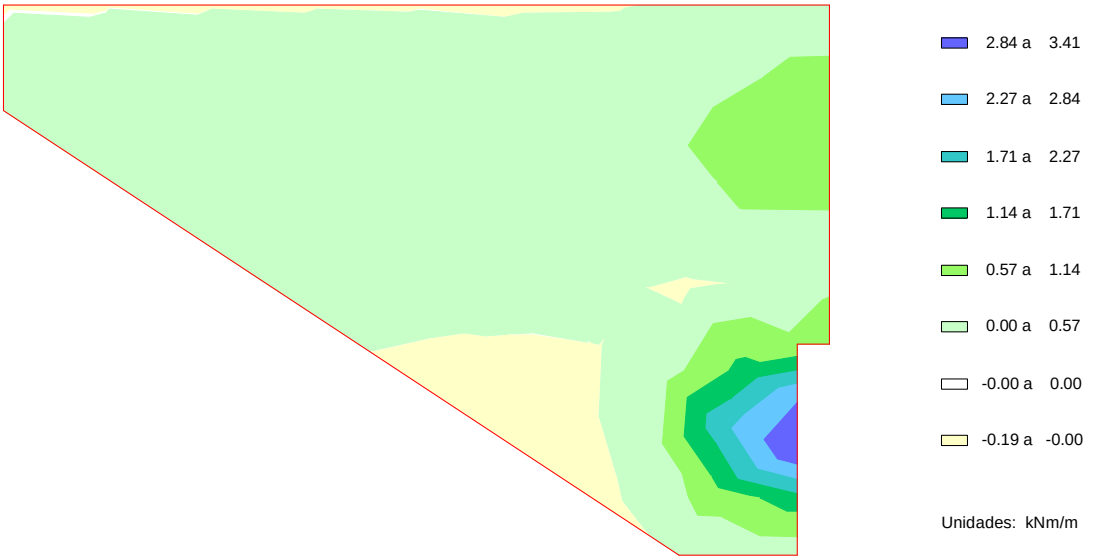
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

Momento de eje horizontal (armado vertical)

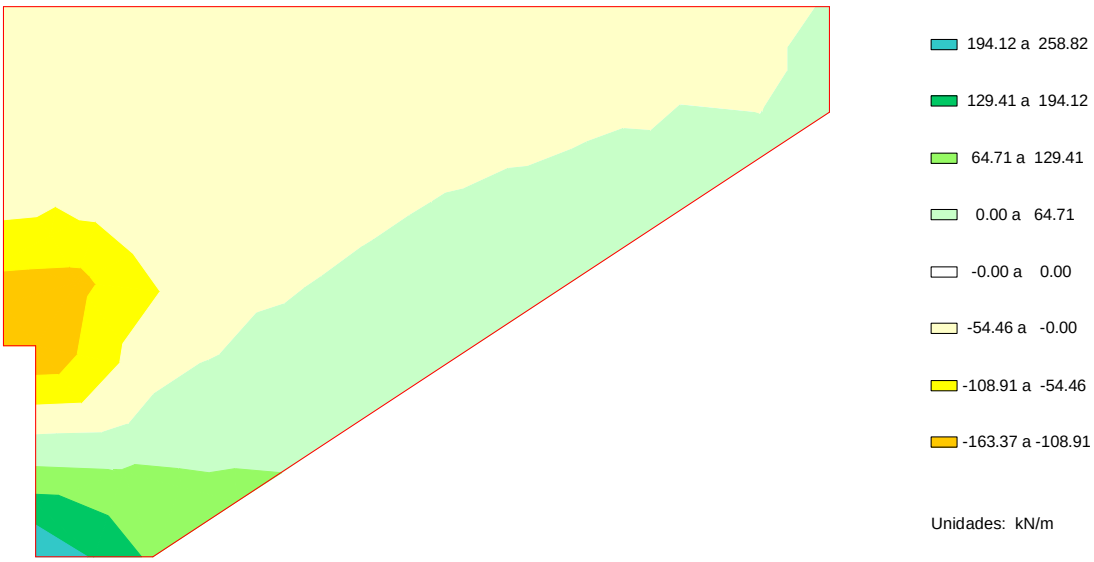


4.1.5 Aleta 2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

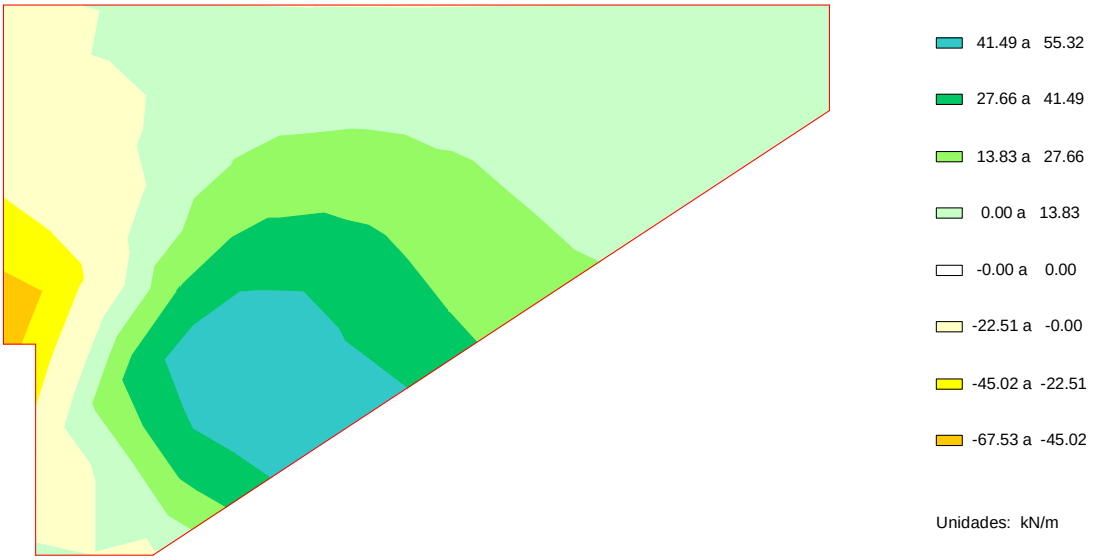
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

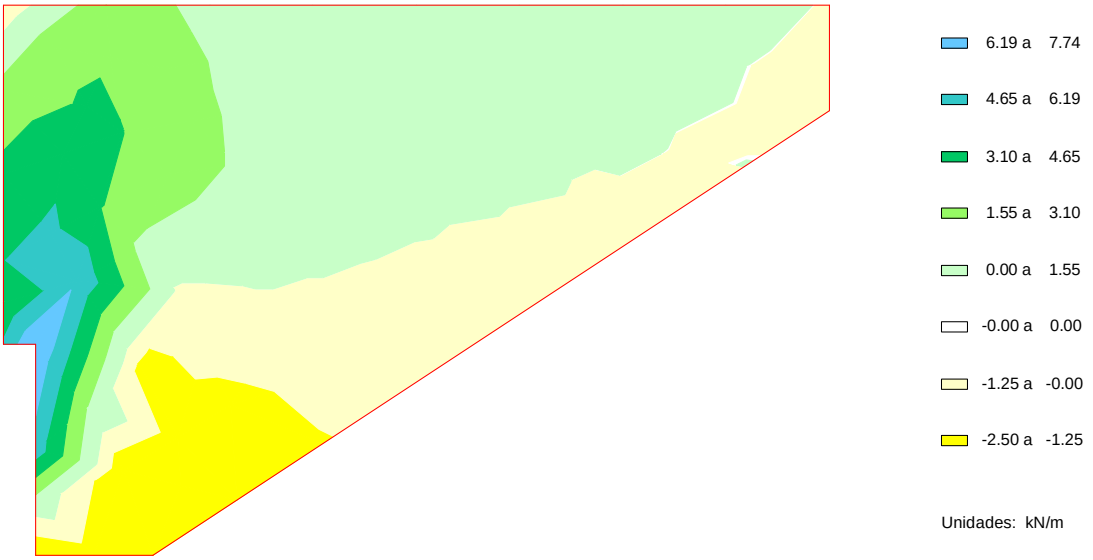
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

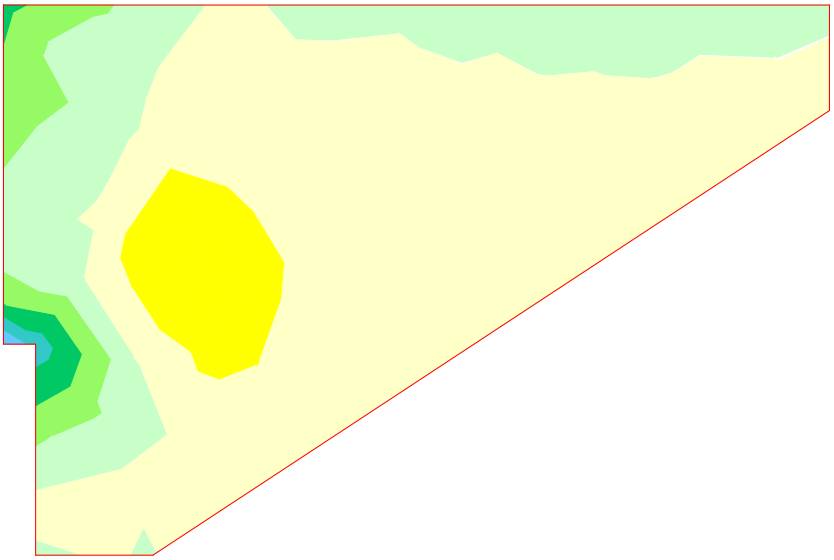
Cortante eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

Cortante eje vertical



11.52 a 14.40

8.64 a 11.52

5.76 a 8.64

2.88 a 5.76

0.00 a 2.88

-0.00 a 0.00

-1.83 a -0.00

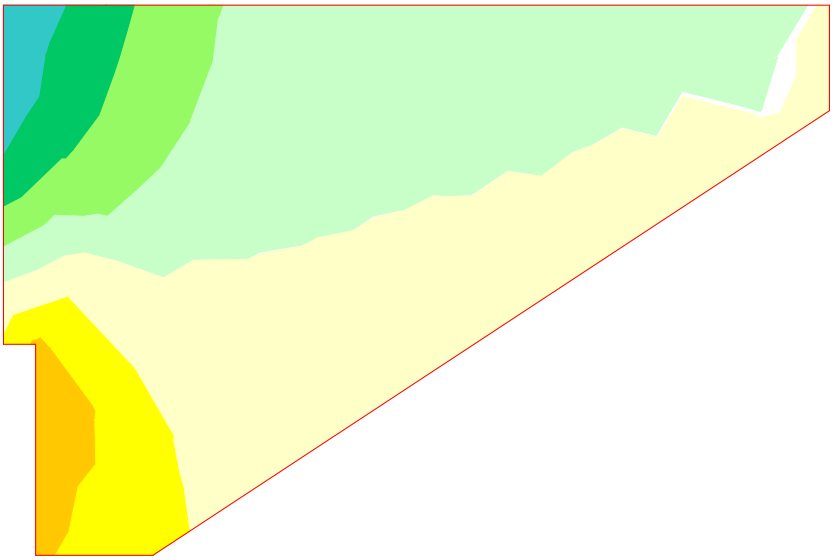
-3.65 a -1.83

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

Momento de eje vertical (armado horizontal)



4.97 a 6.63

3.31 a 4.97

1.66 a 3.31

0.00 a 1.66

-0.00 a 0.00

-1.95 a -0.00

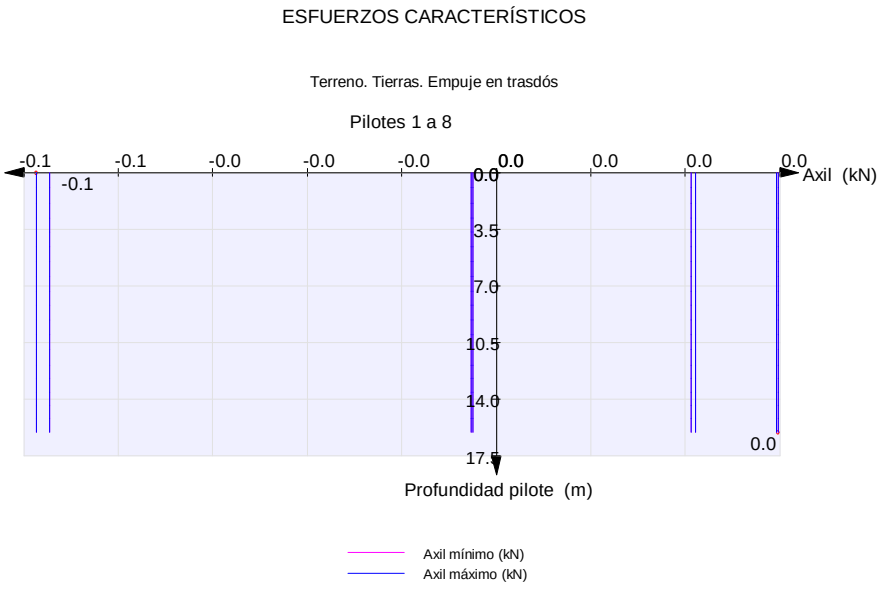
-3.89 a -1.95

-5.84 a -3.89

Unidades: kNm/m

4.2 Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

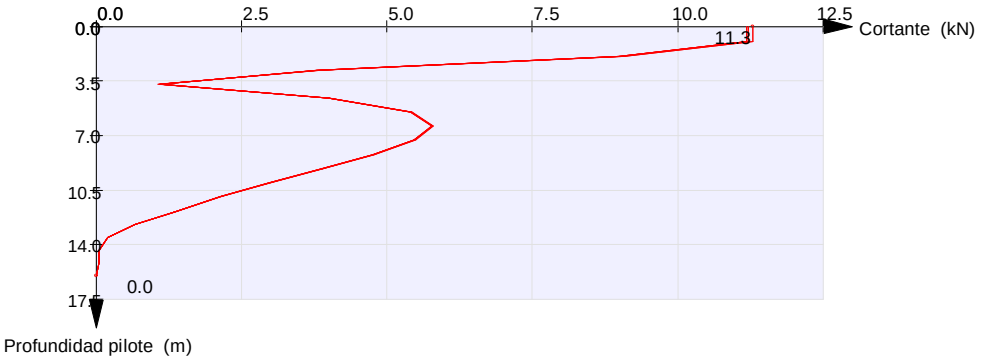
4.2.1 Pilotes



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Pilotes 1 a 8

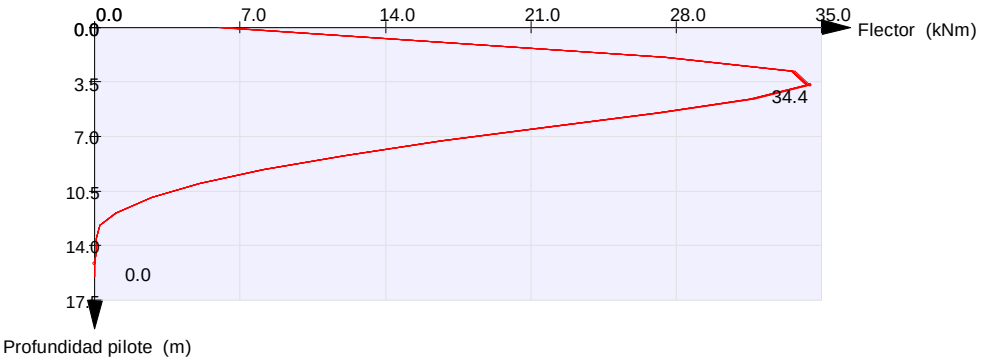


Cortante máximo (kN)

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Pilotes 1 a 8

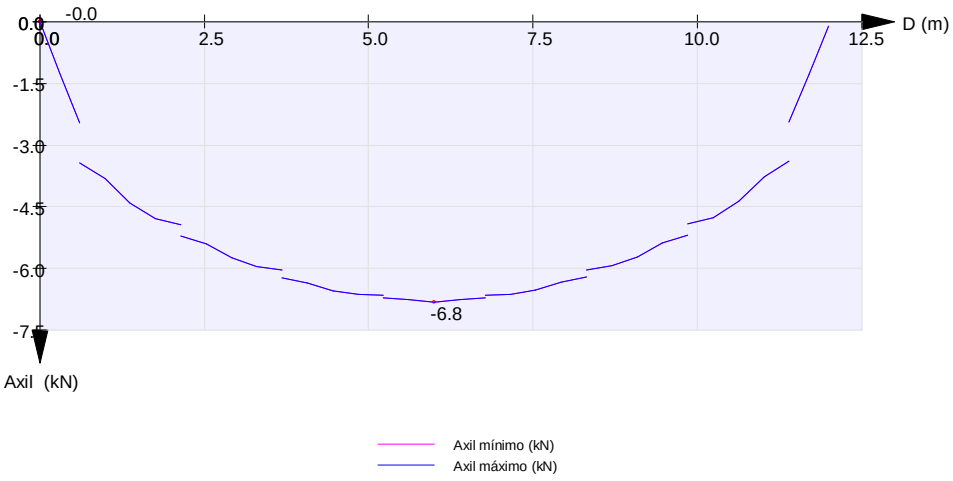


Flector máximo (kNm)

4.2.2 Cargadero

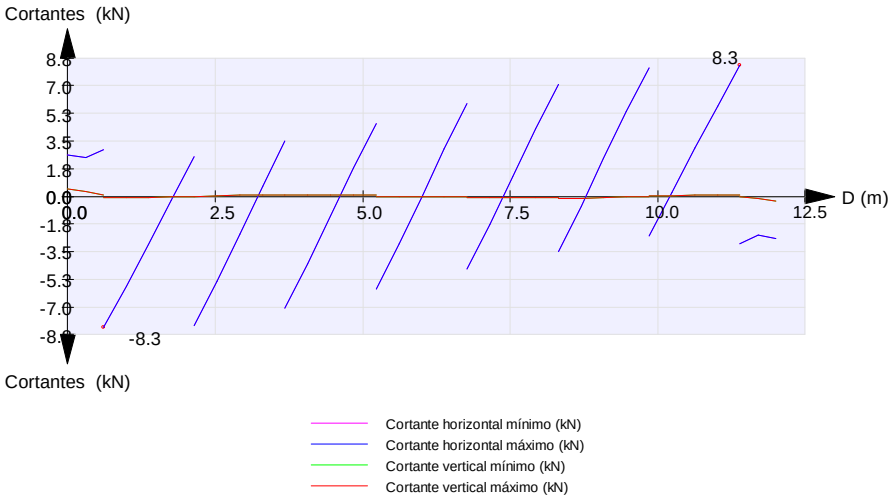
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós



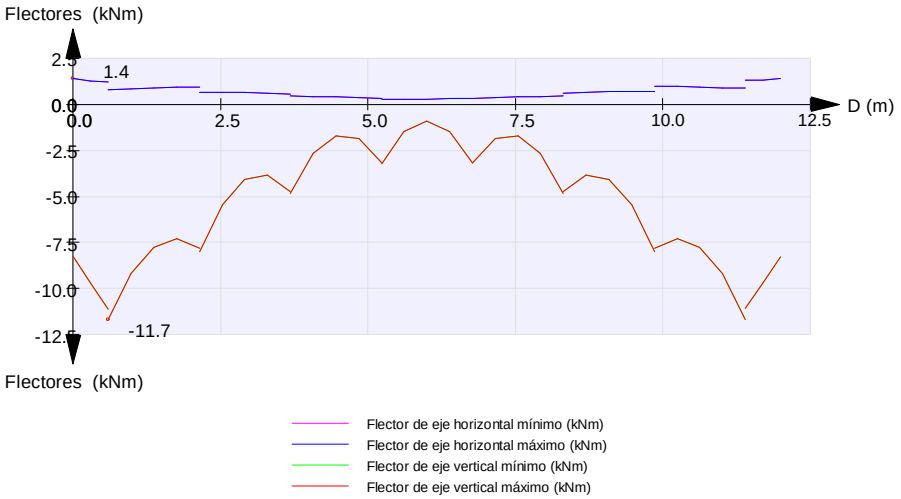
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

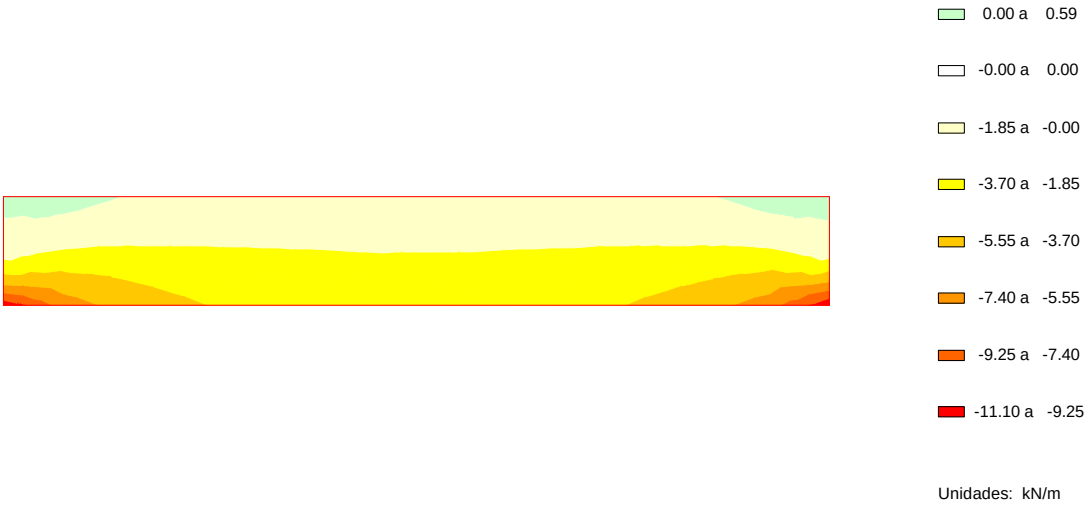


4.2.3 Espaldón

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

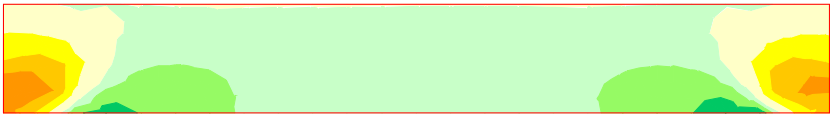
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Axil eje vertical



0.19 a 0.28

0.09 a 0.19

0.00 a 0.09

-0.00 a 0.00

-0.20 a -0.00

-0.40 a -0.20

-0.60 a -0.40

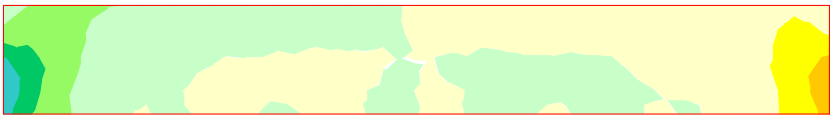
-0.80 a -0.60

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Cortante eje horizontal



1.45 a 1.94

0.97 a 1.45

0.48 a 0.97

0.00 a 0.48

-0.00 a 0.00

-0.68 a -0.00

-1.37 a -0.68

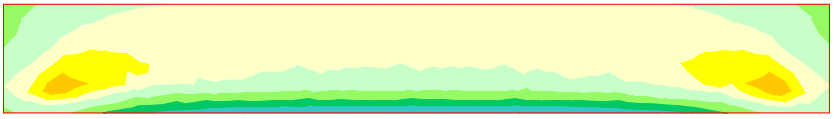
-2.05 a -1.37

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Cortante eje vertical



0.92 a 1.22

0.61 a 0.92

0.31 a 0.61

0.00 a 0.31

-0.00 a 0.00

-0.18 a -0.00

-0.35 a -0.18

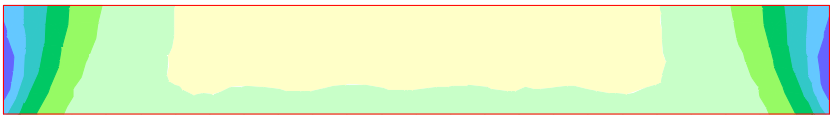
-0.53 a -0.35

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Momento de eje vertical (armado horizontal)



1.10 a 1.33

0.88 a 1.10

0.66 a 0.88

0.44 a 0.66

0.22 a 0.44

0.00 a 0.22

-0.00 a 0.00

-0.04 a -0.00

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

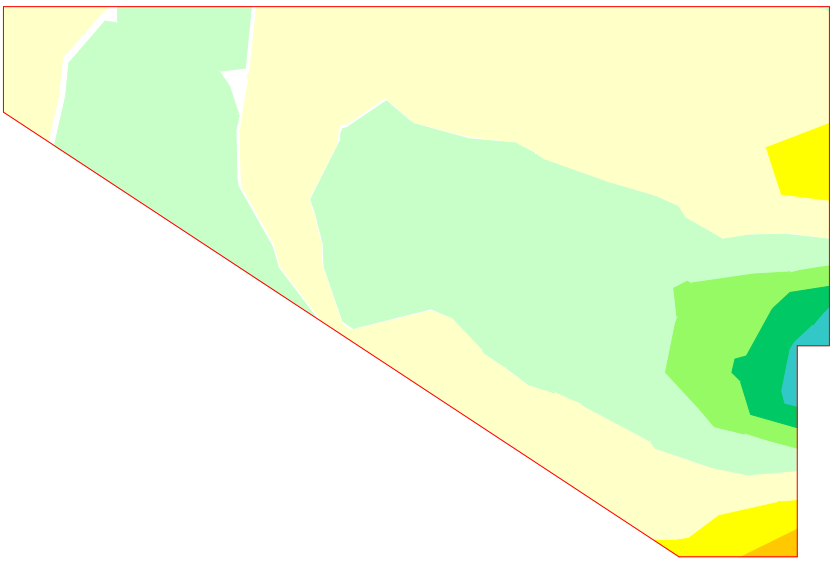
Momento de eje horizontal (armado vertical)

4.2.4 Aleta 1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

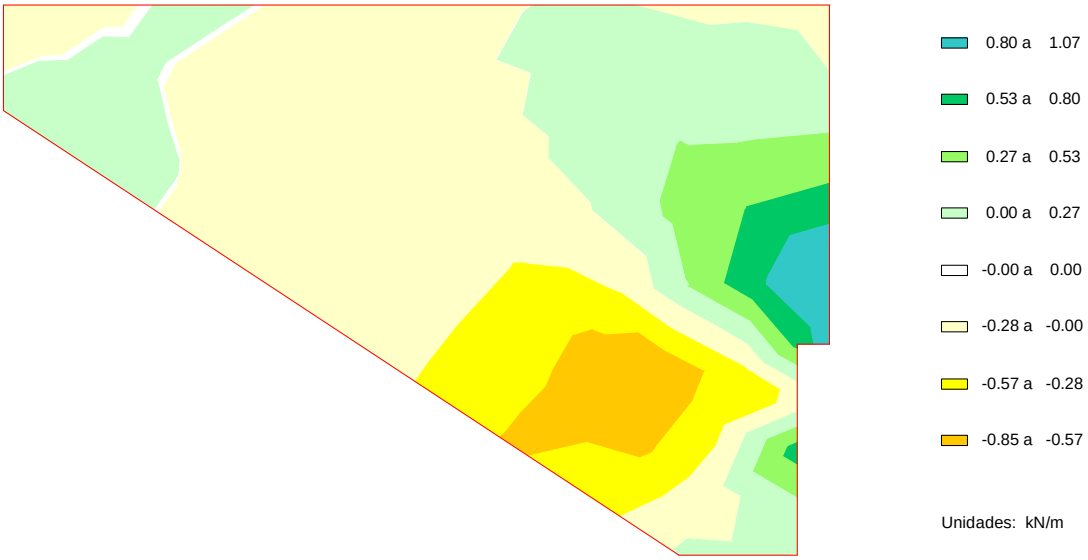
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

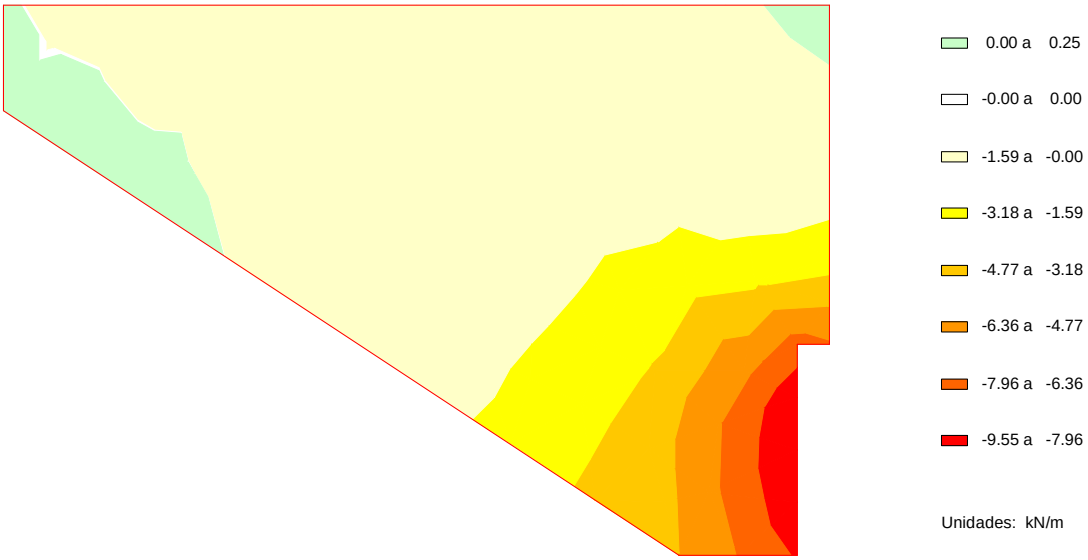
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

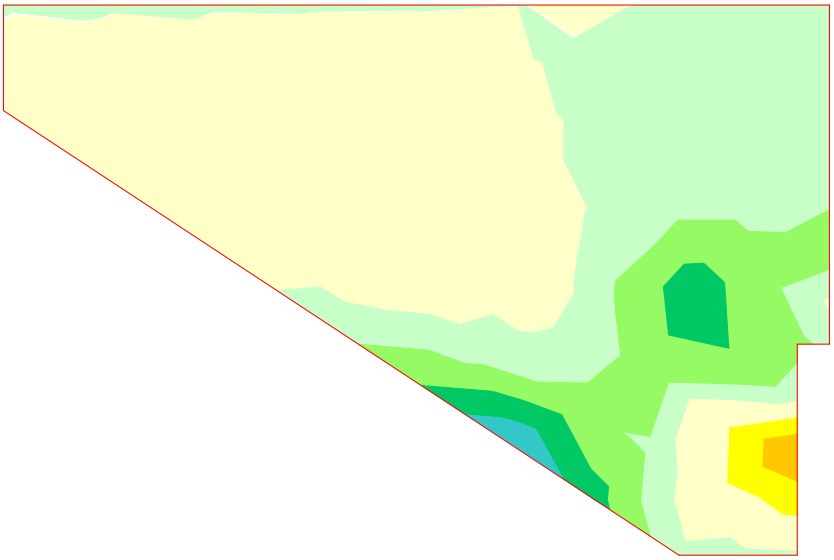
Cortante eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

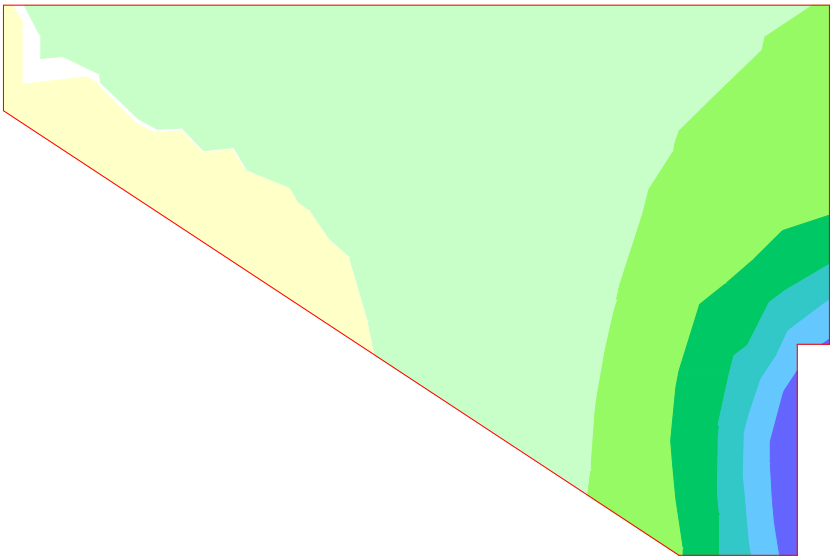
Cortante eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

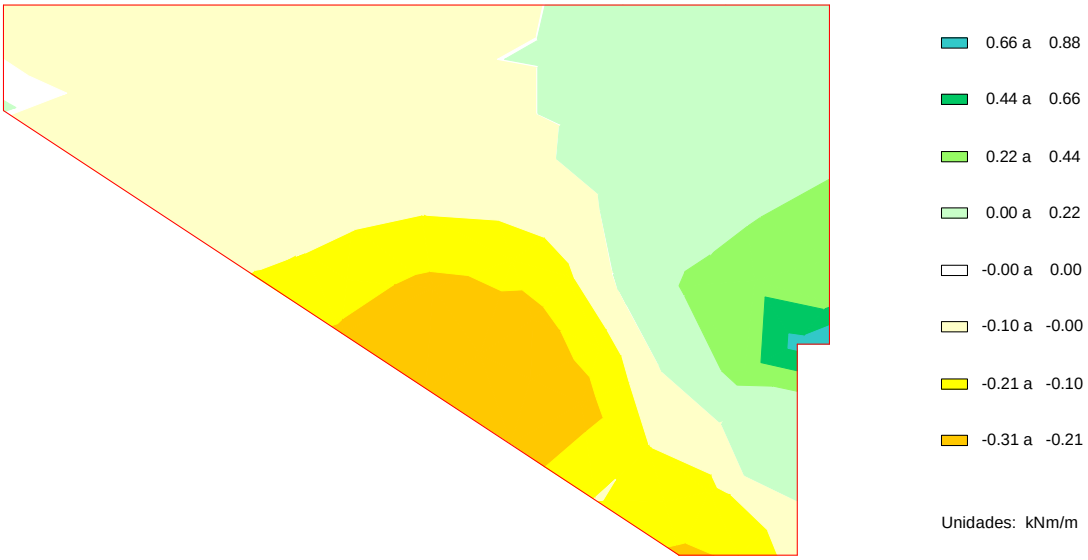
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Momento de eje horizontal (armado vertical)

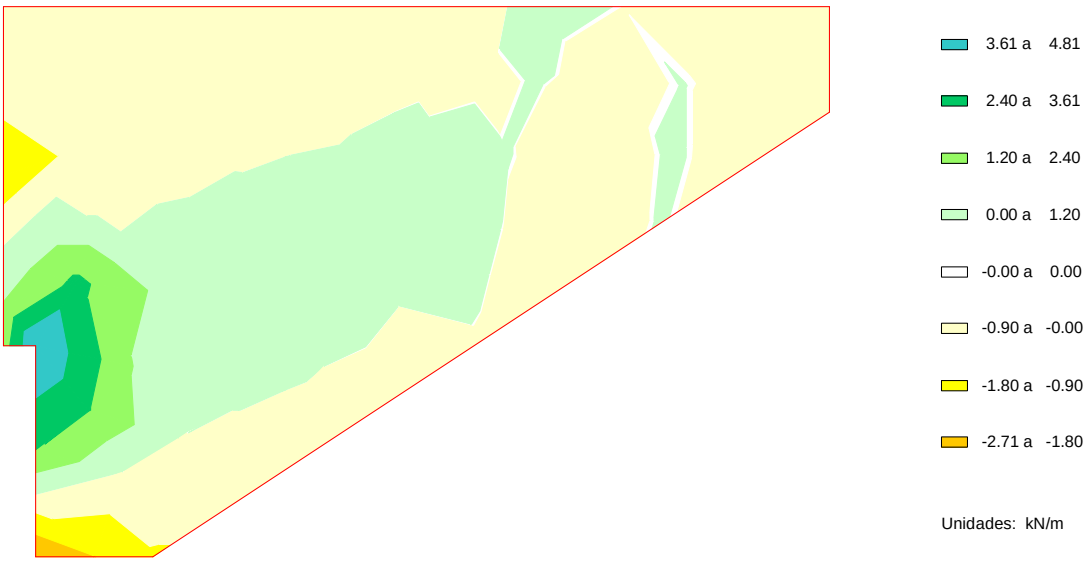


4.2.5 Aleta 2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

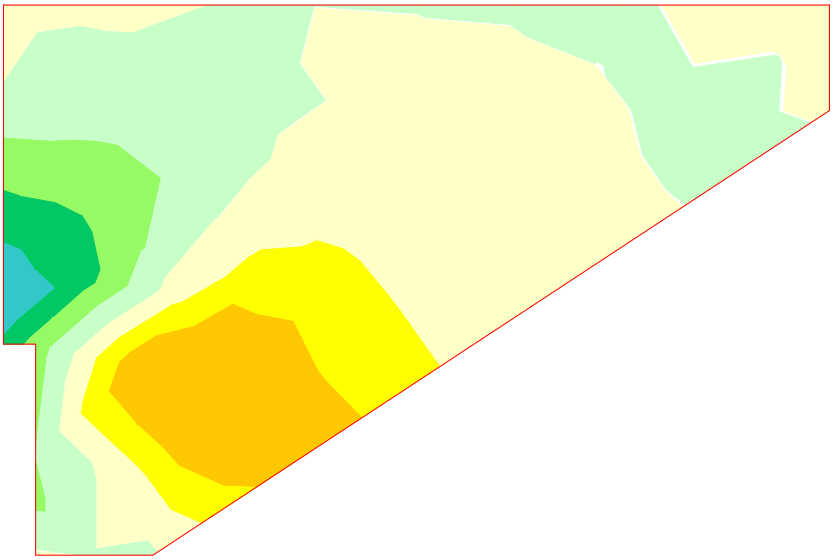
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Axil eje vertical



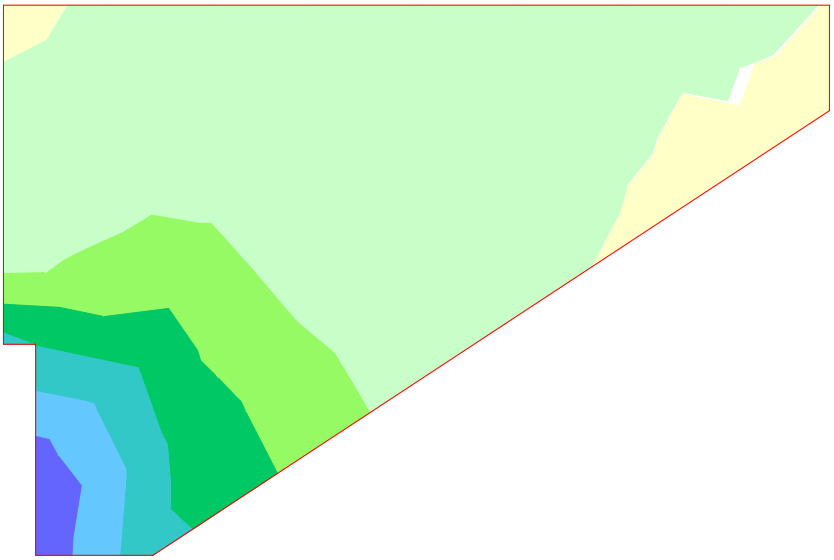
0.76 a 1.01
0.51 a 0.76
0.25 a 0.51
0.00 a 0.25
-0.00 a 0.00
-0.23 a -0.00
-0.45 a -0.23
-0.68 a -0.45

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Cortante eje horizontal



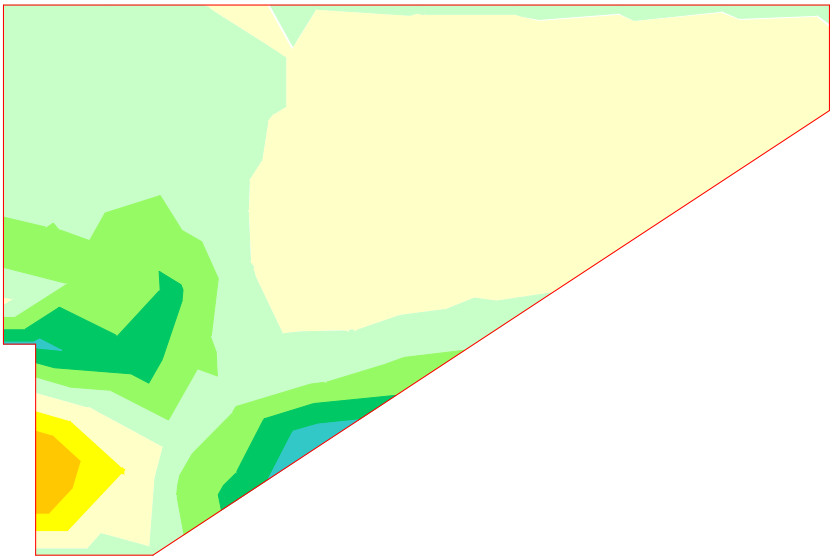
7.10 a 8.52
5.68 a 7.10
4.26 a 5.68
2.84 a 4.26
1.42 a 2.84
0.00 a 1.42
-0.00 a 0.00
-0.26 a -0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Cortante eje vertical



1.42 a 1.90

0.95 a 1.42

0.47 a 0.95

0.00 a 0.47

-0.00 a 0.00

-0.62 a -0.00

-1.23 a -0.62

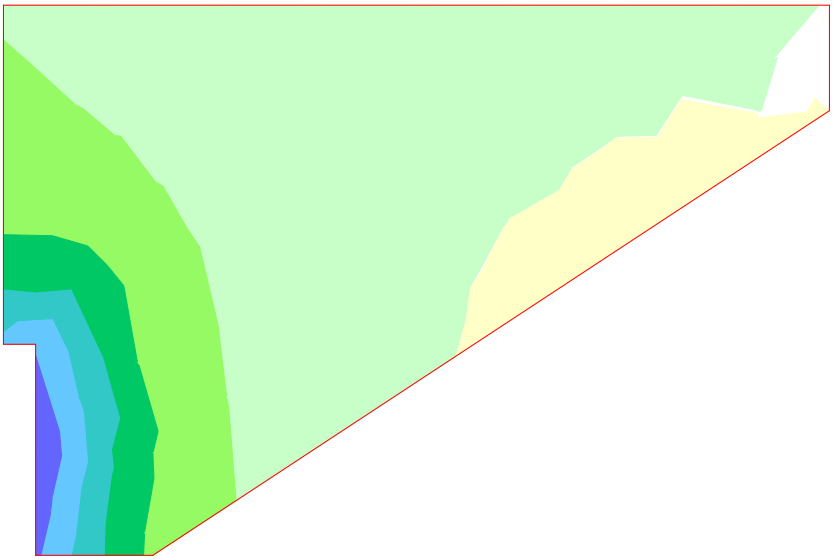
-1.85 a -1.23

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Momento de eje vertical (armado horizontal)



5.68 a 6.82

4.55 a 5.68

3.41 a 4.55

2.27 a 3.41

1.14 a 2.27

0.00 a 1.14

-0.00 a 0.00

-0.05 a -0.00

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

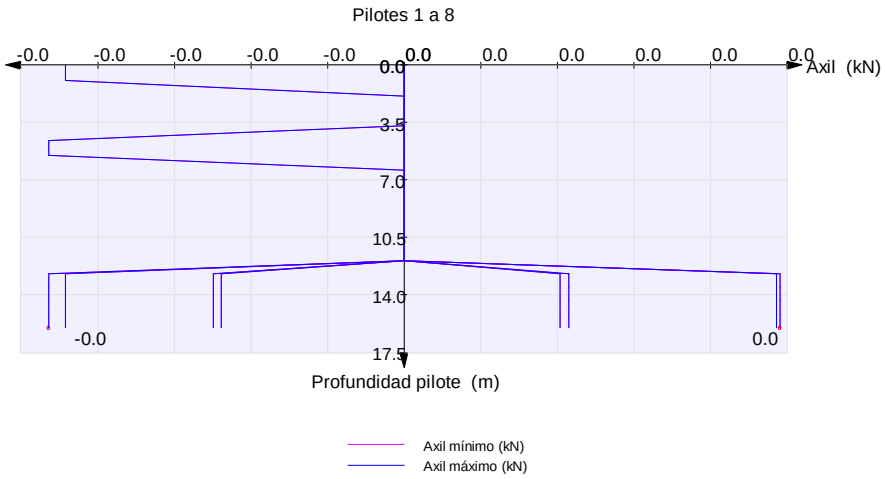
Momento de eje horizontal (armado vertical)

4.3 Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

4.3.1 Pilotes

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

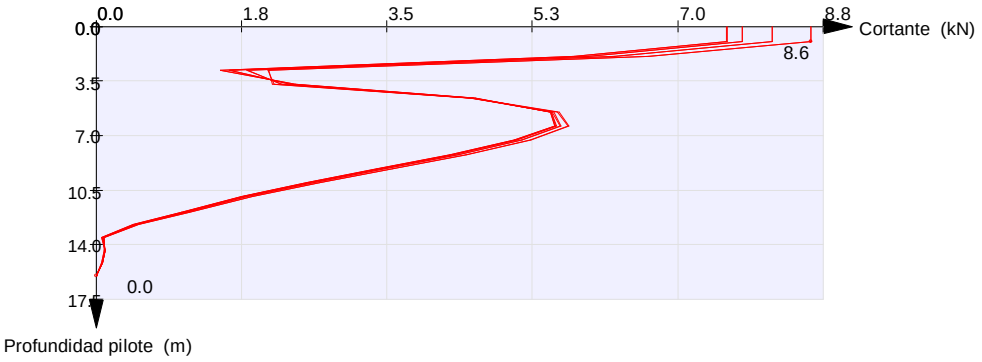
Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Pilotes 1 a 8

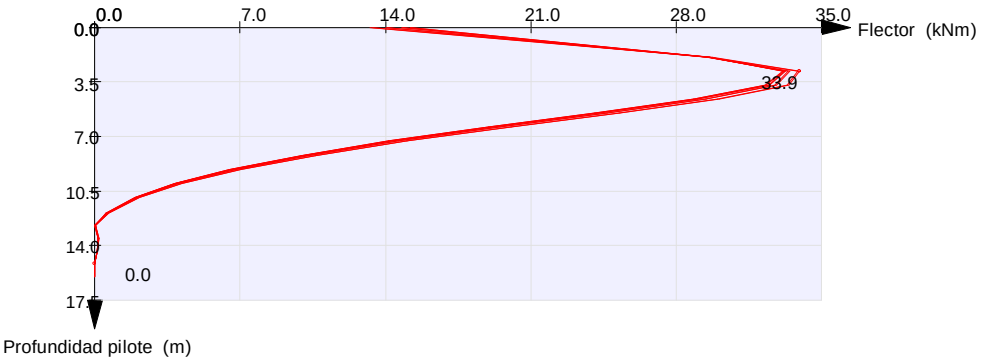


Cortante máximo (kN)

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Pilotes 1 a 8

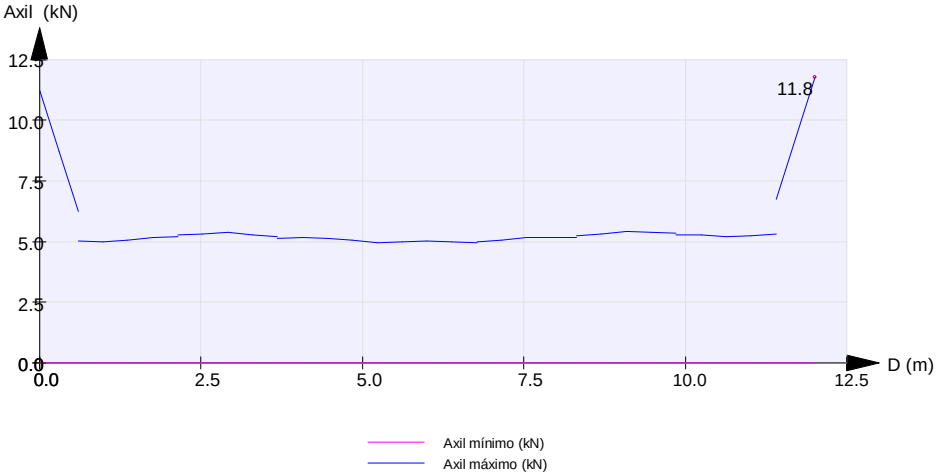


Flector máximo (kNm)

4.3.2 Cargadero

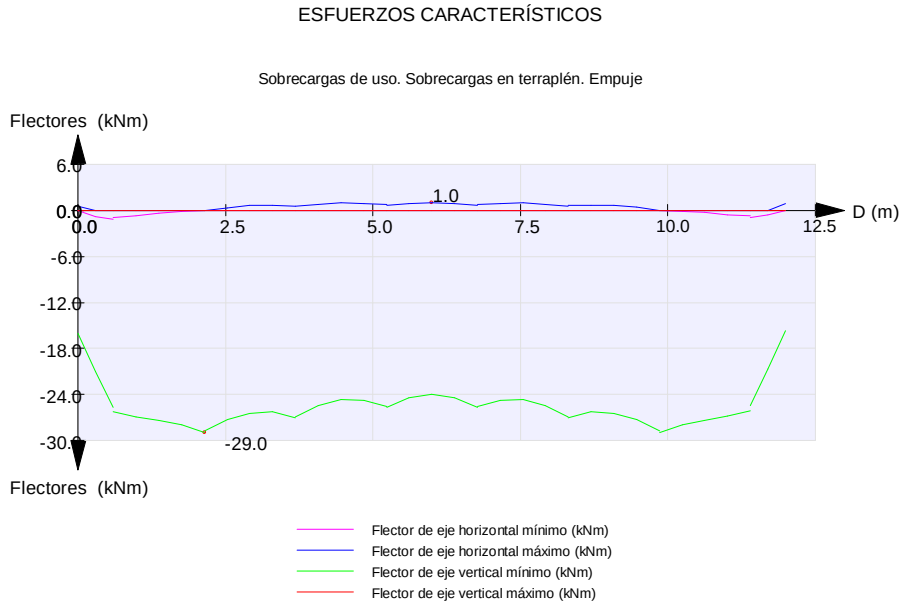
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

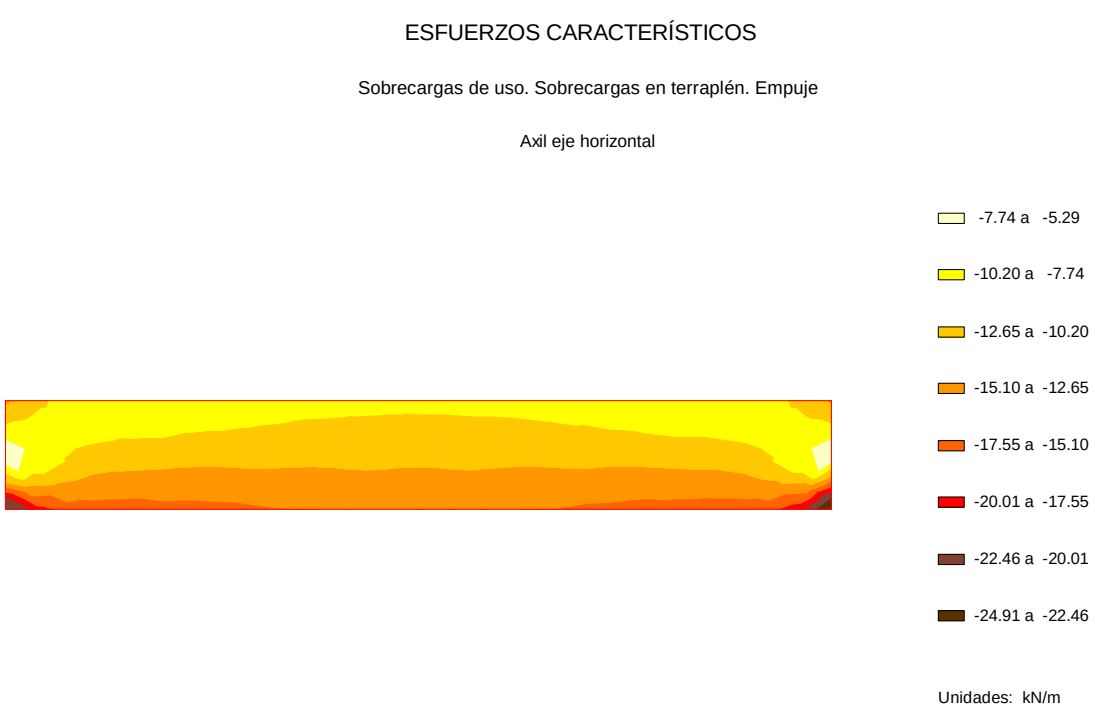


ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje



4.3.3 Espaldón



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Axil eje vertical

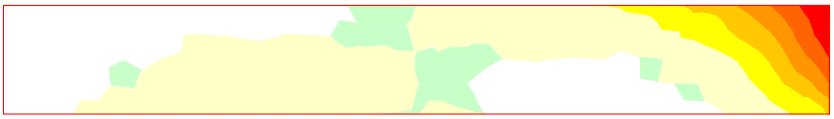
0.00 a 0.10
-0.00 a 0.00
-0.24 a -0.00
-0.47 a -0.24
-0.71 a -0.47
-0.94 a -0.71
-1.18 a -0.94
-1.41 a -1.18

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Cortante eje horizontal



0.00 a 0.10
-0.00 a 0.00
-1.56 a -0.00
-3.12 a -1.56
-4.68 a -3.12
-6.25 a -4.68
-7.81 a -6.25
-9.37 a -7.81

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Cortante eje vertical

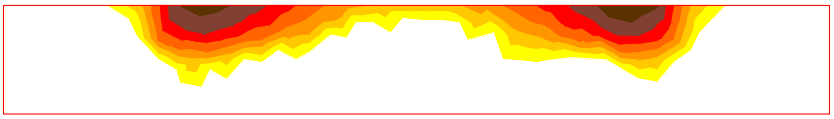
-0.00 a 0.00
-0.20 a -0.00
-0.39 a -0.20
-0.59 a -0.39
-0.79 a -0.59
-0.99 a -0.79
-1.18 a -0.99
-1.38 a -1.18

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Momento de eje vertical (armado horizontal)



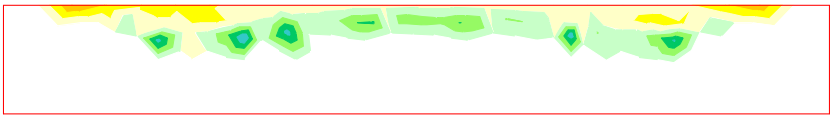
-0.00 a 0.00
-0.07 a -0.00
-0.13 a -0.07
-0.20 a -0.13
-0.26 a -0.20
-0.33 a -0.26
-0.40 a -0.33
-0.46 a -0.40

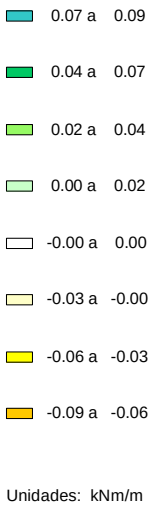
Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Momento de eje horizontal (armado vertical)



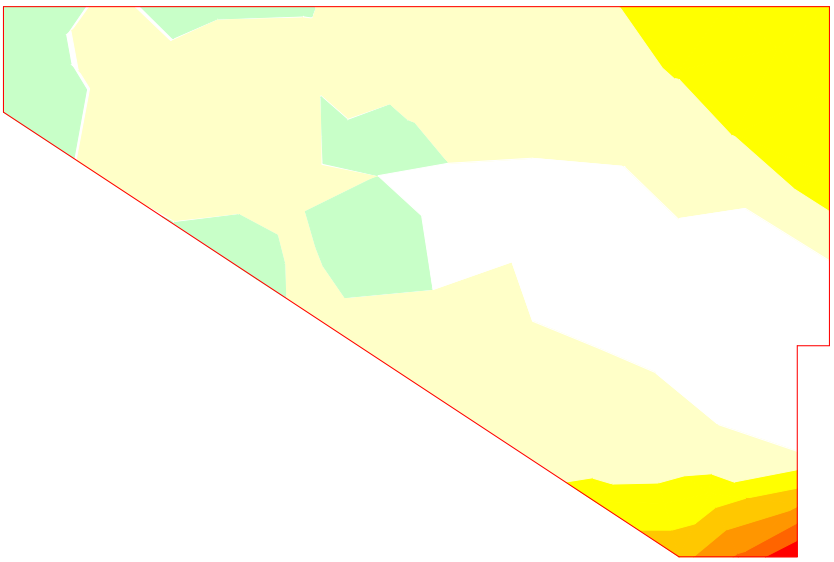


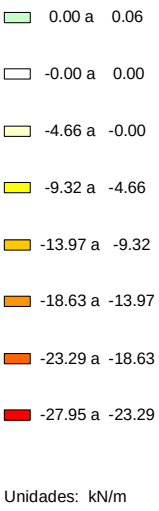
4.3.4 Aleta 1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Axil eje horizontal

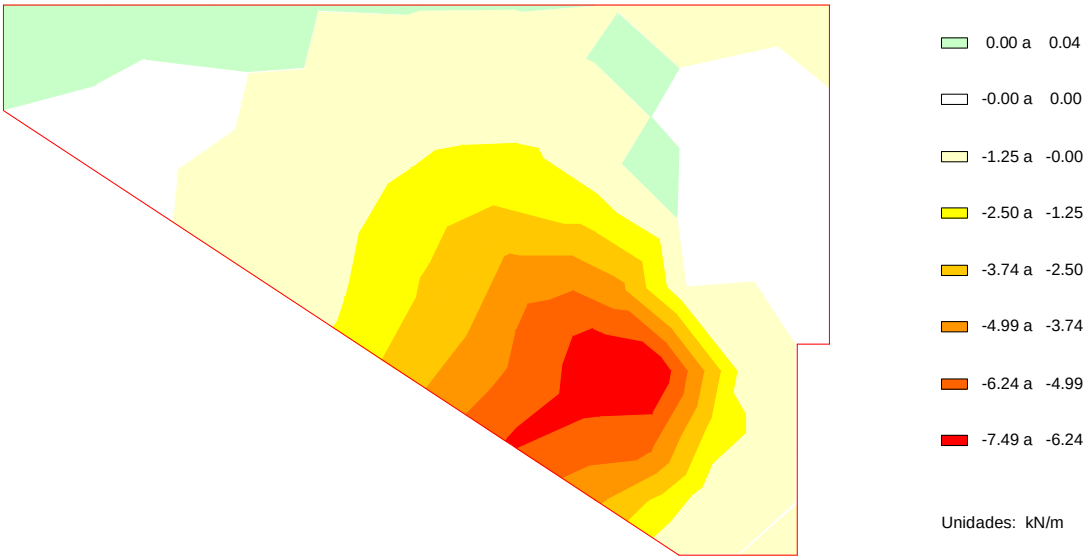




ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

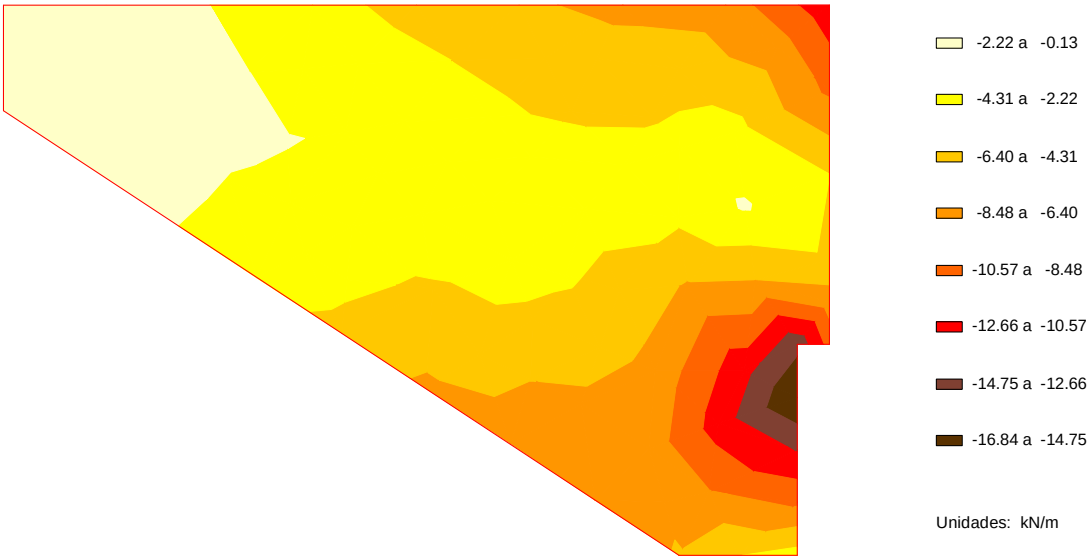
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

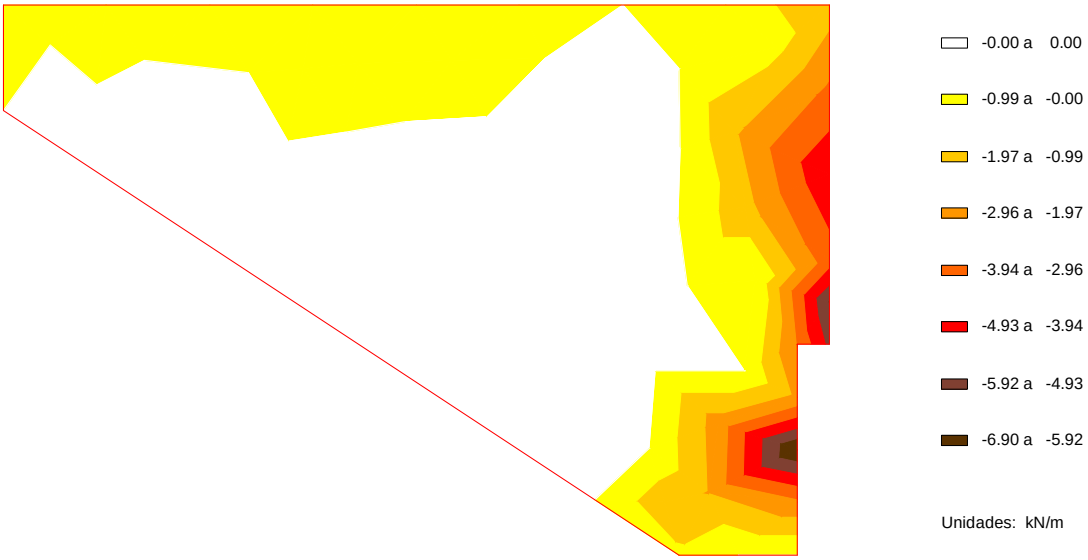
Cortante eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

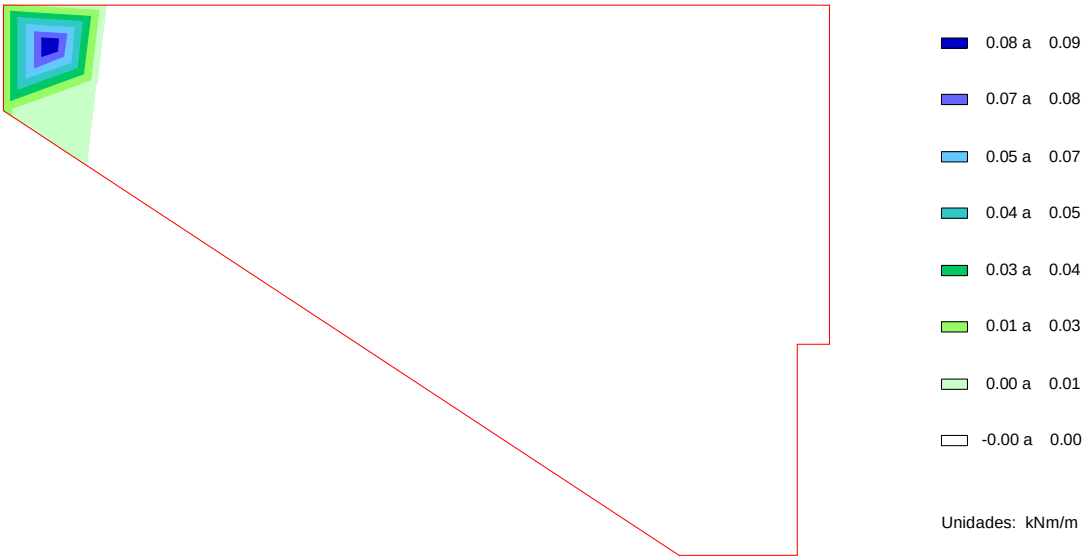
Cortante eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

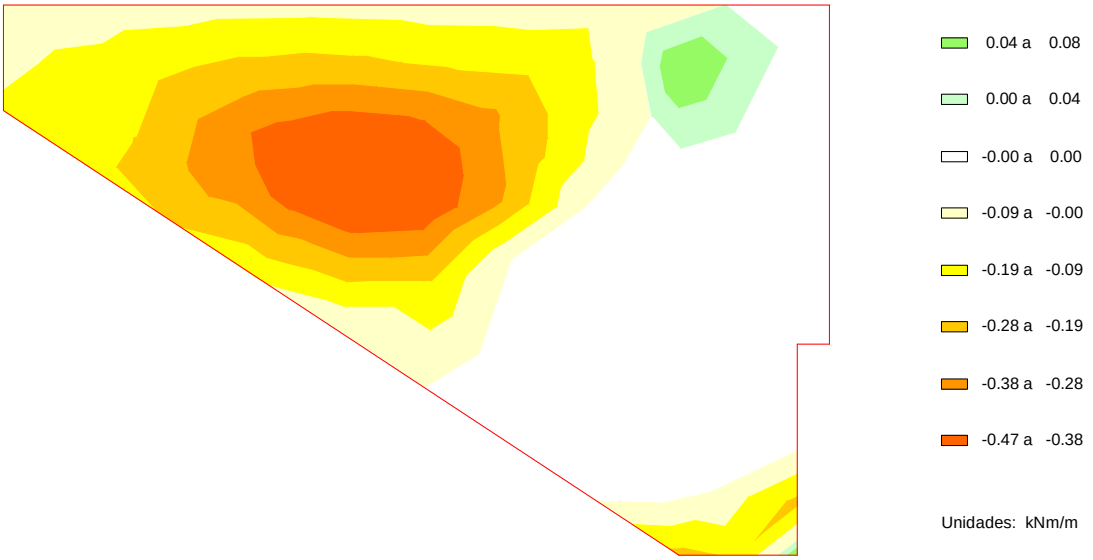
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Momento de eje horizontal (armado vertical)

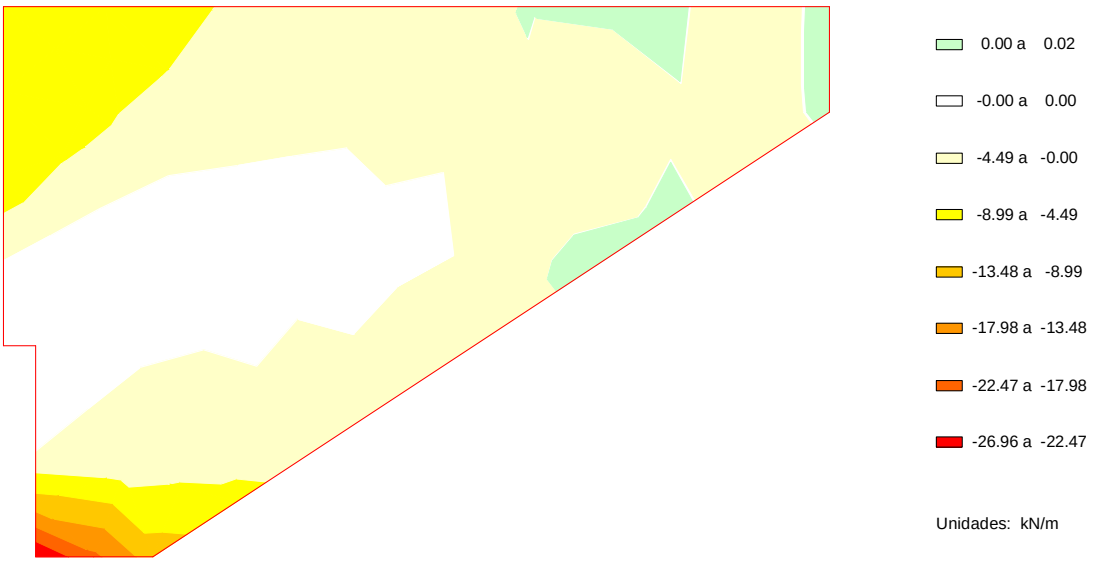


4.3.5 Aleta 2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

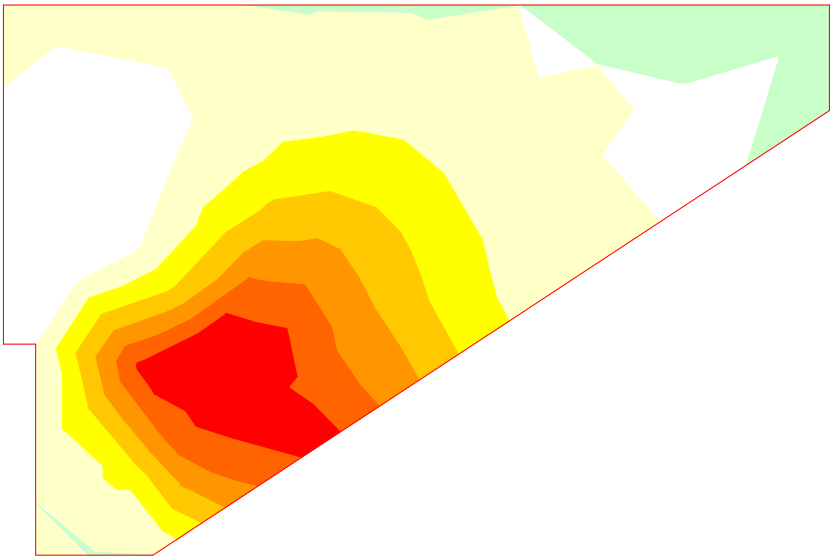
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

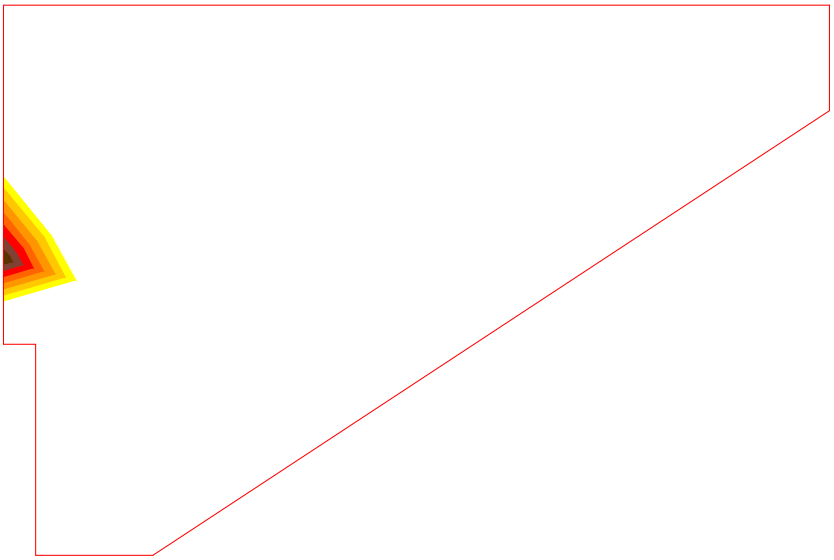
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

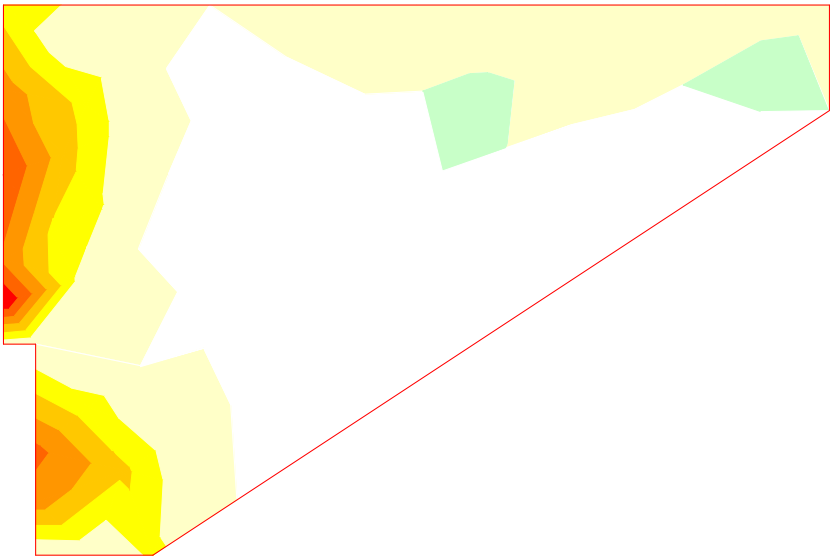
Cortante eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Cortante eje vertical



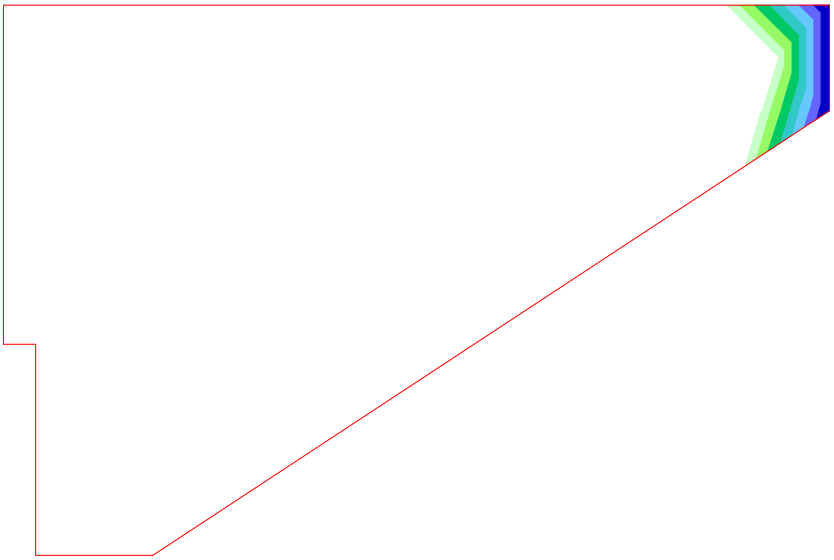
0.00 a 0.07
-0.00 a 0.00
-0.97 a -0.00
-1.94 a -0.97
-2.91 a -1.94
-3.89 a -2.91
-4.86 a -3.89
-5.83 a -4.86

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Momento de eje vertical (armado horizontal)



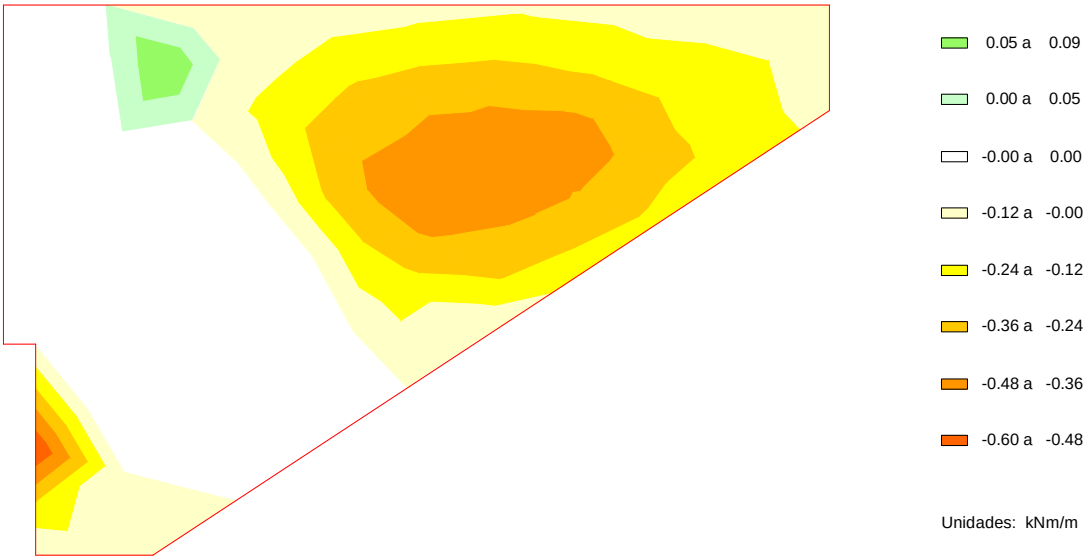
0.01 a 0.02
0.01 a 0.01
0.01 a 0.01
0.01 a 0.01
0.00 a 0.01
0.00 a 0.00
0.00 a 0.00
-0.00 a 0.00

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Momento de eje horizontal (armado vertical)

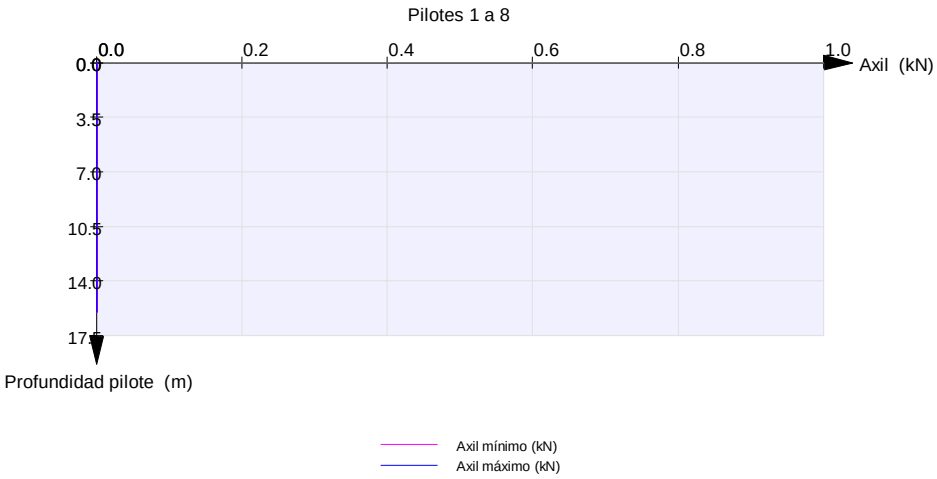


4.4 Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

4.4.1 Pilotes

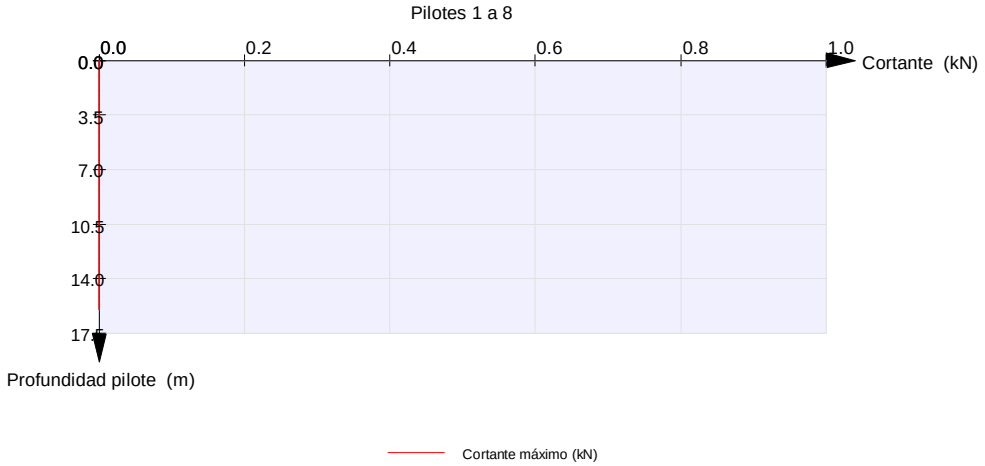
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical



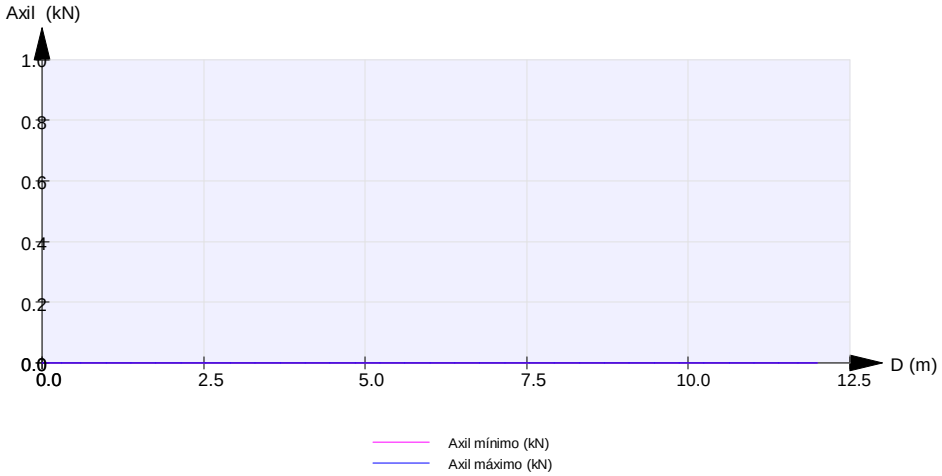
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

4.4.2 Cargadero

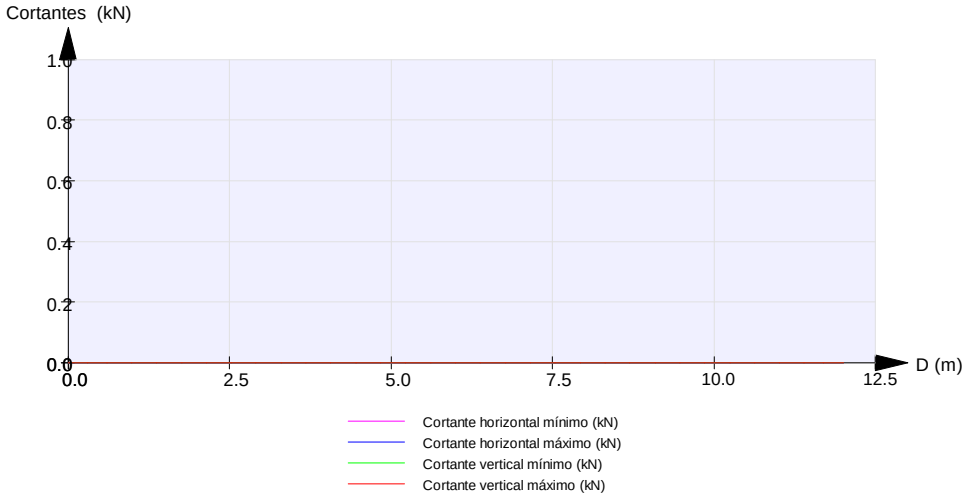
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical



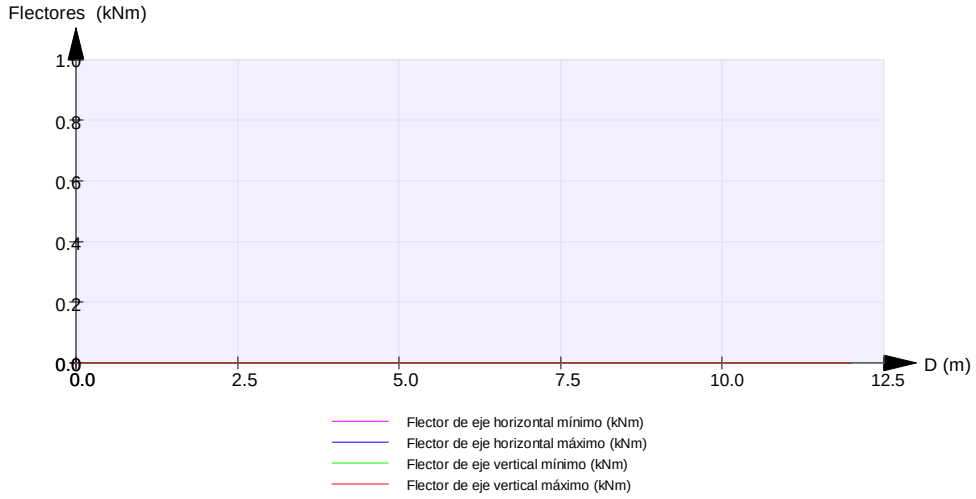
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

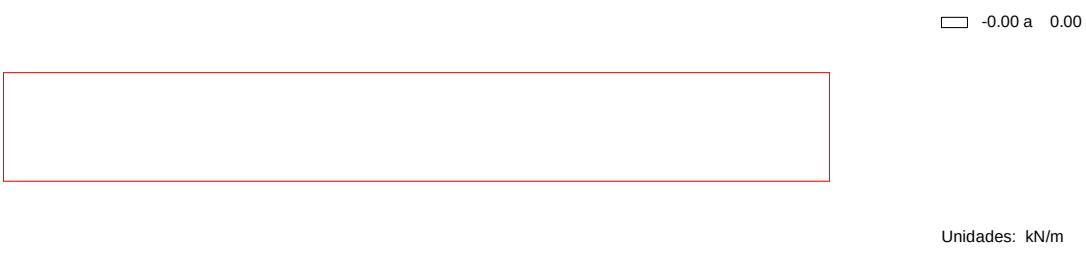


4.4.3 Espaldón

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Axil eje vertical

-0.00 a 0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Cortante eje horizontal

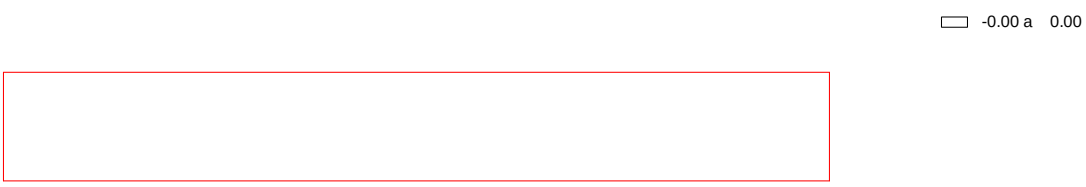
-0.00 a 0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Cortante eje vertical

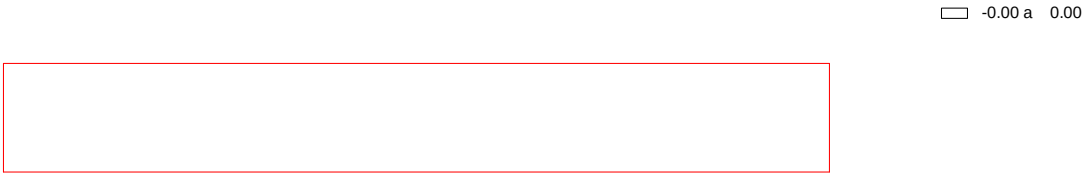


Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Momento de eje vertical (armado horizontal)

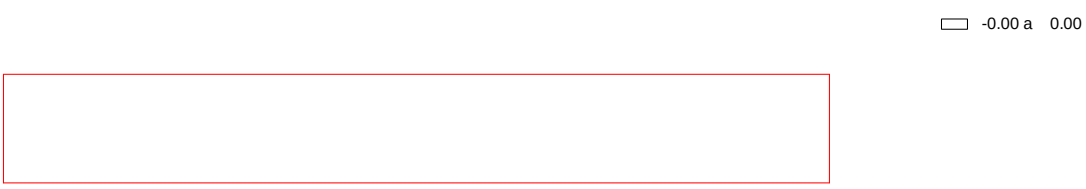


Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Momento de eje horizontal (armado vertical)



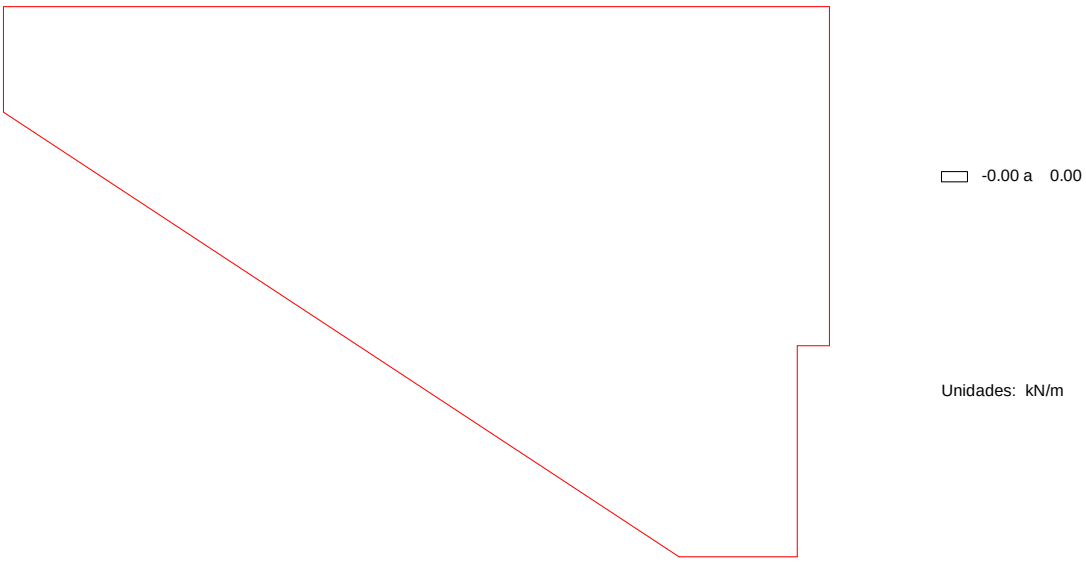
Unidades: kNm/m

4.4.4 Aleta 1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Axil eje horizontal

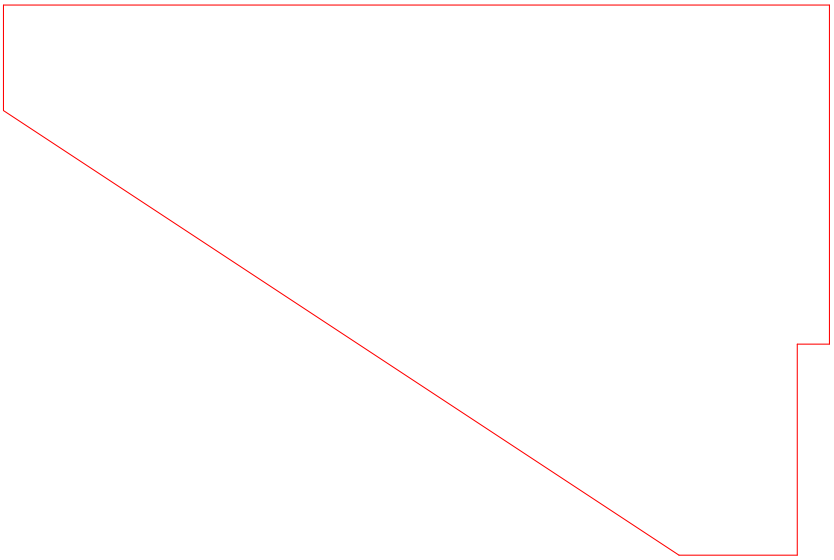


Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Axil eje vertical



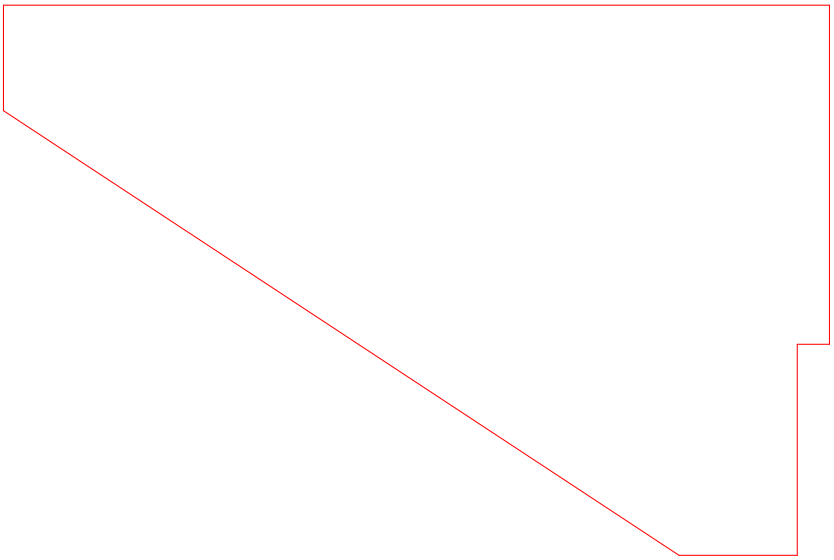
-0.00 a 0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Cortante eje horizontal



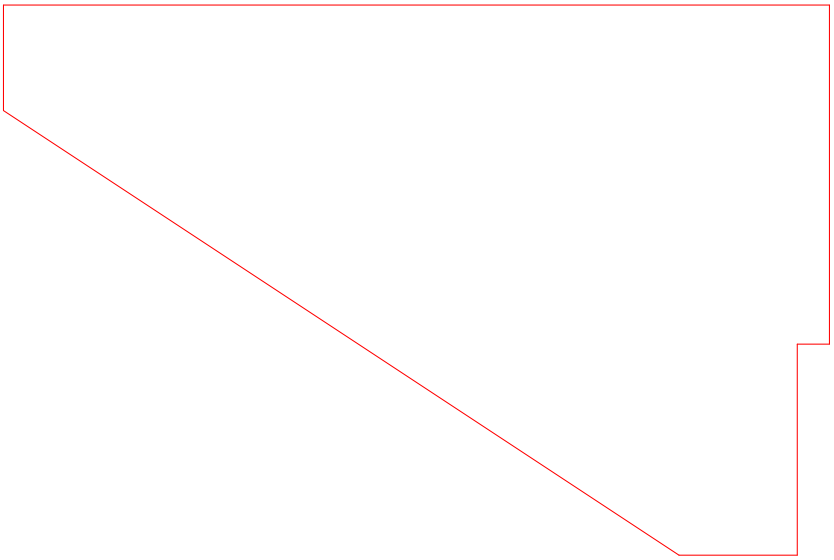
-0.00 a 0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Cortante eje vertical



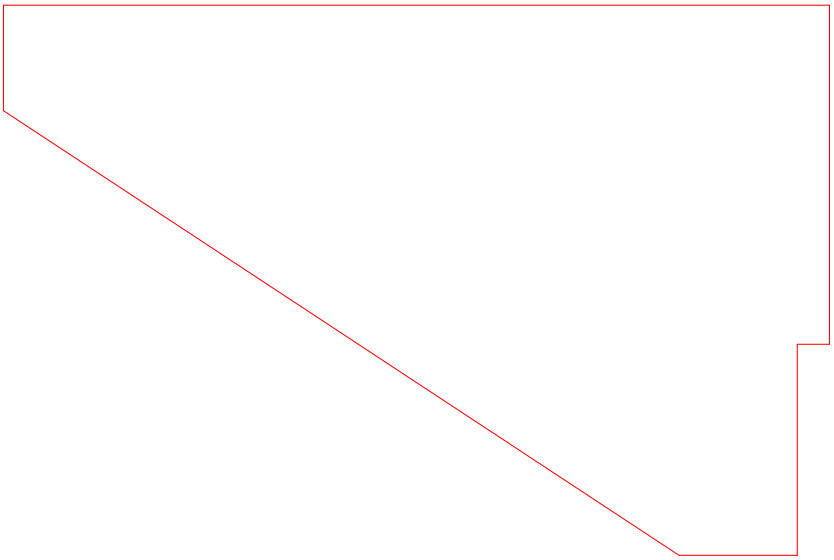
-0.00 a 0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Momento de eje vertical (armado horizontal)



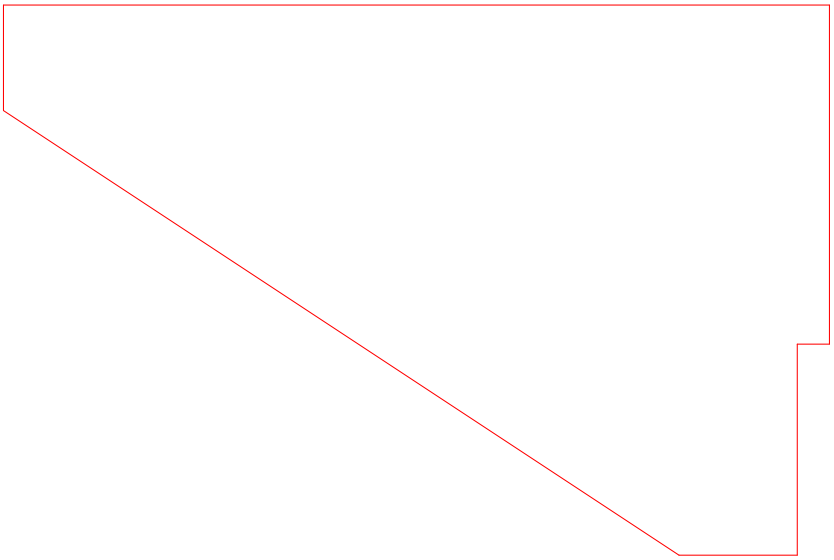
-0.00 a 0.00

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Momento de eje horizontal (armado vertical)



-0.00 a 0.00

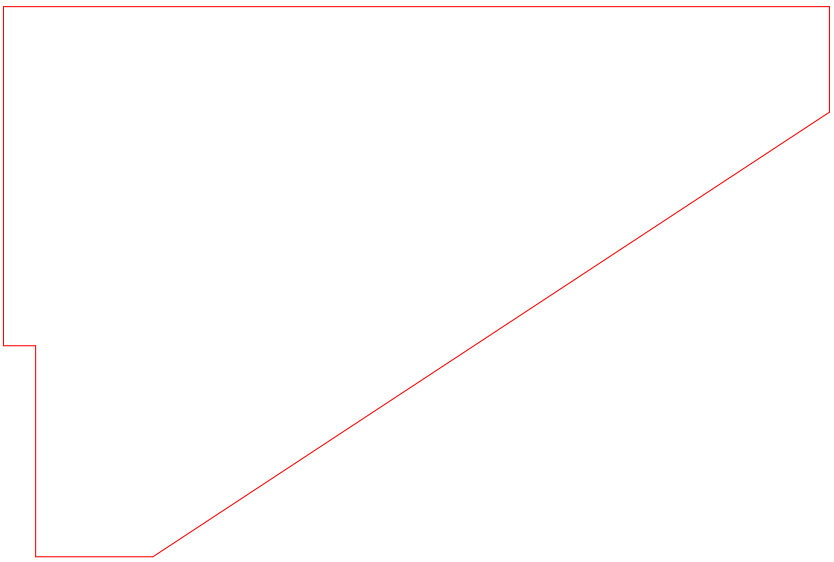
Unidades: kNm/m

4.4.5 Aleta 2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Axil eje horizontal



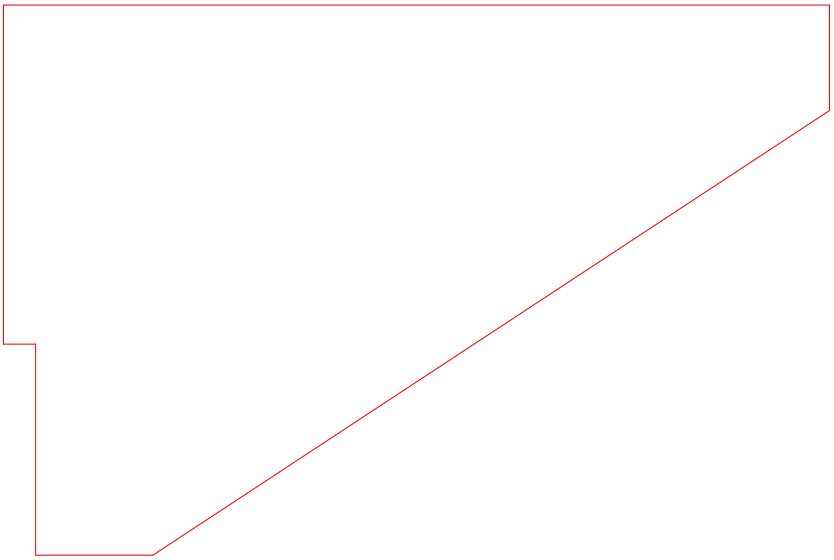
-0.00 a 0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Axil eje vertical



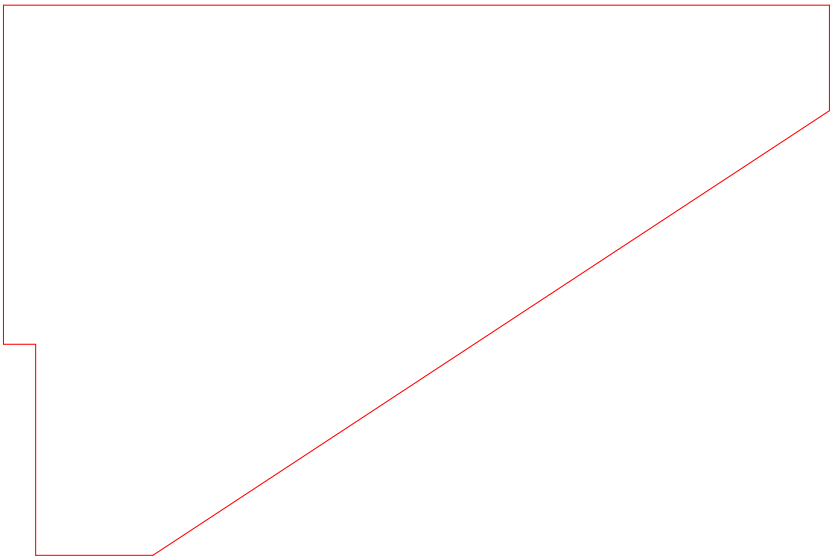
-0.00 a 0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Cortante eje horizontal



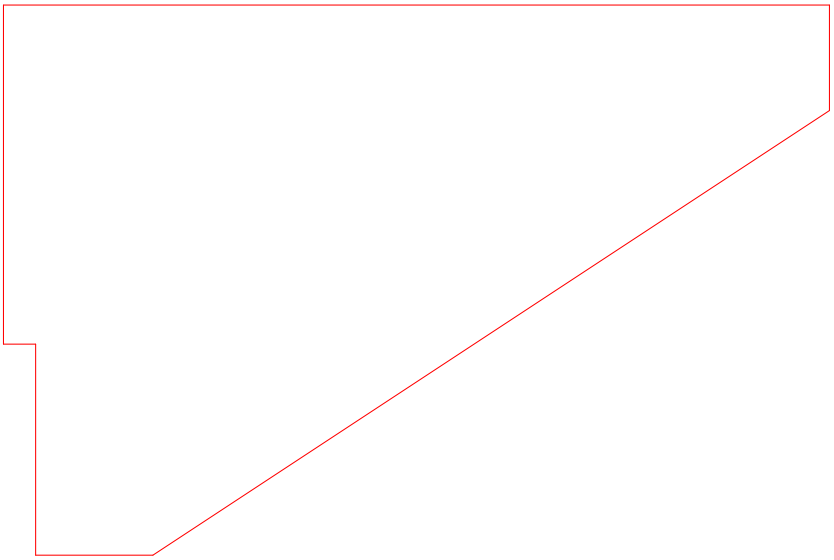
-0.00 a 0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Cortante eje vertical



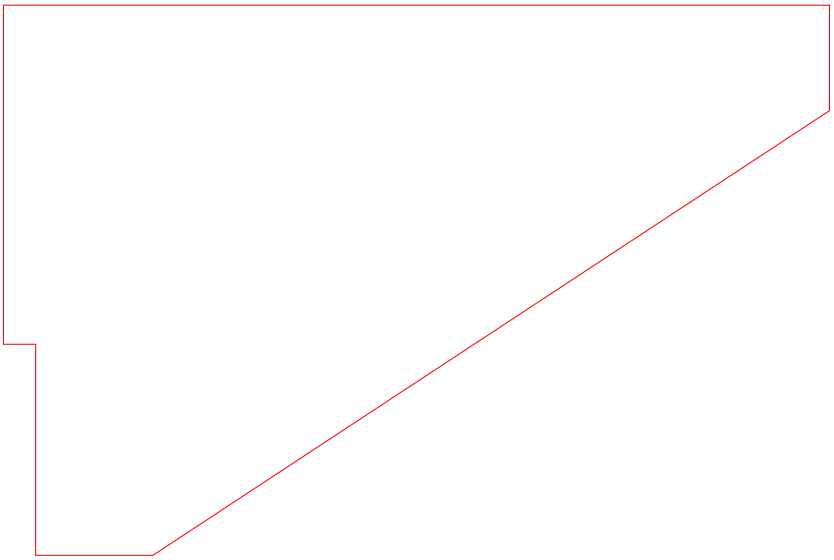
-0.00 a 0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Momento de eje vertical (armado horizontal)



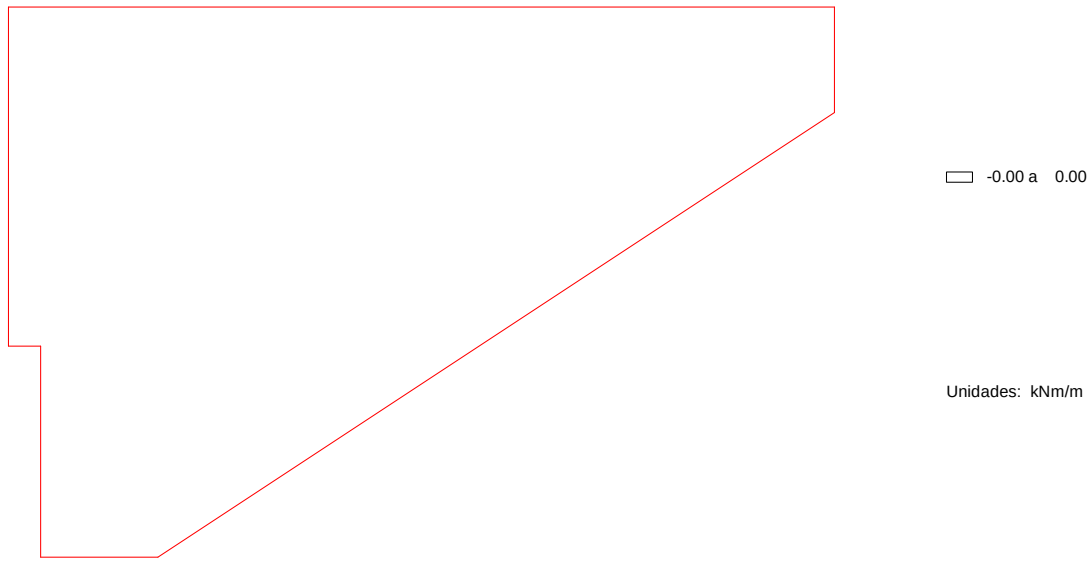
-0.00 a 0.00

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Momento de eje horizontal (armado vertical)



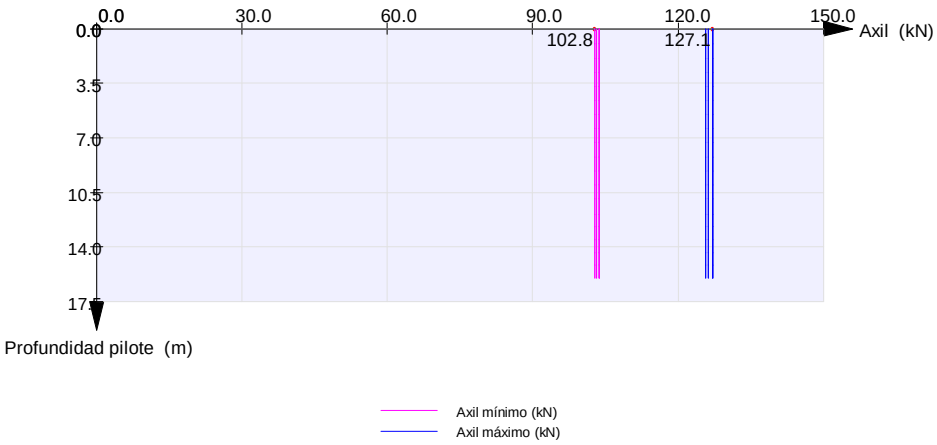
4.5 Peso propio. Tablero

4.5.1 Pilotes

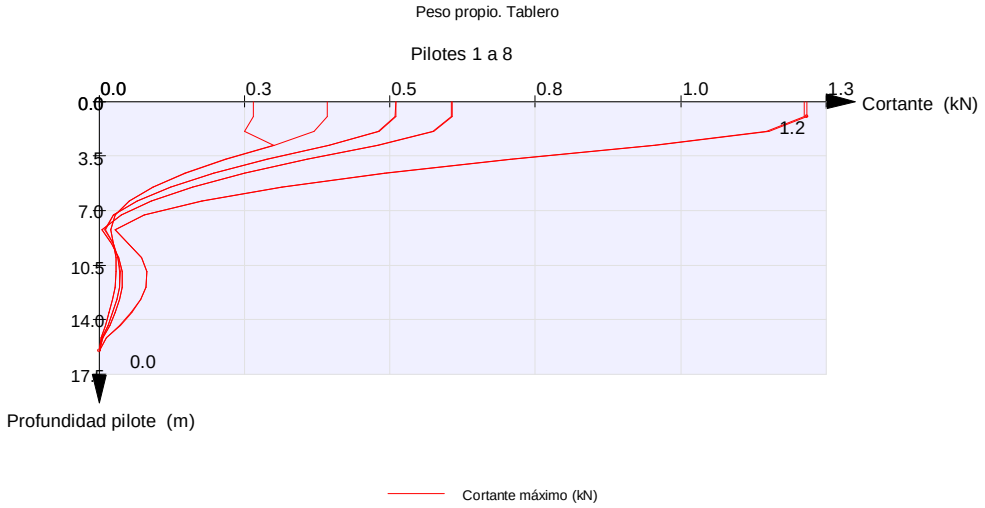
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

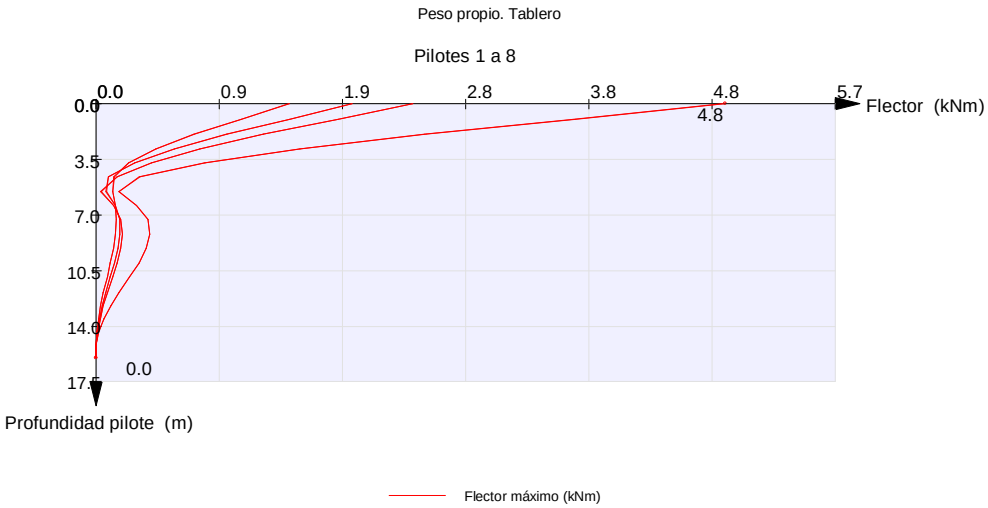
Pilotes 1 a 8



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

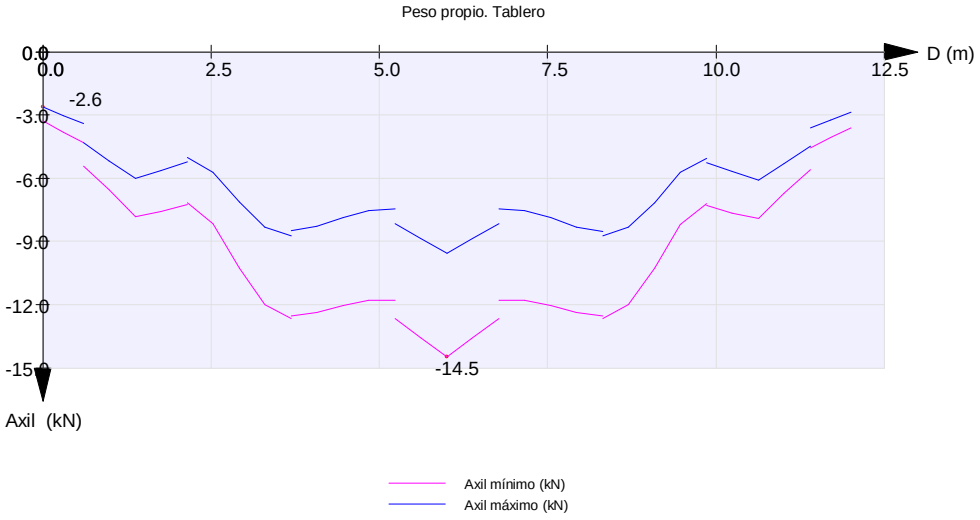


ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

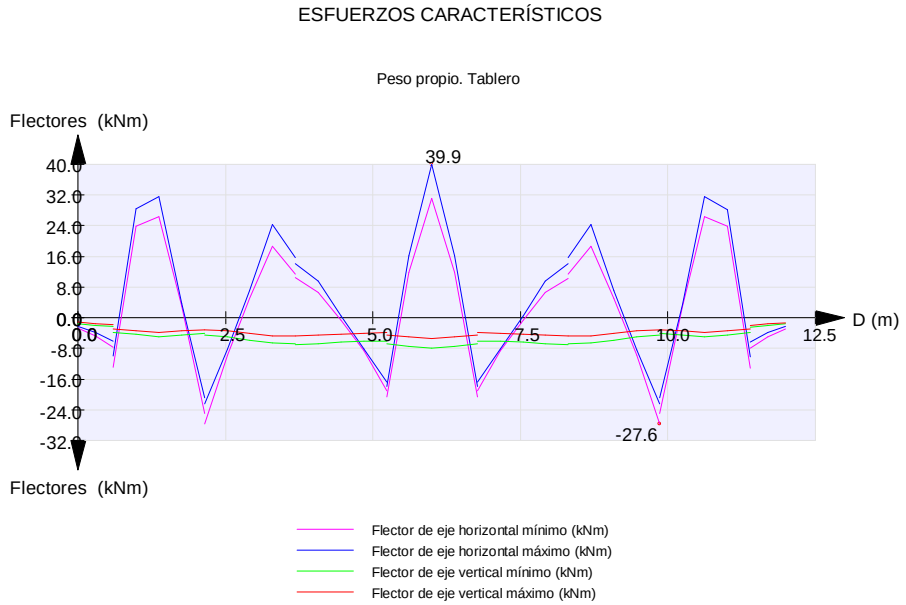


4.5.2 Cargadero

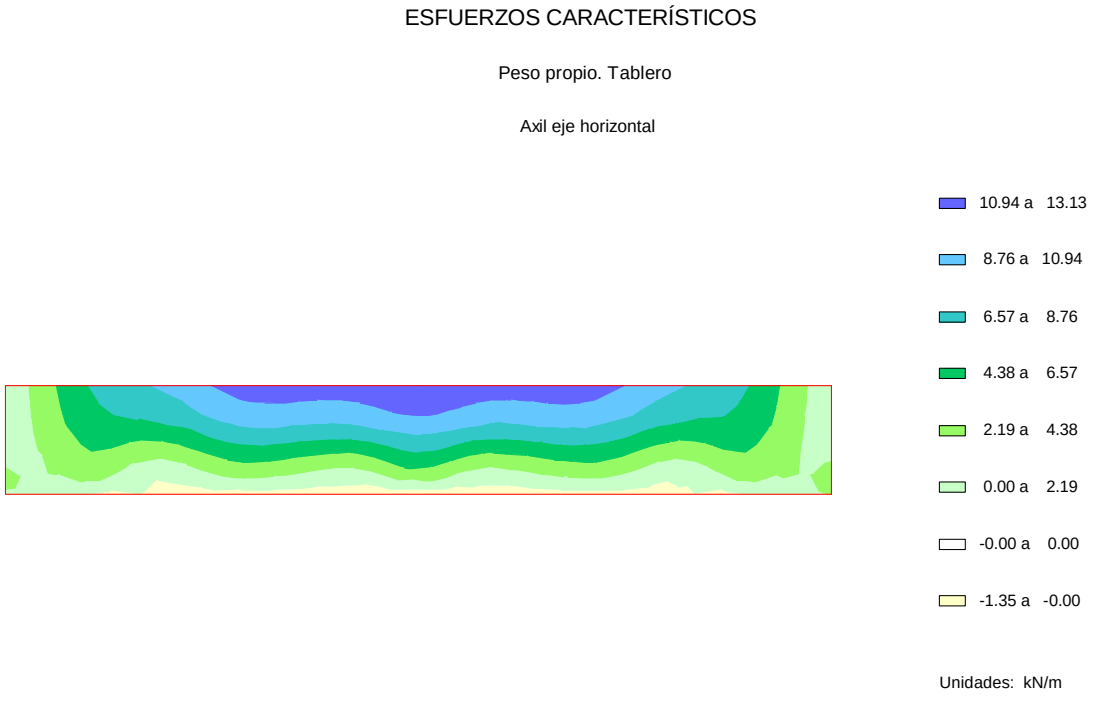
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS



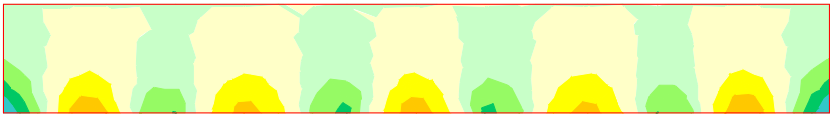
4.5.3 Espaldón



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

Axil eje vertical



3.84 a 5.12
2.56 a 3.84
1.28 a 2.56
0.00 a 1.28
-0.00 a 0.00
-2.11 a -0.00
-4.22 a -2.11
-6.34 a -4.22

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

Cortante eje horizontal

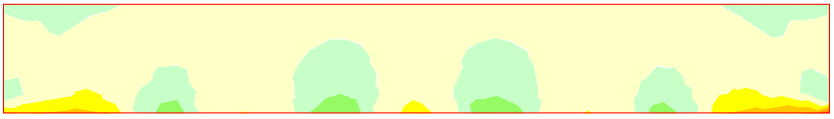
0.38 a 0.50
0.25 a 0.38
0.13 a 0.25
0.00 a 0.13
-0.00 a 0.00
-0.19 a -0.00
-0.39 a -0.19
-0.58 a -0.39

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

Cortante eje vertical



0.06 a 0.11

0.00 a 0.06

-0.00 a 0.00

-0.11 a -0.00

-0.21 a -0.11

-0.32 a -0.21

-0.43 a -0.32

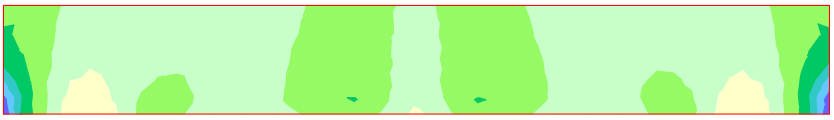
-0.53 a -0.43

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

Momento de eje vertical (armado horizontal)



0.20 a 0.24

0.16 a 0.20

0.12 a 0.16

0.08 a 0.12

0.04 a 0.08

0.00 a 0.04

-0.00 a 0.00

-0.03 a -0.00

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

Momento de eje horizontal (armado vertical)

0.07 a 0.10
0.05 a 0.07
0.02 a 0.05
0.00 a 0.02
-0.00 a 0.00
-0.02 a -0.00
-0.04 a -0.02
-0.07 a -0.04

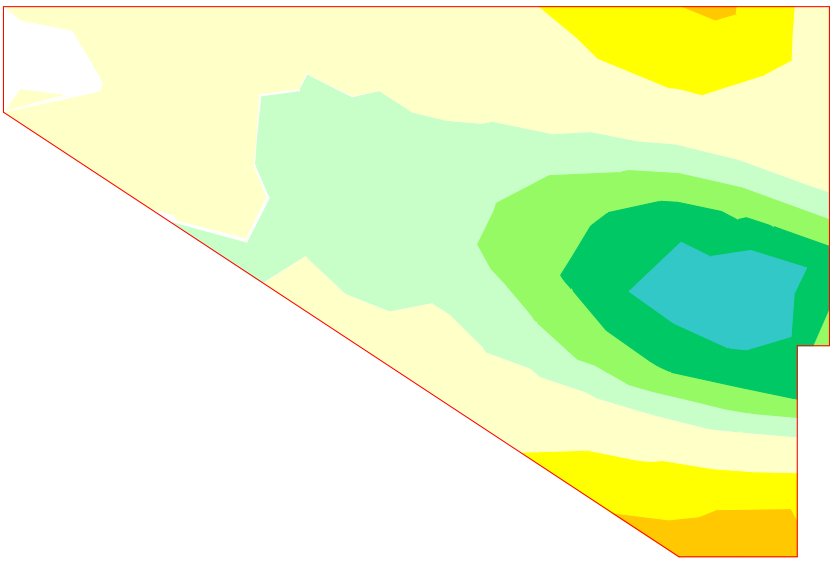
Unidades: kNm/m

4.5.4 Aleta 1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

Axil eje horizontal



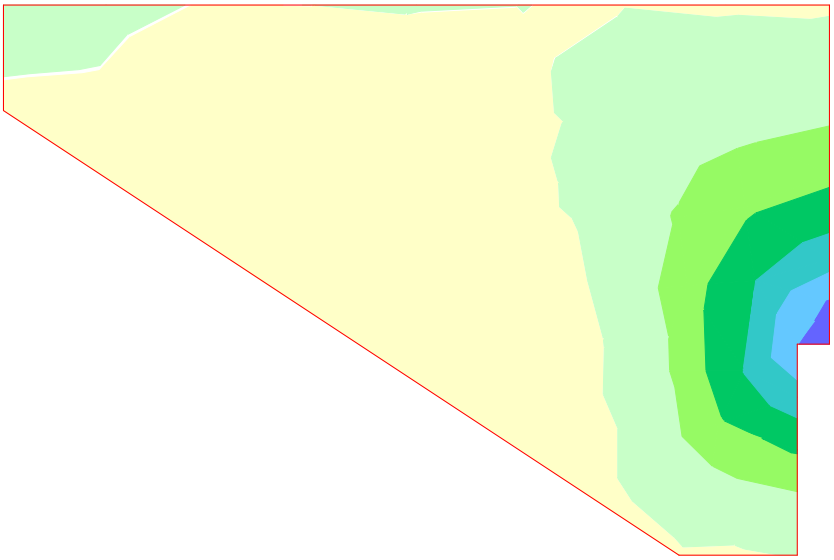
0.95 a 1.26
0.63 a 0.95
0.32 a 0.63
0.00 a 0.32
-0.00 a 0.00
-0.64 a -0.00
-1.27 a -0.64
-1.91 a -1.27

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

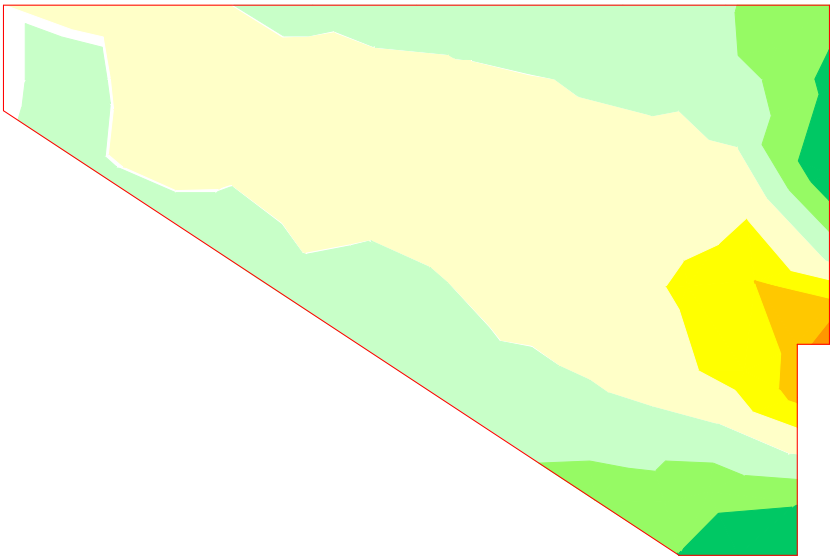
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

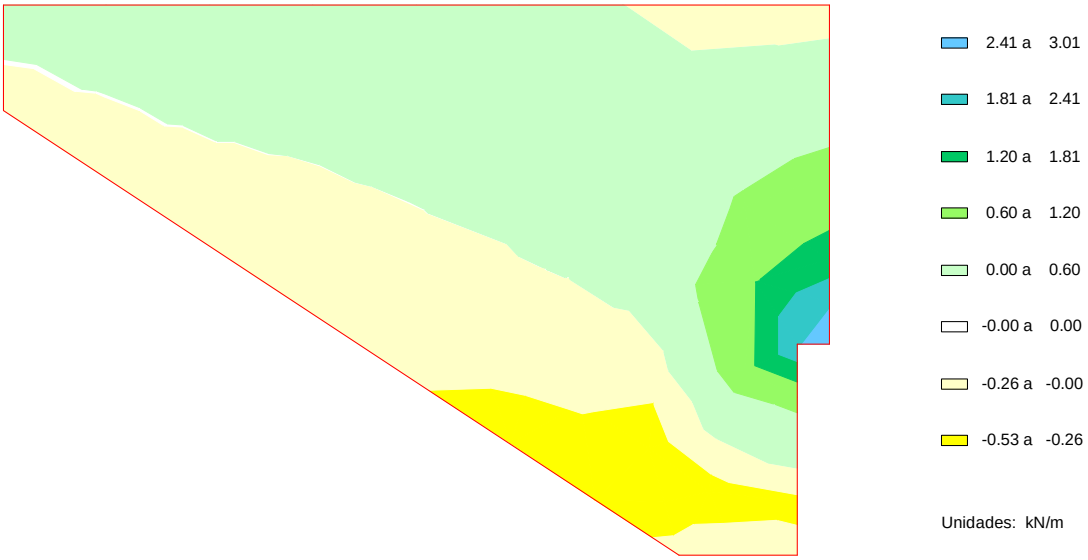
Cortante eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

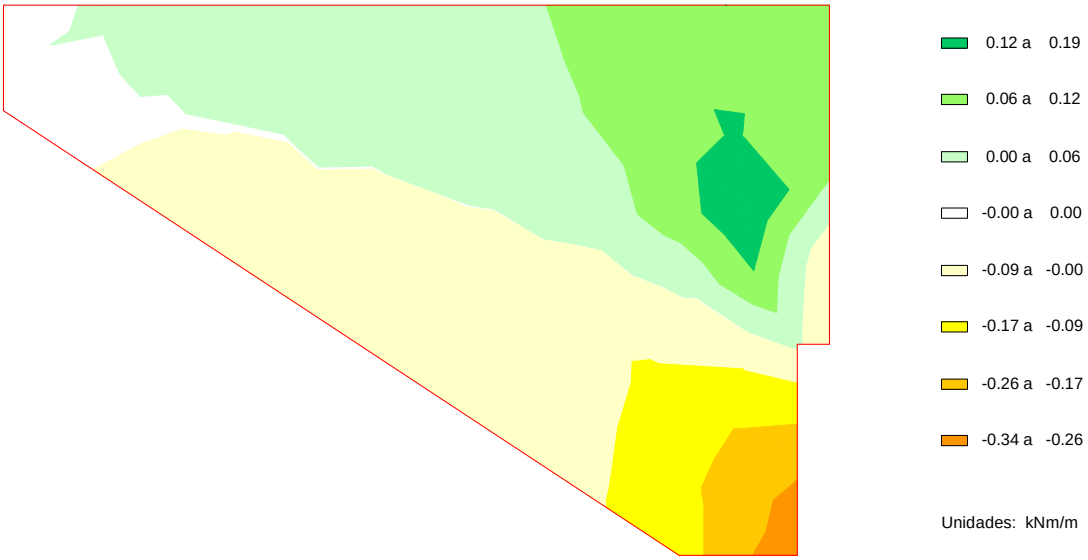
Cortante eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

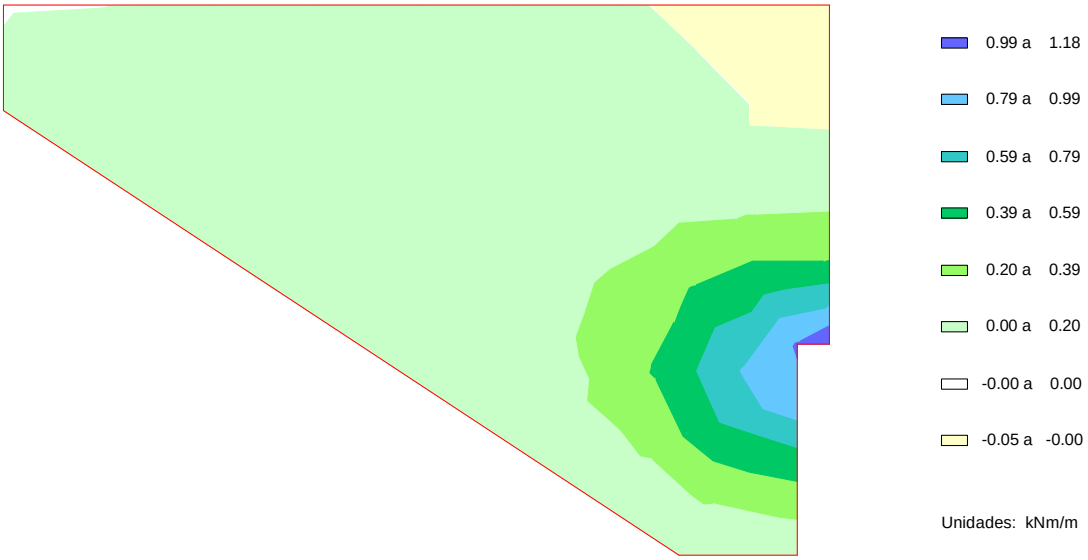
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

Momento de eje horizontal (armado vertical)

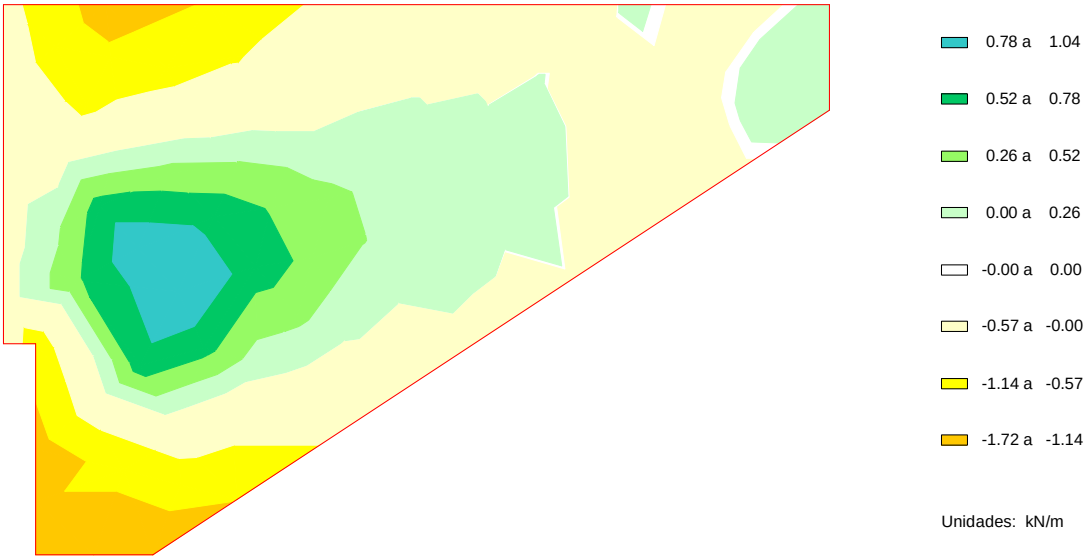


4.5.5 Aleta 2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

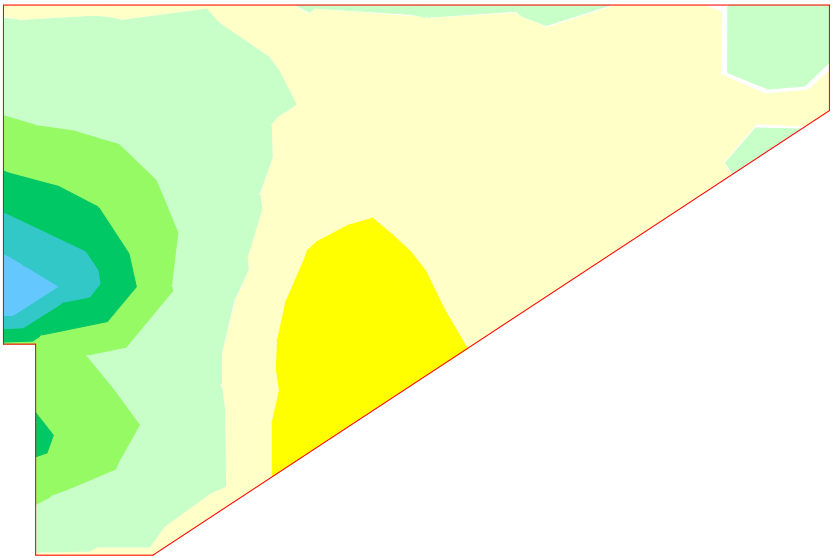
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

Axil eje vertical



4.34 a 5.42

3.25 a 4.34

2.17 a 3.25

1.08 a 2.17

0.00 a 1.08

-0.00 a 0.00

-0.41 a -0.00

-0.82 a -0.41

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

Cortante eje horizontal

1.83 a 2.44

1.22 a 1.83

0.61 a 1.22

0.00 a 0.61

-0.00 a 0.00

-0.35 a -0.00

-0.71 a -0.35

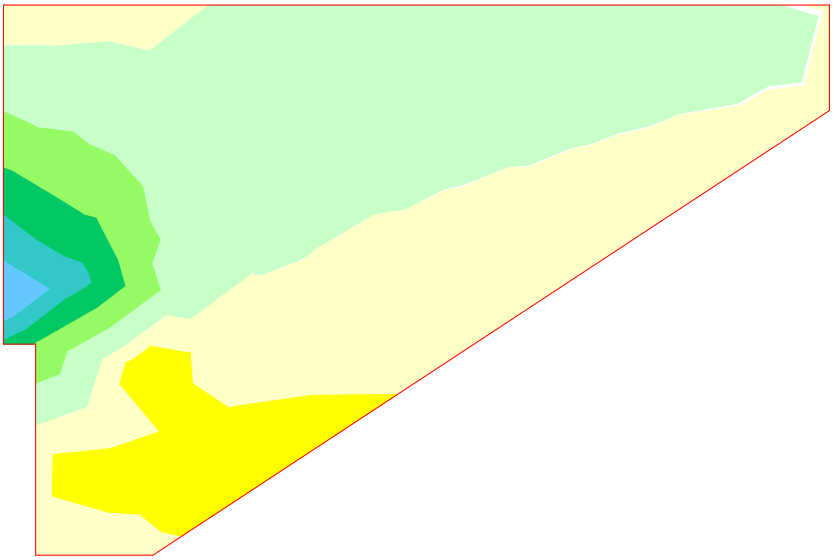
-1.06 a -0.71

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

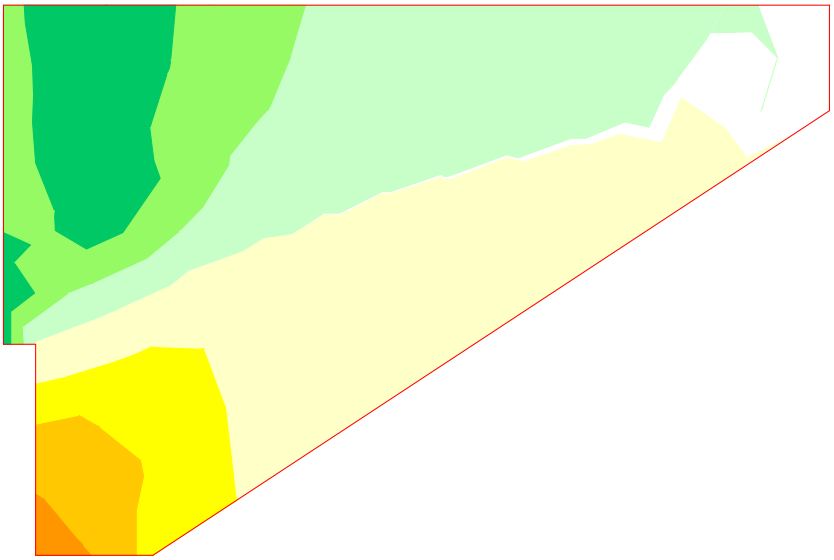
Cortante eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

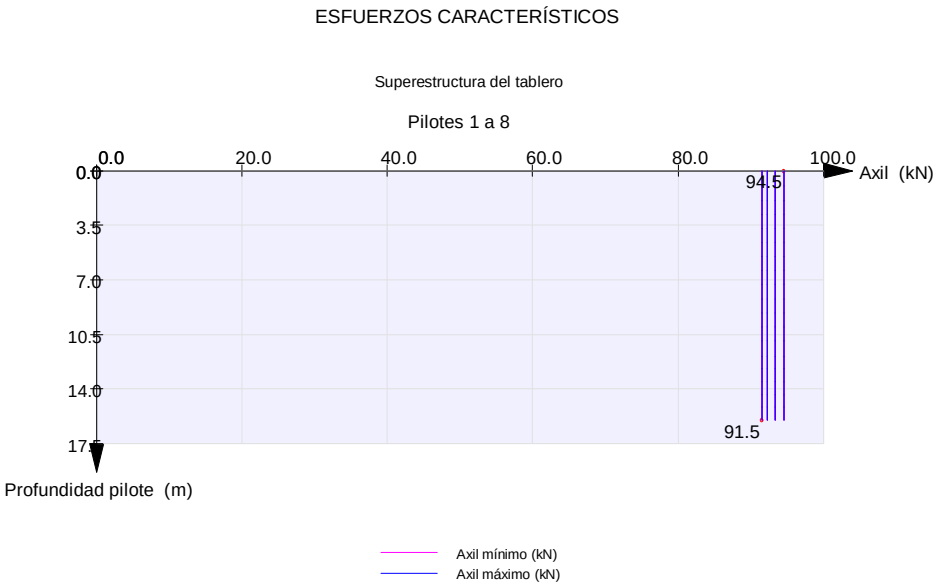
Peso propio. Tablero

Momento de eje vertical (armado horizontal)

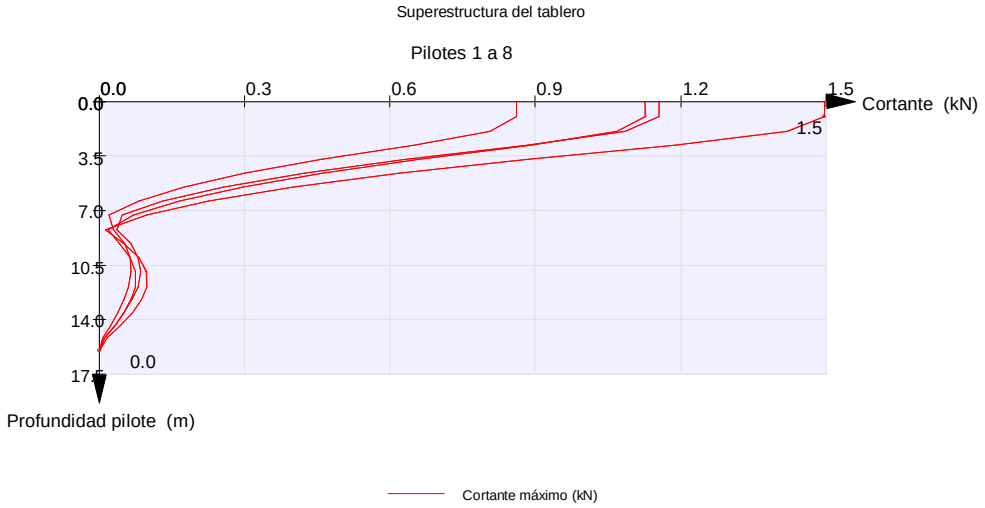


4.6 Superestructura del tablero

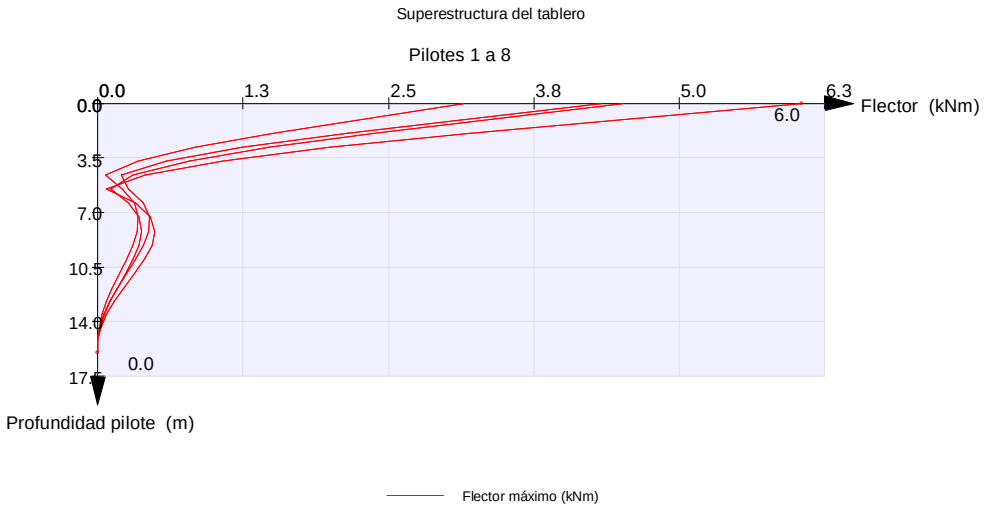
4.6.1 Pilotes



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS



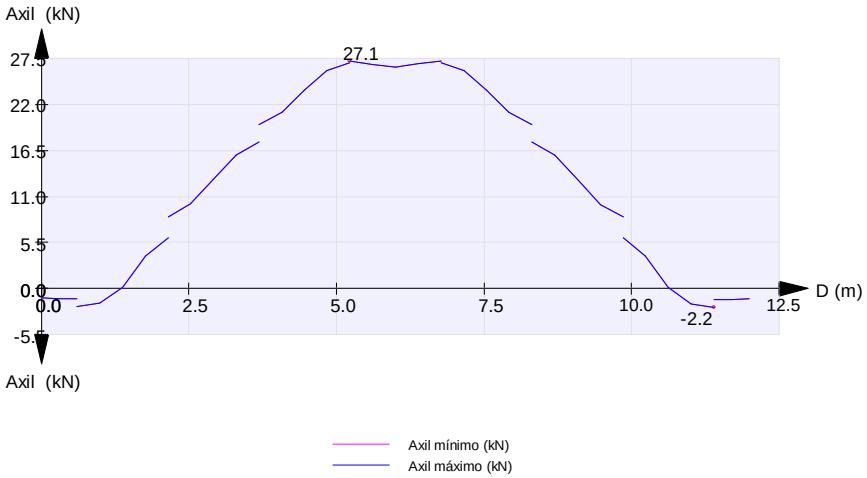
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS



4.6.2 Cargadero

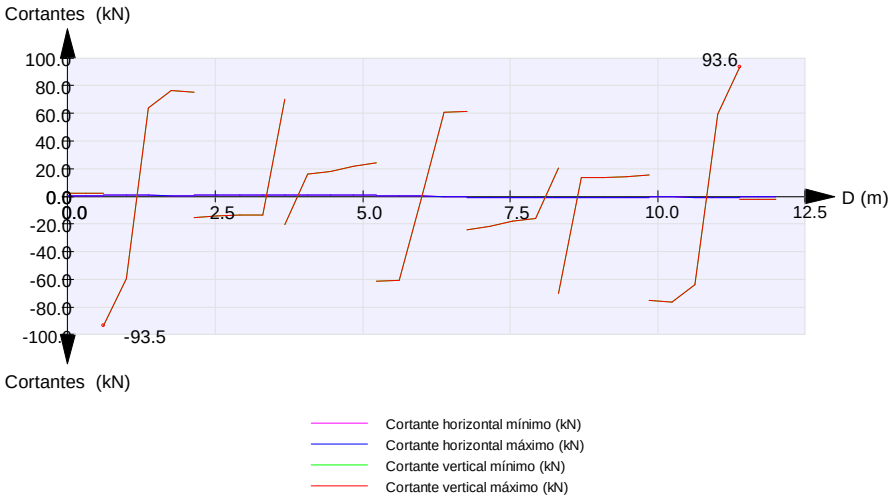
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

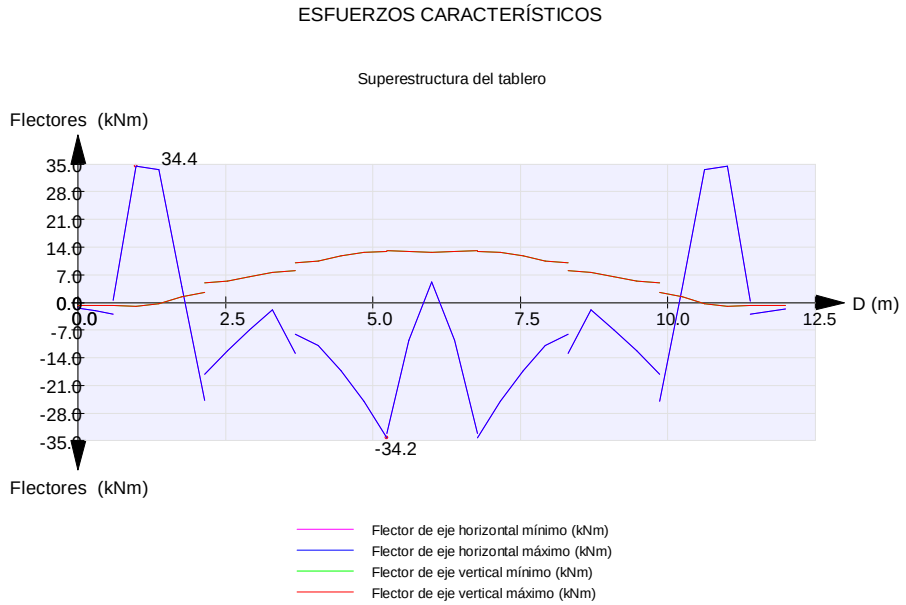
Superestructura del tablero



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero



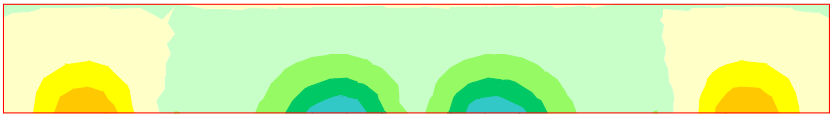


4.6.3 Espaldón

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

Axil eje vertical



5.43 a 7.24

3.62 a 5.43

1.81 a 3.62

0.00 a 1.81

-0.00 a 0.00

-3.70 a -0.00

-7.40 a -3.70

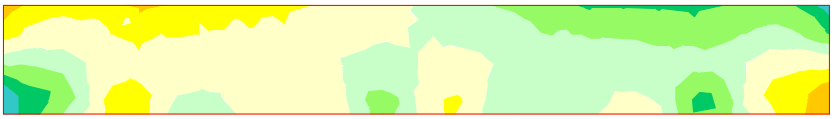
-11.10 a -7.40

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

Cortante eje horizontal



0.27 a 0.36

0.18 a 0.27

0.09 a 0.18

0.00 a 0.09

-0.00 a 0.00

-0.11 a -0.00

-0.23 a -0.11

-0.34 a -0.23

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

Cortante eje vertical

0.09 a 0.13

0.04 a 0.09

0.00 a 0.04

-0.00 a 0.00

-0.07 a -0.00

-0.13 a -0.07

-0.20 a -0.13

-0.27 a -0.20

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

Momento de eje vertical (armado horizontal)

0.05 a 0.08

0.03 a 0.05

0.00 a 0.03

-0.00 a 0.00

-0.05 a -0.00

-0.09 a -0.05

-0.14 a -0.09

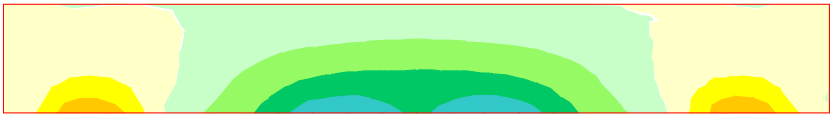
-0.19 a -0.14

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

Momento de eje horizontal (armado vertical)



0.10 a 0.13
0.07 a 0.10
0.03 a 0.07
0.00 a 0.03
-0.00 a 0.00
-0.03 a -0.00
-0.07 a -0.03
-0.10 a -0.07

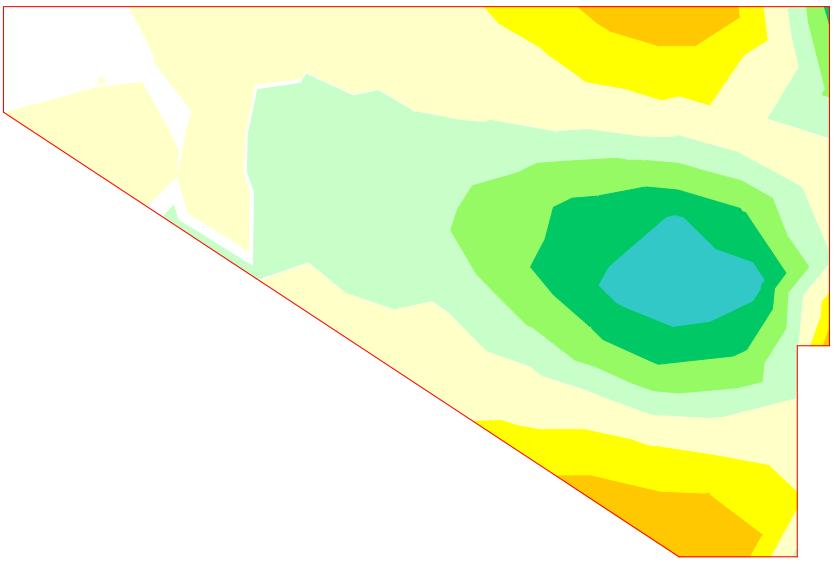
Unidades: kNm/m

4.6.4 Aleta 1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

Axil eje horizontal



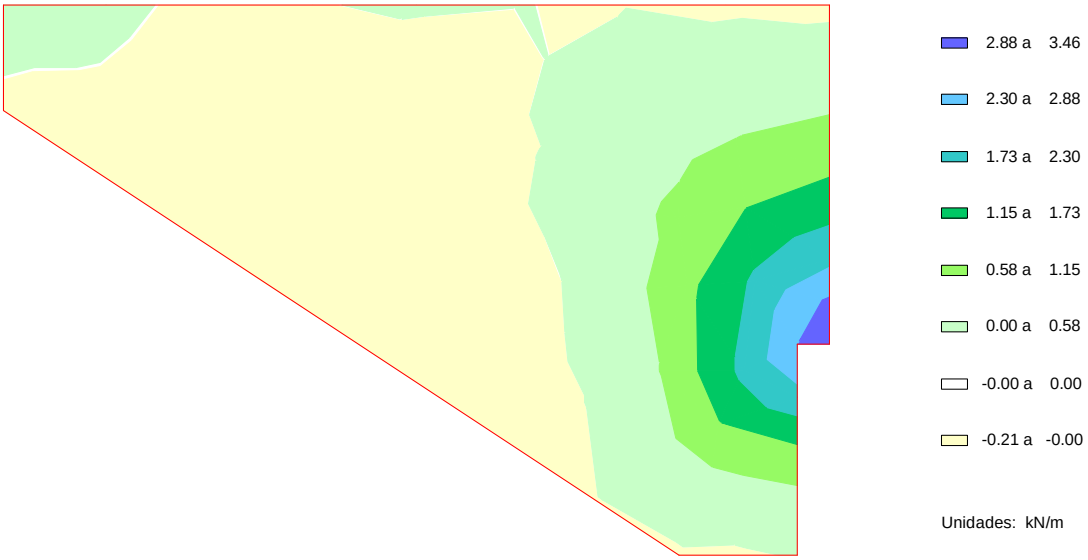
0.28 a 0.38
0.19 a 0.28
0.09 a 0.19
0.00 a 0.09
-0.00 a 0.00
-0.13 a -0.00
-0.25 a -0.13
-0.38 a -0.25

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

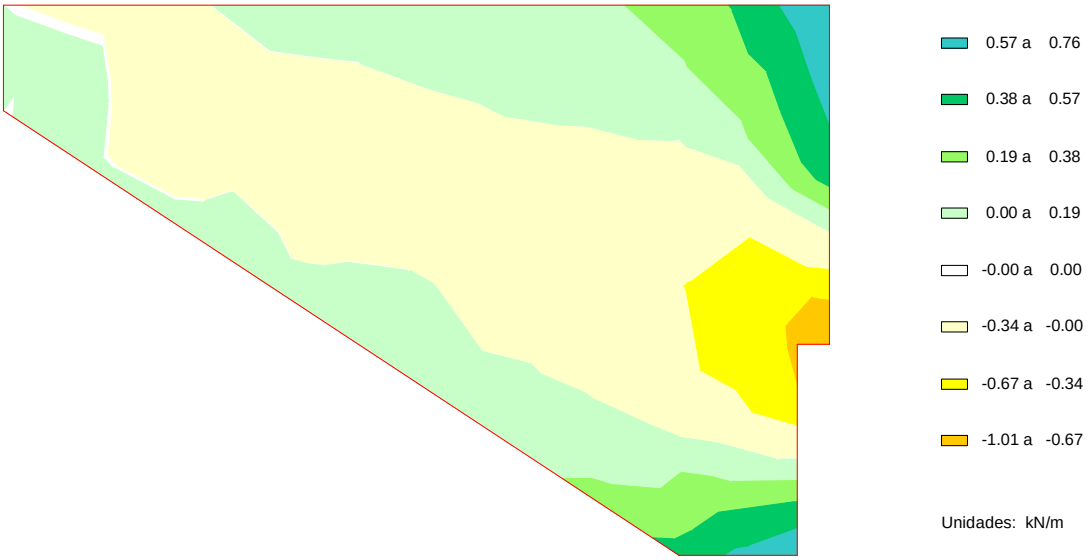
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

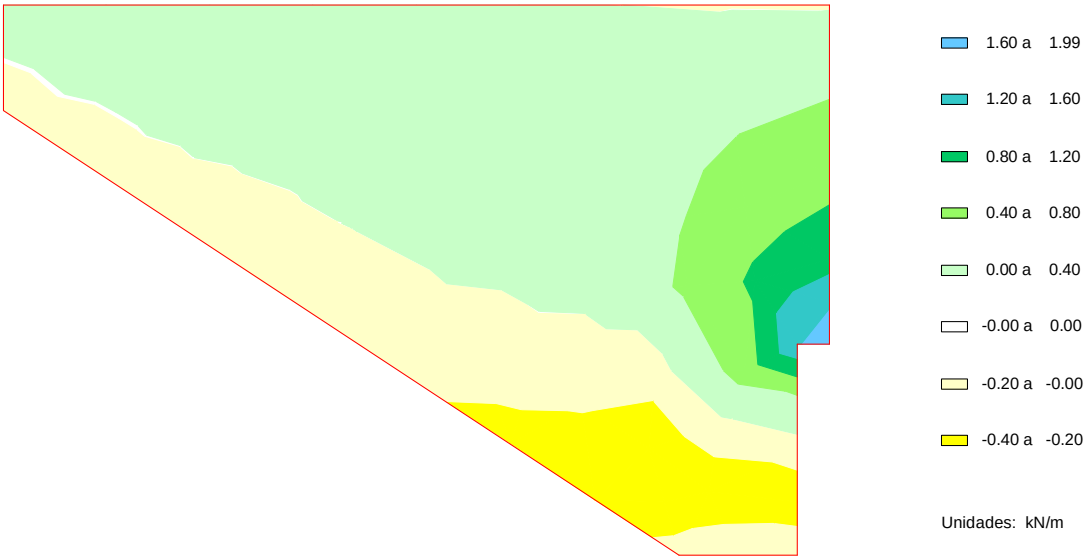
Cortante eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

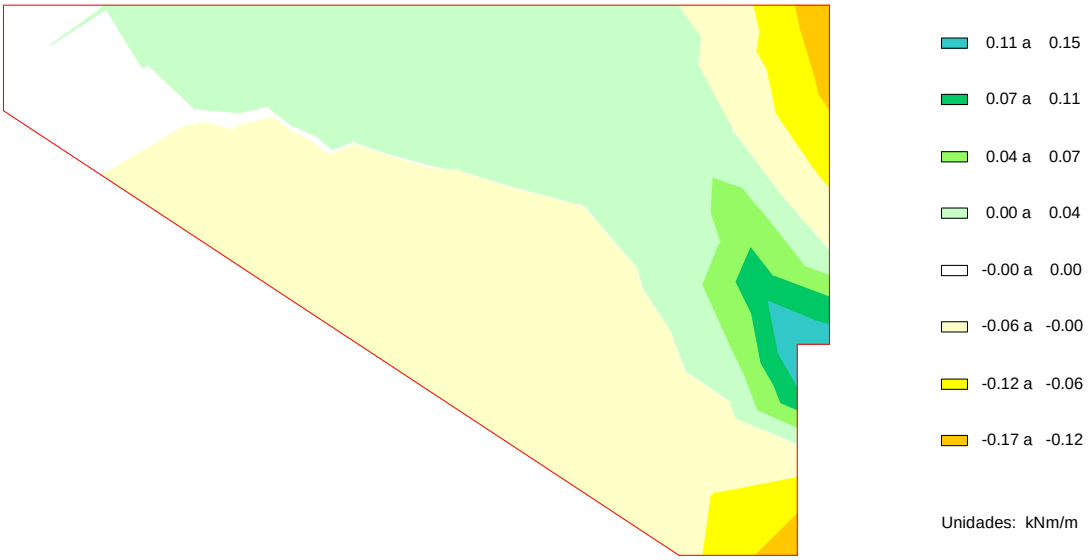
Cortante eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

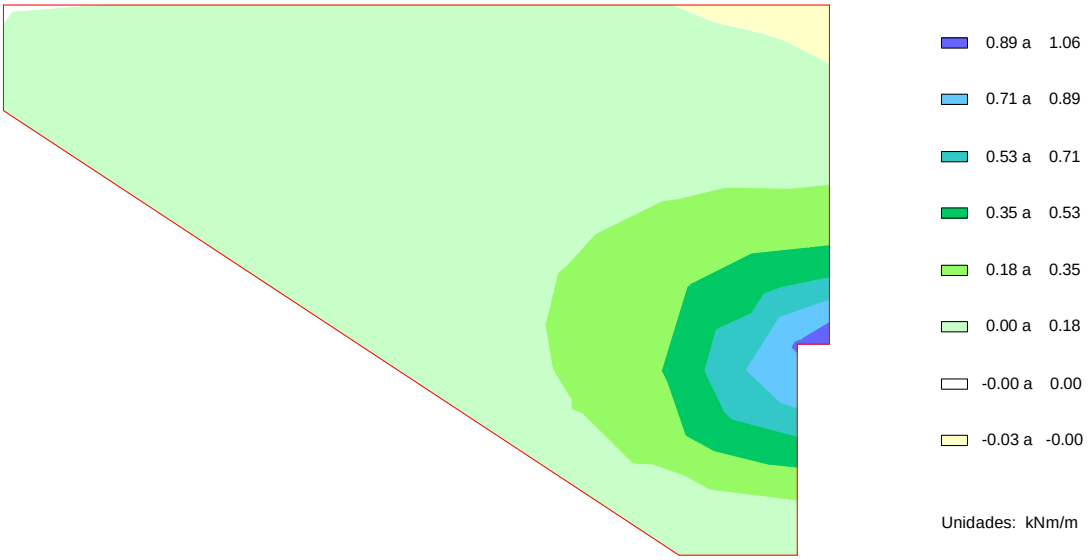
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

Momento de eje horizontal (armado vertical)

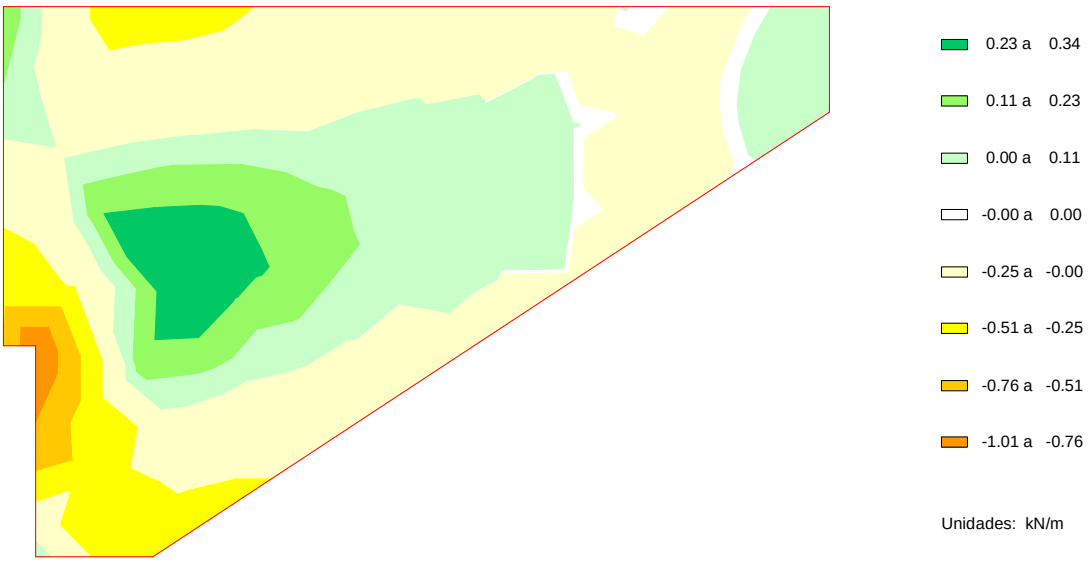


4.6.5 Aleta 2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

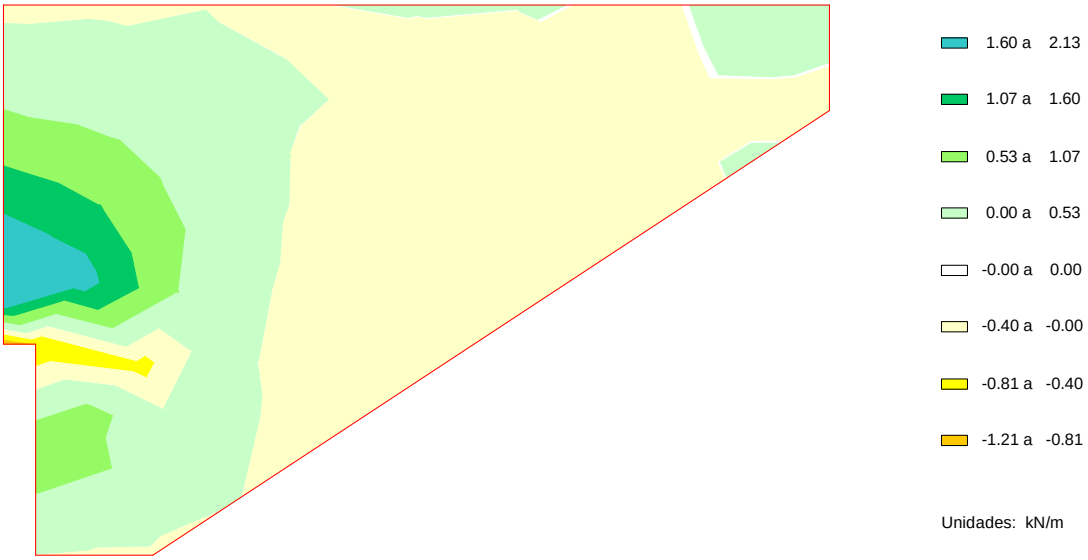
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

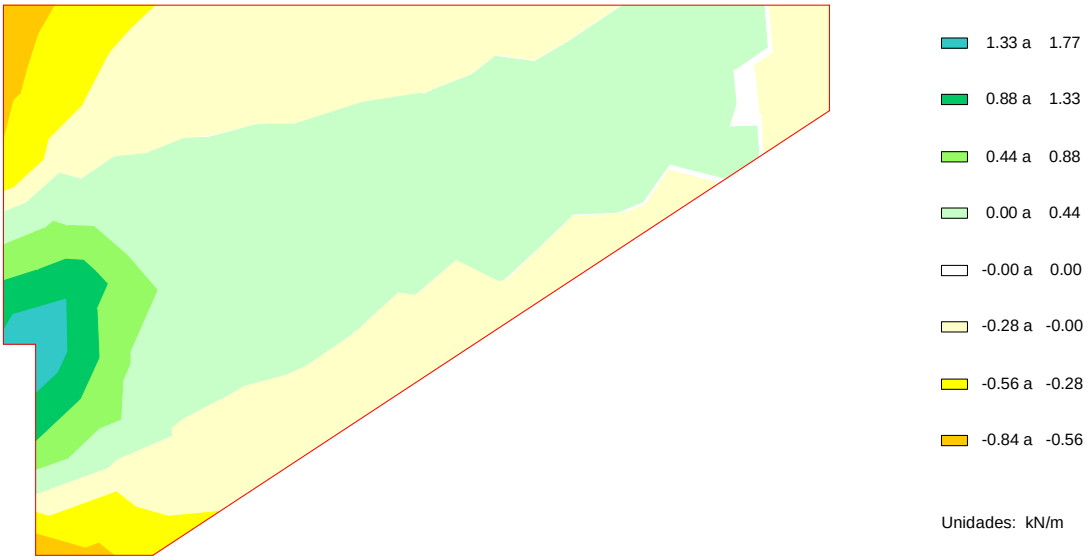
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

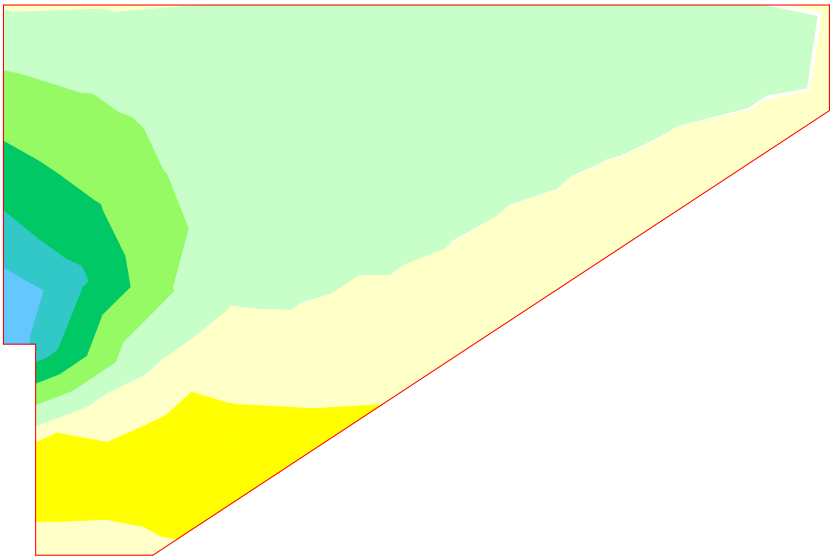
Cortante eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

Cortante eje vertical



1.14 a 1.43

0.86 a 1.14

0.57 a 0.86

0.29 a 0.57

0.00 a 0.29

-0.00 a 0.00

-0.19 a -0.00

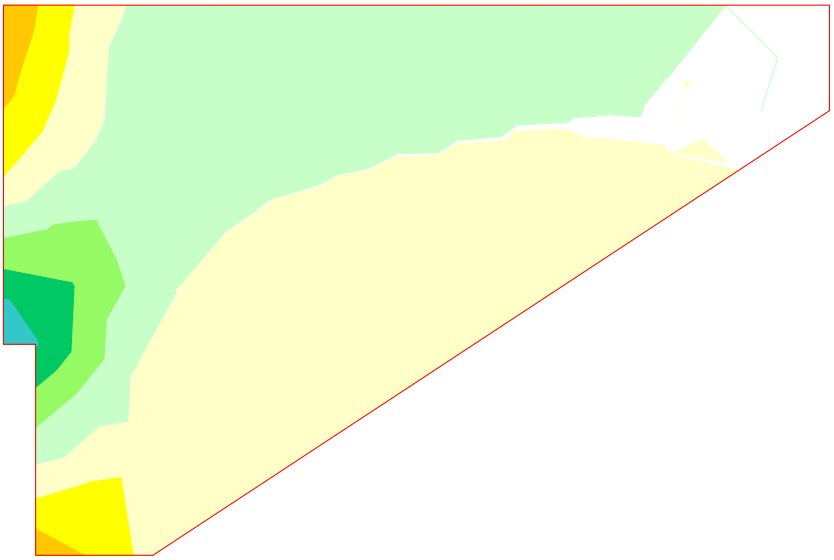
-0.38 a -0.19

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

Momento de eje vertical (armado horizontal)



0.16 a 0.22

0.11 a 0.16

0.05 a 0.11

0.00 a 0.05

-0.00 a 0.00

-0.05 a -0.00

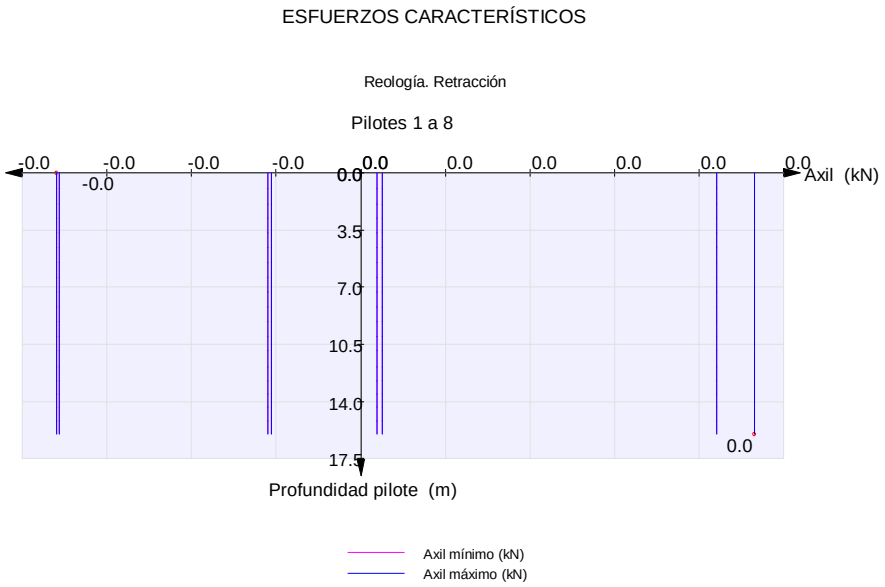
-0.10 a -0.05

-0.16 a -0.10

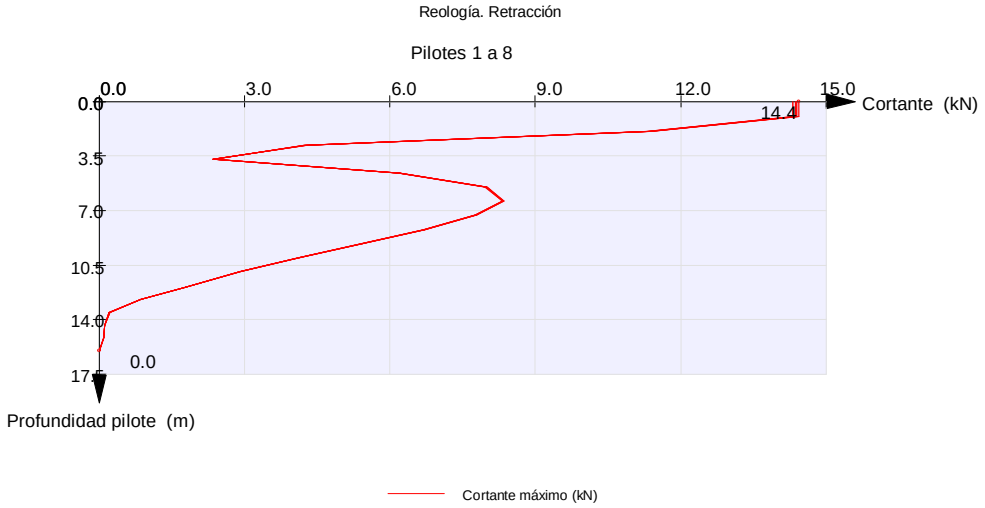
Unidades: kNm/m

4.7 Reología. Retracción

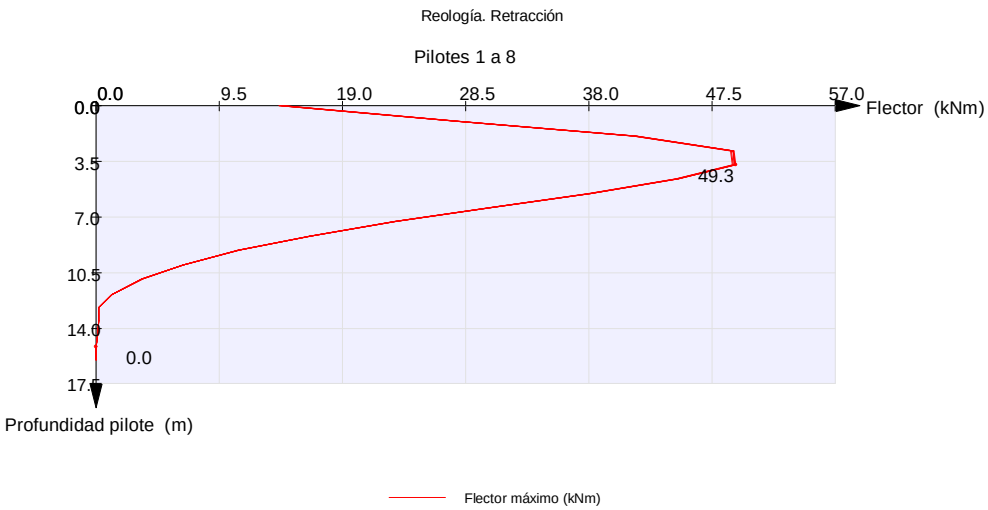
4.7.1 Pilotes



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

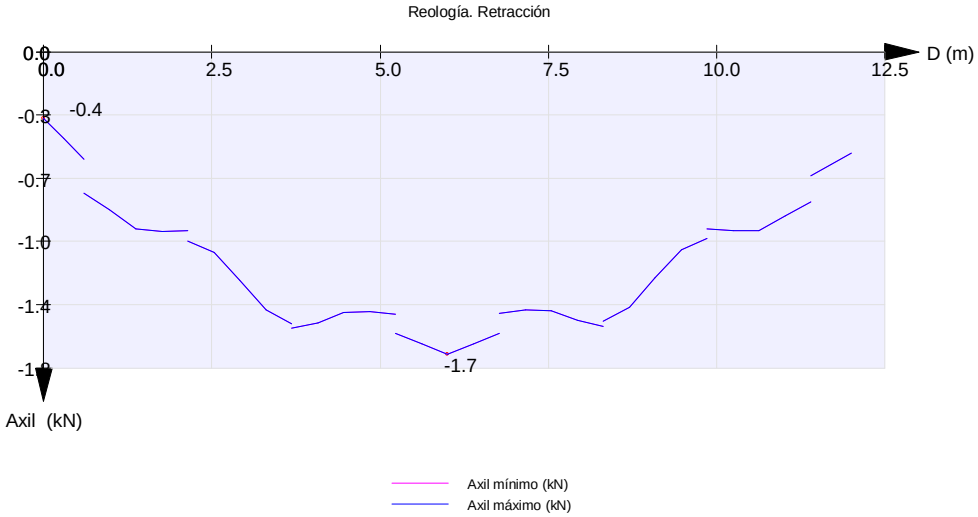


ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS



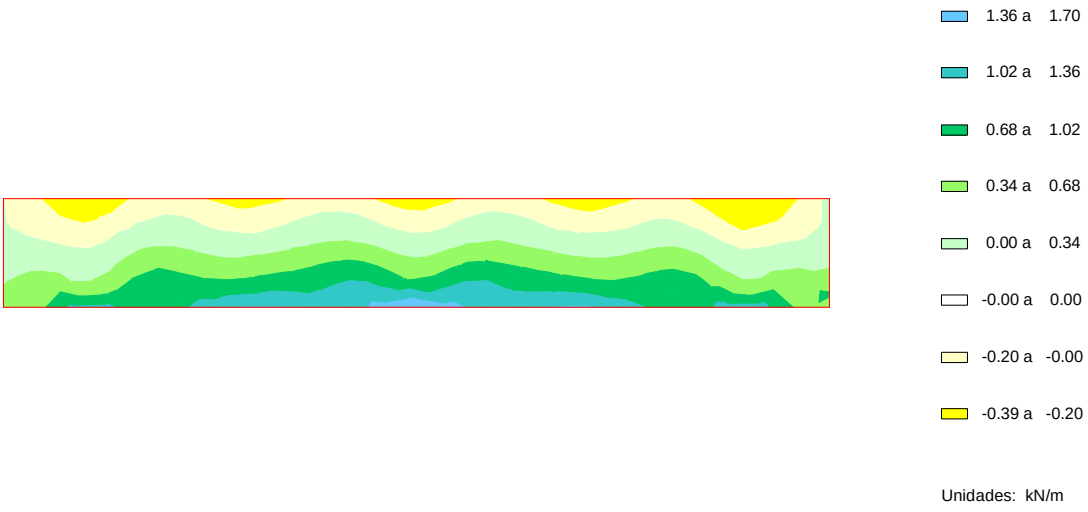
4.7.2 Cargadero

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

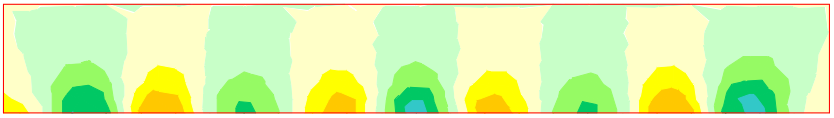
4.7.3 Espaldón



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

Axil eje vertical



0.64 a 0.85

0.42 a 0.64

0.21 a 0.42

0.00 a 0.21

-0.00 a 0.00

-0.22 a -0.00

-0.43 a -0.22

-0.65 a -0.43

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

Cortante eje horizontal

0.20 a 0.26

0.13 a 0.20

0.07 a 0.13

0.00 a 0.07

-0.00 a 0.00

-0.08 a -0.00

-0.17 a -0.08

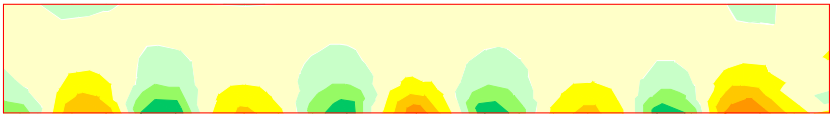
-0.25 a -0.17

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

Cortante eje vertical



0.04 a 0.06
0.02 a 0.04
0.00 a 0.02
-0.00 a 0.00
-0.03 a -0.00
-0.06 a -0.03
-0.08 a -0.06
-0.11 a -0.08

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

Momento de eje vertical (armado horizontal)

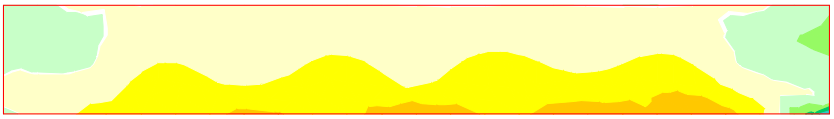
0.04 a 0.06
0.02 a 0.04
0.00 a 0.02
-0.00 a 0.00
-0.03 a -0.00
-0.06 a -0.03
-0.09 a -0.06
-0.12 a -0.09

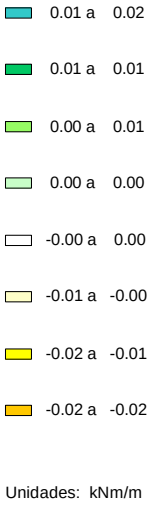
Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

Momento de eje horizontal (armado vertical)



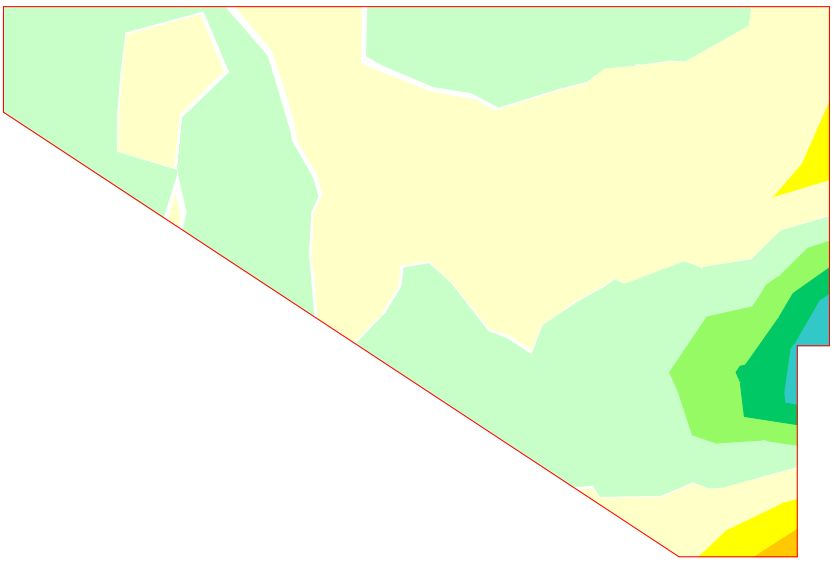


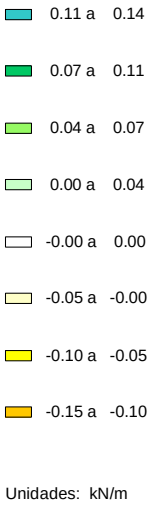
4.7.4 Aleta 1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

Axil eje horizontal

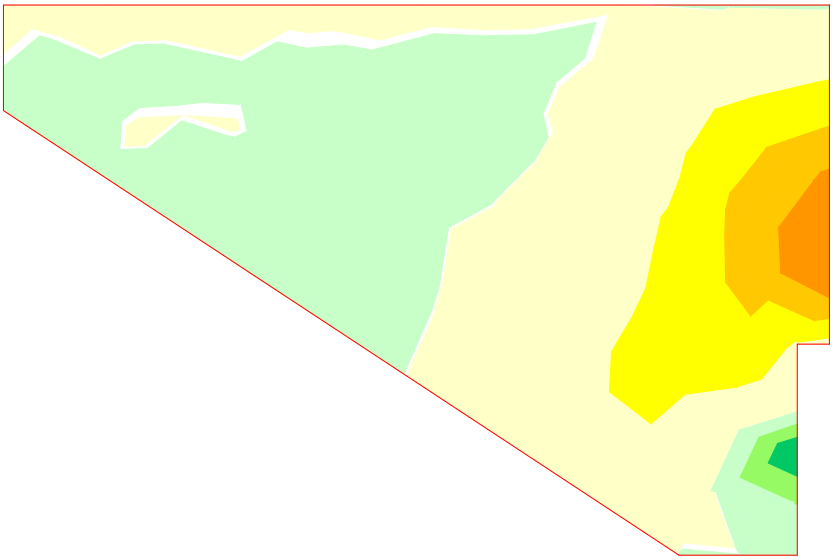




ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

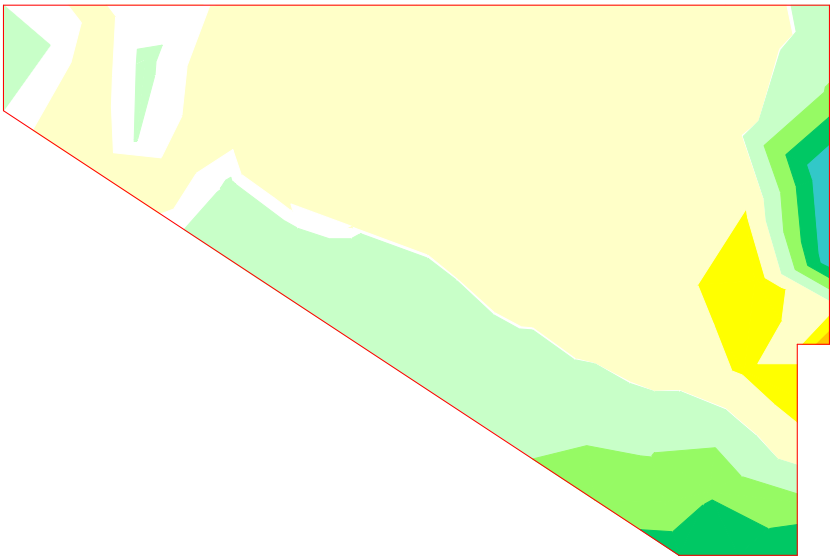
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

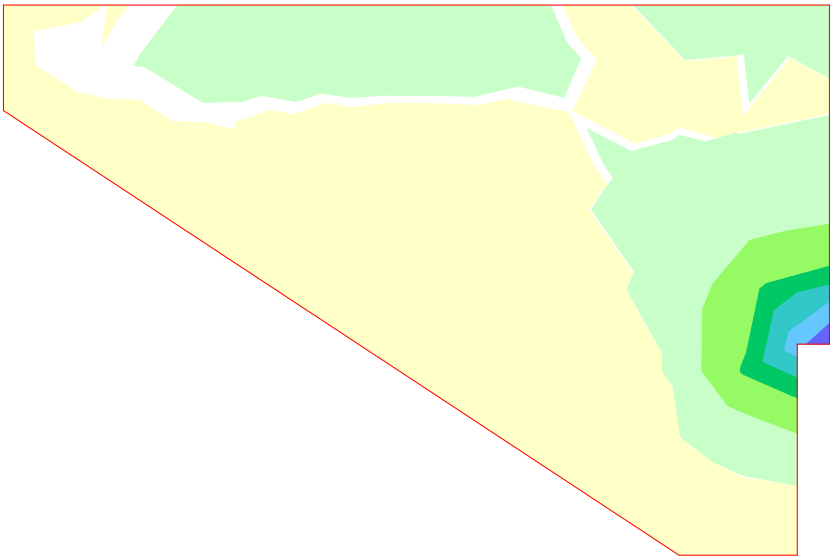
Cortante eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

Cortante eje vertical



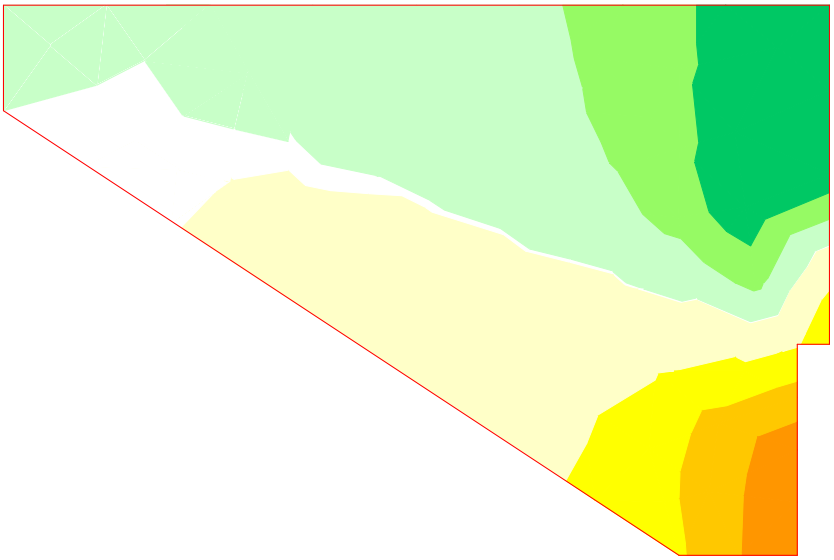
0.28 a 0.34
0.23 a 0.28
0.17 a 0.23
0.11 a 0.17
0.06 a 0.11
0.00 a 0.06
-0.00 a 0.00
-0.03 a -0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

Momento de eje vertical (armado horizontal)



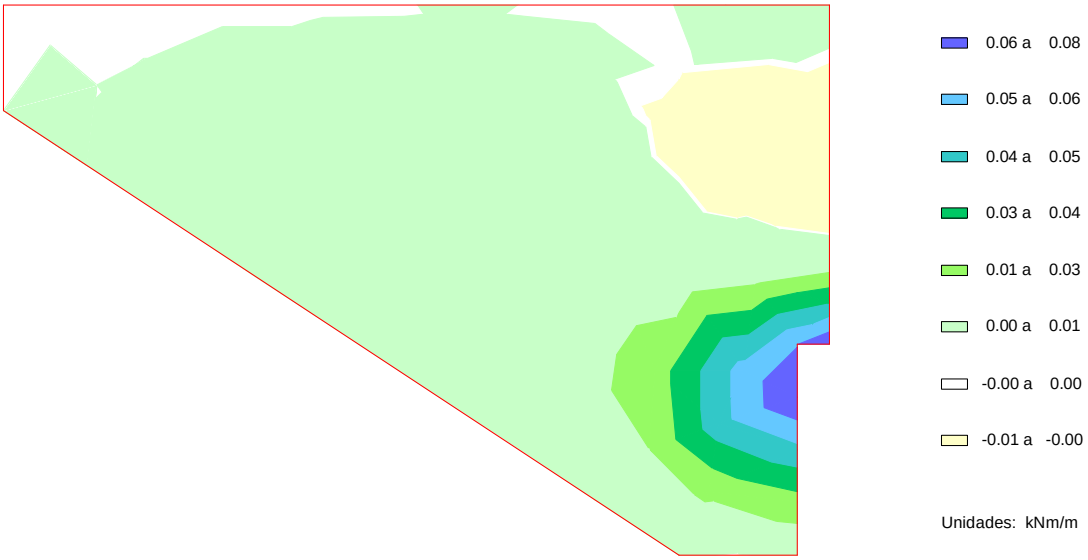
0.01 a 0.02
0.01 a 0.01
0.00 a 0.01
-0.00 a 0.00
-0.01 a -0.00
-0.02 a -0.01
-0.03 a -0.02
-0.04 a -0.03

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

Momento de eje horizontal (armado vertical)

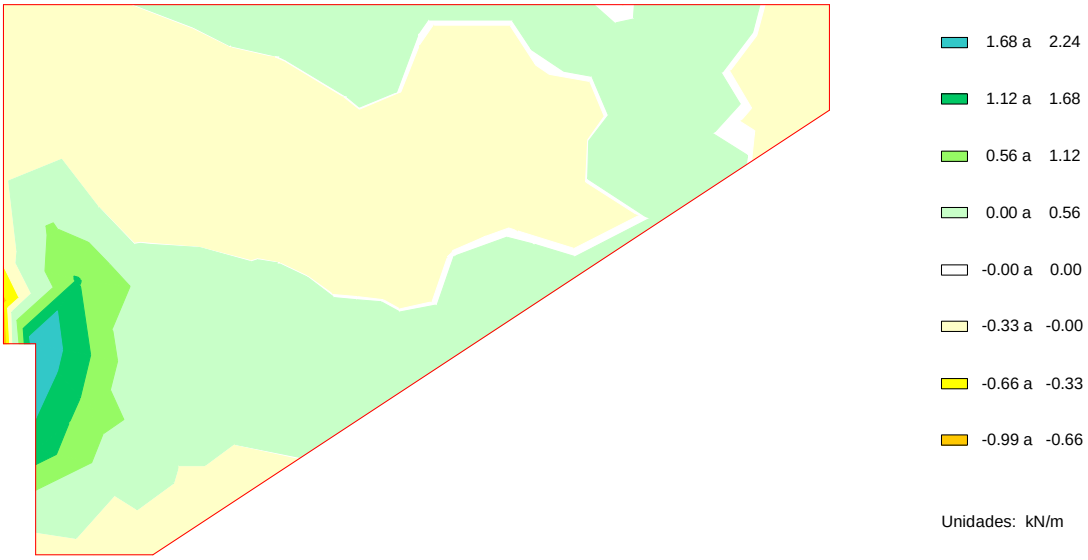


4.7.5 Aleta 2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

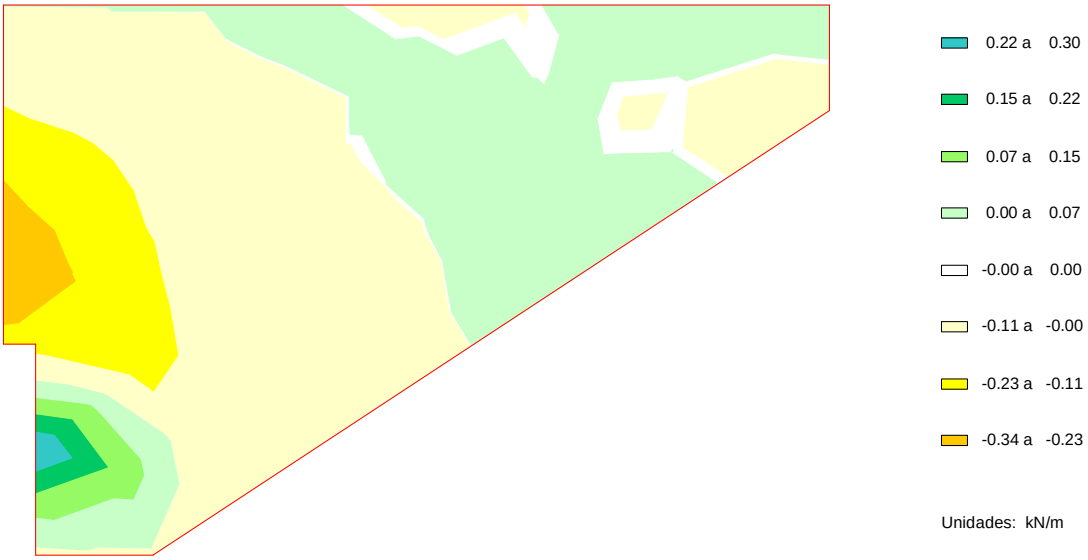
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

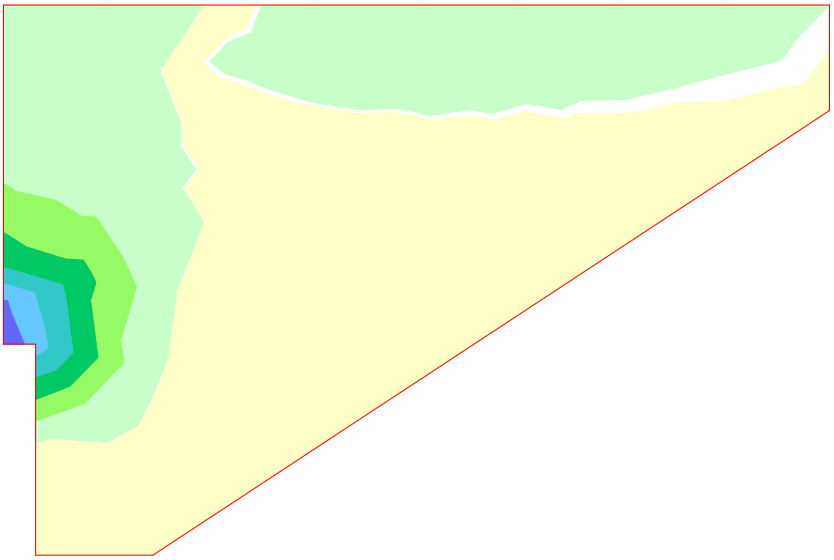
Reología. Retracción

Cortante eje horizontal

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

Cortante eje vertical



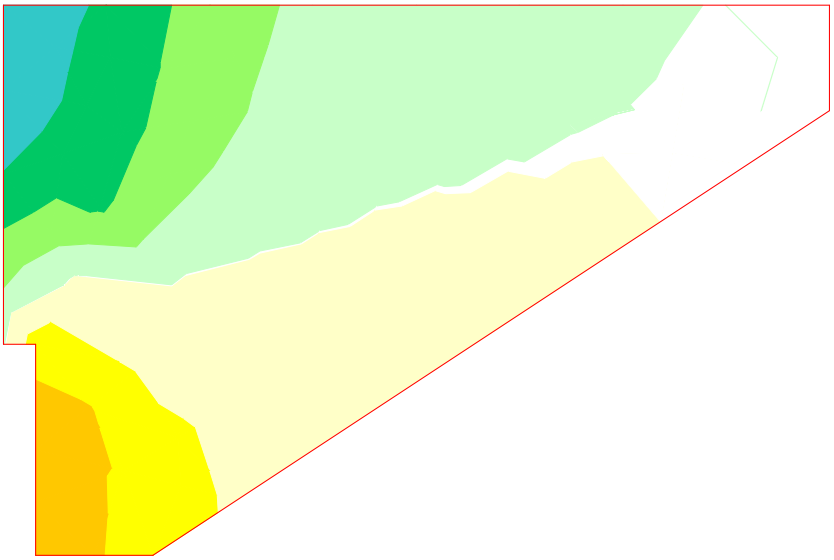
0.35 a 0.42
0.28 a 0.35
0.21 a 0.28
0.14 a 0.21
0.07 a 0.14
0.00 a 0.07
-0.00 a 0.00
-0.05 a -0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

Momento de eje vertical (armado horizontal)

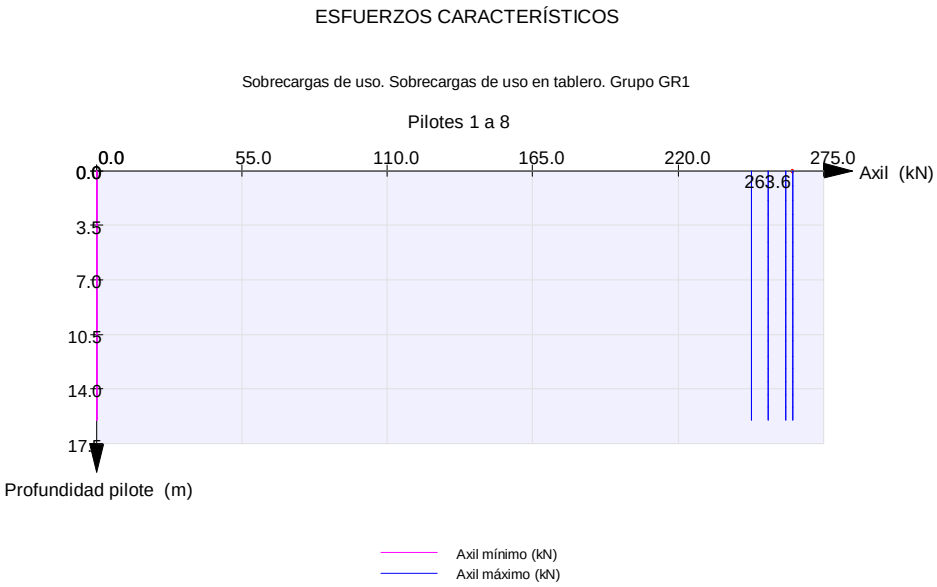


0.04 a 0.06
0.03 a 0.04
0.01 a 0.03
0.00 a 0.01
-0.00 a 0.00
-0.02 a -0.00
-0.05 a -0.02
-0.07 a -0.05

Unidades: kNm/m

4.8 Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

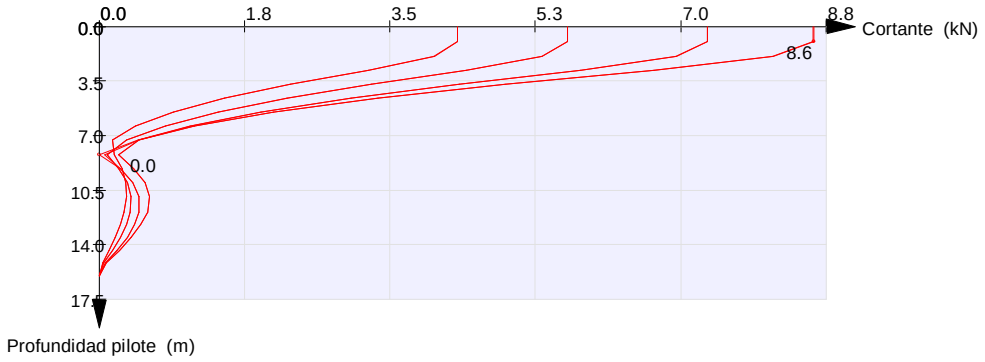
4.8.1 Pilotes



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Pilotes 1 a 8

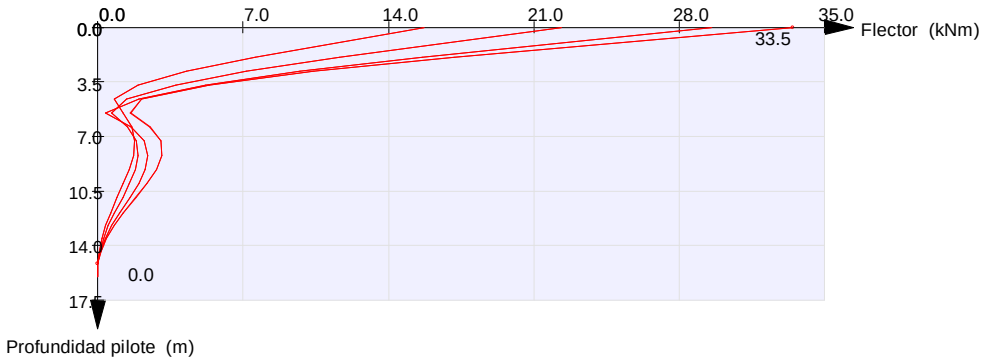


Cortante máximo (kN)

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Pilotes 1 a 8

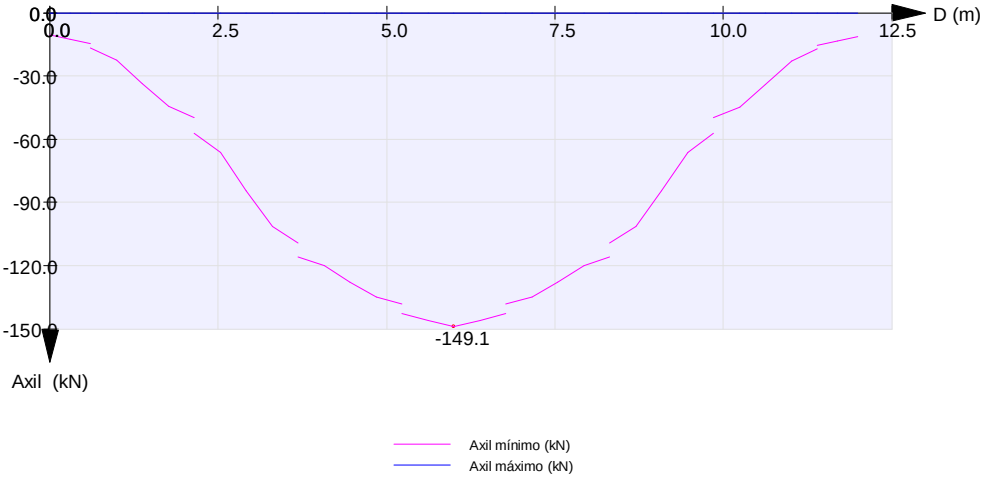


Flector máximo (kNm)

4.8.2 Cargadero

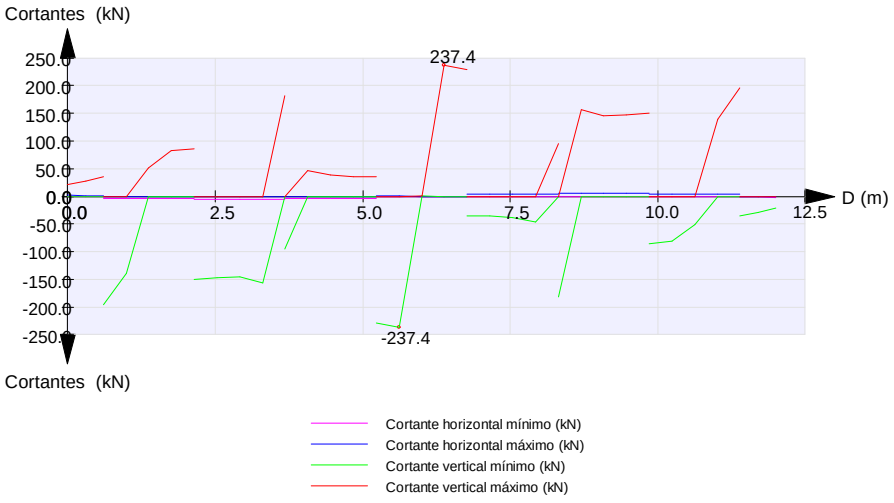
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1



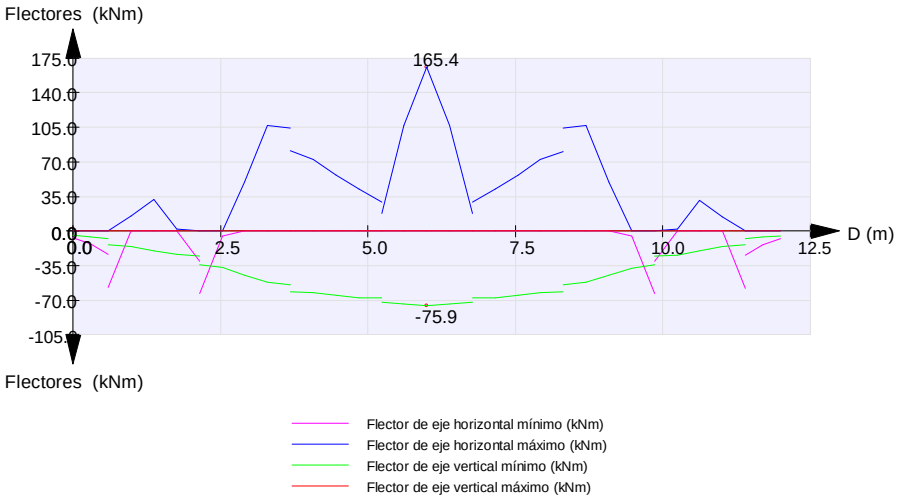
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

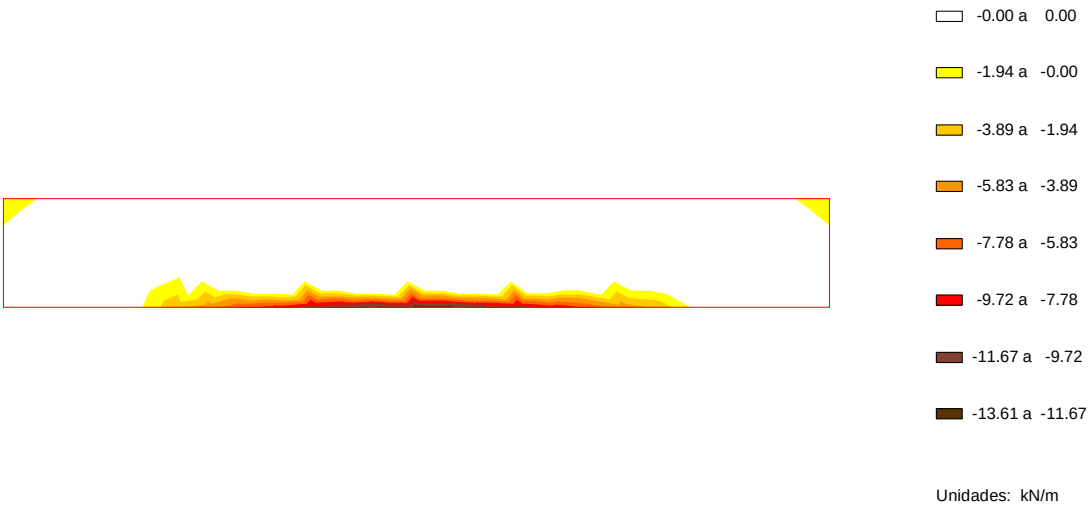


4.8.3 Espaldón

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

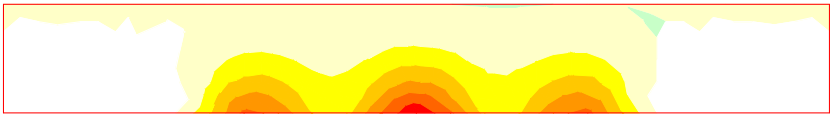
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Axil eje vertical



0.00 a 0.09

-0.00 a 0.00

-5.74 a -0.00

-11.48 a -5.74

-17.23 a -11.48

-22.97 a -17.23

-28.71 a -22.97

-34.45 a -28.71

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Cortante eje horizontal

0.00 a 0.10

-0.00 a 0.00

-0.27 a -0.00

-0.54 a -0.27

-0.82 a -0.54

-1.09 a -0.82

-1.36 a -1.09

-1.63 a -1.36

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Cortante eje vertical

0.00 a 0.05

-0.00 a 0.00

-0.32 a -0.00

-0.64 a -0.32

-0.96 a -0.64

-1.28 a -0.96

-1.60 a -1.28

-1.92 a -1.60

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Momento de eje vertical (armado horizontal)

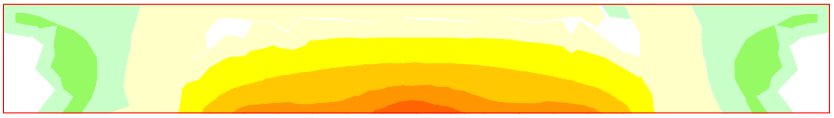
-0.00 a 0.00

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Momento de eje horizontal (armado vertical)

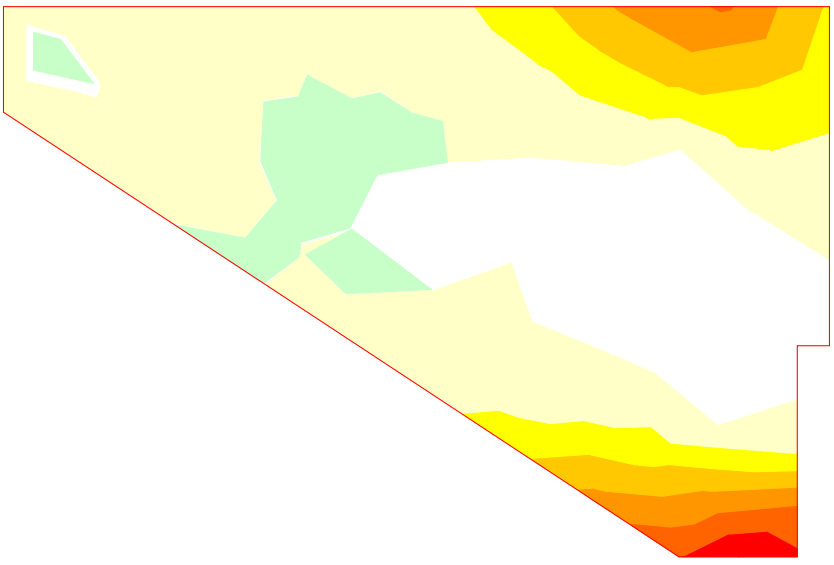


4.8.4 Aleta 1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

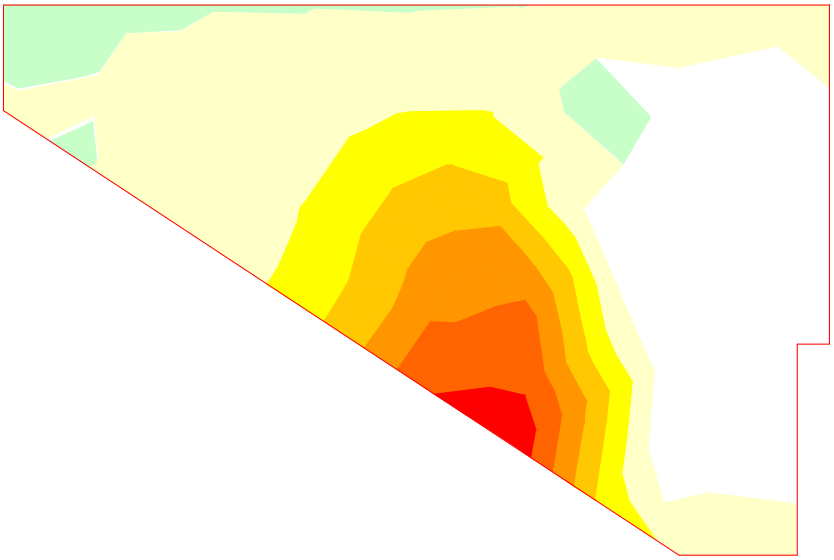
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Axil eje vertical



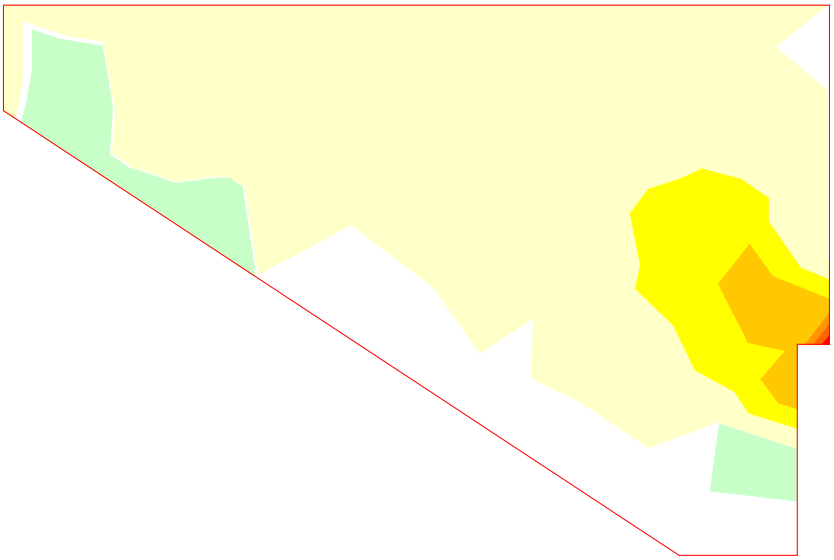
0.00 a 0.04
-0.00 a 0.00
-0.52 a -0.00
-1.04 a -0.52
-1.56 a -1.04
-2.08 a -1.56
-2.60 a -2.08
-3.12 a -2.60

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Cortante eje horizontal



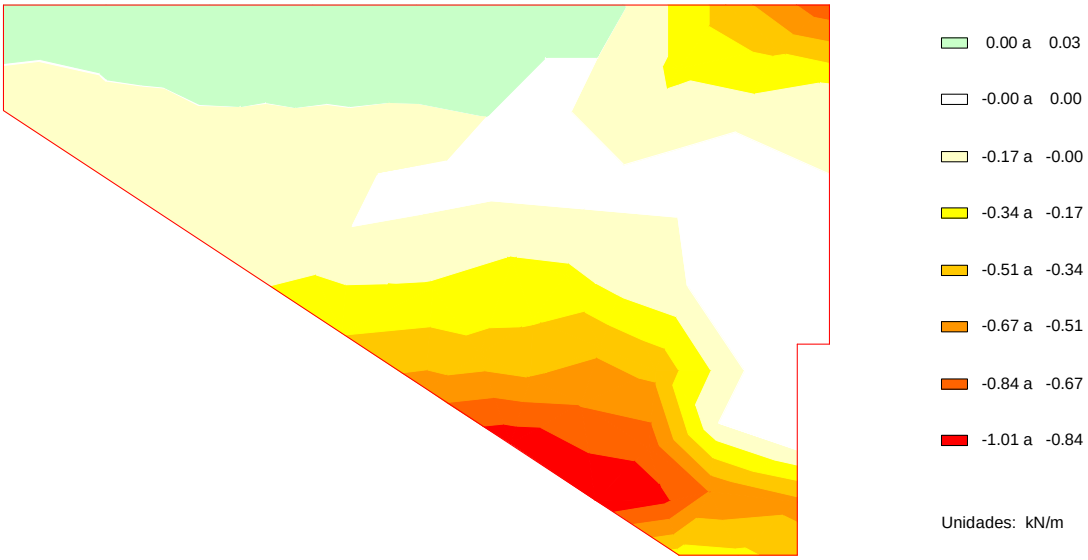
0.00 a 0.01
-0.00 a 0.00
-0.42 a -0.00
-0.84 a -0.42
-1.26 a -0.84
-1.69 a -1.26
-2.11 a -1.69
-2.53 a -2.11

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

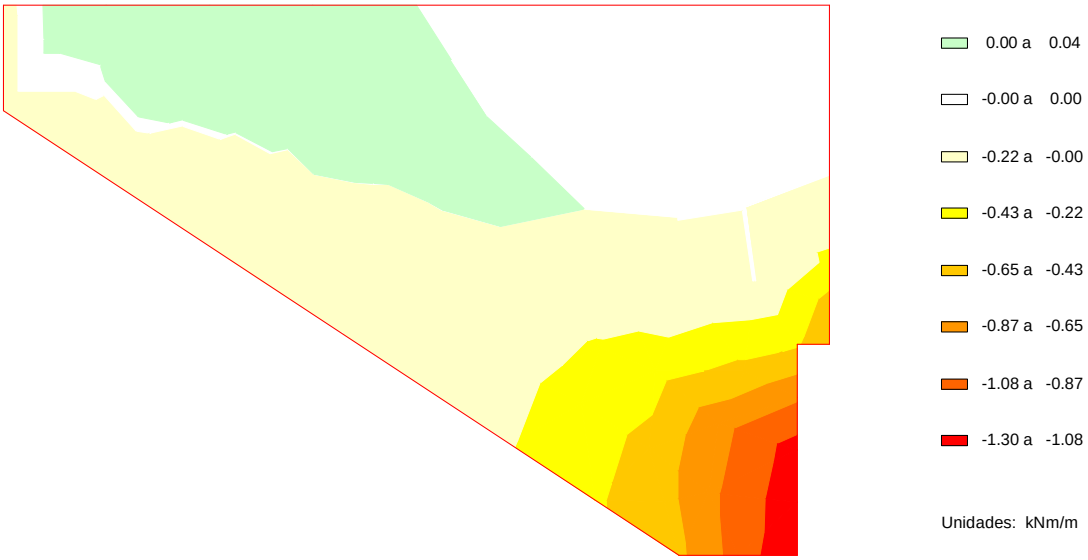
Cortante eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

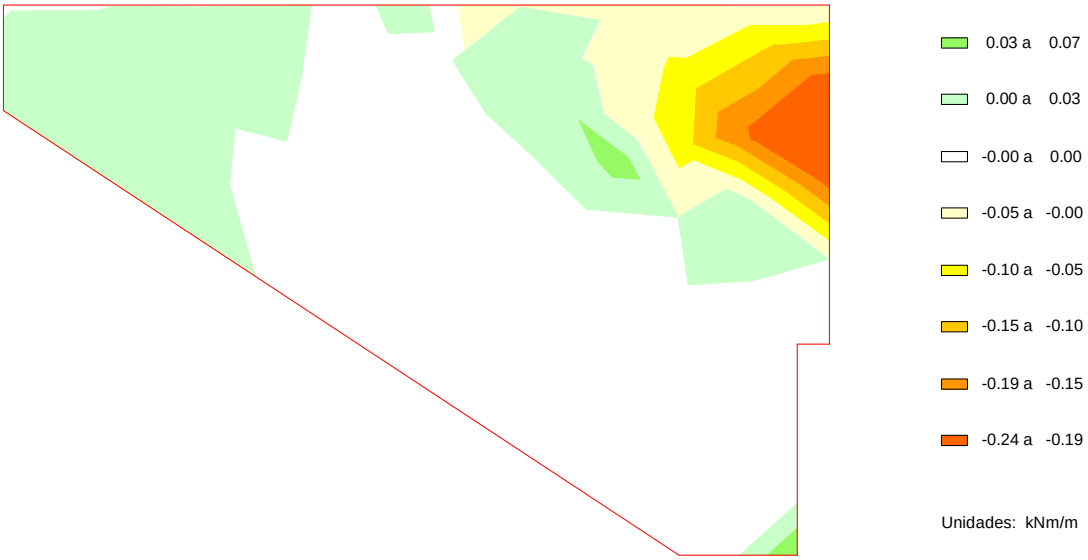
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Momento de eje horizontal (armado vertical)

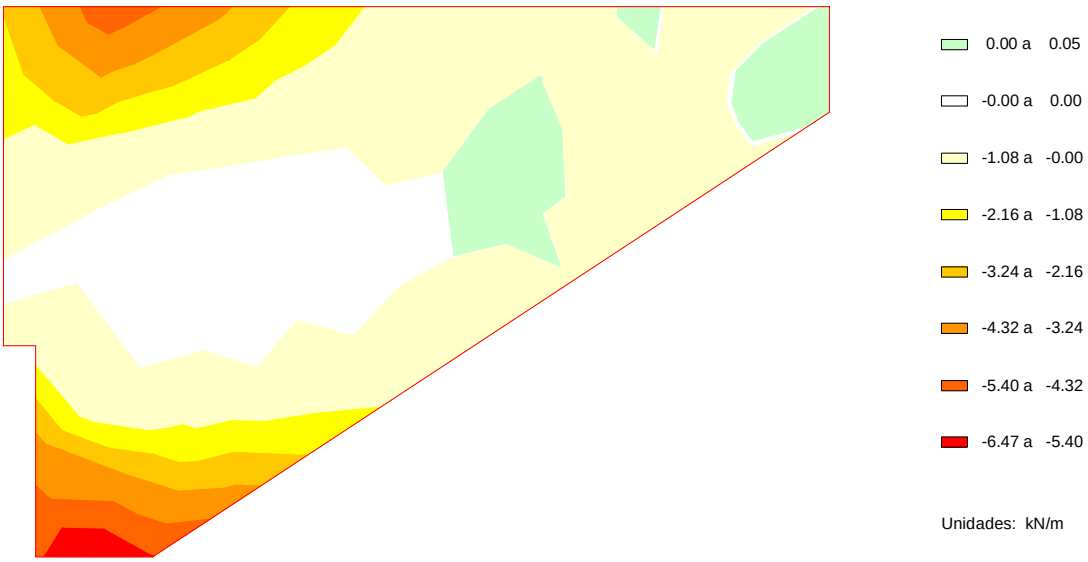


4.8.5 Aleta 2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

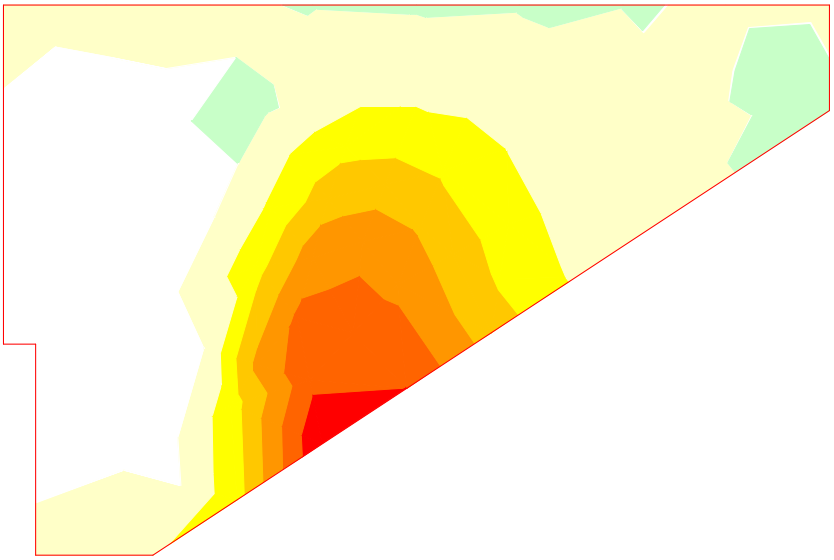
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Axil eje vertical



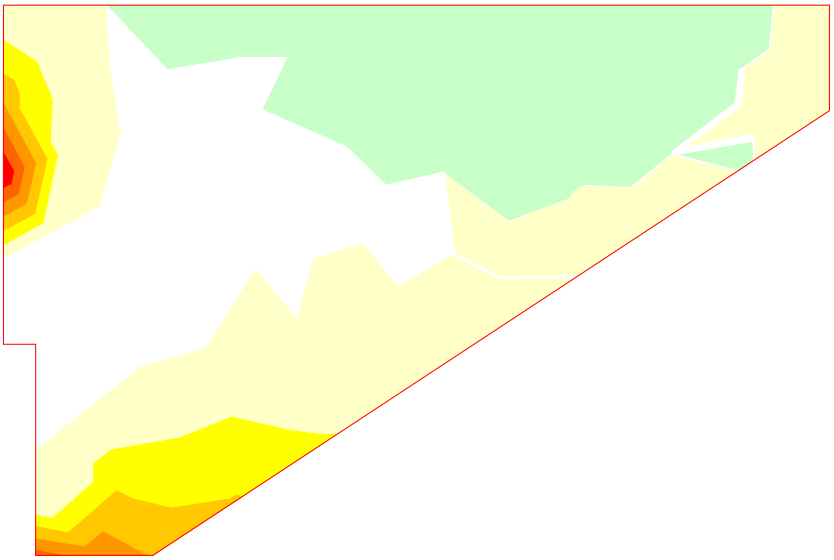
0.00 a 0.08
-0.00 a 0.00
-0.48 a -0.00
-0.97 a -0.48
-1.45 a -0.97
-1.93 a -1.45
-2.41 a -1.93
-2.90 a -2.41

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Cortante eje horizontal



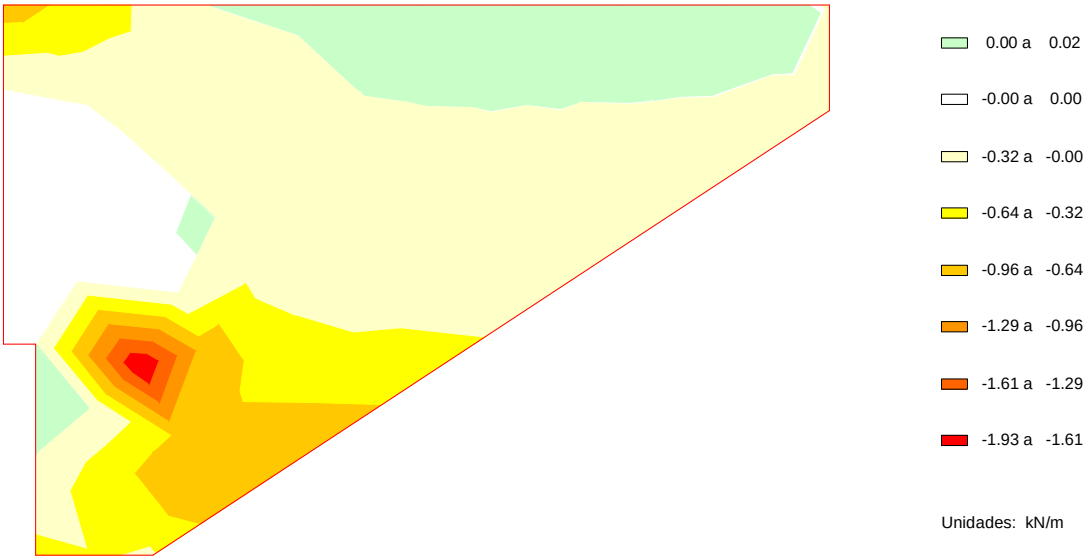
0.00 a 0.09
-0.00 a 0.00
-0.43 a -0.00
-0.86 a -0.43
-1.29 a -0.86
-1.72 a -1.29
-2.15 a -1.72
-2.58 a -2.15

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

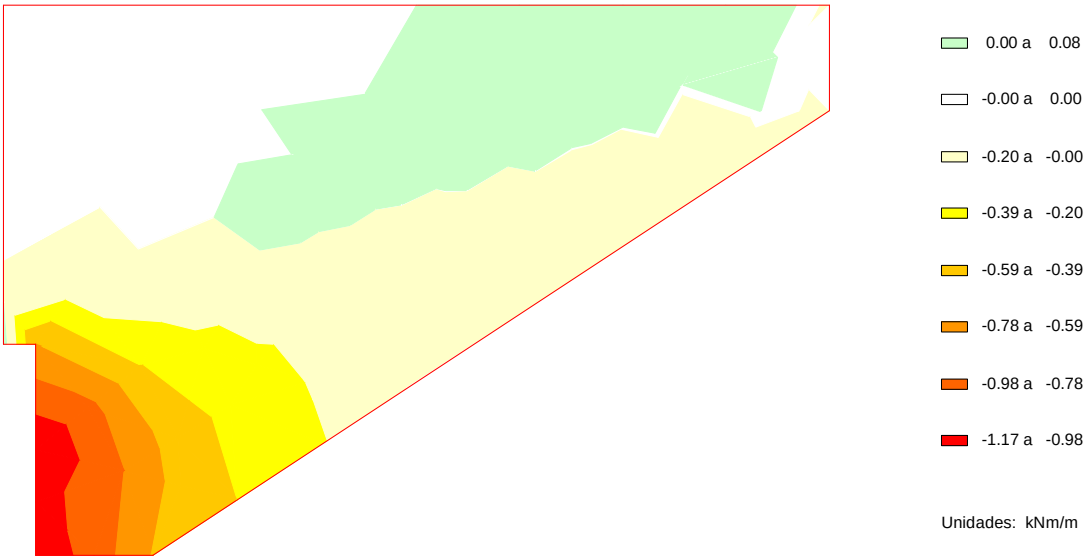
Cortante eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

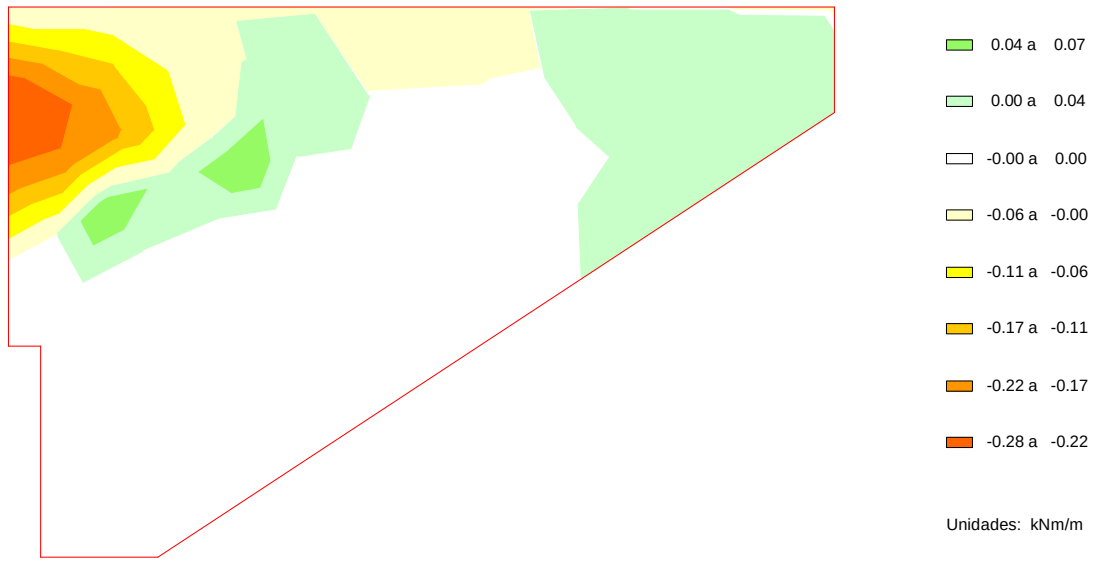
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Momento de eje horizontal (armado vertical)

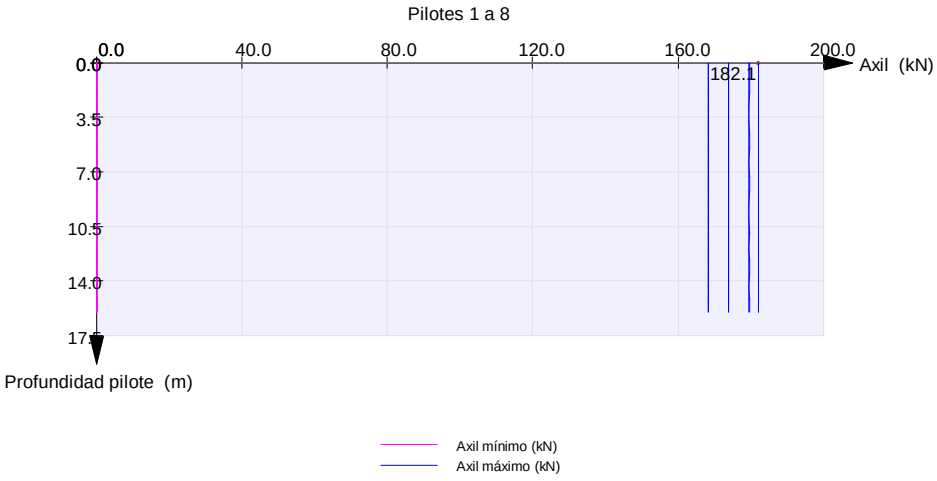


4.9 Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

4.9.1 Pilotes

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

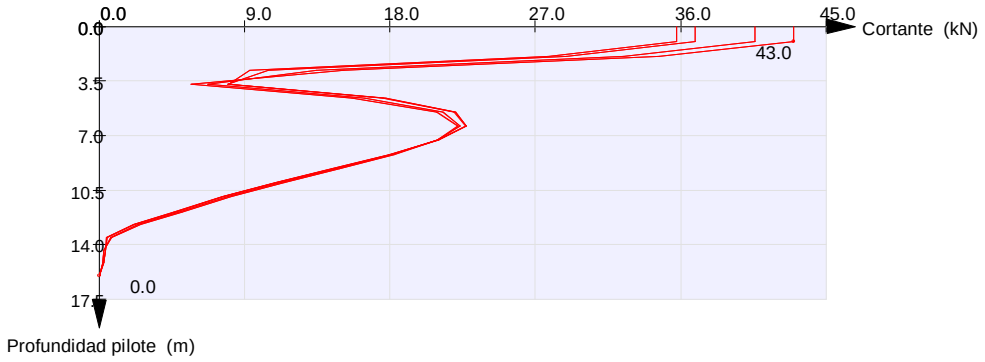
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Pilotes 1 a 8

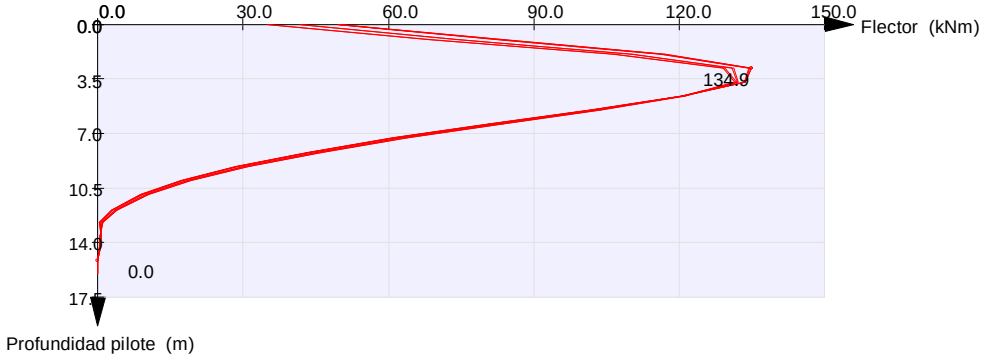


Cortante máximo (kN)

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Pilotes 1 a 8

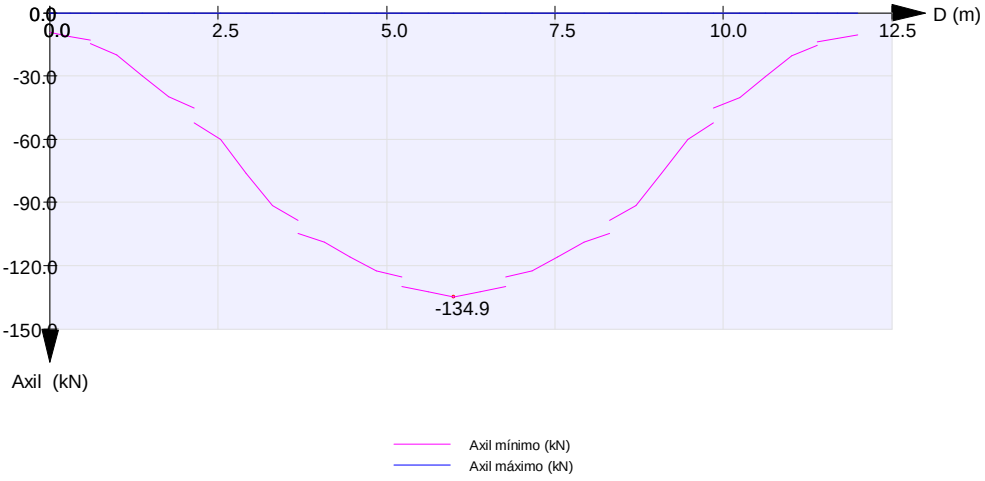


Flector máximo (kNm)

4.9.2 Cargadero

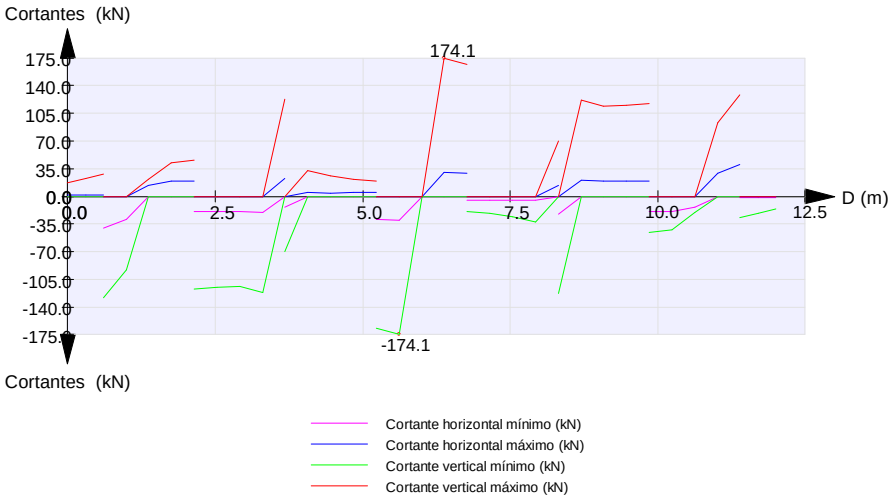
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2



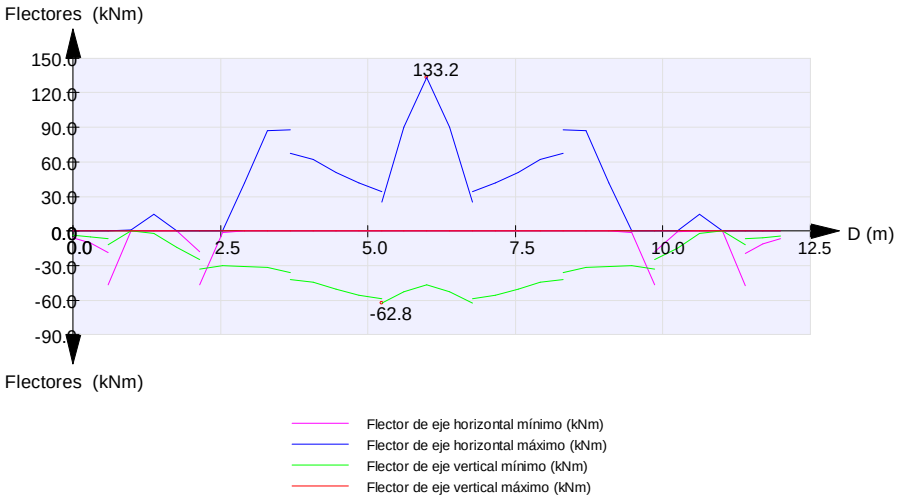
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

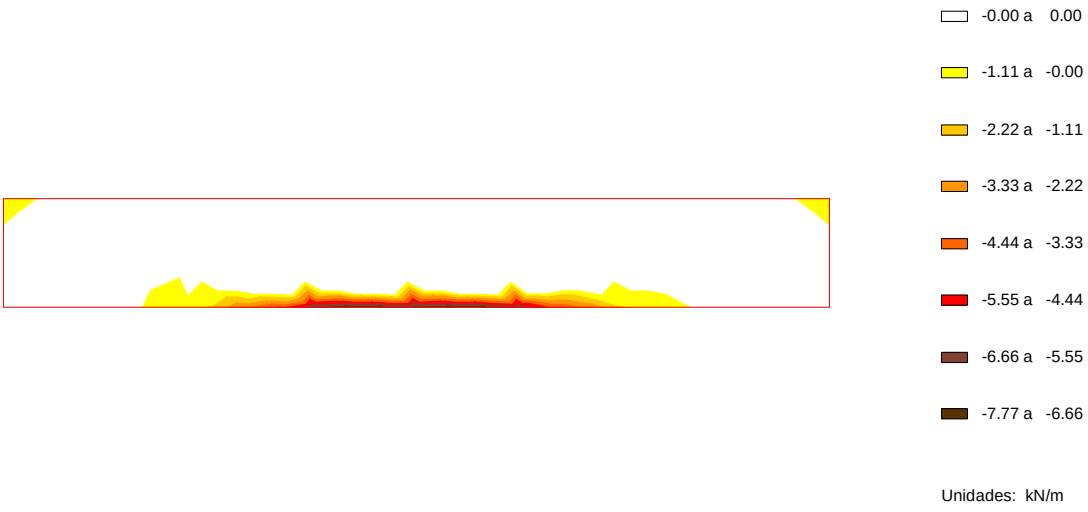


4.9.3 Espaldón

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Axil eje vertical

0.00 a 0.10

-0.00 a 0.00

-4.39 a -0.00

-8.78 a -4.39

-13.18 a -8.78

-17.57 a -13.18

-21.96 a -17.57

-26.35 a -21.96

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Cortante eje horizontal

0.00 a 0.09

-0.00 a 0.00

-0.29 a -0.00

-0.59 a -0.29

-0.88 a -0.59

-1.17 a -0.88

-1.47 a -1.17

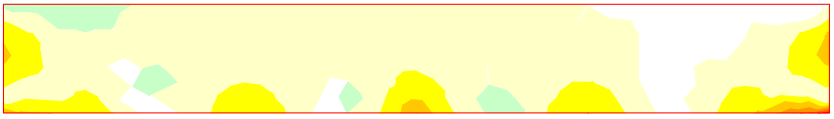
-1.76 a -1.47

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Cortante eje vertical



0.00 a 0.10
-0.00 a 0.00
-0.27 a -0.00
-0.54 a -0.27
-0.81 a -0.54
-1.08 a -0.81
-1.35 a -1.08
-1.62 a -1.35

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Momento de eje vertical (armado horizontal)

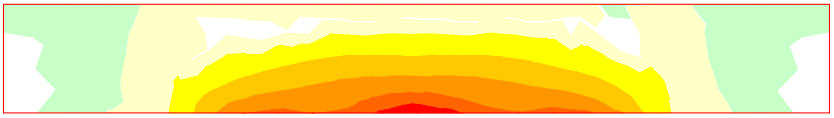
0.07 a 0.10
0.05 a 0.07
0.02 a 0.05
0.00 a 0.02
-0.00 a 0.00
-0.01 a -0.00
-0.02 a -0.01
-0.03 a -0.02

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Momento de eje horizontal (armado vertical)

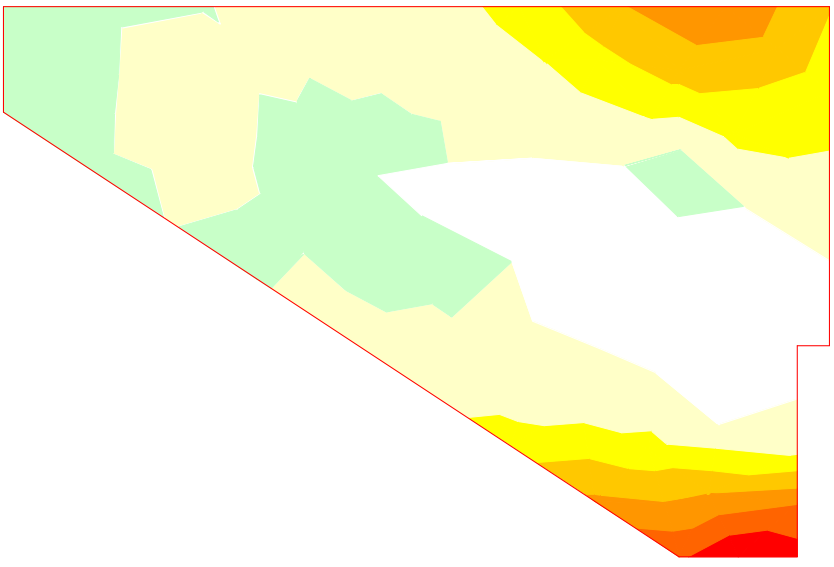


4.9.4 Aleta 1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

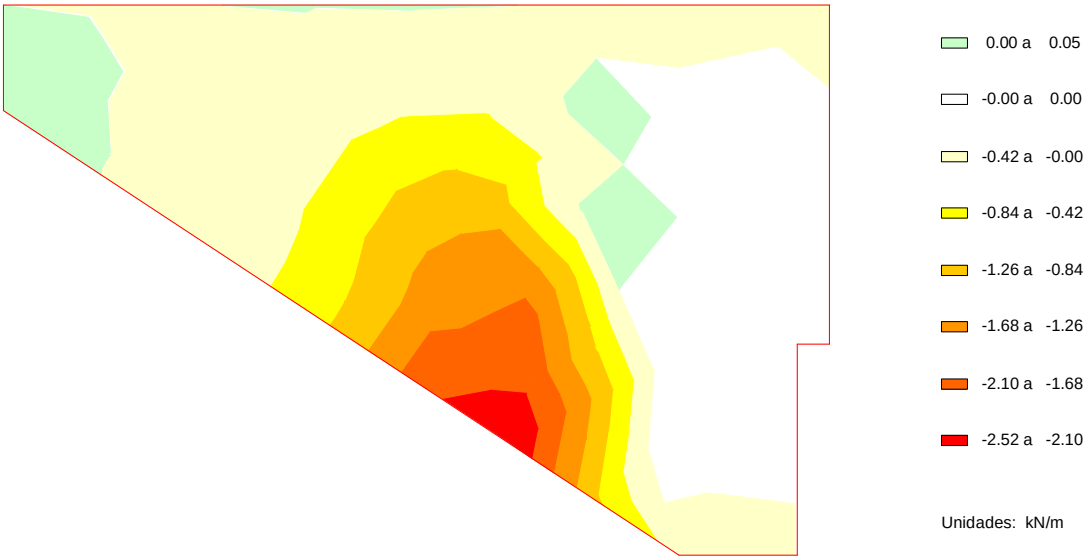
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

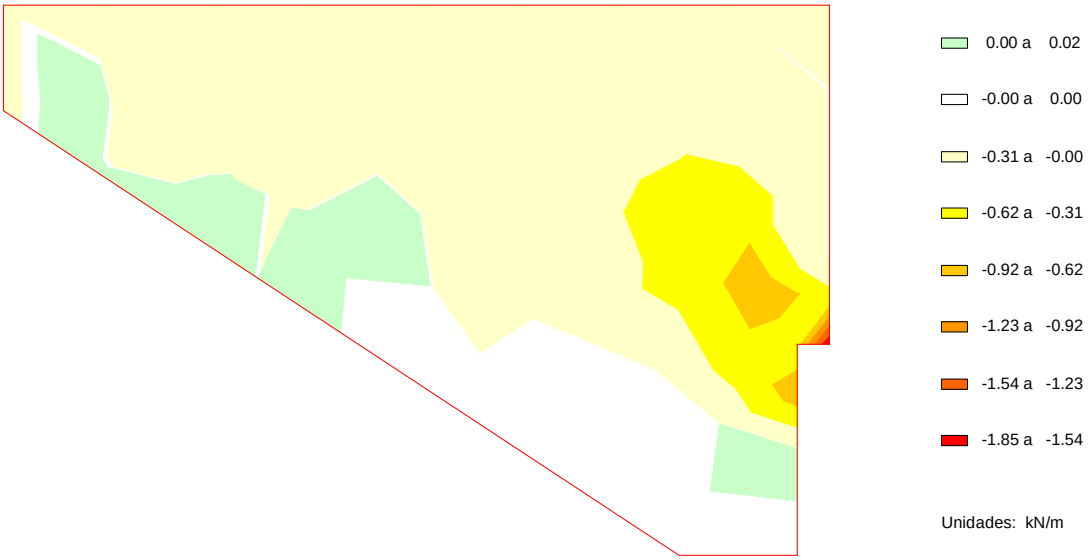
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

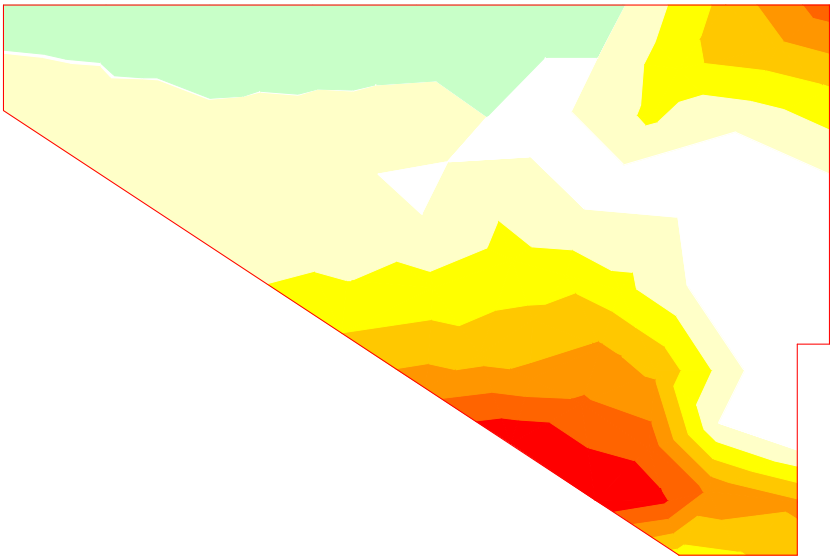
Cortante eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Cortante eje vertical



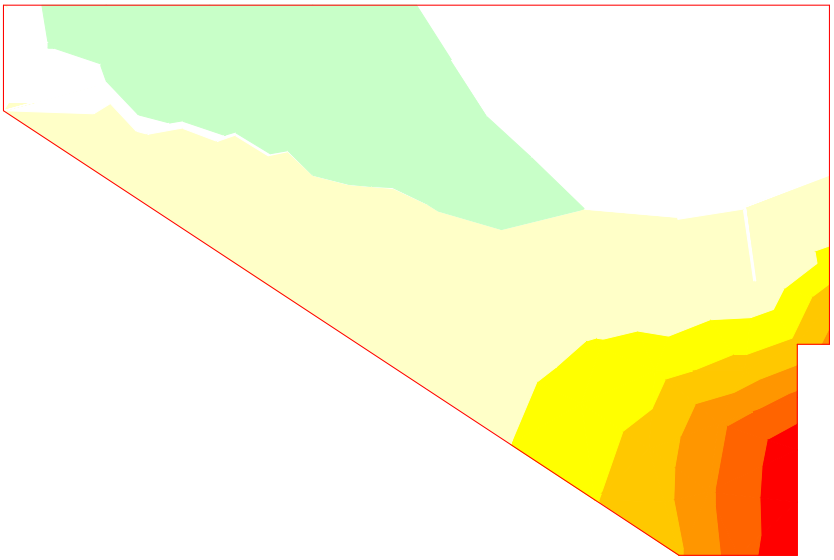
0.00 a 0.02
-0.00 a 0.00
-0.13 a -0.00
-0.25 a -0.13
-0.38 a -0.25
-0.50 a -0.38
-0.63 a -0.50
-0.75 a -0.63

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Momento de eje vertical (armado horizontal)



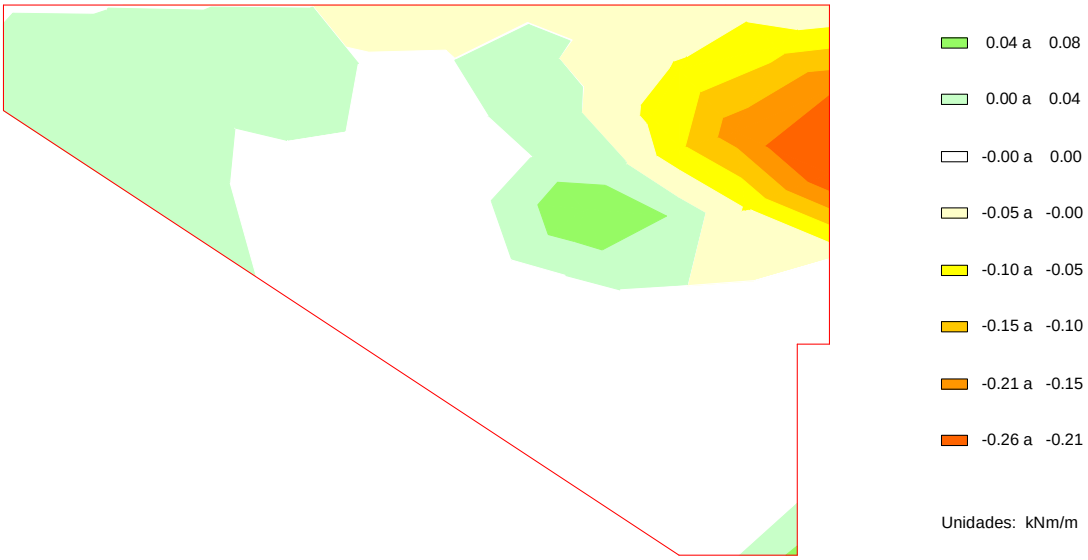
0.00 a 0.04
-0.00 a 0.00
-0.18 a -0.00
-0.36 a -0.18
-0.55 a -0.36
-0.73 a -0.55
-0.91 a -0.73
-1.09 a -0.91

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Momento de eje horizontal (armado vertical)



4.9.5 Aleta 2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

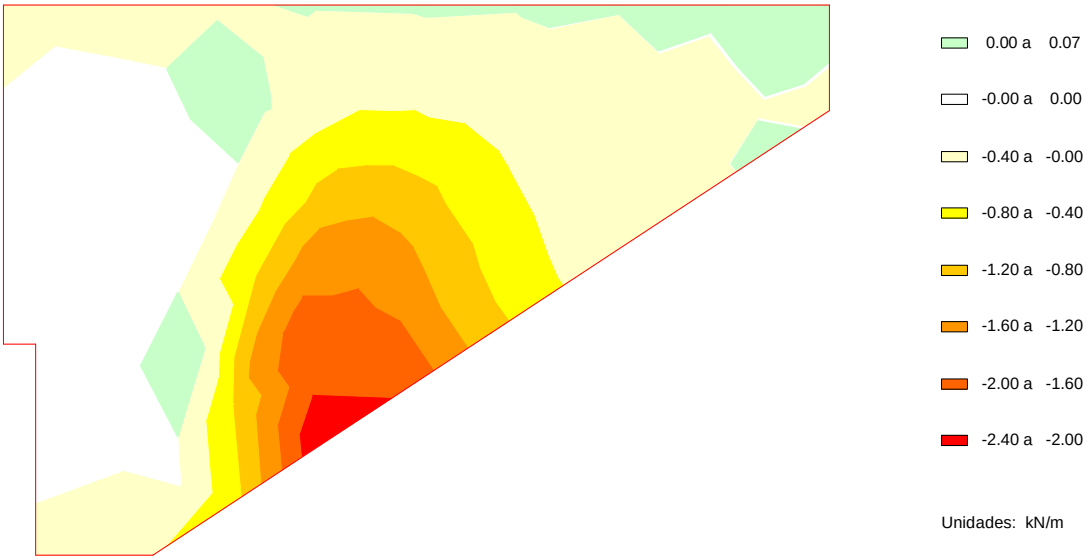
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Axil eje horizontal

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

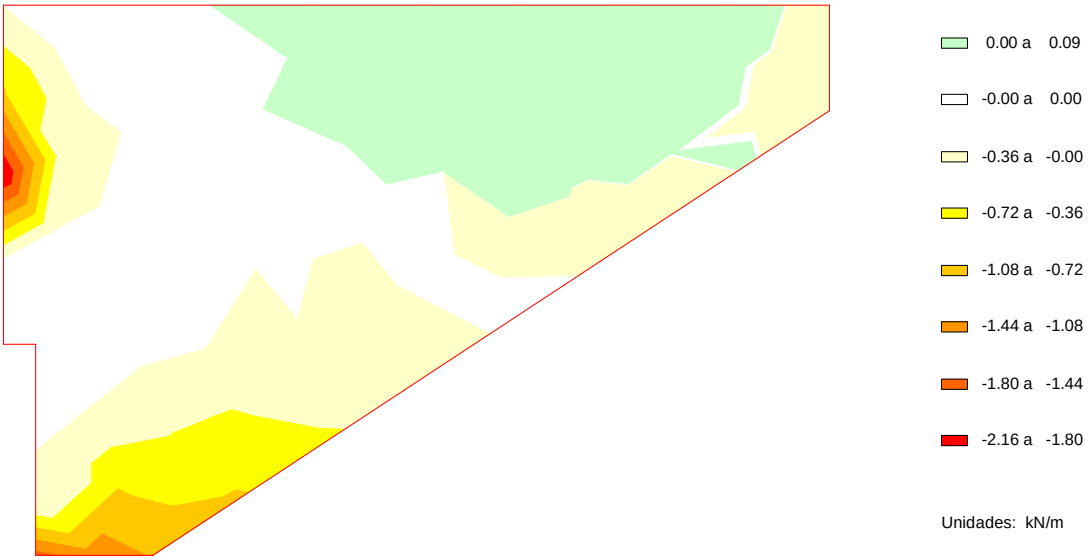
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

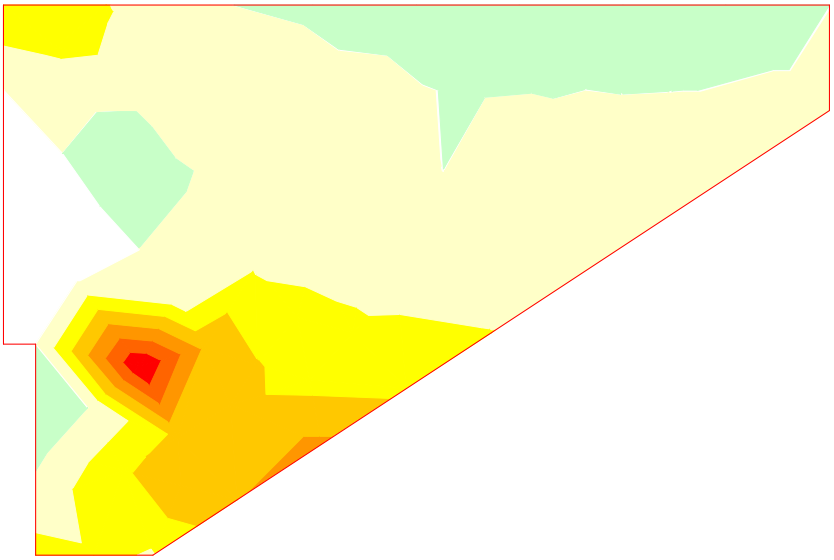
Cortante eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Cortante eje vertical



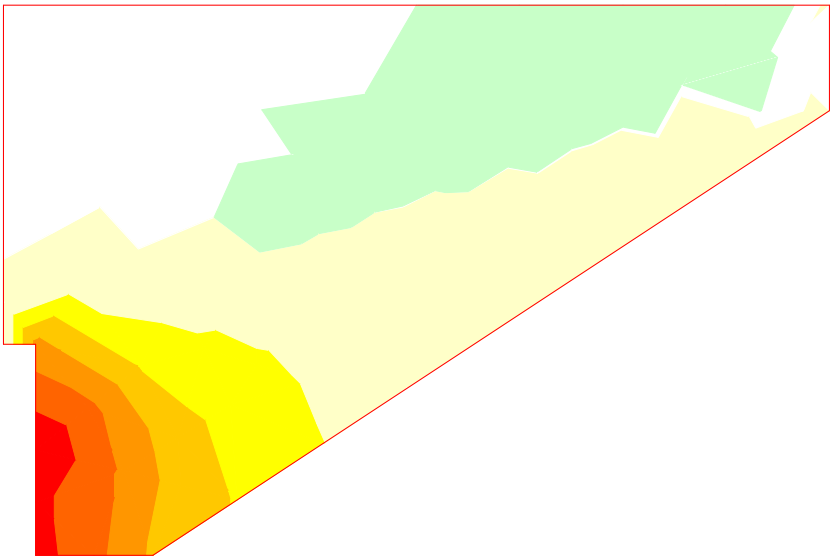
0.00 a 0.09
-0.00 a 0.00
-0.25 a -0.00
-0.50 a -0.25
-0.76 a -0.50
-1.01 a -0.76
-1.26 a -1.01
-1.51 a -1.26

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Momento de eje vertical (armado horizontal)



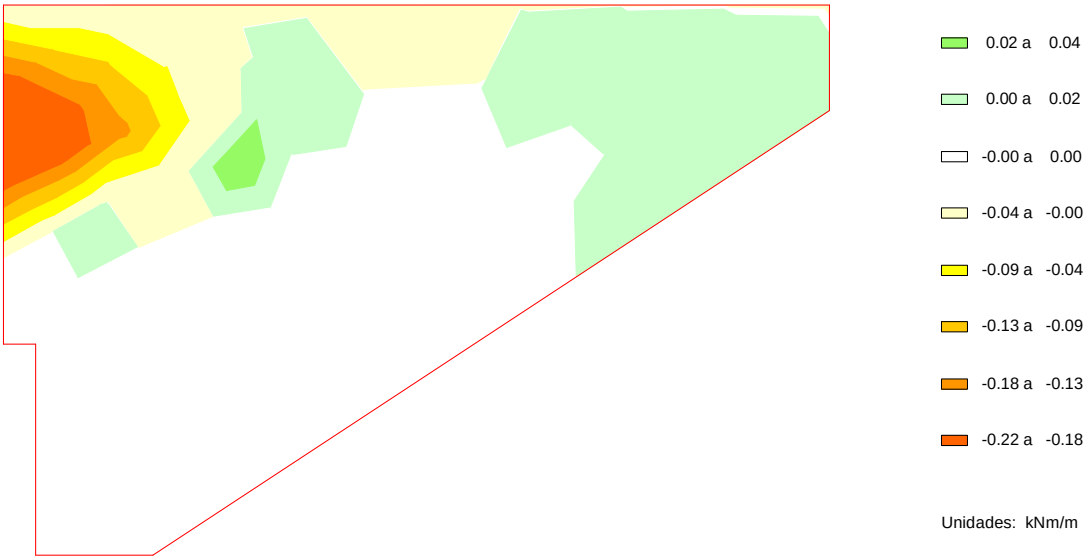
0.00 a 0.08
-0.00 a 0.00
-0.19 a -0.00
-0.38 a -0.19
-0.58 a -0.38
-0.77 a -0.58
-0.96 a -0.77
-1.15 a -0.96

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Momento de eje horizontal (armado vertical)



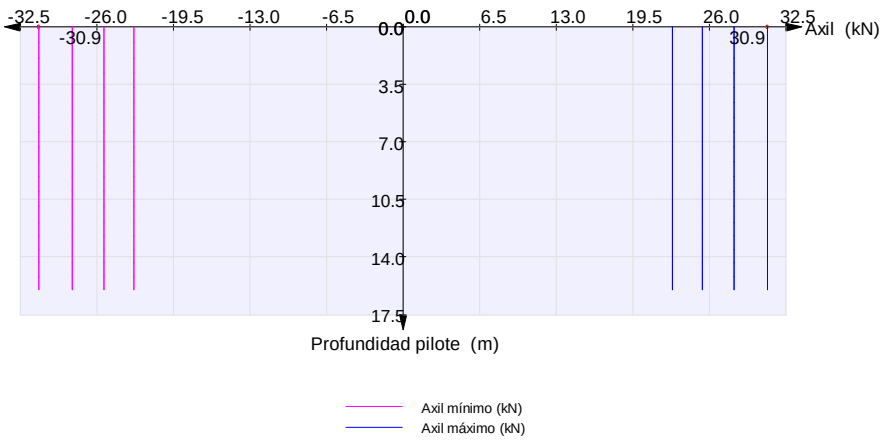
4.10 Viento. Con sobrecarga de uso

4.10.1 Pilotes

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

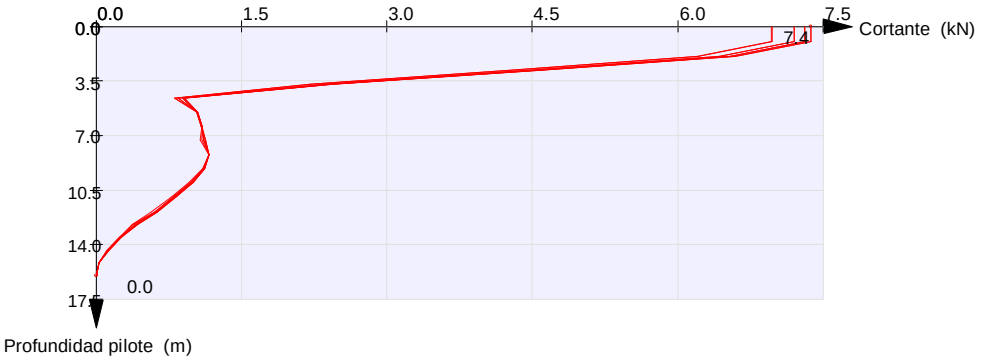
Pilotes 1 a 8



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Pilotes 1 a 8

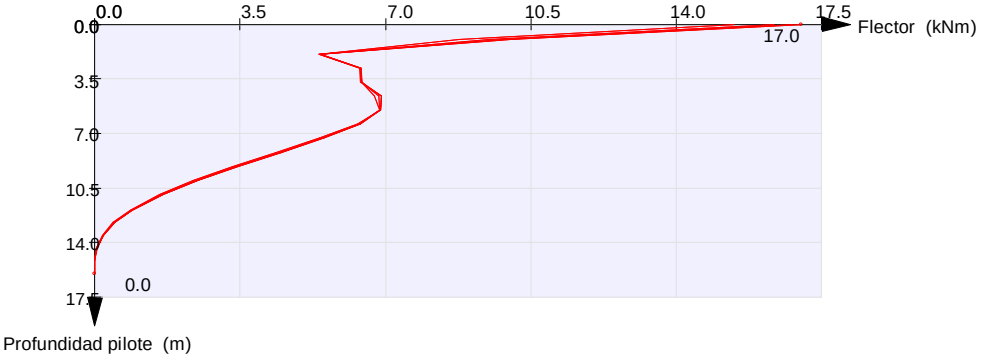


Cortante máximo (kN)

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Pilotes 1 a 8

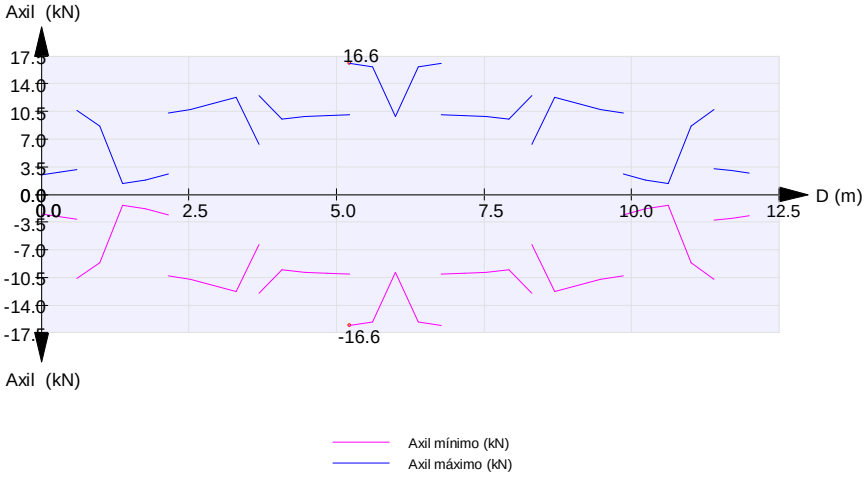


Flector máximo (kNm)

4.10.2 Cargadero

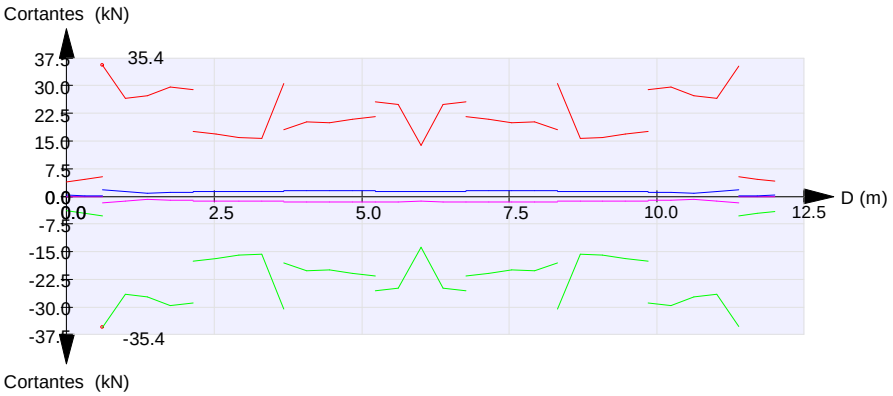
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

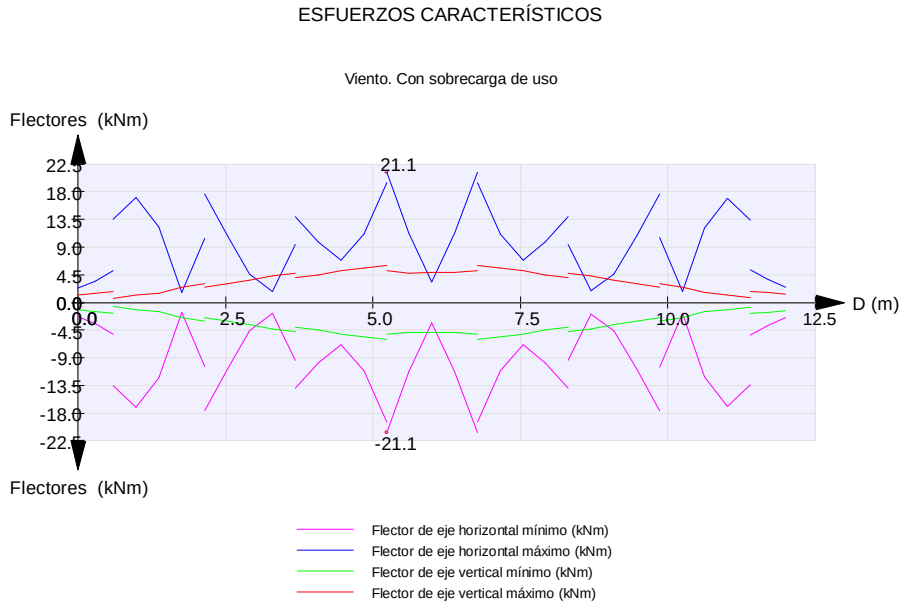
Viento. Con sobrecarga de uso



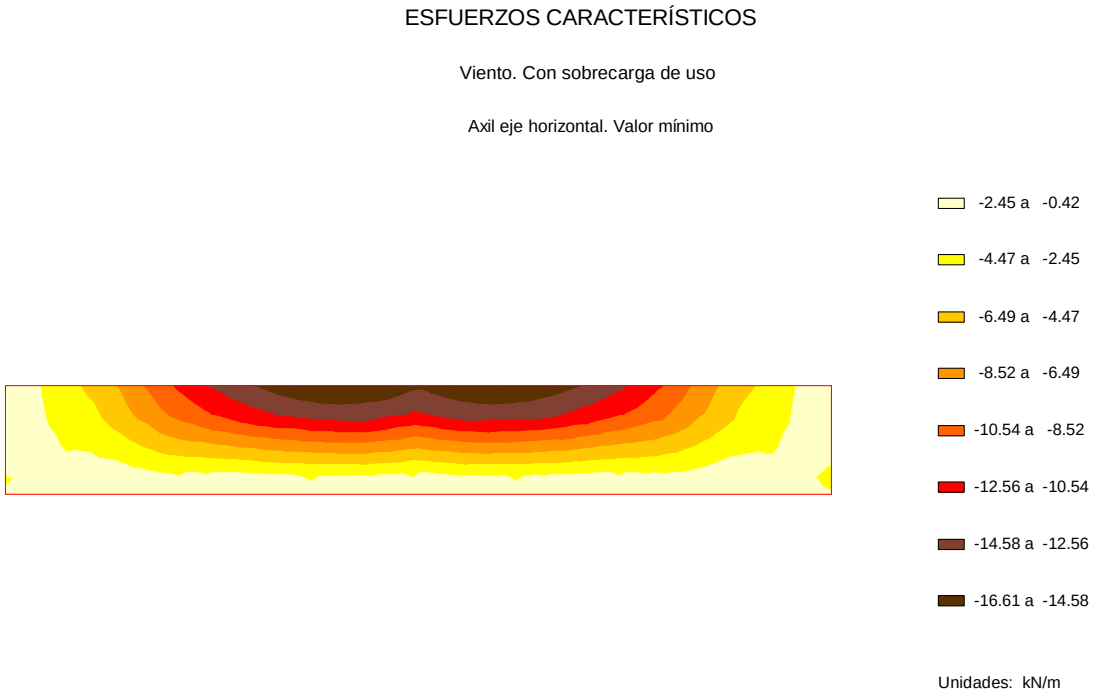
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso





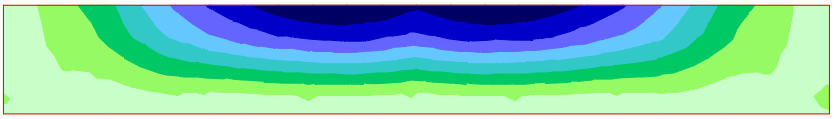
4.10.3 Espaldón



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Axil eje horizontal. Valor máximo



14.58 a 16.61

12.56 a 14.58

10.54 a 12.56

8.52 a 10.54

6.50 a 8.52

4.48 a 6.50

2.46 a 4.48

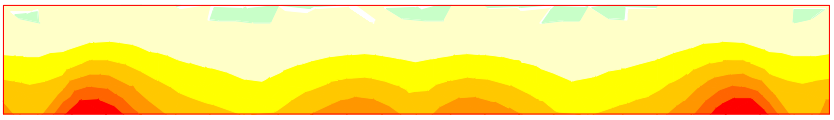
0.44 a 2.46

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Axil eje vertical. Valor mínimo



0.00 a 0.00

-0.00 a 0.00

-0.77 a -0.00

-1.53 a -0.77

-2.30 a -1.53

-3.06 a -2.30

-3.83 a -3.06

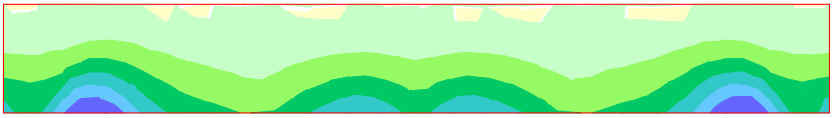
-4.60 a -3.83

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Axil eje vertical. Valor máximo



3.83 a 4.60

3.06 a 3.83

2.30 a 3.06

1.53 a 2.30

0.77 a 1.53

0.00 a 0.77

-0.00 a 0.00

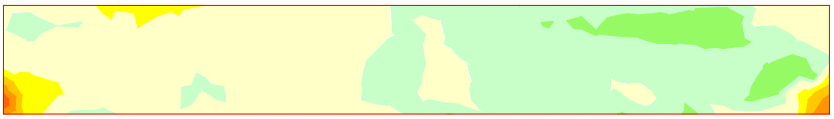
-0.00 a -0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Cortante eje horizontal. Valor mínimo



0.04 a 0.08

0.00 a 0.04

-0.00 a 0.00

-0.08 a -0.00

-0.16 a -0.08

-0.23 a -0.16

-0.31 a -0.23

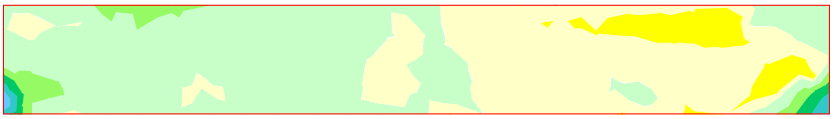
-0.39 a -0.31

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Cortante eje horizontal. Valor máximo



0.31 a 0.39

0.23 a 0.31

0.16 a 0.23

0.08 a 0.16

0.00 a 0.08

-0.00 a 0.00

-0.04 a -0.00

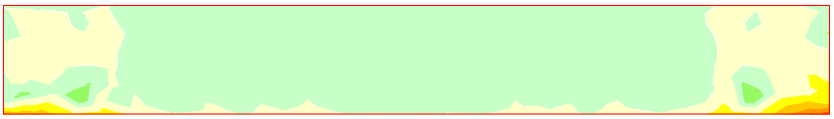
-0.08 a -0.04

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Cortante eje vertical. Valor mínimo



0.03 a 0.07

0.00 a 0.03

-0.00 a 0.00

-0.05 a -0.00

-0.10 a -0.05

-0.15 a -0.10

-0.20 a -0.15

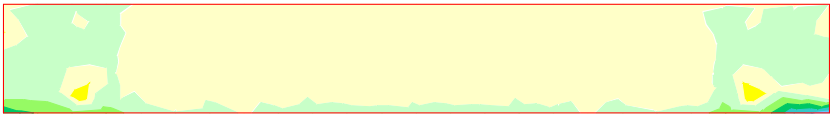
-0.25 a -0.20

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Cortante eje vertical. Valor máximo



0.22 a 0.28

0.17 a 0.22

0.11 a 0.17

0.06 a 0.11

0.00 a 0.06

-0.00 a 0.00

-0.03 a -0.00

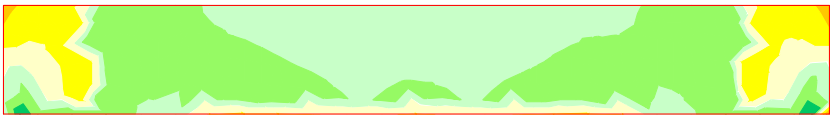
-0.07 a -0.03

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor mínimo



0.03 a 0.05

0.02 a 0.03

0.00 a 0.02

-0.00 a 0.00

-0.02 a -0.00

-0.05 a -0.02

-0.07 a -0.05

-0.09 a -0.07

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor máximo

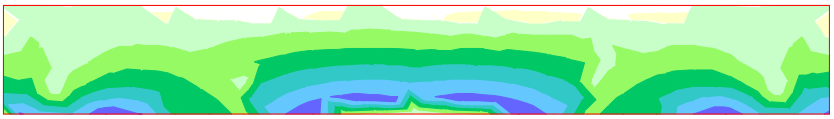
0.10 a 0.13
0.06 a 0.10
0.03 a 0.06
0.00 a 0.03
-0.00 a 0.00
-0.01 a -0.00
-0.03 a -0.01
-0.04 a -0.03

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor mínimo



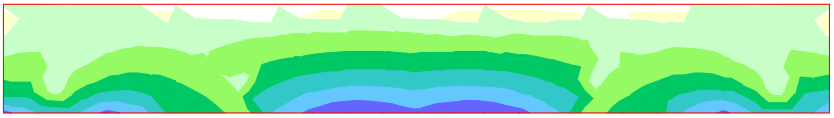
0.04 a 0.05
0.03 a 0.04
0.03 a 0.03
0.02 a 0.03
0.01 a 0.02
0.00 a 0.01
-0.00 a 0.00
-0.00 a -0.00

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor máximo



0.05 a 0.06
0.04 a 0.05
0.03 a 0.04
0.02 a 0.03
0.01 a 0.02
0.00 a 0.01
-0.00 a 0.00
-0.00 a -0.00

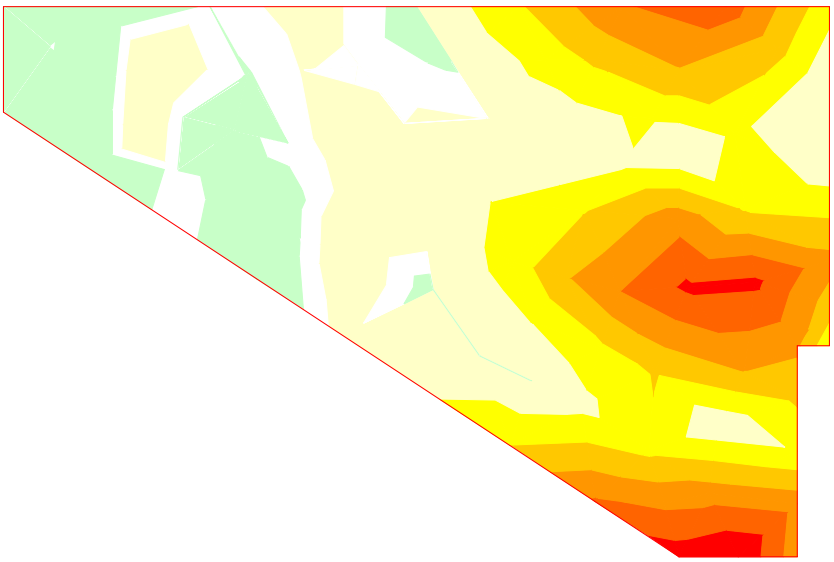
Unidades: kNm/m

4.10.4 Aleta 1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Axil eje horizontal. Valor mínimo



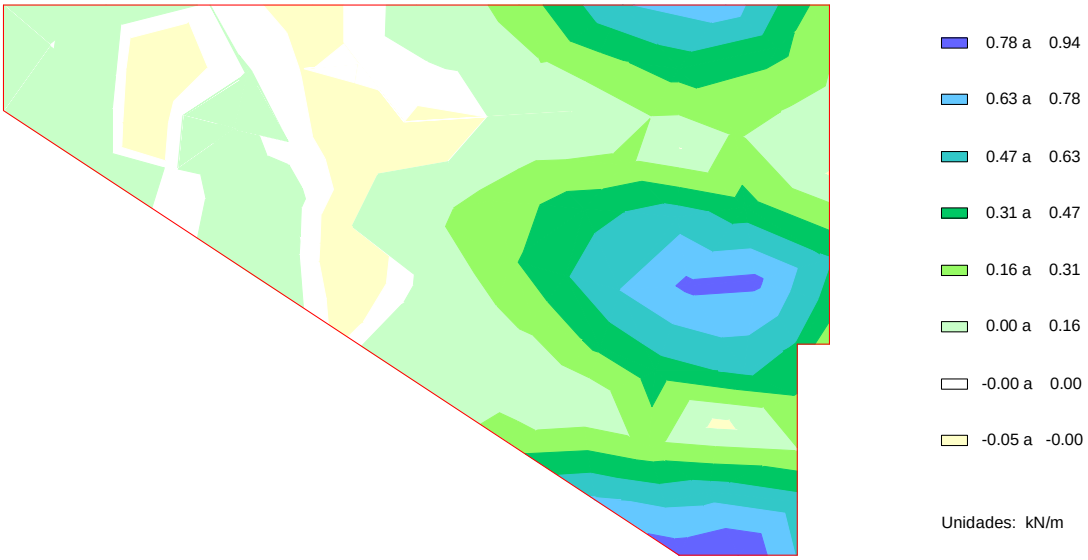
0.00 a 0.00
-0.00 a 0.00
-0.16 a -0.00
-0.31 a -0.16
-0.47 a -0.31
-0.63 a -0.47
-0.78 a -0.63
-0.94 a -0.78

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

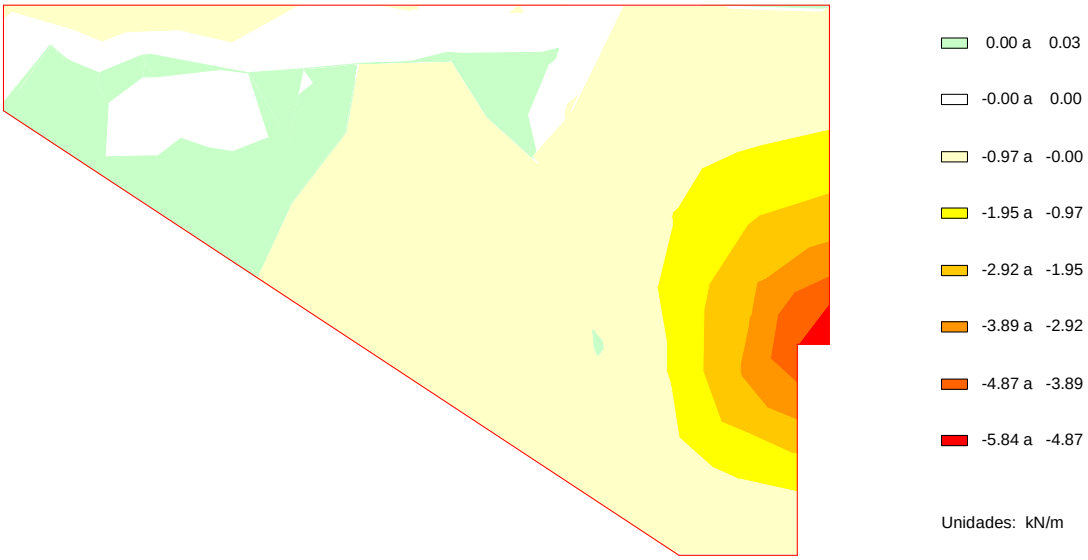
Axil eje horizontal. Valor máximo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

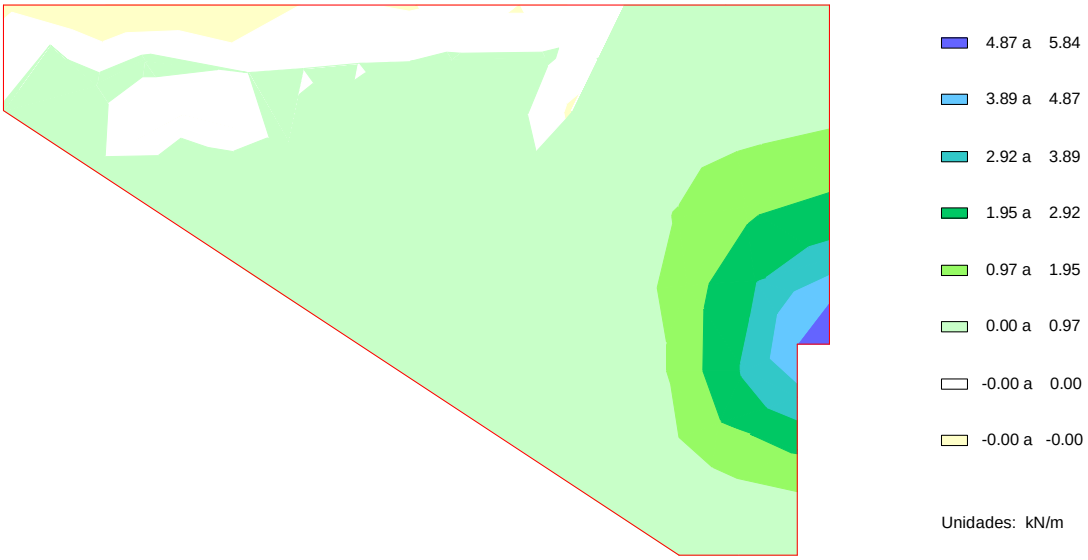
Axil eje vertical. Valor mínimo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

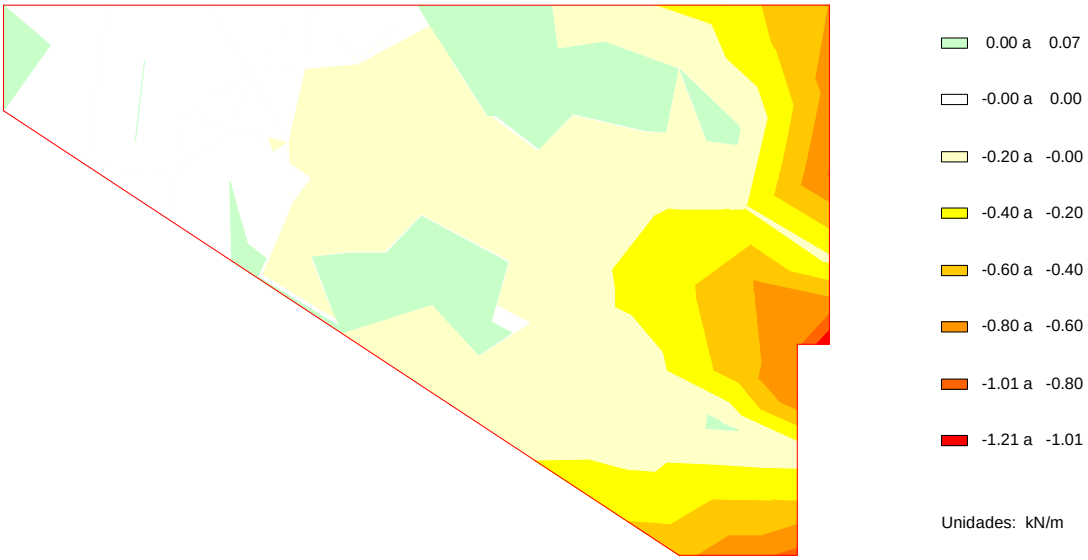
Axil eje vertical. Valor máximo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

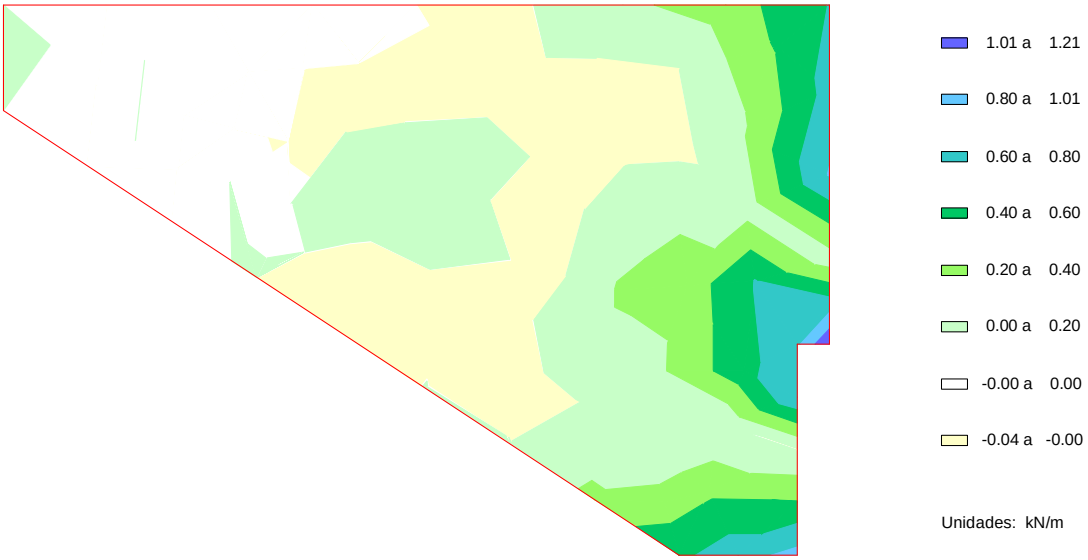
Cortante eje horizontal. Valor mínimo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

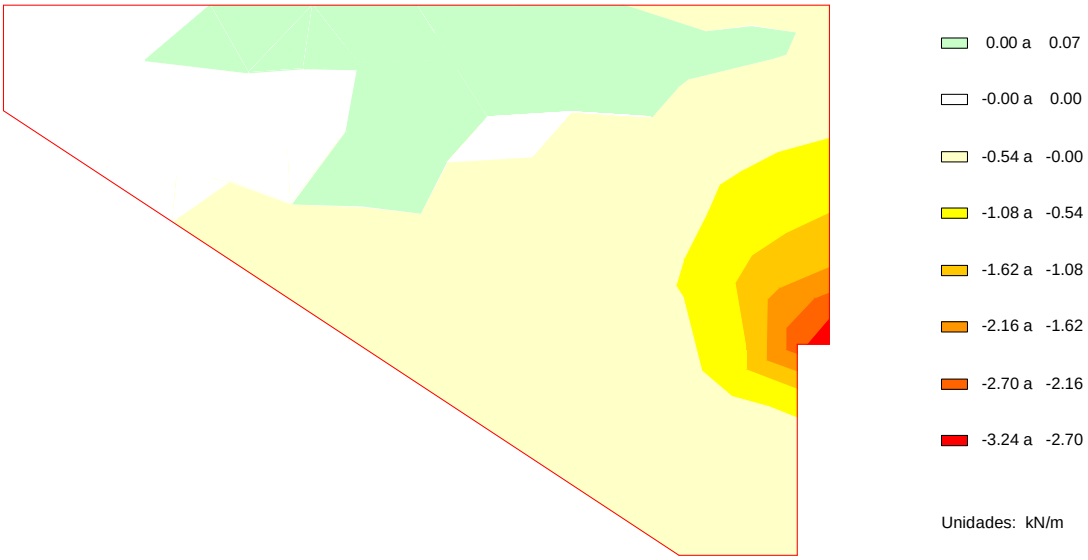
Cortante eje horizontal. Valor máximo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

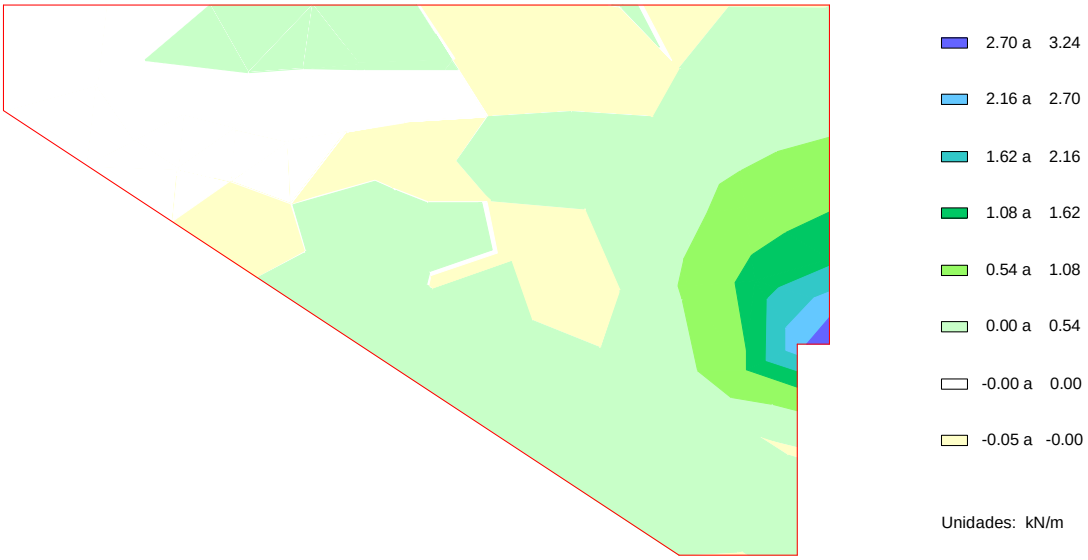
Cortante eje vertical. Valor mínimo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

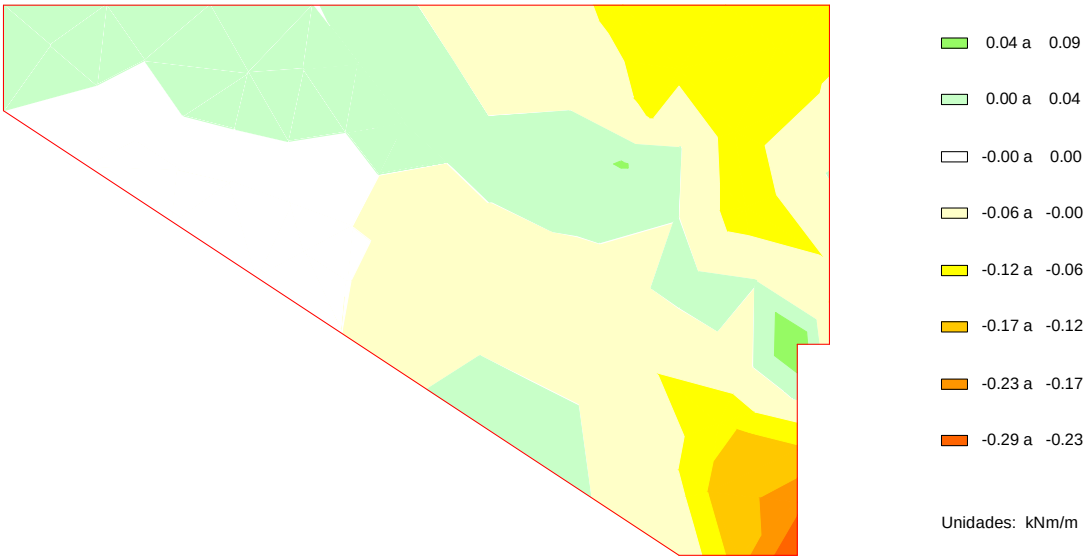
Cortante eje vertical. Valor máximo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

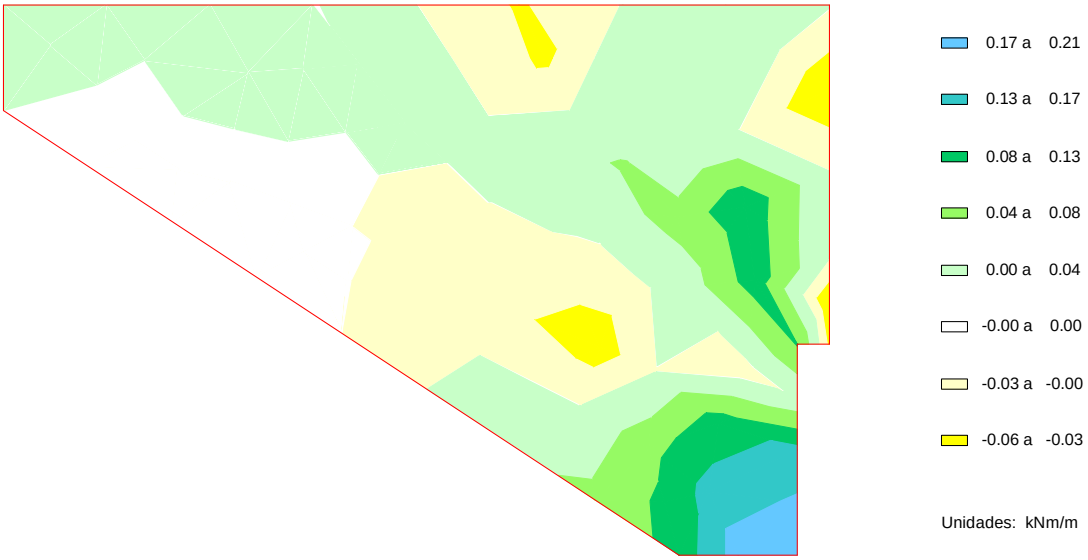
Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor mínimo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

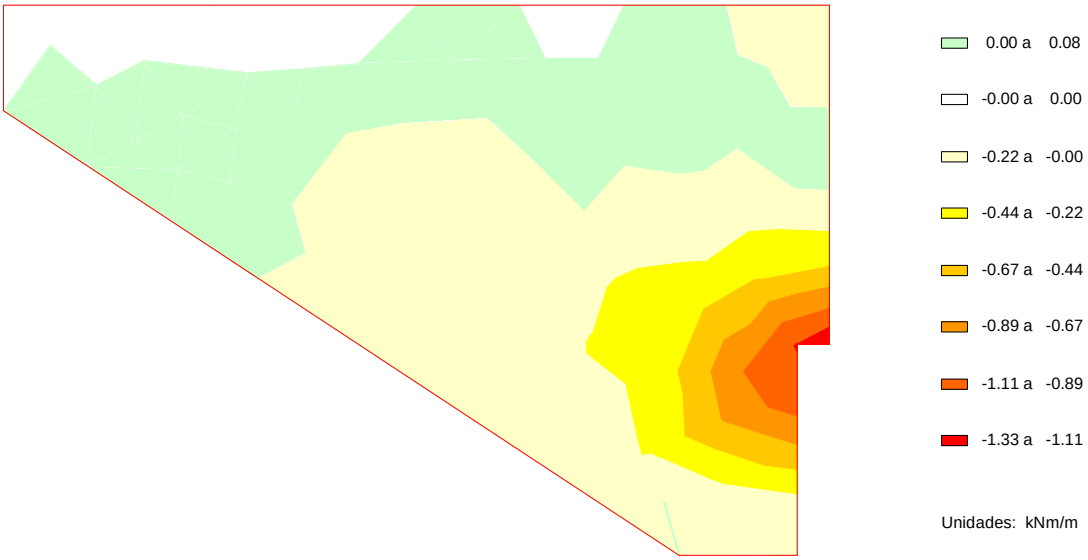
Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor máximo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

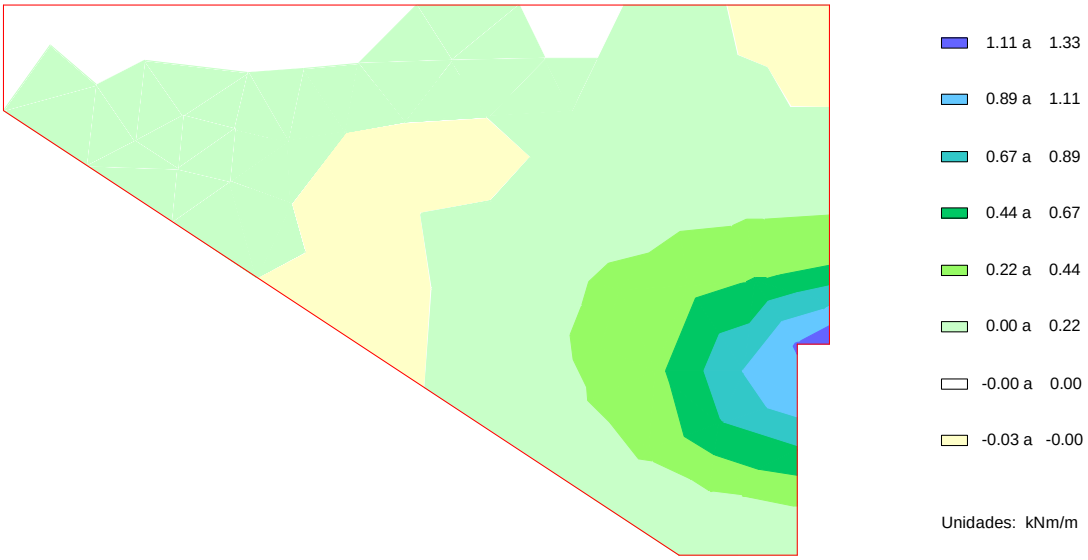
Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor mínimo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor máximo

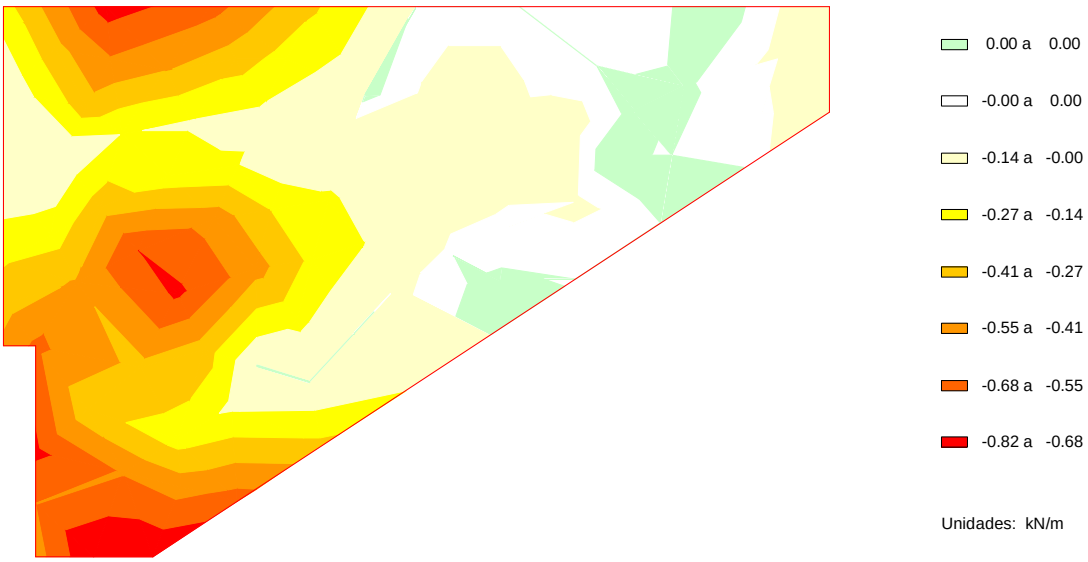


4.10.5 Aleta 2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

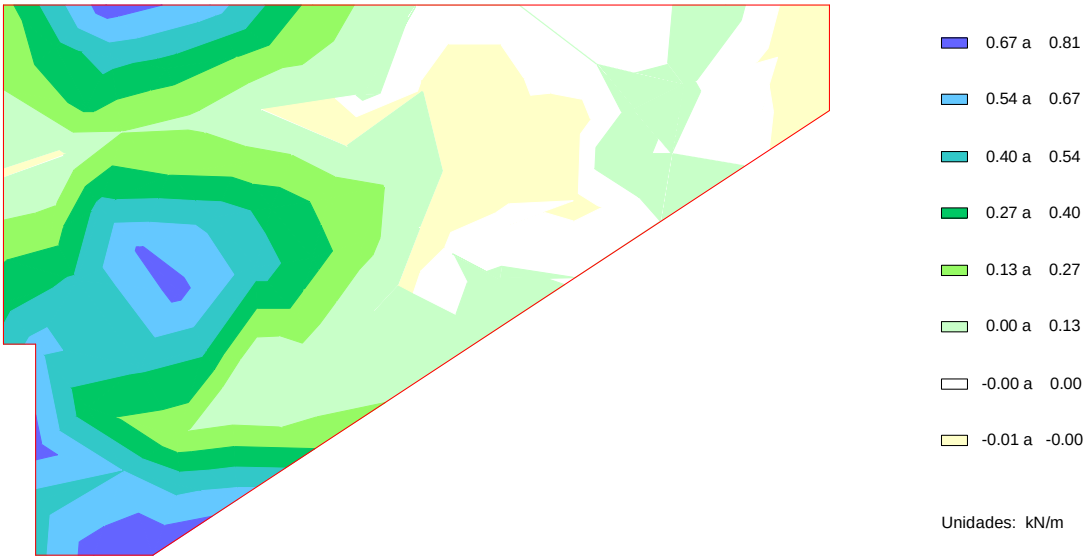
Axil eje horizontal. Valor mínimo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

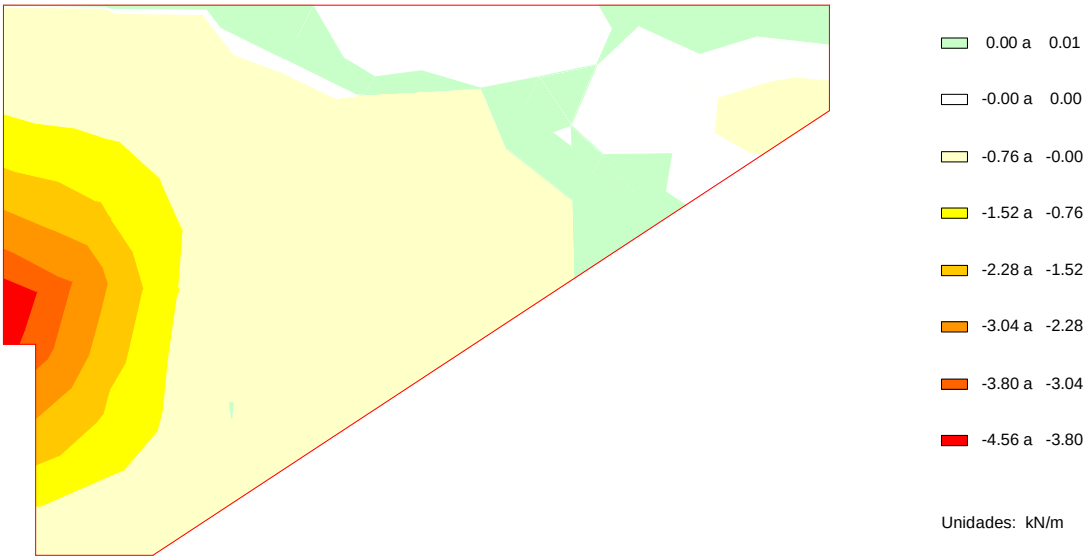
Axil eje horizontal. Valor máximo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

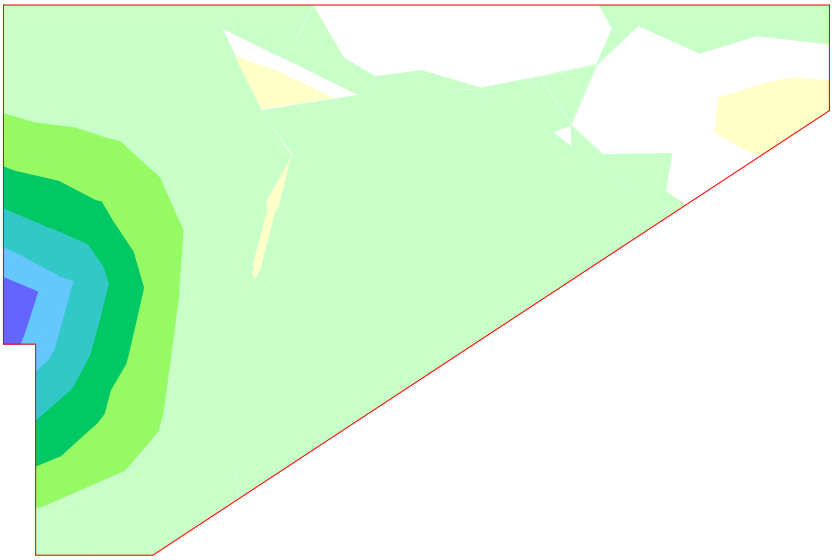
Axil eje vertical. Valor mínimo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Axil eje vertical. Valor máximo



3.80 a 4.56

3.04 a 3.80

2.28 a 3.04

1.52 a 2.28

0.76 a 1.52

0.00 a 0.76

-0.00 a 0.00

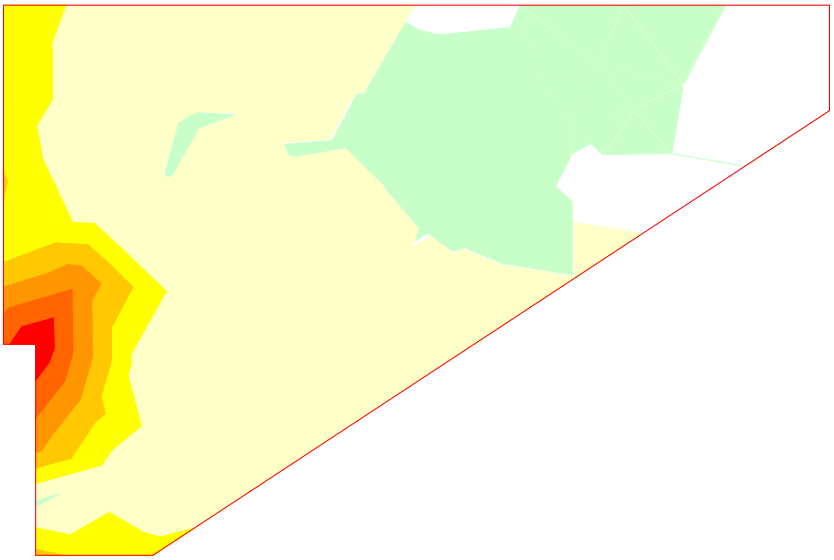
-0.03 a -0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Cortante eje horizontal. Valor mínimo



0.00 a 0.05

-0.00 a 0.00

-0.42 a -0.00

-0.84 a -0.42

-1.26 a -0.84

-1.68 a -1.26

-2.09 a -1.68

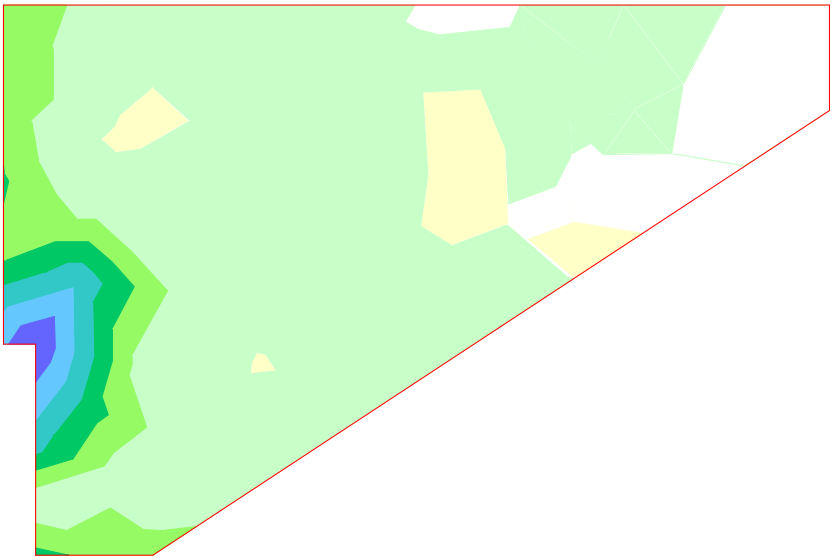
-2.51 a -2.09

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Cortante eje horizontal. Valor máximo



2.09 a 2.51

1.68 a 2.09

1.26 a 1.68

0.84 a 1.26

0.42 a 0.84

0.00 a 0.42

-0.00 a 0.00

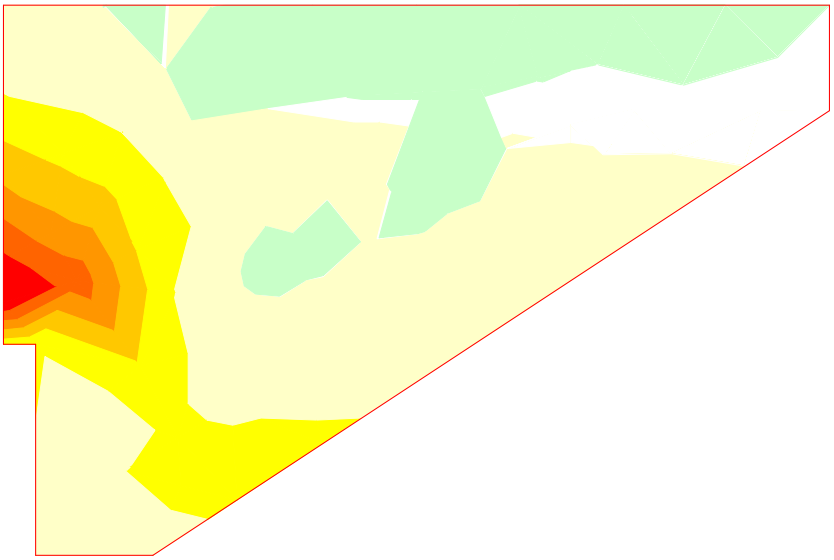
-0.07 a -0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Cortante eje vertical. Valor mínimo



0.00 a 0.06

-0.00 a 0.00

-0.29 a -0.00

-0.58 a -0.29

-0.87 a -0.58

-1.16 a -0.87

-1.46 a -1.16

-1.75 a -1.46

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

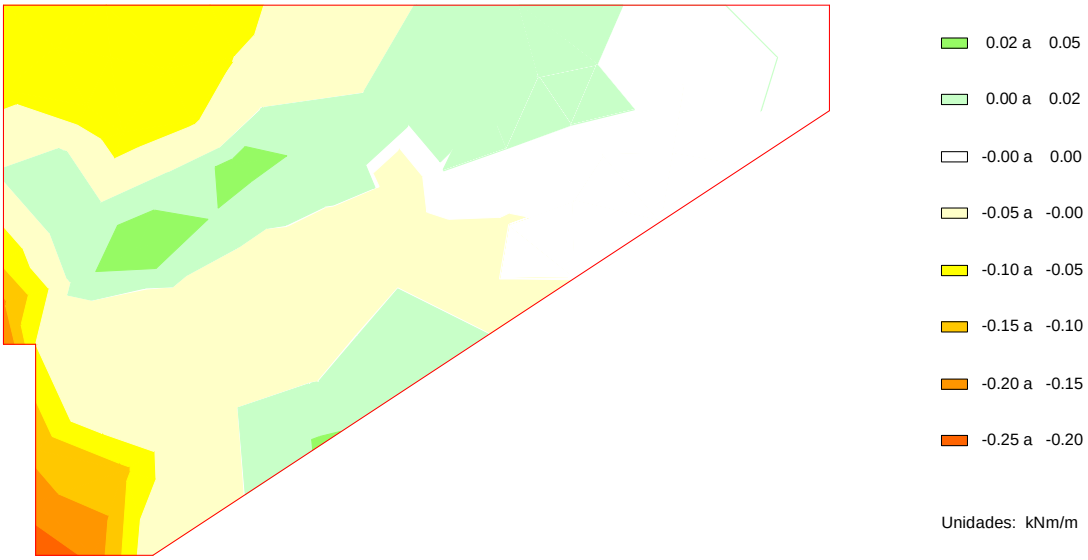
Viento. Con sobrecarga de uso

Cortante eje vertical. Valor máximo

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor mínimo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

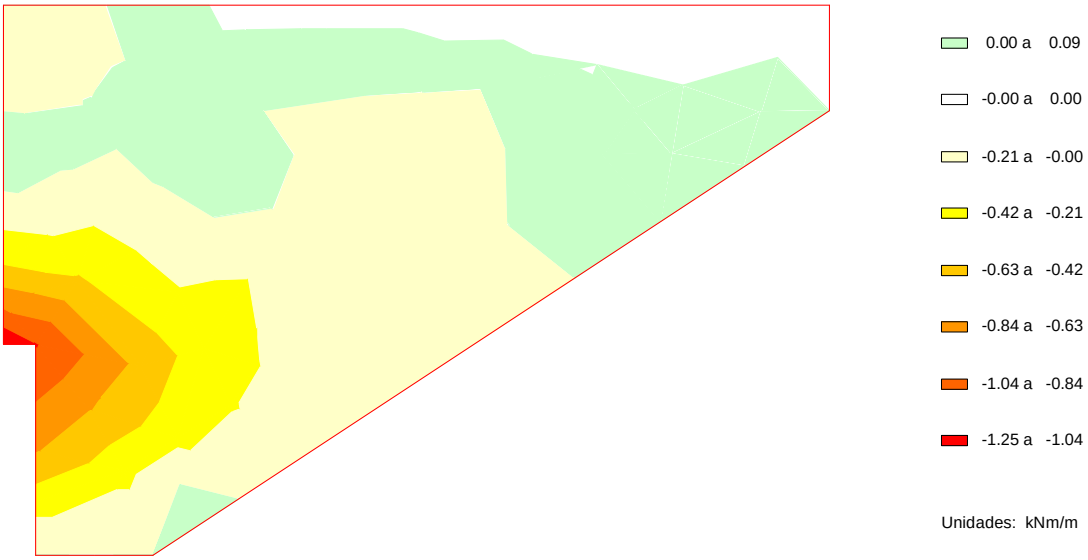
Viento. Con sobrecarga de uso

Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor máximo

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

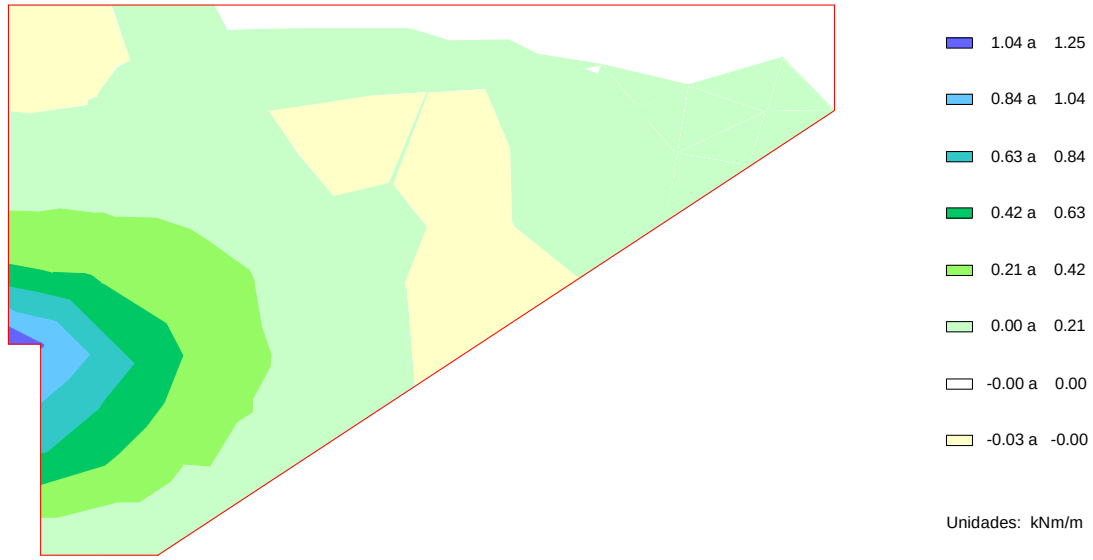
Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor mínimo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor máximo



5 ESTADO LíMITE DE HUNDIMIENTO

5.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Pilote más cargado : 1.

Coordenadas pilote más cargado :

X	:	0.600 m
Y	:	-0.600 m

Carga máxima	:	543.44 kN
Carga de hundimiento por fuste	:	1220.35 kN
Carga de hundimiento por punta	:	1038.43 kN
Carga de hundimiento	:	2258.79 kN
Factor de seguridad admisible	:	3.000
Carga admisible, Q_{adm}	:	752.93 kN
Factor de seguridad , FS	:	4.156

FS = 4.156 >= FS_{adm} = 3.000 -> Cumple

5.2 Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio

Pilote más cargado : 6.

Coordenadas pilote más cargado :

X	:	8.314 m
Y	:	-0.600 m

Carga máxima	:	814.47 kN
Carga de hundimiento por fuste	:	1220.35 kN

Carga de hundimiento por punta	:	1038.43	kN
Carga de hundimiento	:	2258.79	kN
Factor de seguridad admisible	:	2.600	
Carga admisible, Q_{adm}	:	868.76	kN
Factor de seguridad , FS	:	2.773	

FS = 2.773 >= FS_{adm} = 2.600 -> Cumple

5.3 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Verifica la comprobación.

Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio. Verifica la comprobación.

6 ESTADO LÍMITE DE ASIENTOS

6.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Asiento máximo	:	10.0	mm
Asiento admisible	:	25.0	mm

6.2 Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio

Asiento máximo	:	15.0	mm
Asiento admisible	:	25.0	mm

6.3 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Verifica la comprobación.

Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio. Verifica la comprobación.

7 ESTADO LÍMITE DE ARRANQUE DE LOS PILOTES

7.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Pilote más traccionado : 5.

Coordenadas pilote más traccionado :

X	:	6.771	m
Y	:	-0.600	m

Carga mínima	:	513.17	kN
Carga de arranque	:	-852.64	kN
Factor de seguridad admisible	:	3.000	
Carga admisible, Q_{adm}	:	-284.21	kN
Factor de seguridad , FS	:	100.000	

FS = 100.000 >= FS_{adm} = 3.000 -> Cumple

7.2 Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio

Pilote más traccionado : 5.

Coordenadas pilote más traccionado :
X : 6.771 m
Y : -0.600 m

Carga mínima	:	499.45	kN
Carga de arranque	:	-852.64	kN
Factor de seguridad admisible	:	2.600	
Carga admisible, Q_{adm}	:	-327.94	kN
Factor de seguridad , FS	:	100.000	

FS = 100.000 >= FS_{adm} = 2.600 -> Cumple

7.3 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Verifica la comprobación.

Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio. Verifica la comprobación.

8 ESTADO LíMITE DE FLEXIóN

8.1 Pilotes

8.1.1 Esfuerzos de cálculo

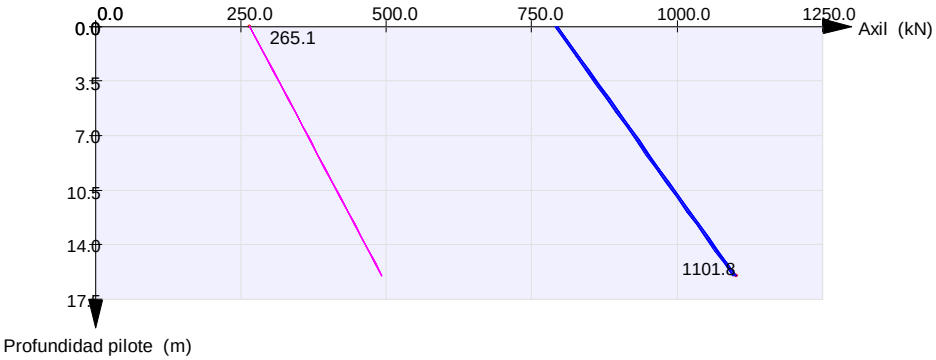
Criterio de signos:

Los axiles positivos comprimen al pilote.

ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Pilotes 1 a 8

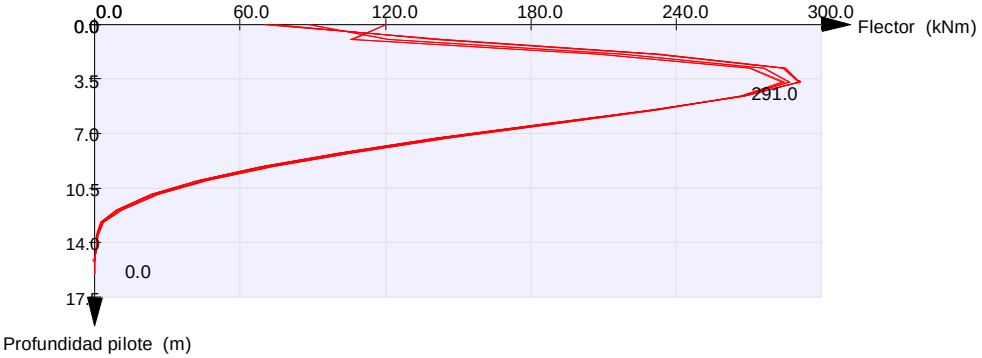


Axil mínimo (kN)
Axil máximo (kN)

ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Pilotes 1 a 8



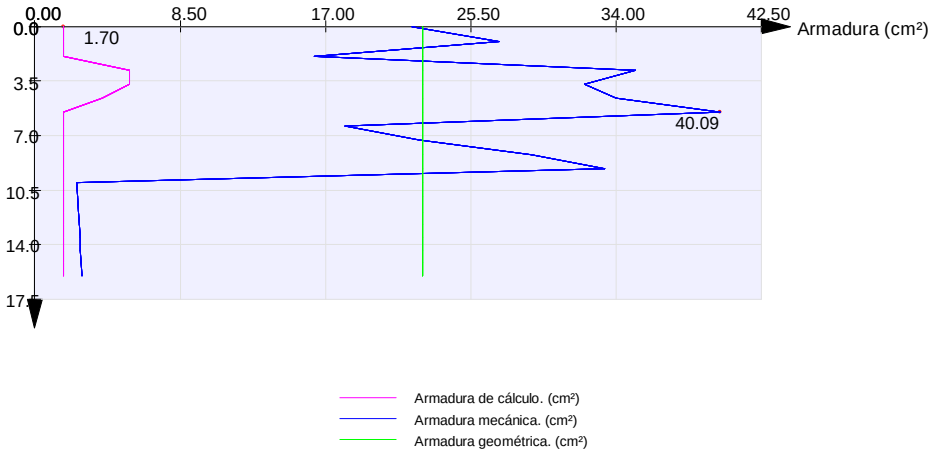
Flector máximo (kNm)

8.1.2 Armaduras

ARMADURA. EL Rotura por flexión

Envolvente global

Pilotes 1 a 8



8.2 Espaldón

8.2.1 Esfuerzos de cálculo

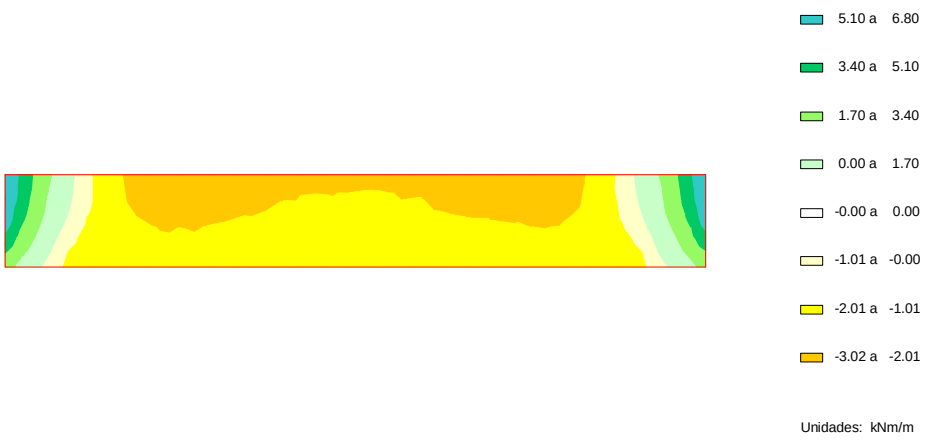
Criterio de signos:

Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores positivos traccionan el trasdós del espaldón.

ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

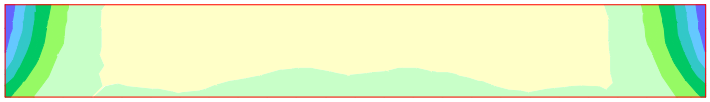
Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor máximo



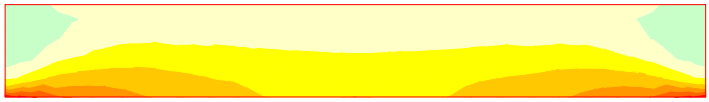
19.02 a 22.82
15.21 a 19.02
11.41 a 15.21
7.61 a 11.41
3.80 a 7.61
0.00 a 3.80
-0.00 a 0.00
-1.43 a -0.00

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor mínimo



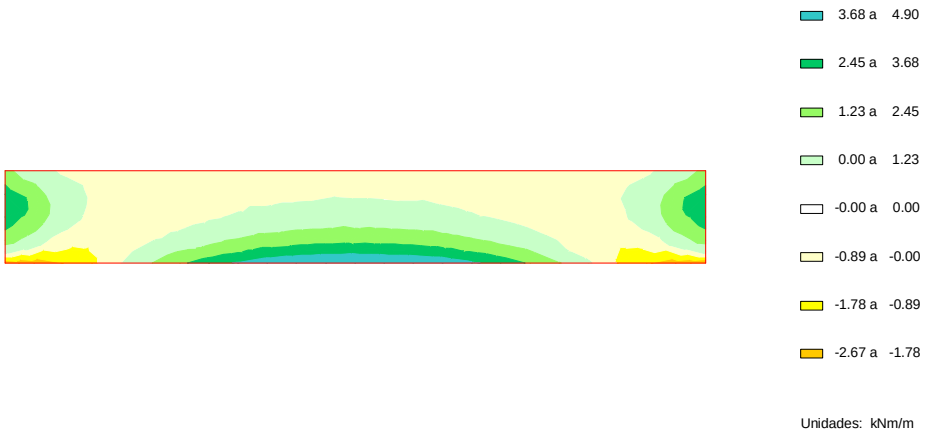
0.00 a 1.00
-0.00 a 0.00
-1.18 a -0.00
-2.36 a -1.18
-3.53 a -2.36
-4.71 a -3.53
-5.89 a -4.71
-7.07 a -5.89

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor máximo



8.2.2 Armaduras

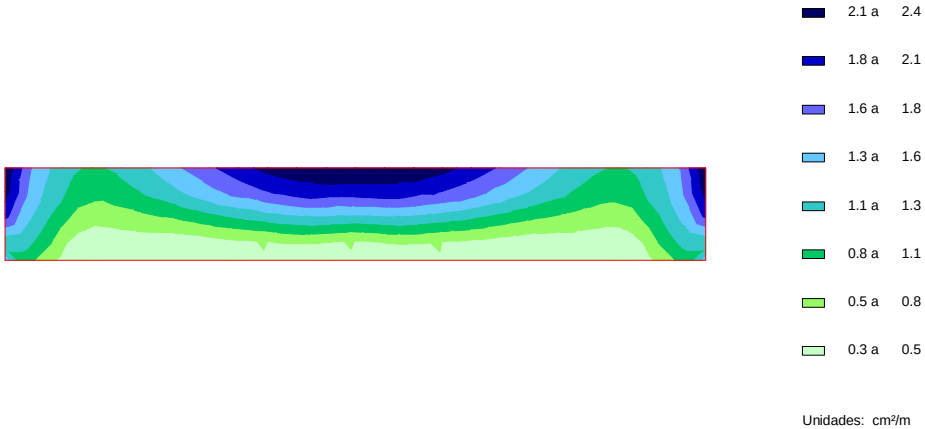
Cuantías de cálculo :

EL Rotura por flexión

Envolvente global

Espaldón. Armadura horizontal interior. cm²/m

Armaduras de cálculo

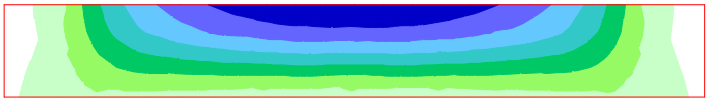


EL Rotura por flexión

Envolvente global

Espaldón. Armadura horizontal exterior. cm²/m

Armaduras de cálculo



2.5 a 2.9
2.1 a 2.5
1.7 a 2.1
1.3 a 1.7
0.8 a 1.3
0.4 a 0.8
0.0 a 0.4
-0.0 a 0.0

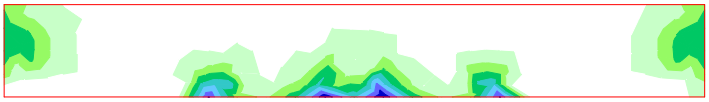
Unidades: cm²/m

EL Rotura por flexión

Envolvente global

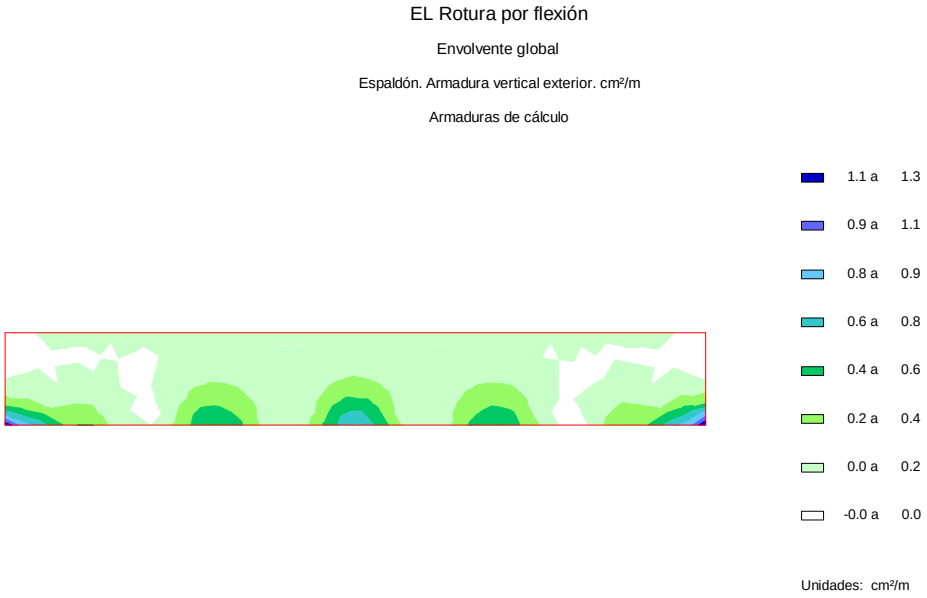
Espaldón. Armadura vertical interior. cm²/m

Armaduras de cálculo



0.6 a 0.7
0.5 a 0.6
0.4 a 0.5
0.3 a 0.4
0.2 a 0.3
0.1 a 0.2
0.0 a 0.1
-0.0 a 0.0

Unidades: cm²/m



Cuantías máximas de cálculo :

Armadura horizontal en cara interior	:	2.4 cm^2/m
Armadura horizontal en cara exterior	:	2.9 cm^2/m
Armadura vertical en cara interior	:	0.7 cm^2/m
Armadura vertical en cara exterior	:	1.3 cm^2/m

Cuantías mecánicas :

Armadura horizontal en cara interior	:	5.4 cm^2/m
Armadura horizontal en cara exterior	:	5.3 cm^2/m
Armadura vertical en cara interior	:	5.8 cm^2/m
Armadura vertical en cara exterior	:	5.8 cm^2/m

Cuantías geométricas :

Armadura horizontal en cara interior	:	1.4 cm^2/m
Armadura horizontal en cara exterior	:	1.4 cm^2/m
Armadura vertical en cara interior	:	2.7 cm^2/m
Armadura vertical en cara exterior	:	2.7 cm^2/m

8.3 Cargadero

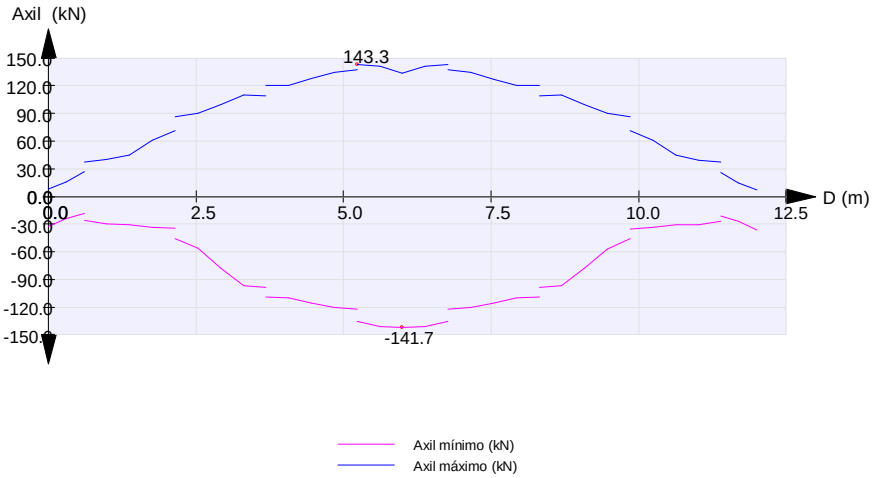
8.3.1 Esfuerzos de cálculo

Criterio de signos:

Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores de eje vertical positivos comprimen la cara posterior del cargadero.
Los flectores de eje horizontal positivos comprimen la cara superior del cargadero.

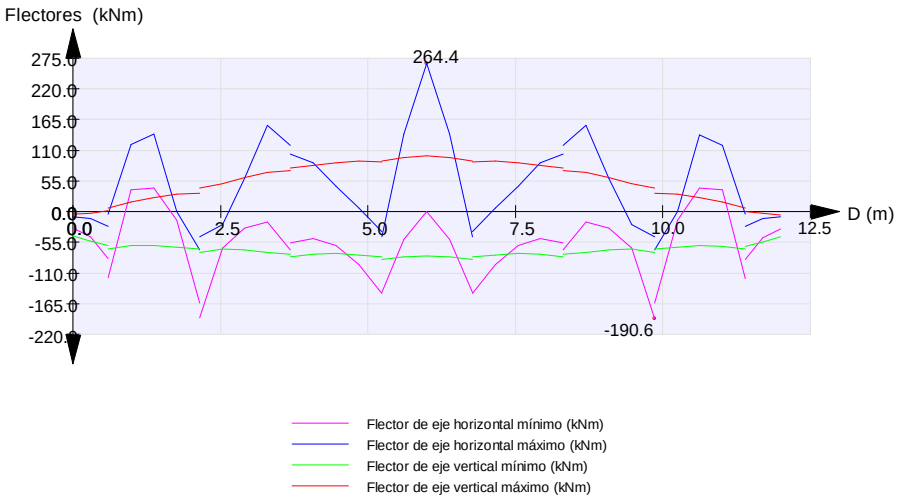
ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global



ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

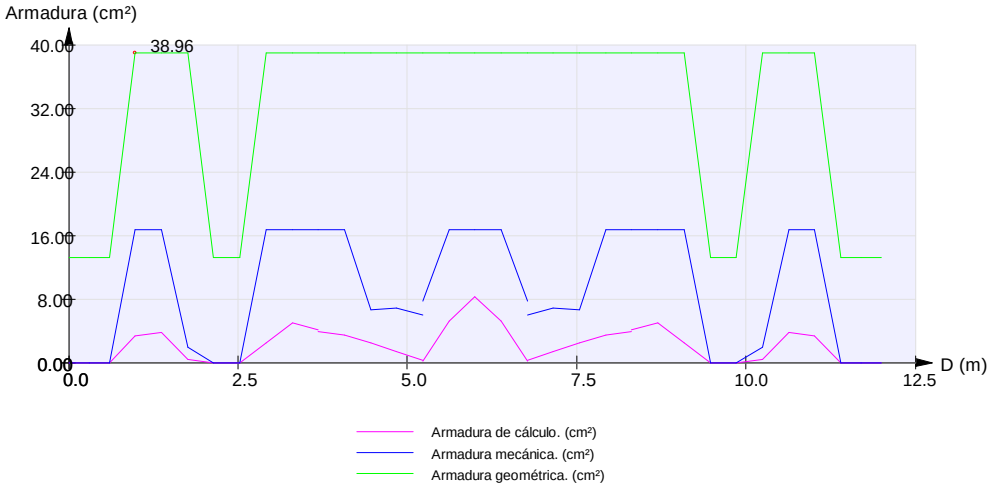


8.3.2 Armaduras

ARMADURA. EL Rotura por flexión

Envolvente global

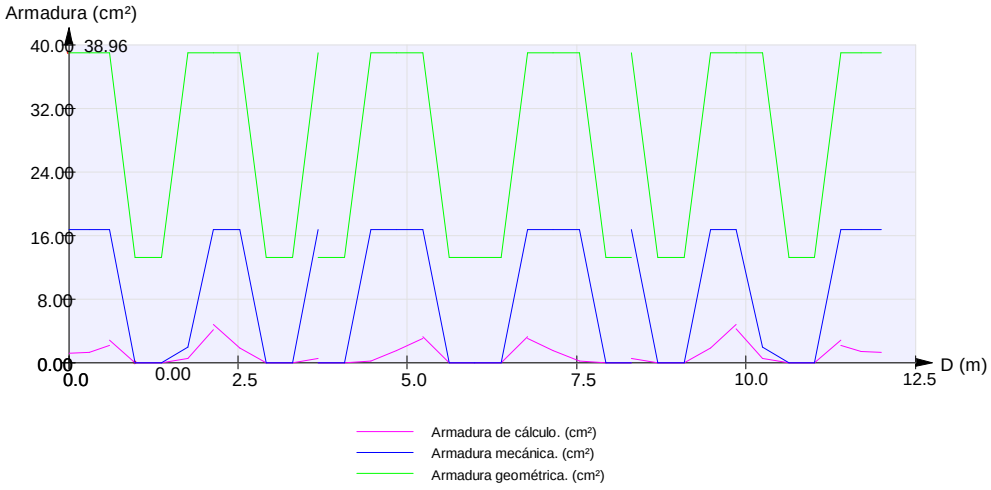
Armadura en la cara inferior

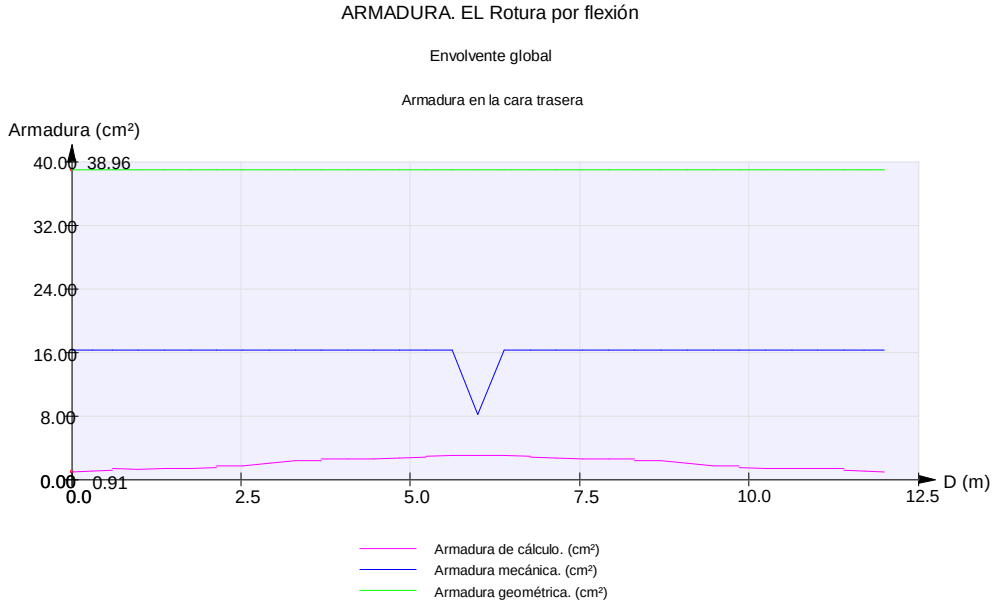


ARMADURA. EL Rotura por flexión

Envolvente global

Armadura en la cara superior





8.4 Aleta 1

8.4.1 Esfuerzos de cálculo

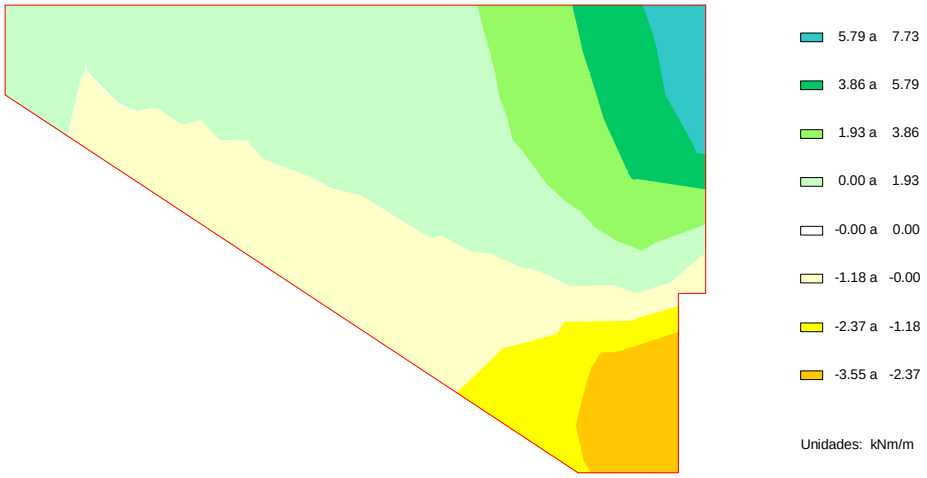
Criterio de signos:

Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores positivos traccionan la cara interior de la aleta.

ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

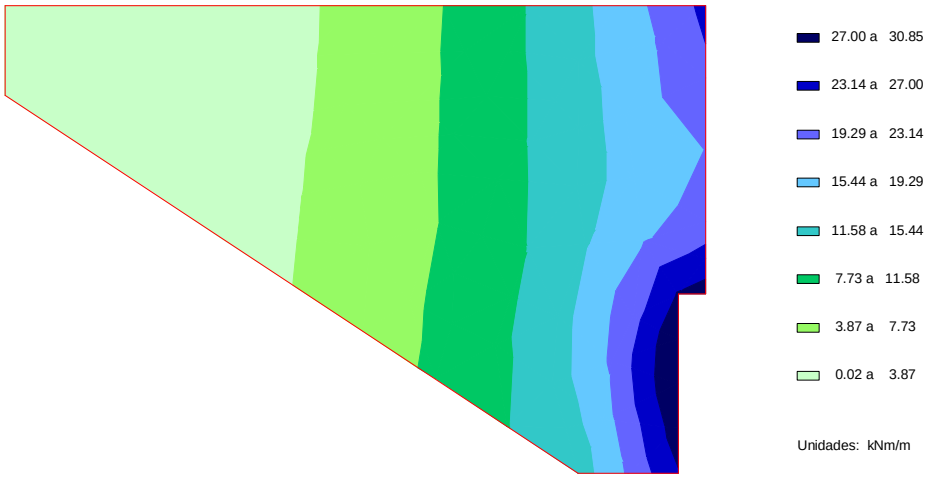
Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

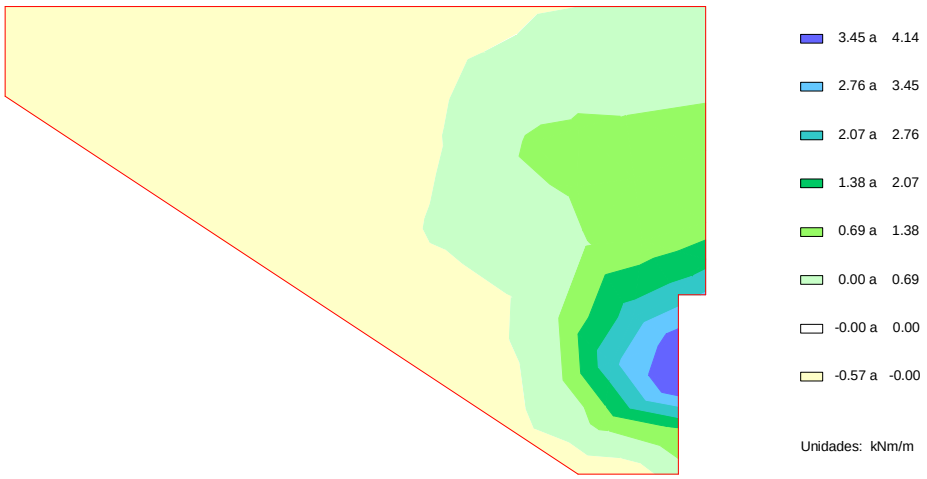
Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor máximo



ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

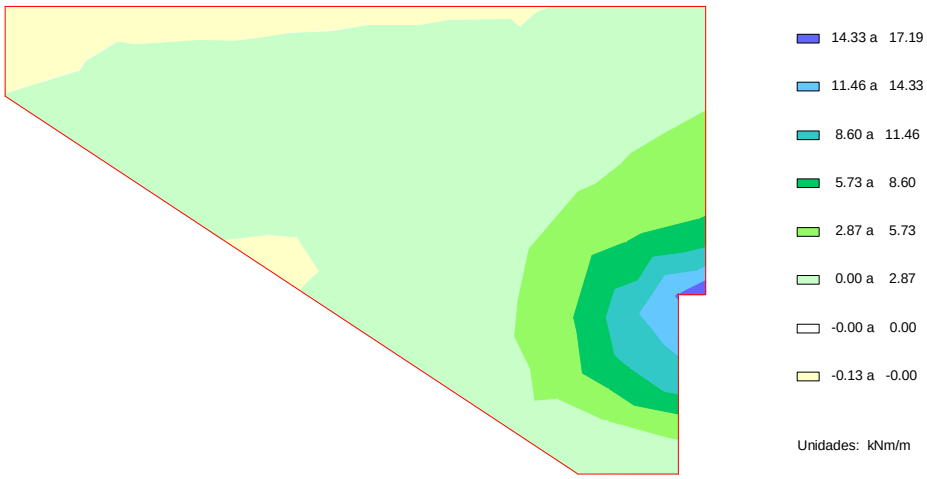
Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor máximo



8.4.2 Armaduras

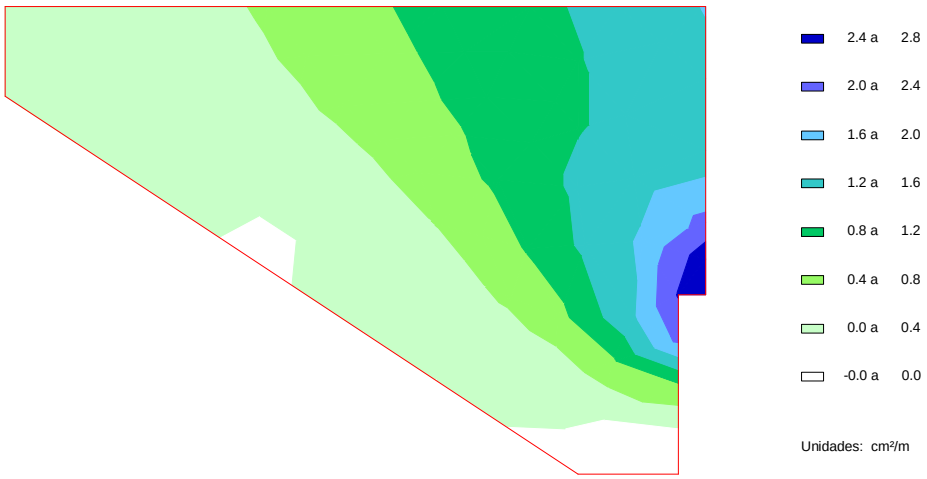
Cuantías de cálculo :

EL Rotura por flexión

Envolvente global

Aletas. Armadura horizontal interior. cm²/m

Armaduras de cálculo

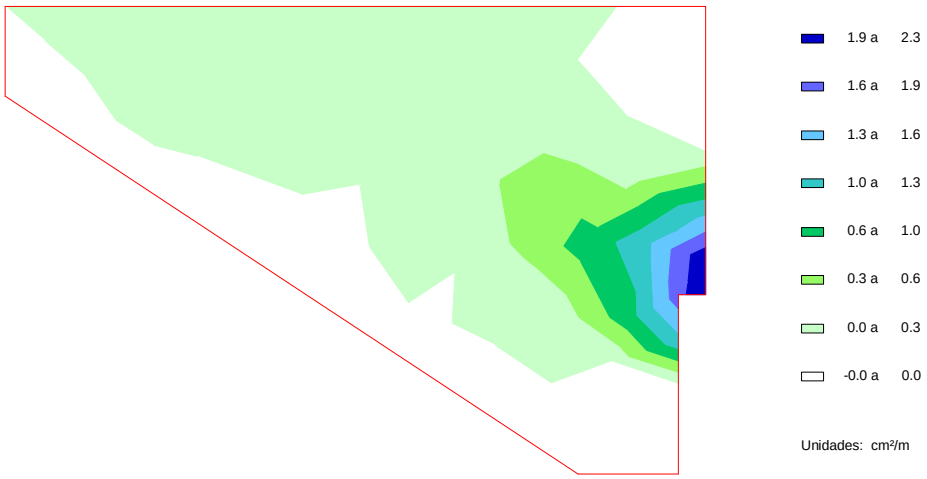


EL Rotura por flexión

Envolvente global

Aletas. Armadura horizontal exterior. cm²/m

Armaduras de cálculo

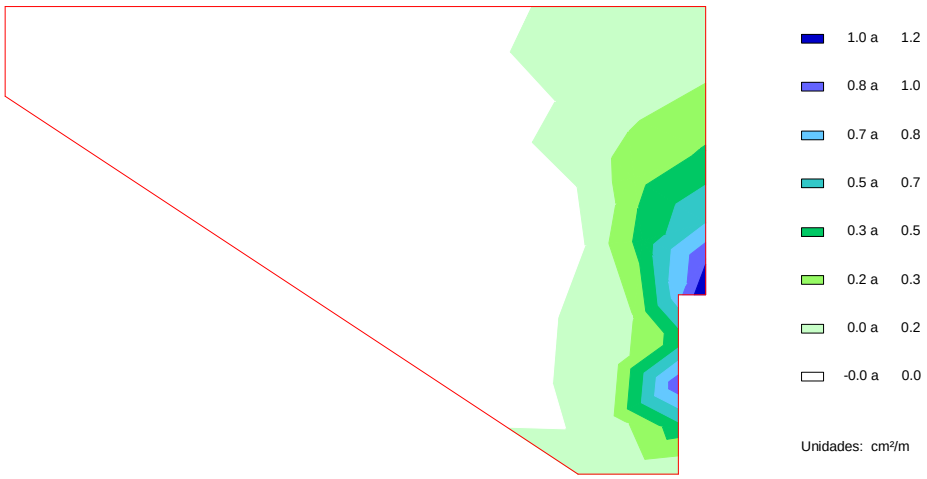


EL Rotura por flexión

Envolvente global

Aletas. Armadura vertical interior. cm²/m

Armaduras de cálculo

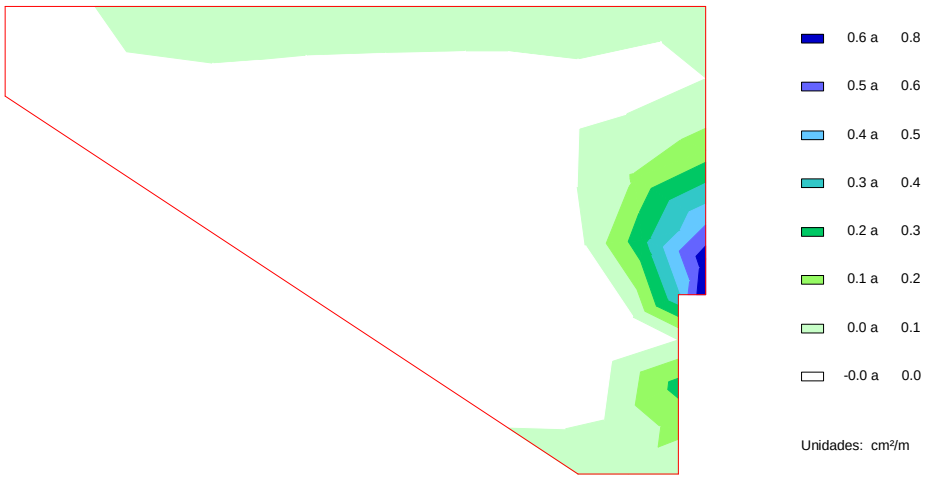


EL Rotura por flexión

Envolvente global

Aletas. Armadura vertical exterior. cm²/m

Armaduras de cálculo



Cuantías máximas de cálculo :

Voladizo aleta 1

Armadura horizontal en cara interior	:	2.8 cm^2/m
Armadura horizontal en cara exterior	:	2.3 cm^2/m
Armadura vertical en cara interior	:	1.2 cm^2/m
Armadura vertical en cara exterior	:	0.8 cm^2/m

Cuantías mecánicas :

Voladizo aleta 1

Armadura horizontal en cara interior	:	6.9 cm^2/m
Armadura horizontal en cara exterior	:	6.9 cm^2/m
Armadura vertical en cara interior	:	7.2 cm^2/m
Armadura vertical en cara exterior	:	7.2 cm^2/m

Cuantías geométricas :

Voladizo aleta 1

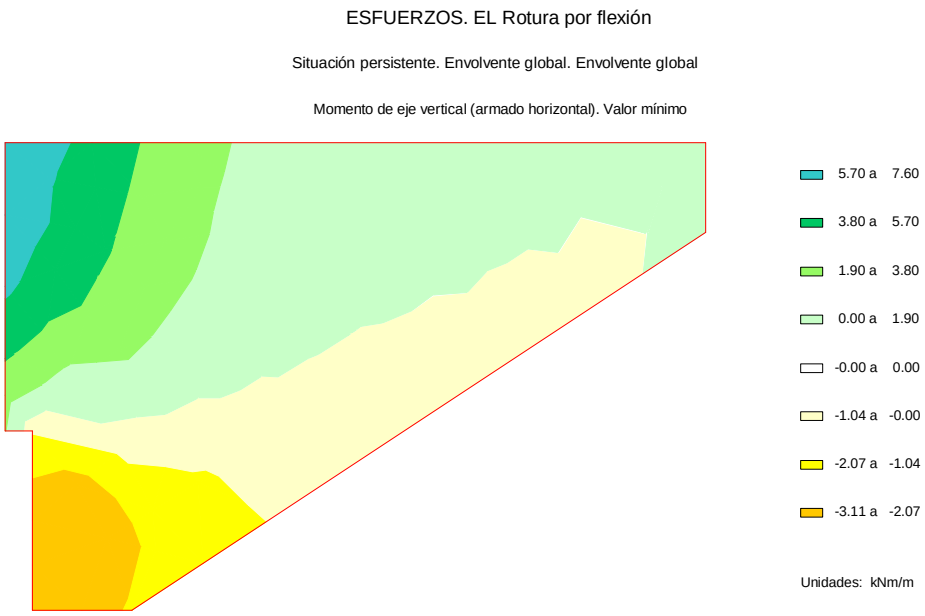
Armadura horizontal en cara interior	:	2.5 cm^2/m
Armadura horizontal en cara exterior	:	2.5 cm^2/m
Armadura vertical en cara interior	:	4.5 cm^2/m
Armadura vertical en cara exterior	:	4.5 cm^2/m

8.5 Aleta2

8.5.1 Esfuerzos de cálculo

Criterio de signos:

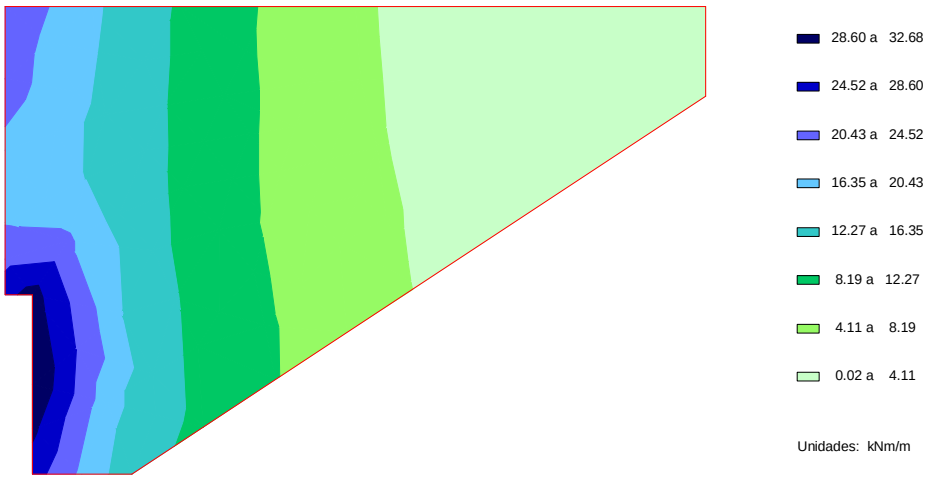
Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores positivos traccionan la cara interior de la aleta.



ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

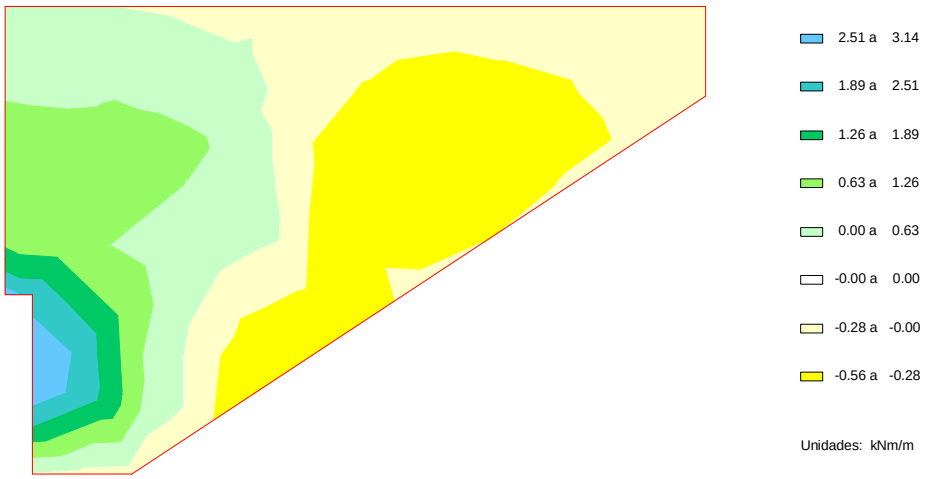
Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor máximo



ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

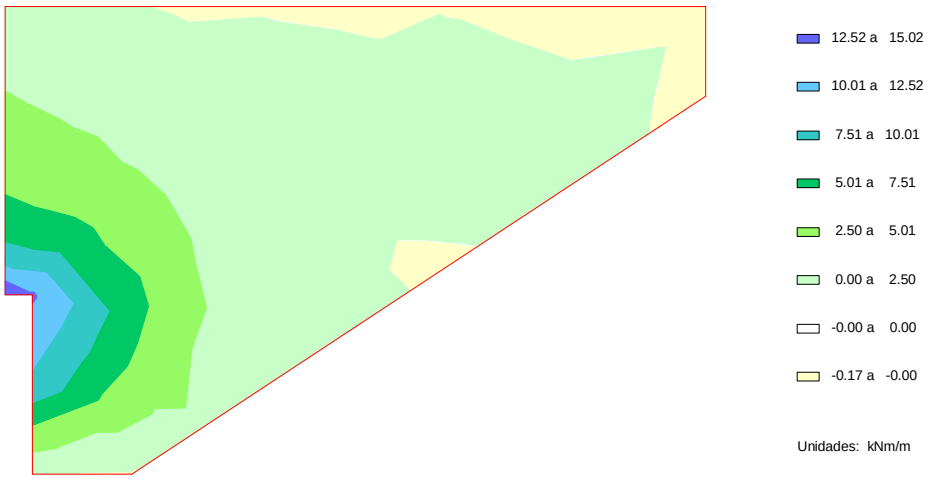
Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor máximo



8.5.2 Armaduras

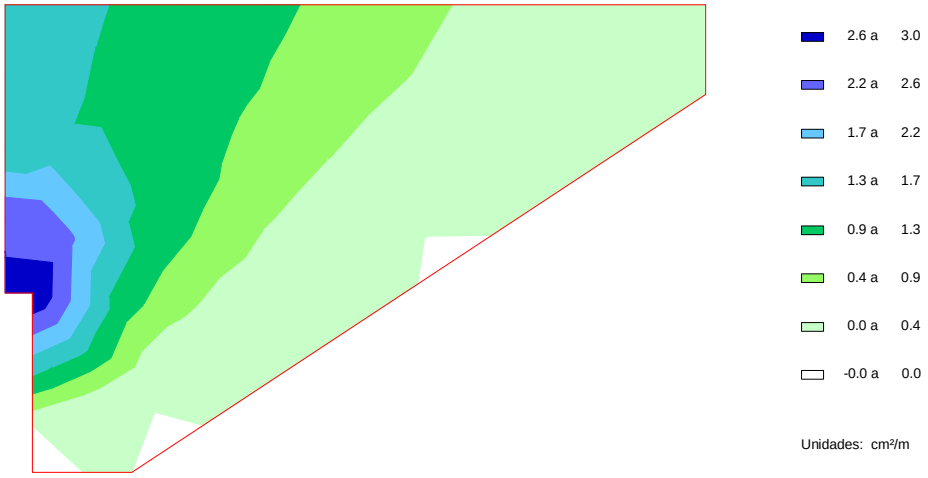
Cuantías de cálculo :

EL Rotura por flexión

Envolvente global

Aletas. Armadura horizontal interior. cm²/m

Armaduras de cálculo

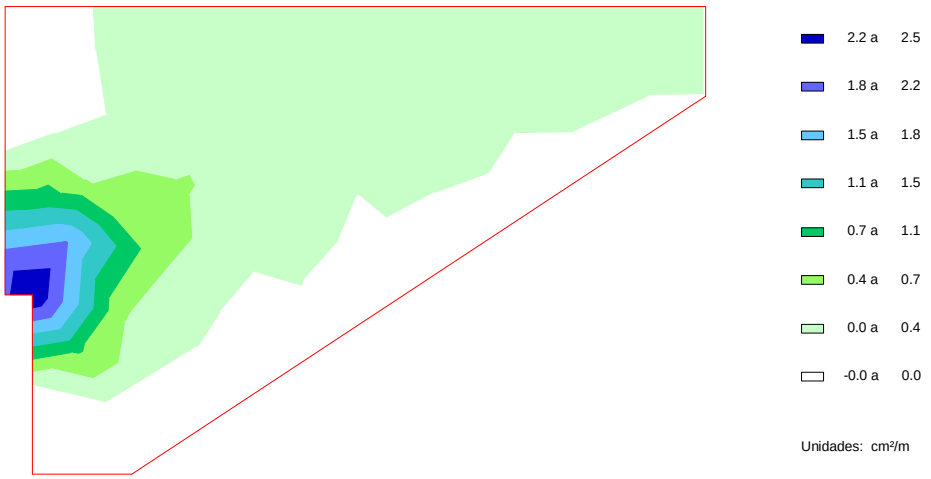


EL Rotura por flexión

Envolvente global

Aletas. Armadura horizontal exterior. cm²/m

Armaduras de cálculo

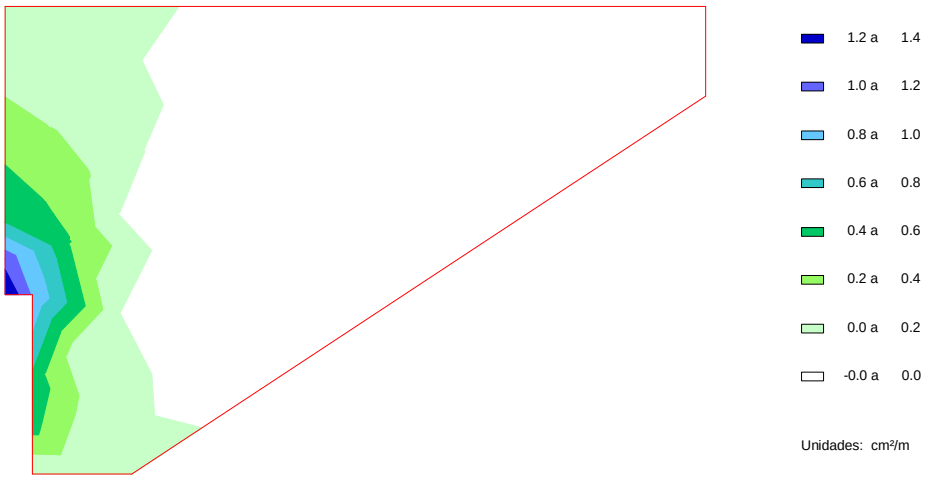


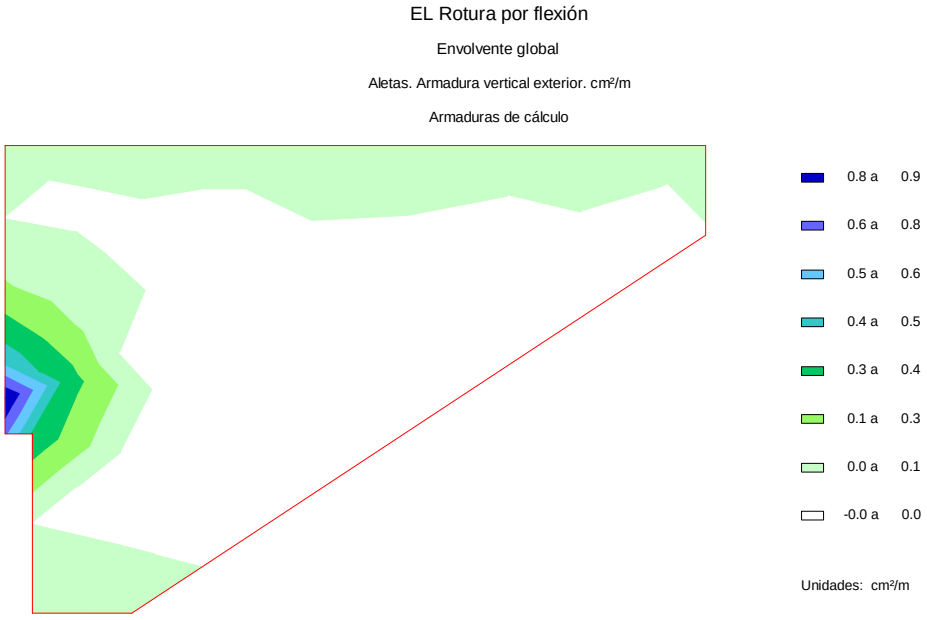
EL Rotura por flexión

Envolvente global

Aletas. Armadura vertical interior. cm²/m

Armaduras de cálculo





Cuantías máximas de cálculo :

Voladizo aleta 2

Armadura horizontal en cara interior	:	3.0 cm^2/m
Armadura horizontal en cara exterior	:	2.5 cm^2/m
Armadura vertical en cara interior	:	1.4 cm^2/m
Armadura vertical en cara exterior	:	0.9 cm^2/m

Cuantías mecánicas :

Voladizo aleta 2

Armadura horizontal en cara interior	:	6.9 cm^2/m
Armadura horizontal en cara exterior	:	0.0 cm^2/m
Armadura vertical en cara interior	:	7.2 cm^2/m
Armadura vertical en cara exterior	:	7.2 cm^2/m

Cuantías geométricas :

Voladizo aleta 2

Armadura horizontal en cara interior	:	2.5 cm^2/m
Armadura horizontal en cara exterior	:	2.5 cm^2/m
Armadura vertical en cara interior	:	4.5 cm^2/m
Armadura vertical en cara exterior	:	4.5 cm^2/m

8.6 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Aleta 1. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Aleta 2. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Cargadero. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Pilotes. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Espaldón. Verifica la comprobación.

Pilotes :

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Pilotes. Verifica la comprobación.

Espaldón

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Espaldón. Verifica la comprobación.

Cargadero

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Cargadero. Verifica la comprobación.

Aleta 1 :

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Aleta 1. Verifica la comprobación.

Aleta 2 :

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Aleta 2. Verifica la comprobación.

9 ESTADO LíMITE DE TORSIóN

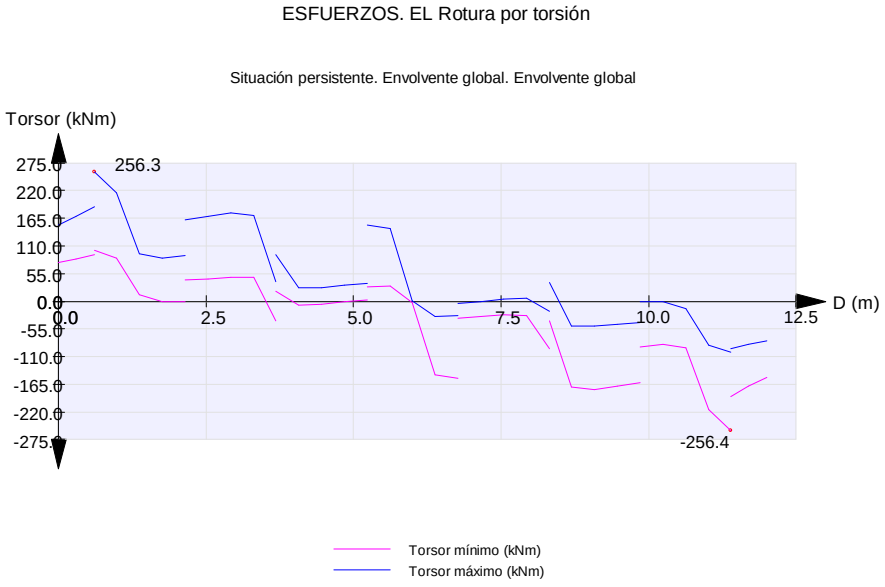
9.1 Cargadero

9.1.1 Esfuerzos de cálculo

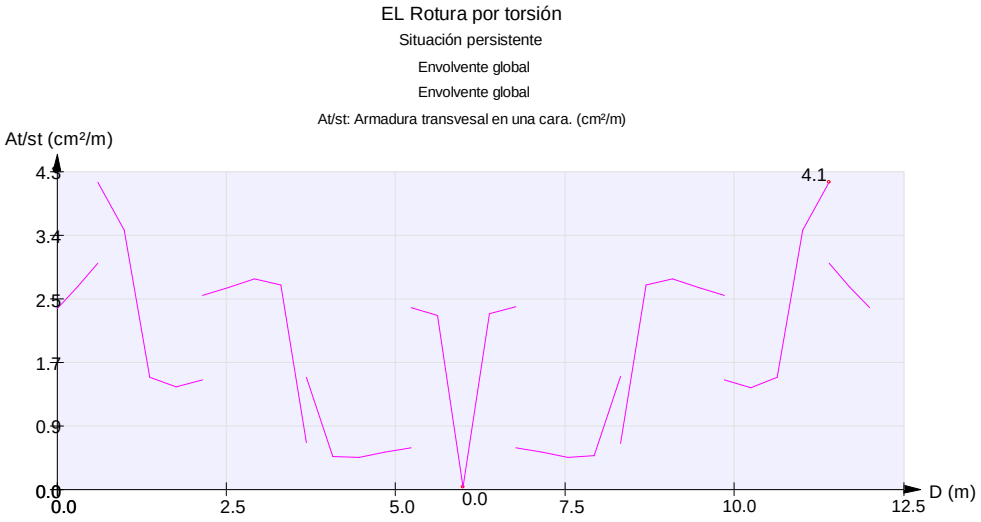
D : Distancia al inicio del cargadero (m)

Criterio de signos:

Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores de eje vertical positivos comprimen la cara posterior del cargadero.
Los flectores de eje horizontal positivos comprimen la cara superior del cargadero.



9.1.2 Dimensionamiento de armaduras



9.2 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Cargadero. Verifica la comprobación.

Muro frontal :

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Cargadero. Verifica la comprobación.

10 ESTADO LíMITE DE FISURACIóN

10.1 Pilotes

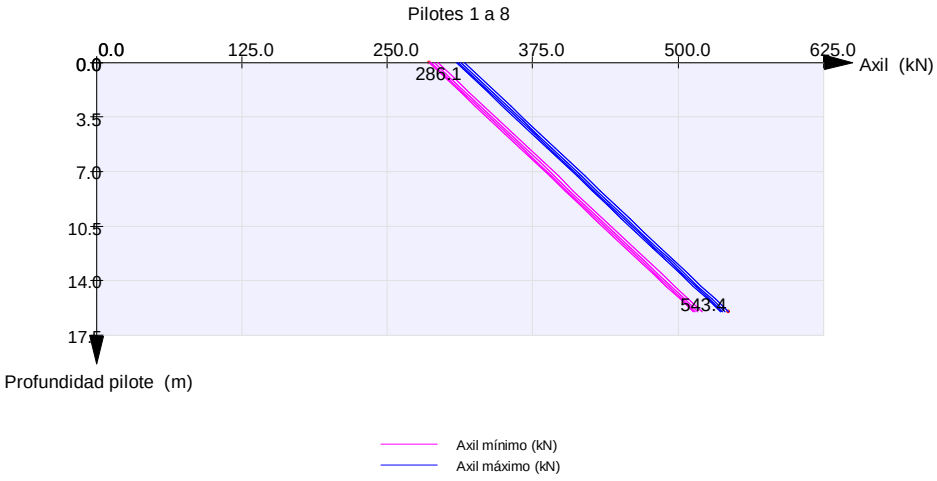
10.1.1 Esfuerzos de cálculo

Criterio de signos:

Los axiles positivos comprimen al pilote.

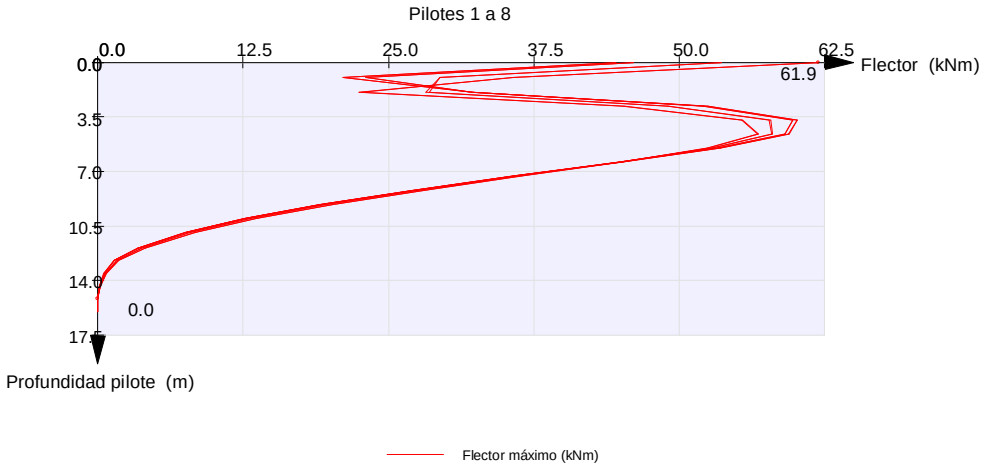
ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio



ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio



10.1.2 Cálculo de E.L. de fisuración

Pilotes. Armadura longitudinal principal

Recubrimiento geométrico: 0.070 m

Capa	Recubrimiento mecánico (m)
1	0.100

Zona A

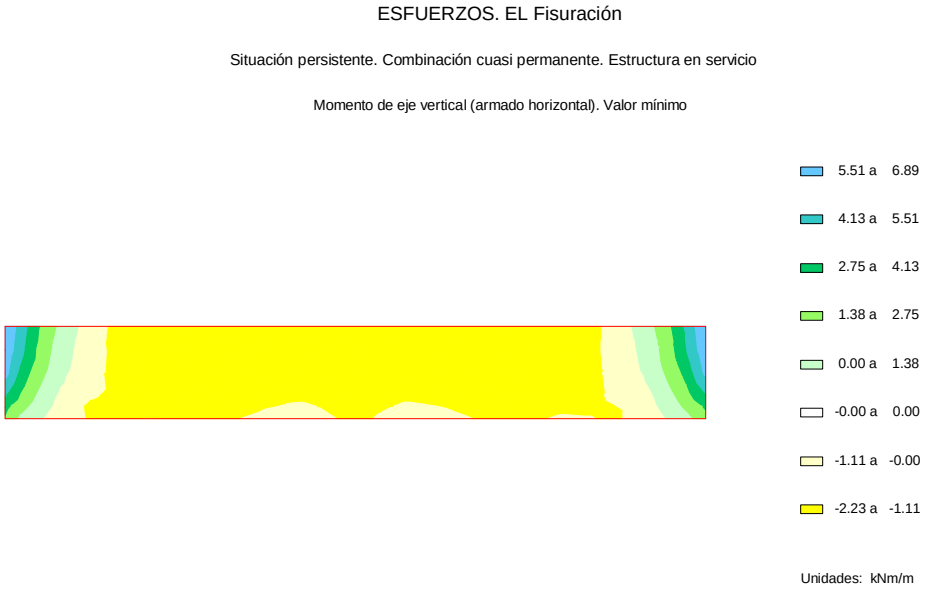
Hipótesis	Axil (kN)	Flector (kNm)	Arm. dispuesta	Abertura de fisura (mm)	Abertura admisible (mm)	Cumple
1	286.1	44.6	9 Ø25 a 0.250 m	0.00	0.30	Sí
2	543.4	0.0	9 Ø25 a 0.250 m	0.00	0.30	Sí
3	316.5	61.9	9 Ø25 a 0.250 m	0.00	0.30	Sí

10.2 Espaldón

10.2.1 Esfuerzos de cálculo

Criterio de signos:

Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores positivos traccionan el trasdós del espaldón.



ESFUERZOS. EL Fisuración

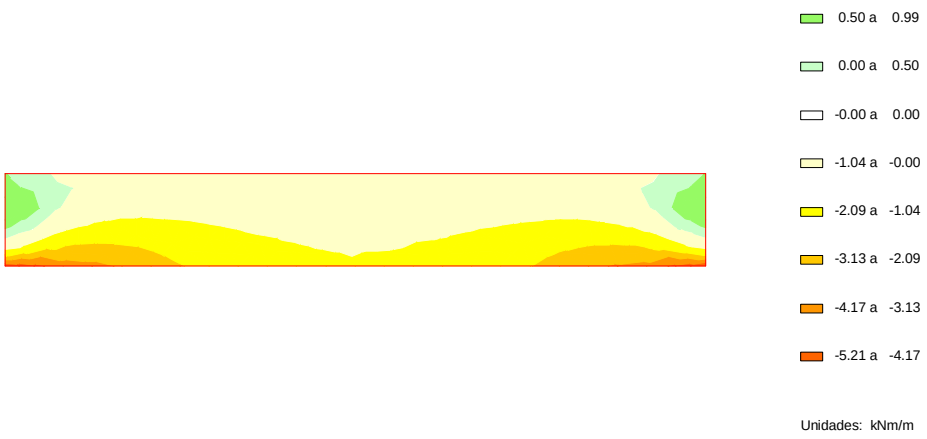
Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor máximo

ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

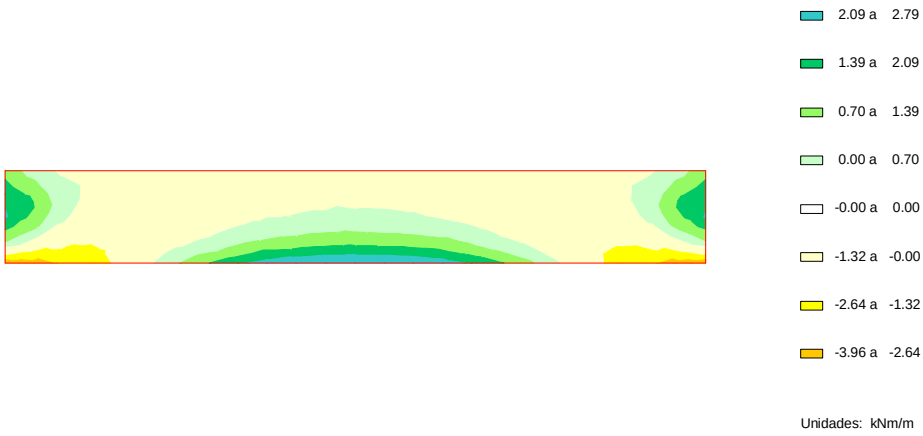
Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor máximo



10.2.2 Cálculo de E.L. de fisuración

Espaldón. Armadura vertical. Cara trasera

Recubrimiento mecánico:	0.075	m
Recubrimiento geométrico:	0.065	m

Hipótesis	Ancho	Canto	As. flexión Vertical interior	As. flexión Vertical exterior	Arm. dispuesta	N_k	M_k	w_k	w_{ac}
	(m)	(m)	(cm^2)	(cm^2)		(kN)	(kNm)	(mm)	(mm)
1	1.000	0.300	5.79	5.79	6 Ø12 a 0.175 m	-26.2	-1.9	0.01	0.3
2	1.000	0.300	5.79	5.79	6 Ø12 a 0.175 m	28.2	2.7	0.00	0.3
3	1.000	0.300	5.79	5.79	6 Ø12 a 0.175 m	19.7	2.8	0.00	0.3
4	1.000	0.300	5.79	5.79	6 Ø12 a 0.175 m	20.4	2.8	0.00	0.3

w_k: abertura de fisura en la fibra de la vertical interior

El momento positivo comprime la fibra de la vertical exterior

Sí cumple.

Espaldón. Armadura horizontal. Cara trasera

Recubrimiento mecánico:	0.055	m
Recubrimiento geométrico:	0.045	m

Hipótesis	Ancho	Canto	As. flexión Horizontal interior	As. flexión Horizontal exterior	Arm. dispuesta	N_k	M_k	w_k
	(m)	(m)	(cm^2)	(cm^2)		(kN)	(kNm)	(mm)
1	1.000	0.300	5.35	5.31	5 Ø12 a 0.200 m	-156.2	-1.7	0.11
2	1.000	0.300	5.35	5.31	5 Ø12 a 0.200 m	24.3	2.9	0.00
3	1.000	0.300	5.35	5.31	5 Ø12 a 0.200 m	-6.7	14.9	0.08
4	1.000	0.300	5.35	5.31	5 Ø12 a 0.200 m	-6.7	14.9	0.08

w_k: abertura de fisura en la fibra de la horizontal interior

El momento positivo comprime la fibra de la horizontal exterior

Sí cumple.

Espaldón. Armadura vertical. Cara frontal

Recubrimiento mecánico:	0.075	m
Recubrimiento geométrico:	0.065	m

Hipótesis	Ancho (m)	Canto (m)	As. flexión Vertical interior (cm^2)	As. flexión Vertical exterior (cm^2)	Arm. dispuesta	N_k (kN)	M_k (kNm)	w_k (mm)	w_{ac} (mm)
1	1.000	0.300	5.79	5.79	6 Ø12 a 0.175 m	-26.2	-1.9	0.03	0.3
2	1.000	0.300	5.79	5.79	6 Ø12 a 0.175 m	28.2	-1.1	0.00	0.3
3	1.000	0.300	5.79	5.79	6 Ø12 a 0.175 m	-25.6	-5.2	0.05	0.3
4	1.000	0.300	5.79	5.79	6 Ø12 a 0.175 m	-24.1	-5.2	0.05	0.3

w_k: abertura de fisura en la fibra de la vertical exterior

El momento positivo comprime la fibra de la vertical exterior

Sí cumple.

Espaldón. Armadura horizontal. Cara frontal

Recubrimiento mecánico:	0.055	m
Recubrimiento geométrico:	0.045	m

Hipótesis	Ancho (m)	Canto (m)	As. flexión Horizontal interior (cm^2)	As. flexión Horizontal exterior (cm^2)	Arm. dispuesta	N_k (kN)	M_k (kNm)	w_k (mm)
1	1.000	0.300	5.35	5.31	5 Ø12 a 0.200 m	-156.2	-1.7	0.13
2	1.000	0.300	5.35	5.31	5 Ø12 a 0.200 m	24.3	2.9	0.00
3	1.000	0.300	5.35	5.31	5 Ø12 a 0.200 m	-111.9	-2.2	0.09
4	1.000	0.300	5.35	5.31	5 Ø12 a 0.200 m	-107.2	-2.2	0.09

w_k: abertura de fisura en la fibra de la horizontal exterior

El momento positivo comprime la fibra de la horizontal exterior

Sí cumple.

10.3 Cargadero

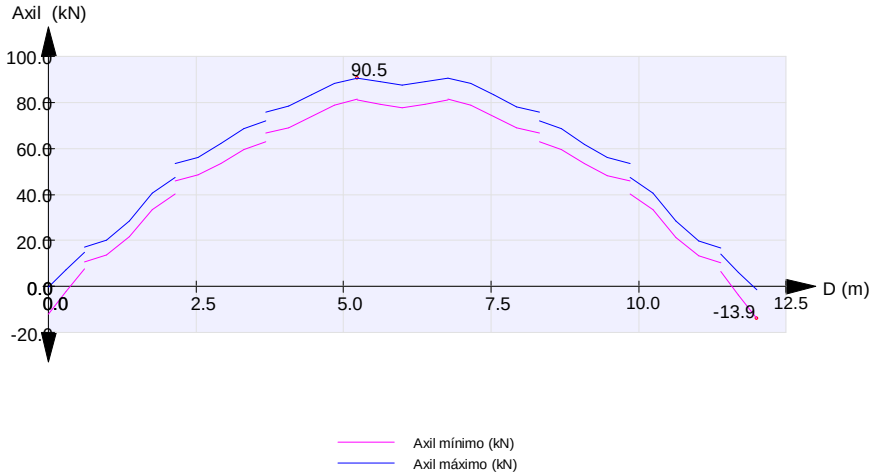
10.3.1 Esfuerzos de cálculo

Criterio de signos:

Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores de eje vertical positivos comprimen la cara posterior del cargadero.
Los flectores de eje horizontal positivos comprimen la cara superior del cargadero.

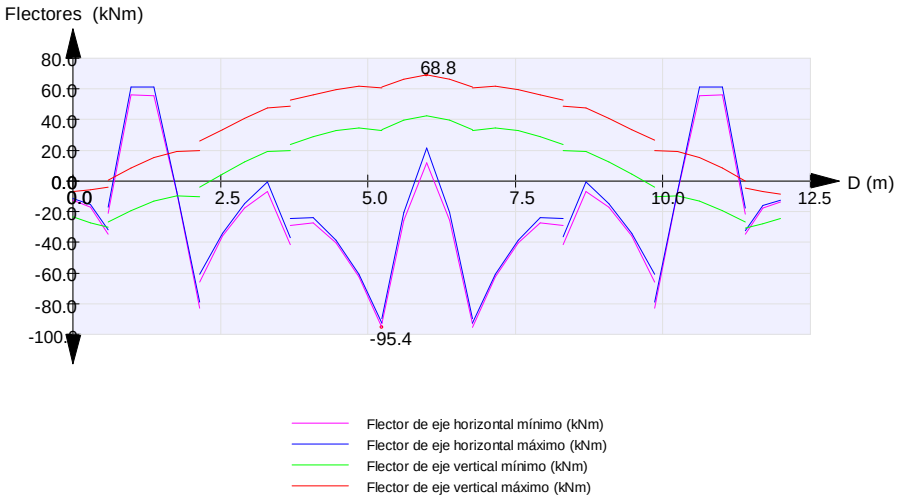
ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio



ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio



10.3.2 Cálculo de E.L. de fisuración

Armadura del despiece

Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara inferior : 9 Ø25
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara superior : 9 Ø25
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara interior : Ø25 a 0.100
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara exterior : Ø25 a 0.100

10.3.2.1 Resultados del cálculo por secciones

Hip.	Id.	N	$M_{y'}$	$M_{z'}$	w_k	w_k admisible

		(kN)	(kNm)	(kNm)	(mm)	(mm)	
1	Sec. 1	0.0	0.0	-23.4	1000000.00	0.30	No cumple
2	Sec. 2	0.0	0.0	-27.3	1000000.00	0.30	No cumple
3	Sec. 3	0.0	0.0	-26.7	1000000.00	0.30	No cumple
4	Sec. 4	0.0	60.6	-19.3	1000000.00	0.30	No cumple
5	Sec. 5	0.0	61.1	0.0	1000000.00	0.30	No cumple
6	Sec. 6	0.0	0.0	19.3	1000000.00	0.30	No cumple
7	Sec. 7	0.0	-65.8	24.9	1000000.00	0.30	No cumple
8	Sec. 8	0.0	-35.9	31.6	1000000.00	0.30	No cumple
9	Sec. 9	0.0	0.0	40.6	1000000.00	0.30	No cumple
10	Sec. 10	0.0	0.0	47.4	1000000.00	0.30	No cumple
11	Sec. 11	0.0	-28.8	52.7	1000000.00	0.30	No cumple
12	Sec. 12	0.0	-27.3	56.2	1000000.00	0.30	No cumple
13	Sec. 13	0.0	-40.5	59.4	1000000.00	0.30	No cumple
14	Sec. 14	0.0	-61.7	61.4	1000000.00	0.30	No cumple
15	Sec. 15	0.0	-92.8	58.8	1000000.00	0.30	No cumple
16	Sec. 16	0.0	-25.7	66.3	1000000.00	0.30	No cumple
17	Sec. 17	0.0	0.0	68.8	1000000.00	0.30	No cumple
18	Sec. 18	0.0	-25.7	66.3	1000000.00	0.30	No cumple
19	Sec. 19	0.0	-95.4	58.5	1000000.00	0.30	No cumple
20	Sec. 20	0.0	-61.7	61.4	1000000.00	0.30	No cumple
21	Sec. 21	0.0	-40.5	59.4	1000000.00	0.30	No cumple
22	Sec. 22	0.0	-27.3	56.2	1000000.00	0.30	No cumple
23	Sec. 23	0.0	-41.5	48.5	1000000.00	0.30	No cumple
24	Sec. 24	0.0	0.0	47.5	1000000.00	0.30	No cumple
25	Sec. 25	0.0	0.0	40.6	1000000.00	0.30	No cumple
26	Sec. 26	0.0	-35.9	31.7	1000000.00	0.30	No cumple
27	Sec. 27	0.0	-82.8	18.7	1000000.00	0.30	No cumple
28	Sec. 28	0.0	0.0	19.4	1000000.00	0.30	No cumple
29	Sec. 29	0.0	60.9	0.0	1000000.00	0.30	No cumple
30	Sec. 30	0.0	60.4	-19.4	1000000.00	0.30	No cumple
31	Sec. 31	0.0	-34.7	-30.5	1000000.00	0.30	No cumple
32	Sec. 32	0.0	0.0	-28.0	1000000.00	0.30	No cumple
33	Sec. 33	0.0	0.0	-24.4	1000000.00	0.30	No cumple

Hip.	Id.	Armadura resultante
1	Sec. 1	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
2	Sec. 2	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
3	Sec. 3	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
4	Sec. 4	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
5	Sec. 5	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
6	Sec. 6	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
7	Sec. 7	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
8	Sec. 8	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
9	Sec. 9	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
10	Sec. 10	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
11	Sec. 11	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
12	Sec. 12	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
13	Sec. 13	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
14	Sec. 14	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
15	Sec. 15	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
16	Sec. 16	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
17	Sec. 17	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
18	Sec. 18	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
19	Sec. 19	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
20	Sec. 20	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
21	Sec. 21	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
22	Sec. 22	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
23	Sec. 23	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
24	Sec. 24	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
25	Sec. 25	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
26	Sec. 26	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
27	Sec. 27	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
28	Sec. 28	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
29	Sec. 29	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
30	Sec. 30	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
31	Sec. 31	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25

32	Sec. 32	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
33	Sec. 33	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25

10.3.2.2 Resultados del cálculo en la sección más desfavorable

Sección más desfavorable: Sec. 19

Condicionantes de las armaduras

Armadura	$As_{flexión}$ (cm^2)	$\phi_{mín.}$ (mm)	$\phi_{máx.}$ (mm)	Sep.mín. (mm)	Sep.máx. (mm)
1	54.88	25.0	25.0	175	175
2	54.88	25.0	25.0	175	175
3	38.96	25.0	25.0	100	100
4	38.96	25.0	25.0	100	100

Esfuerzos de cálculo :

Hipótesis	N (kN)	$M_{y'}$ (kNm)	$M_{z'}$ (kNm)
1	0.0	-95.4	58.5
2	0.0	-92.4	35.1
3	0.0	-94.7	32.9
4	0.0	-93.1	60.7

Armadura de la sección

Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara inferior :	9 Ø25
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara superior :	9 Ø25
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara interior :	9 Ø25
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara exterior :	8 Ø25

Resultados de la hipótesis pésima

La hipótesis pésima es la hipótesis 1

Esfuerzos de cálculo :

N 0.0 kN
$M_{y'}$ -95.4 kNm
$M_{z'}$ 58.5 kNm

Parámetros de cálculo :

Esfuerzos de fisuración :

N_{fis} 0.0 kN
$M_{y' fis}$ 0.0 kNm
$M_{z' fis}$ 0.0 kNm

Coeficiente β	:	1.700	
Coeficiente K_1	:	0.000	
Coeficiente K_2	:	0.500	
Recubrimiento geométrico, C	:	0	mm
Separación armaduras, S	:	0	mm
Área eficaz, $A_{c, ef}$	:	0.0	mm^2
Área de armadura en $A_{c, ef}$	:	0.0	mm^2
Diámetro, ϕ	:	0	mm
Separación media fisuras, s_m	:	0	mm
Tensión en la armadura más traccionada, σ_s	:	0.00	MPa

Tensión armadura en fisuración, σ_{sr}	:	0.00	MPa
Deformación media, ε_{sm}	:	0.00000	
Abertura de fisura admisible	:	0.30	mm

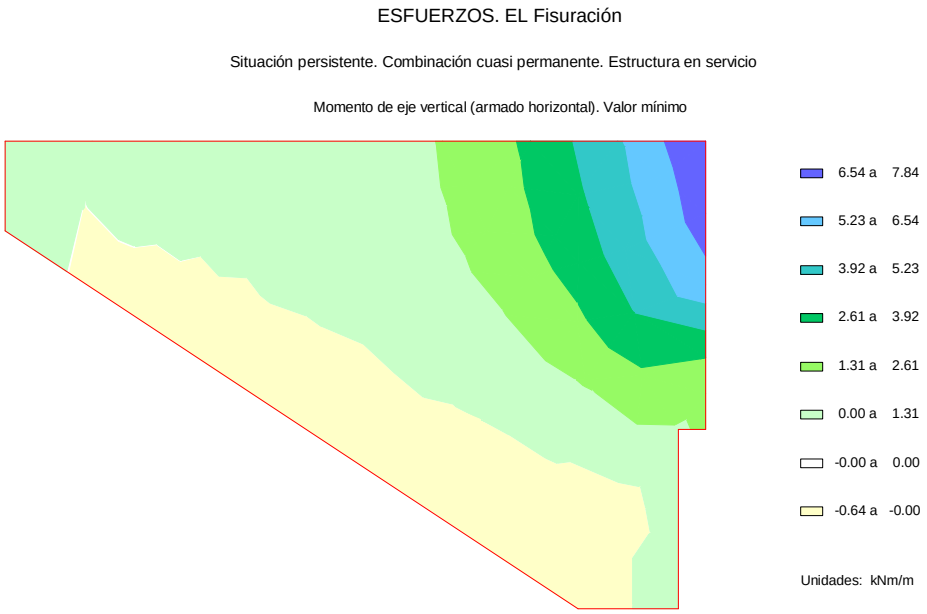
Abertura de fisura, w_k: 1000000.00 mm

10.4 Aleta 1

10.4.1 Esfuerzos de cálculo

Criterio de signos:

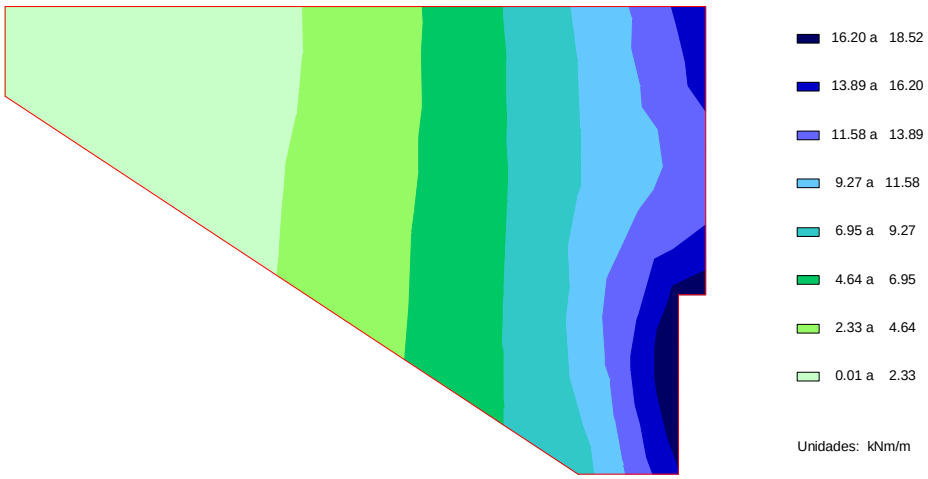
Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores positivos traccionan la cara interior de la aleta.



ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

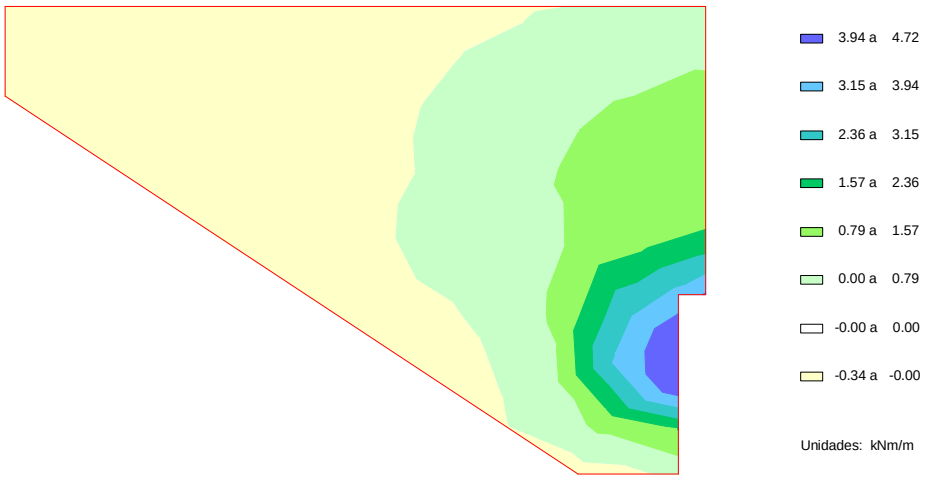
Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor máximo



ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

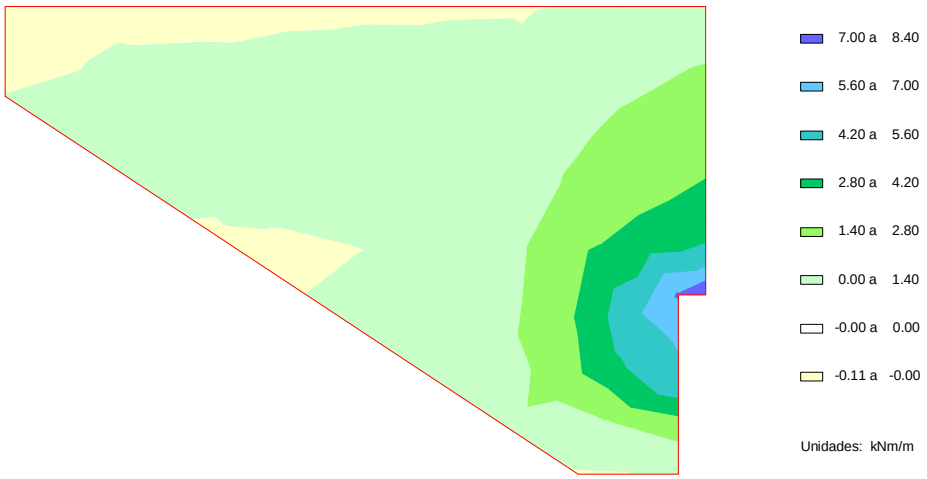
Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor máximo



10.4.2 Cálculo de E.L. de fisuración

Aleta 1. Voladizo. Armadura vertical. Cara exterior.

Recubrimiento mecánico:	0.075	m
Recubrimiento geométrico:	0.065	m

Hipótesis	Ancho (m)	Canto (m)	As. flexión Vertical interior (cm^2)	As. flexión Vertical exterior (cm^2)	Arm. dispuesta	N_k (kN)	M_k (kNm)	w_k (mm)	w_{ac} (mm)
1	1.000	0.500	7.20	7.18	7 Ø12 a 0.150 m	-54.9	4.0	0.02	0.3
2	1.000	0.500	7.20	7.18	7 Ø12 a 0.150 m	55.7	-0.2	0.00	0.3
3	1.000	0.500	7.20	7.18	7 Ø12 a 0.150 m	8.8	-0.3	0.00	0.3
4	1.000	0.500	7.20	7.18	7 Ø12 a 0.150 m	8.8	-0.3	0.00	0.3

w_k: abertura de fisura en la fibra de la vertical exterior

El momento positivo comprime la fibra de la vertical exterior

Sí cumple.

Aleta 1. Voladizo. Armadura vertical. Cara interior.

Recubrimiento mecánico:	0.075	m
Recubrimiento geométrico:	0.065	m

Hipótesis	Ancho (m)	Canto (m)	As. flexión Vertical interior (cm^2)	As. flexión Vertical exterior (cm^2)	Arm. dispuesta	N_k (kN)	M_k (kNm)	w_k (mm)	w_{ac} (mm)
1	1.000	0.500	7.20	7.18	7 Ø12 a 0.150 m	-54.9	4.0	0.05	0.3
2	1.000	0.500	7.20	7.18	7 Ø12 a 0.150 m	55.7	-0.2	0.00	0.3
3	1.000	0.500	7.20	7.18	7 Ø12 a 0.150 m	-41.0	8.4	0.05	0.3
4	1.000	0.500	7.20	7.18	7 Ø12 a 0.150 m	-41.0	8.4	0.05	0.3

w_k: abertura de fisura en la fibra de la vertical interior

El momento positivo comprime la fibra de la vertical exterior

Sí cumple.

Aleta 1. Armadura horizontal. Cara exterior.

Recubrimiento mecánico: 0.055 m
Recubrimiento geométrico: 0.045 m

Hipótesis	Ancho (m)	Canto (m)	As. flexión Horizontal interior (cm^2)	As. flexión Horizontal exterior (cm^2)	Arm. dispuesta	N_k (kN)	M_k (kNm)	w_k (mm)
1	1.000	0.500	6.90	6.86	7 Ø12 a 0.150 m	-145.5	1.4	0.10
2	1.000	0.500	6.90	6.86	7 Ø12 a 0.150 m	261.4	0.9	0.00
3	1.000	0.500	6.90	6.86	7 Ø12 a 0.150 m	79.1	-0.7	0.00
4	1.000	0.500	6.90	6.86	7 Ø12 a 0.150 m	79.3	-0.6	0.00

w_k: abertura de fisura en la fibra de la horizontal exterior

El momento positivo comprime la fibra de la horizontal exterior

Sí cumple.

Aleta 1. Armadura horizontal. Cara interior.

Recubrimiento mecánico: 0.055 m
Recubrimiento geométrico: 0.045 m

Hipótesis	Ancho (m)	Canto (m)	As. flexión Horizontal interior (cm^2)	As. flexión Horizontal exterior (cm^2)	Arm. dispuesta	N_k (kN)	M_k (kNm)	w_k (mm)
1	1.000	0.500	6.90	6.86	7 Ø12 a 0.150 m	-145.5	1.4	0.10
2	1.000	0.500	6.90	6.86	7 Ø12 a 0.150 m	261.4	0.9	0.00
3	1.000	0.500	6.90	6.86	7 Ø12 a 0.150 m	-52.1	18.6	0.07
4	1.000	0.500	6.90	6.86	7 Ø12 a 0.150 m	-51.9	18.5	0.07

w_k: abertura de fisura en la fibra de la horizontal interior

El momento positivo comprime la fibra de la horizontal exterior

Sí cumple.

10.5 Aleta2

10.5.1 Esfuerzos de cálculo

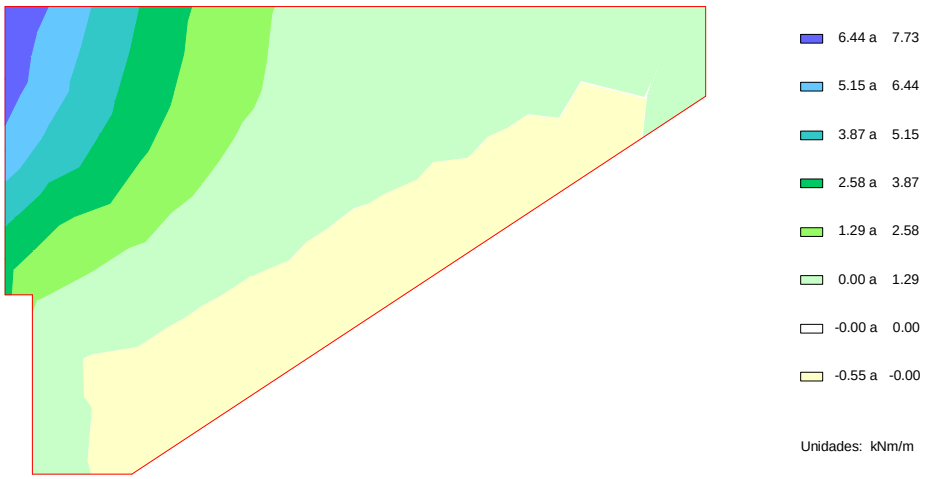
Criterio de signos:

Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores positivos traccionan la cara interior de la aleta.

ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

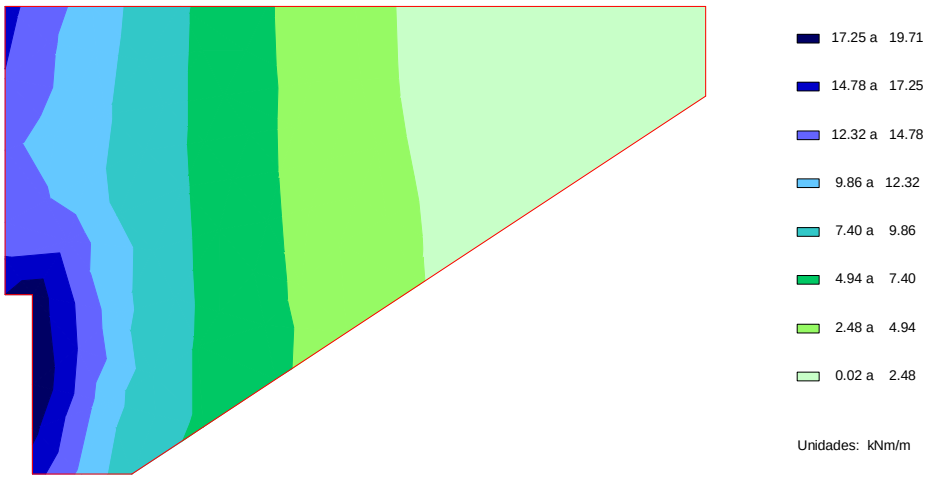
Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

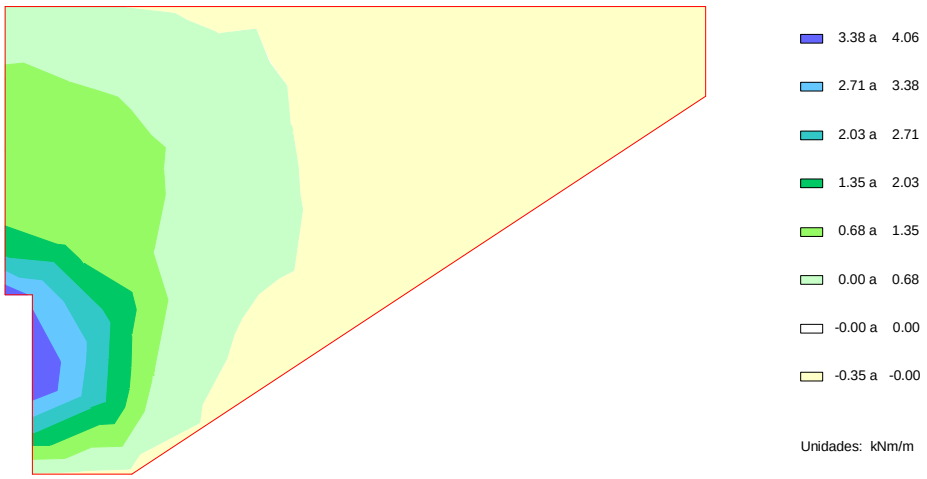
Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor máximo



ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

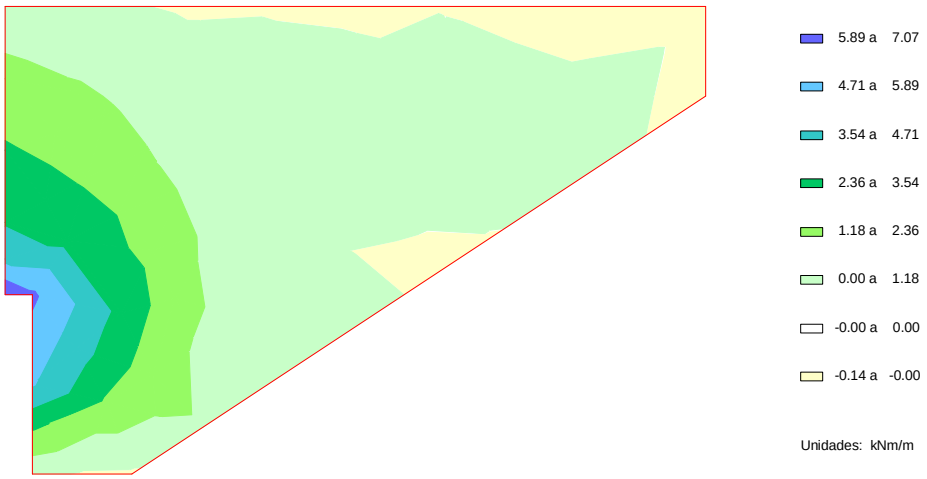
Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor máximo



10.5.2 Cálculo de E.L. de fisuración

Aleta 2. Voladizo. Armadura vertical. Cara exterior.

Recubrimiento mecánico:	0.075	m
Recubrimiento geométrico:	0.065	m

Hipótesis	Ancho (m)	Canto (m)	As. flexión Vertical interior (cm^2)	As. flexión Vertical exterior (cm^2)	Arm. dispuesta	N_k (kN)	M_k (kNm)	w_k (mm)	w_{ac} (mm)
1	1.000	0.500	7.20	7.18	7 Ø12 a 0.150 m	-59.4	2.1	0.03	0.3
2	1.000	0.500	7.20	7.18	7 Ø12 a 0.150 m	53.9	-0.2	0.00	0.3
3	1.000	0.500	7.20	7.18	7 Ø12 a 0.150 m	10.4	-0.4	0.00	0.3

4	1.000	0.500	7.20	7.18	7 Ø12 a 0.150	m	10.4	-0.4	0.00	0.

w_k: abertura de fisura en la fibra de la vertical exterior

El momento positivo comprime la fibra de la vertical exterior

Sí cumple.

Aleta 2. Voladizo. Armadura vertical. Cara interior.

Recubrimiento mecánico: 0.075 m
Recubrimiento geométrico: 0.065 m

Hipótesis	Ancho	Canto	As. flexión Vertical interior	As. flexión Vertical exterior	Arm. dispuesta		N_k	M_k	w_k	w_{ac}
	(m)	(m)	(cm^2)	(cm^2)			(kN)	(kNm)	(mm)	(mm
1	1.000	0.500	7.20	7.18	7 Ø12 a 0.150	m	-59.4	2.1	0.05	0.
2	1.000	0.500	7.20	7.18	7 Ø12 a 0.150	m	53.9	-0.2	0.00	0.
3	1.000	0.500	7.20	7.18	7 Ø12 a 0.150	m	-49.1	7.1	0.05	0.
4	1.000	0.500	7.20	7.18	7 Ø12 a 0.150	m	-49.1	7.1	0.05	0.

w_k: abertura de fisura en la fibra de la vertical interior

El momento positivo comprime la fibra de la vertical exterior

Sí cumple.

Aleta 2. Armadura horizontal. Cara exterior.

Recubrimiento mecánico: 0.055 m
Recubrimiento geométrico: 0.045 m

Hipótesis	Ancho	Canto	As. flexión Horizontal interior	As. flexión Horizontal exterior	Arm. dispuesta		N_k	M_k	w_k
	(m)	(m)	(cm^2)	(cm^2)			(kN)	(kNm)	(mm)
1	1.000	0.500	6.90	2.55	3 Ø12 a 0.350	m	-158.2	1.4	0.23
2	1.000	0.500	6.90	2.55	3 Ø12 a 0.350	m	255.1	1.1	0.00
3	1.000	0.500	6.90	2.55	3 Ø12 a 0.350	m	77.1	-0.6	0.00
4	1.000	0.500	6.90	2.55	3 Ø12 a 0.350	m	77.4	-0.5	0.00

w_k: abertura de fisura en la fibra de la horizontal exterior

El momento positivo comprime la fibra de la horizontal exterior

Sí cumple.

Aleta 2. Armadura horizontal. Cara interior.

Recubrimiento mecánico: 0.055 m
Recubrimiento geométrico: 0.045 m

Hipótesis	Ancho	Canto	As. flexión Horizontal interior	As. flexión Horizontal exterior	Arm. dispuesta		N_k	M_k	w_k
	(m)	(m)	(cm^2)	(cm^2)			(kN)	(kNm)	(mm)
1	1.000	0.500	6.90	2.55	7 Ø12 a 0.150	m	-158.2	1.4	0.09
2	1.000	0.500	6.90	2.55	7 Ø12 a 0.150	m	255.1	1.1	0.00
3	1.000	0.500	6.90	2.55	7 Ø12 a 0.150	m	38.6	19.6	0.03
4	1.000	0.500	6.90	2.55	7 Ø12 a 0.150	m	38.9	19.7	0.03

w_k: abertura de fisura en la fibra de la horizontal interior

El momento positivo comprime la fibra de la horizontal exterior

Sí cumple.

10.6 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Pilotes. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Encepado. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Cargadero. No se ha encontrado solución en el cálculo a fisuración.
Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Cargadero. No verifica la comprobación.
Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Aleta 1. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Aleta 2. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Losa de transición. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Espaldón. Verifica la comprobación.

Pilotes :

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Pilotes. Verifica la comprobación.

Espaldón

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Espaldón. Verifica la comprobación.

Cargadero

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Cargadero. No se ha encontrado solución en el cálculo a fisuración.
Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Cargadero. No verifica la comprobación.

Aleta 1 :

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Aleta 1. Verifica la comprobación.

Aleta 2 :

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Aleta 2. Verifica la comprobación.

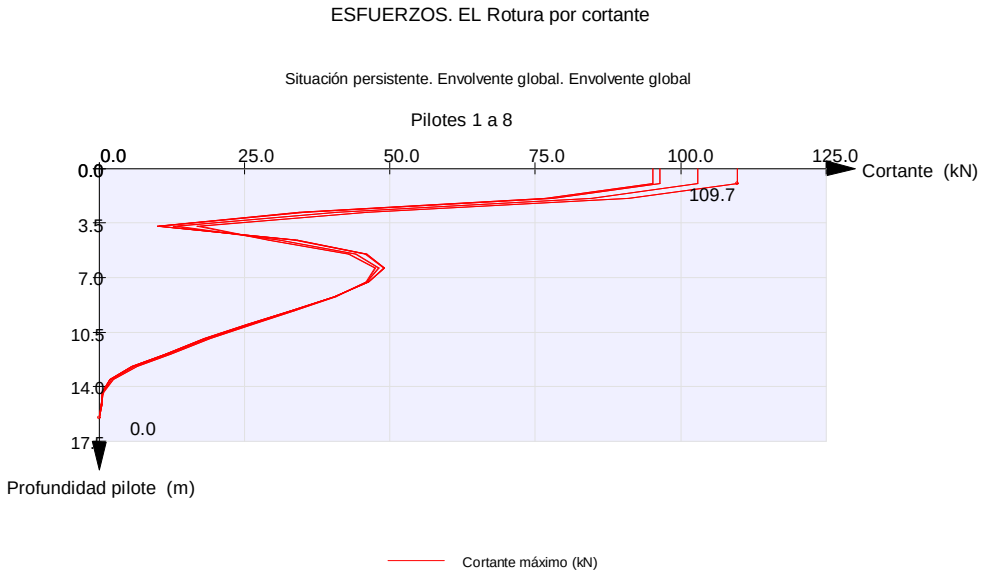
11 ESTADO LíMITE DE CORTANTE

11.1 Pilotes

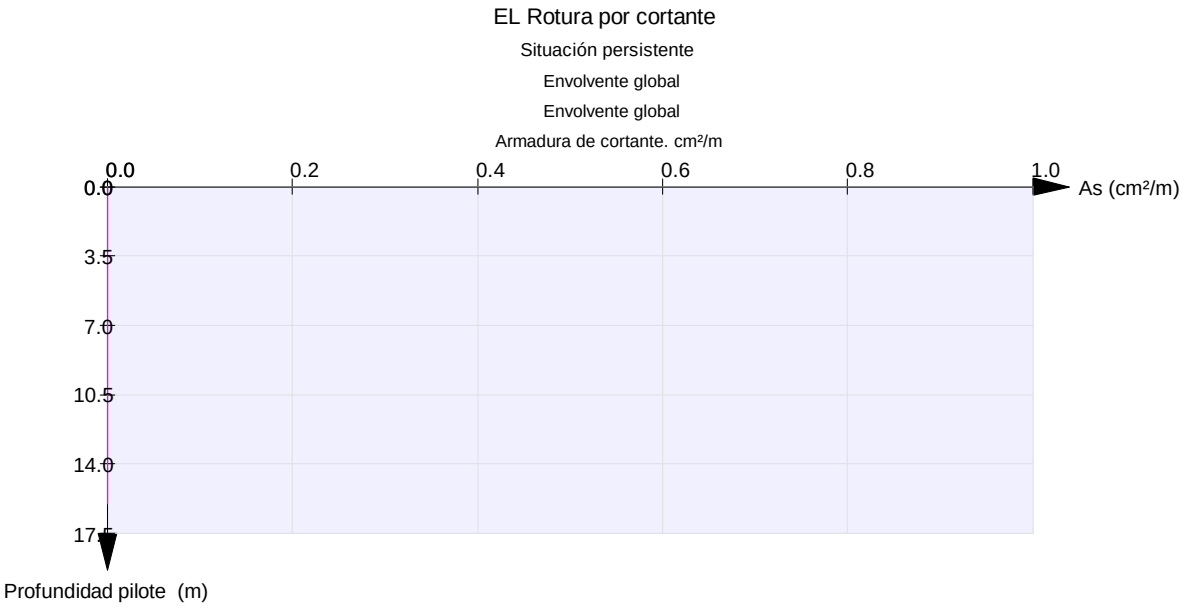
11.1.1 Esfuerzos de cálculo

Criterio de signos:

Los axiles positivos comprimen al pilote.



11.1.2 Armaduras de cortante



Comprobación de las bielas de compresión

$K = V_d / V_{u1}$

11.2 Espaldón

11.2.1 Esfuerzos de cálculo

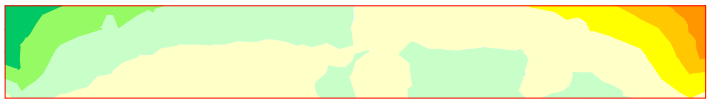
Criterio de signos:

Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores positivos traccionan el trasdós del espaldón.

ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Cortante eje horizontal. Valor mínimo



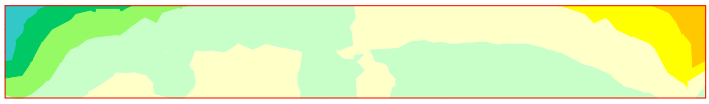
8.45 a 12.67
4.22 a 8.45
0.00 a 4.22
-0.00 a 0.00
-8.25 a -0.00
-16.50 a -8.25
-24.75 a -16.50
-33.01 a -24.75

Unidades: kN/m

ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Cortante eje horizontal. Valor máximo



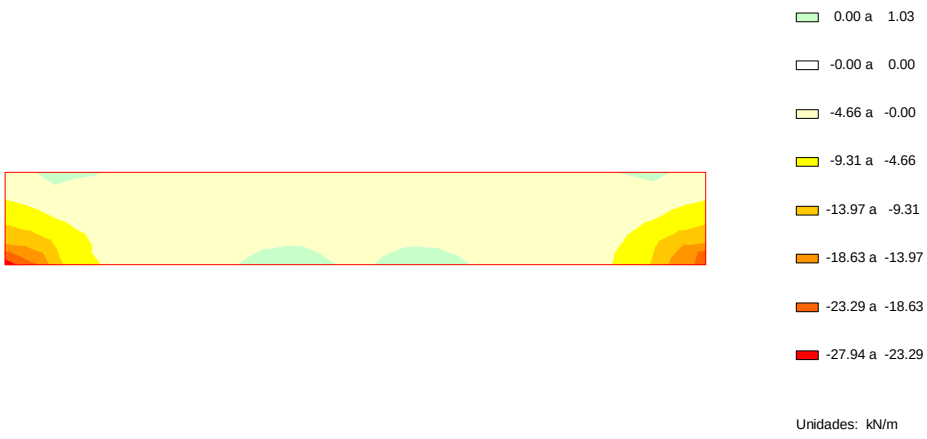
24.84 a 33.12
16.56 a 24.84
8.28 a 16.56
0.00 a 8.28
-0.00 a 0.00
-4.18 a -0.00
-8.36 a -4.18
-12.54 a -8.36

Unidades: kN/m

ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

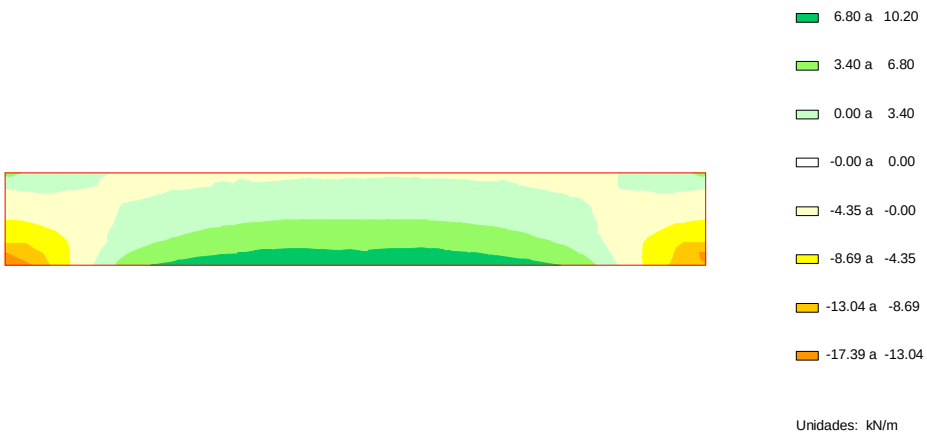
Cortante eje vertical. Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Cortante eje vertical. Valor máximo



11.2.2 Armaduras de cortante

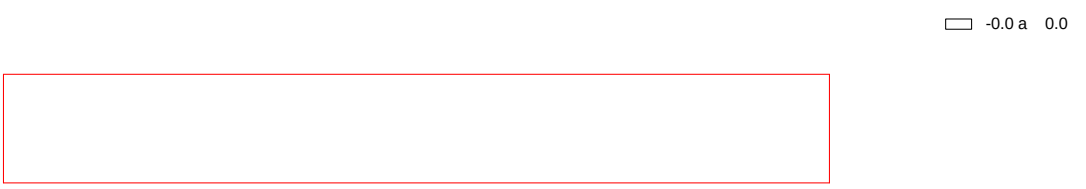
EL Rotura por cortante

Situación persistente

Envolvente global

Envolvente global

Armadura de cortante. cm²/m²



Unidades: cm²/m²

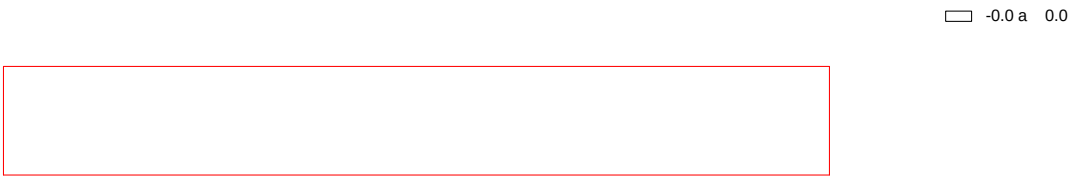
EL Rotura por cortante

Situación persistente

Envolvente global

Envolvente global

Armadura mínima de cortante. cm²/m²



Unidades: cm²/m²

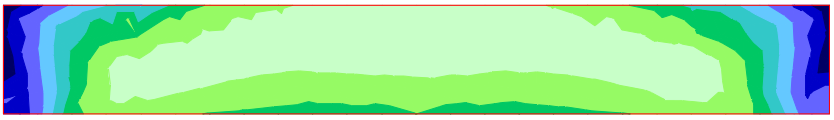
EL Rotura por cortante

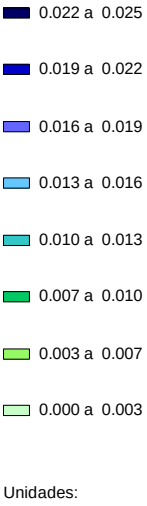
Situación persistente

Envolvente global

Envolvente global

Resultado de la comprobación relativa a las bielas de compresión





11.3 Cargadero

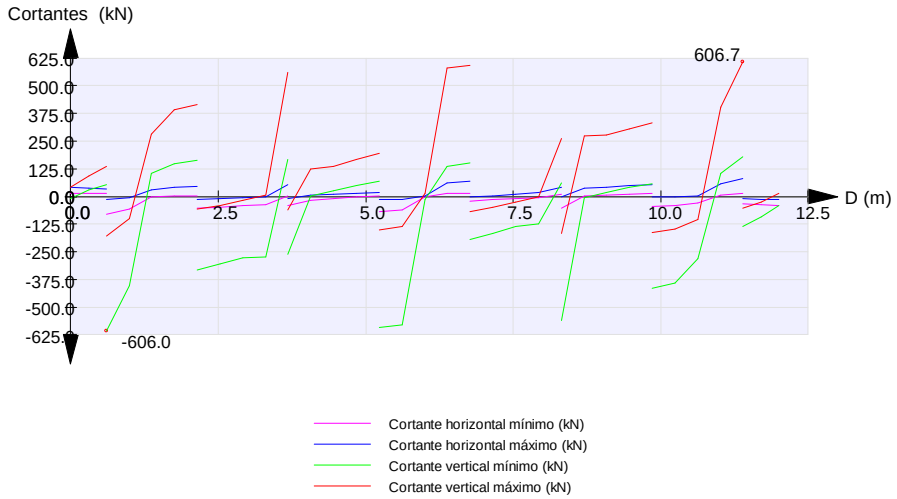
11.3.1 Esfuerzos de cálculo

Criterio de signos:

Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores de eje vertical positivos comprimen la cara posterior del cargadero.
Los flectores de eje horizontal positivos comprimen la cara superior del cargadero.

ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global



11.3.2 Armaduras de cortante

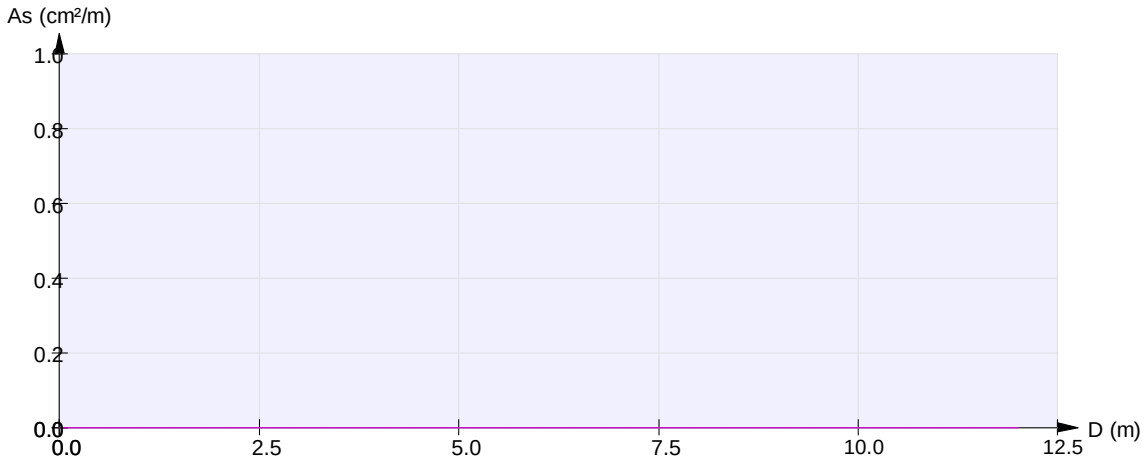
EL Rotura por cortante

Situación persistente

Envolvente global

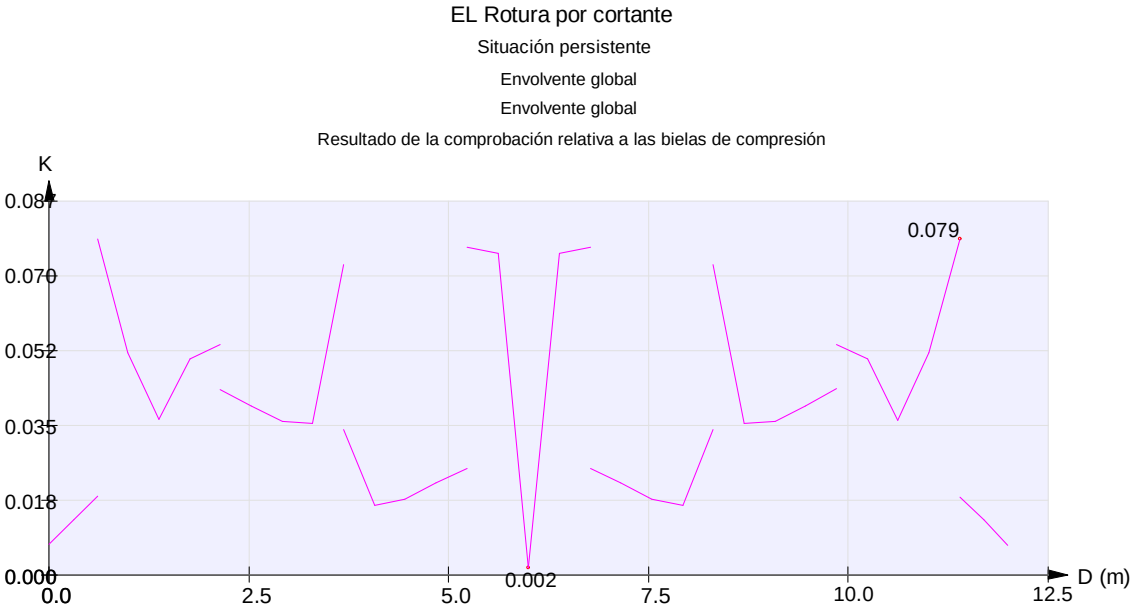
Envolvente global

Armadura de cortante. cm²/m



Comprobación de las bielas de compresión

$K = ((V_{dx} / V_{u1x})^2 + (V_{dy} / V_{u1y})^2)^{1/2}$



11.4 Aleta 1

11.4.1 Esfuerzos de cálculo

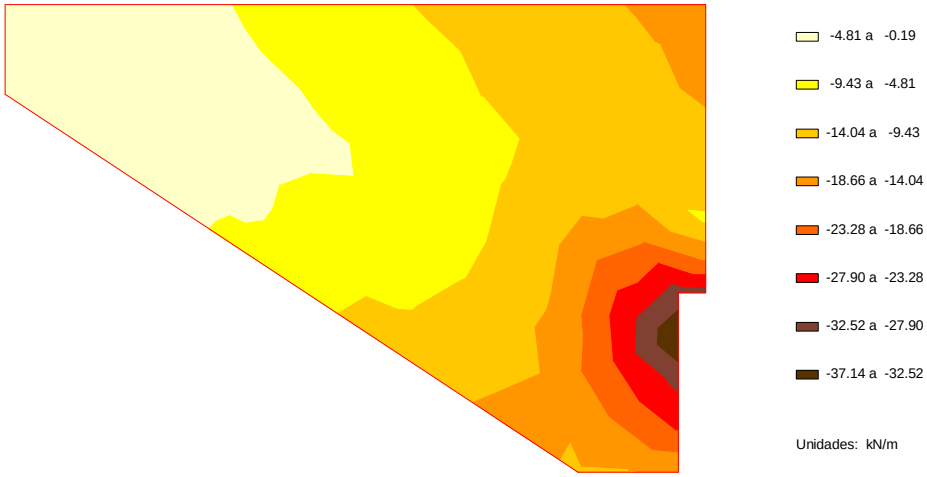
Criterio de signos:

Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores positivos traccionan la cara interior de la aleta.

ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

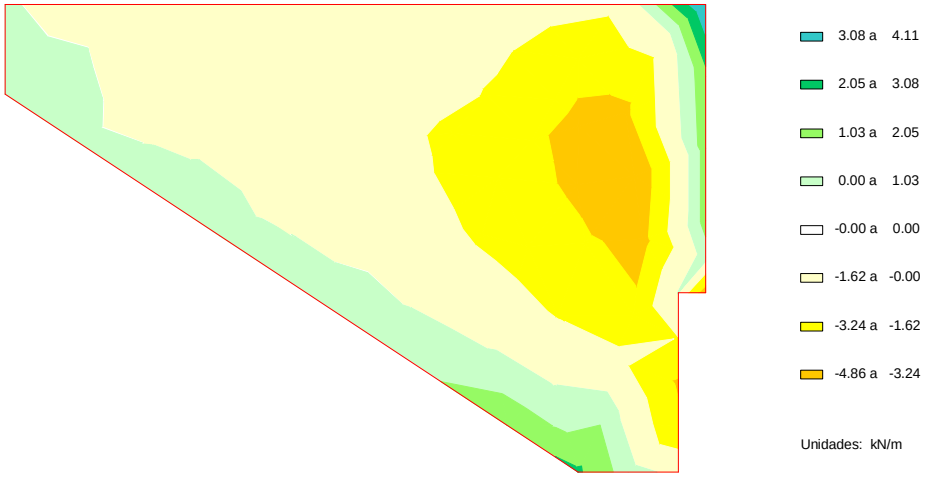
Cortante eje horizontal. Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

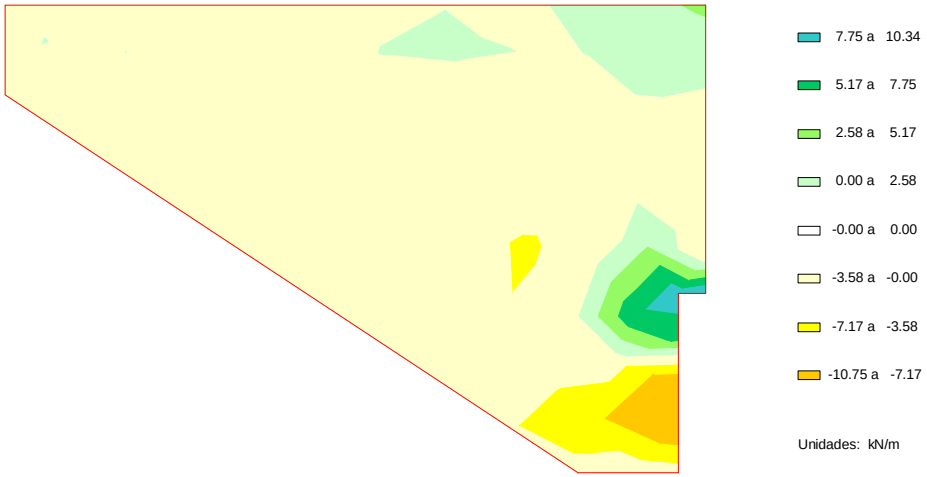
Cortante eje horizontal. Valor máximo



ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

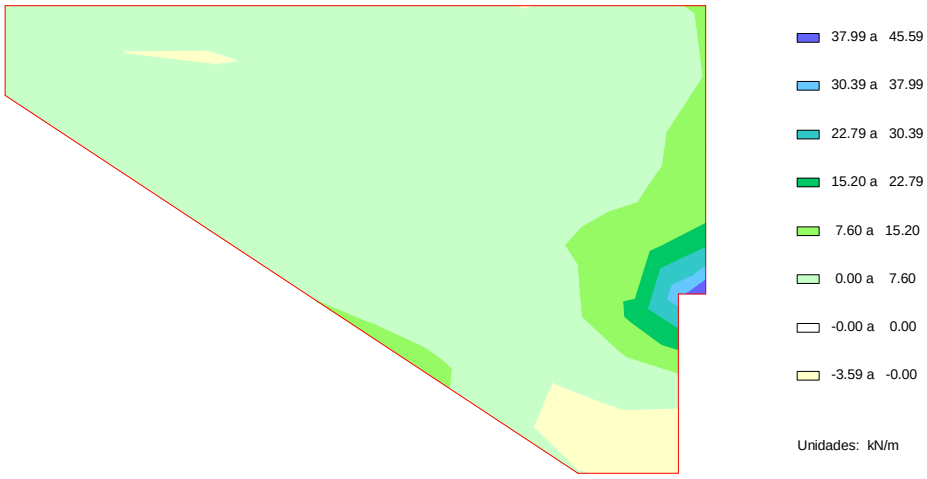
Cortante eje vertical. Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Cortante eje vertical. Valor máximo



11.4.2 Armaduras de cortante

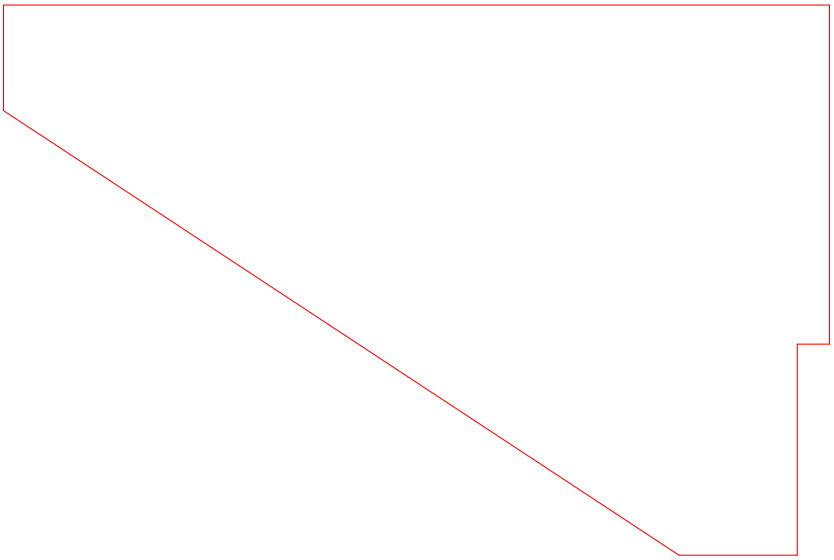
EL Rotura por cortante

Situación persistente

Envolvente global

Envolvente global

Armadura de cortante. cm²/m²



-0.0 a 0.0

Unidades: cm²/m²

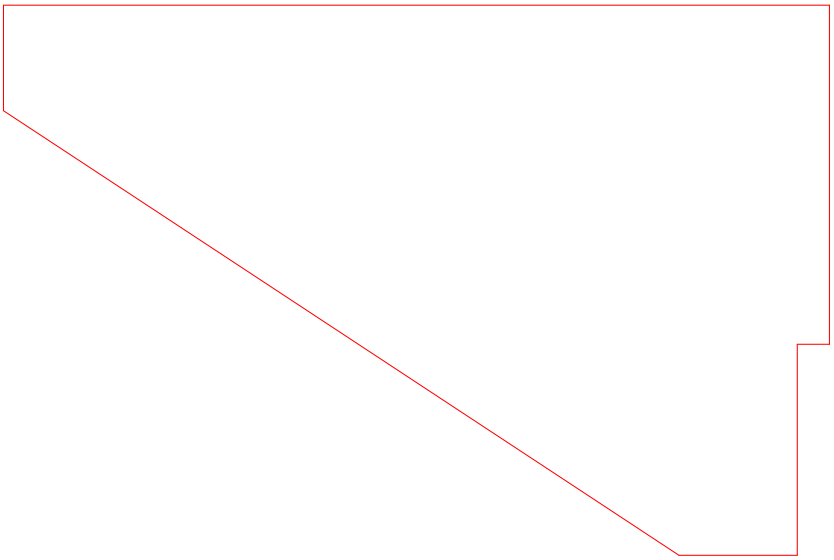
EL Rotura por cortante

Situación persistente

Envolvente global

Envolvente global

Armadura mínima de cortante. cm²/m²



-0.0 a 0.0

Unidades: cm²/m²

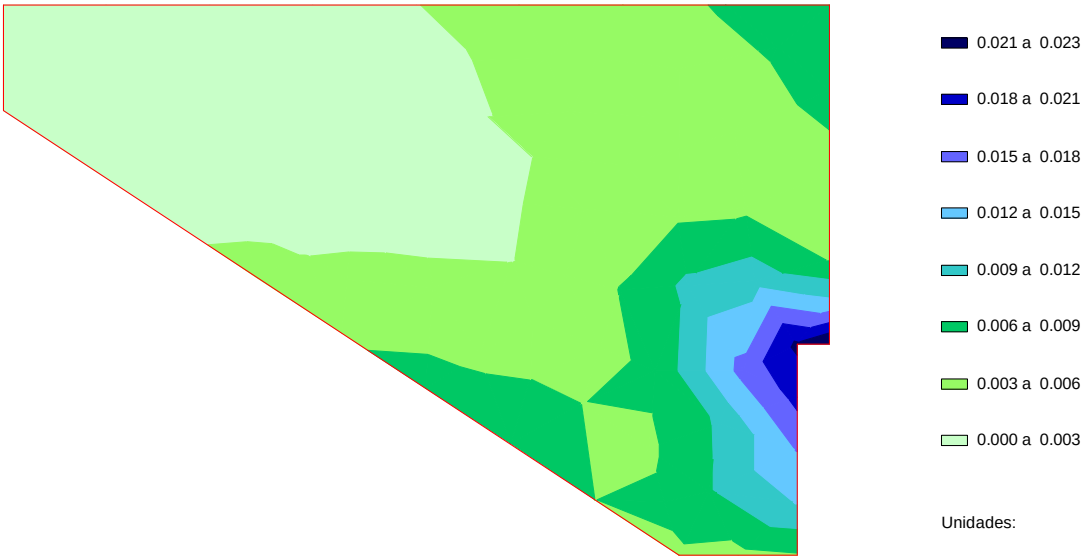
EL Rotura por cortante

Situación persistente

Envolvente global

Envolvente global

Resultado de la comprobación relativa a las bielas de compresión



11.5 Aleta2

11.5.1 Esfuerzos de cálculo

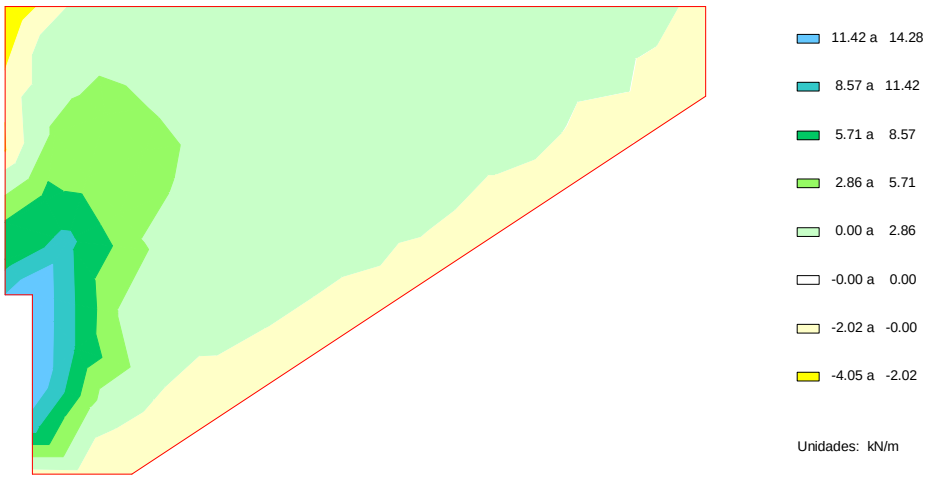
Criterio de signos:

Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores positivos traccionan la cara interior de la aleta.

ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

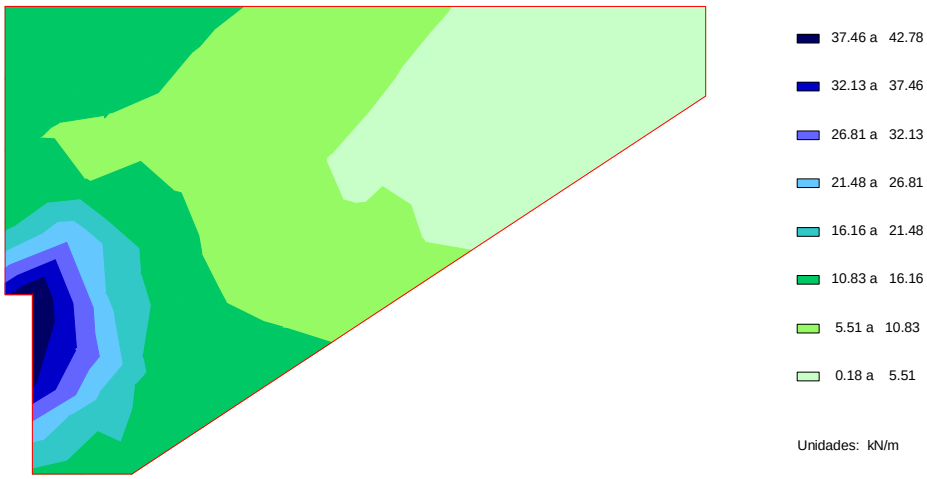
Cortante eje horizontal. Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

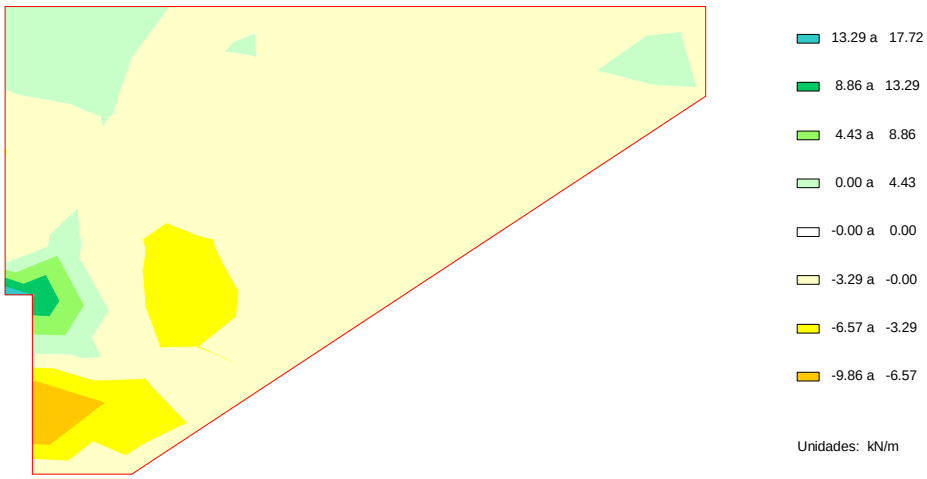
Cortante eje horizontal. Valor máximo



ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

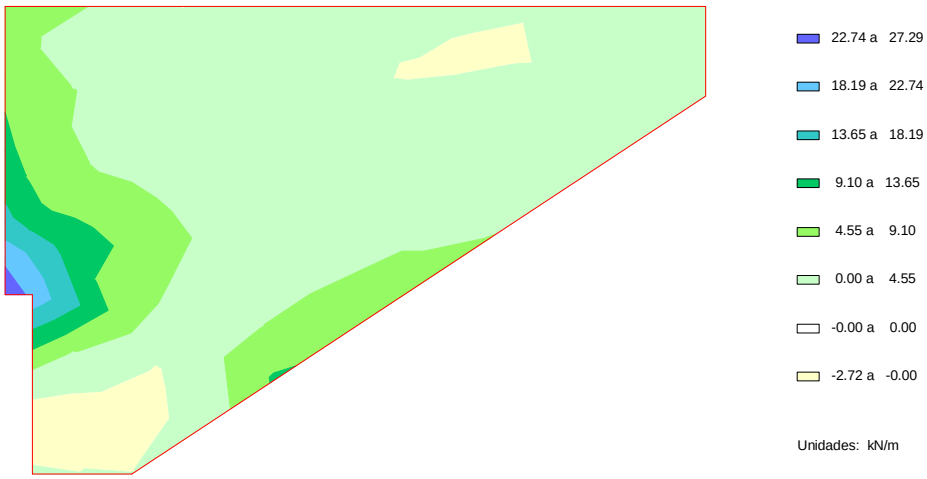
Cortante eje vertical. Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Cortante eje vertical. Valor máximo



11.5.2 Armaduras de cortante

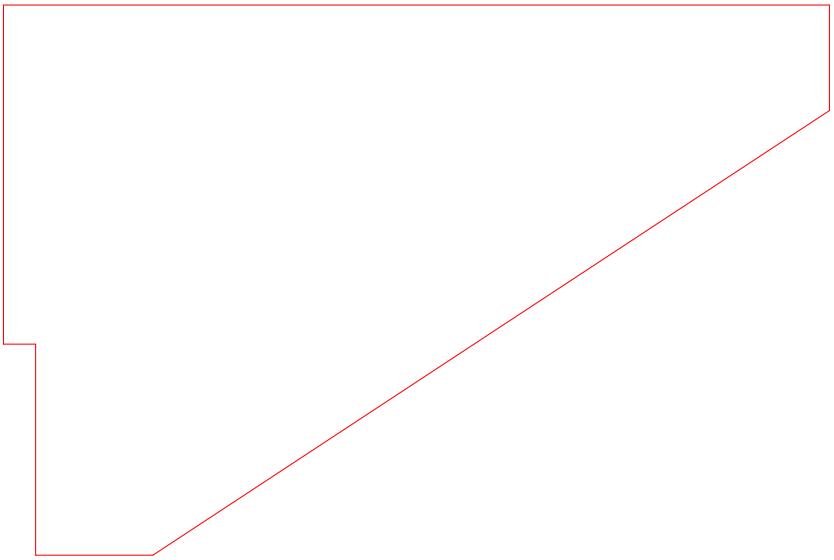
EL Rotura por cortante

Situación persistente

Envolvente global

Envolvente global

Armadura de cortante. cm²/m²



-0.0 a 0.0

Unidades: cm²/m²

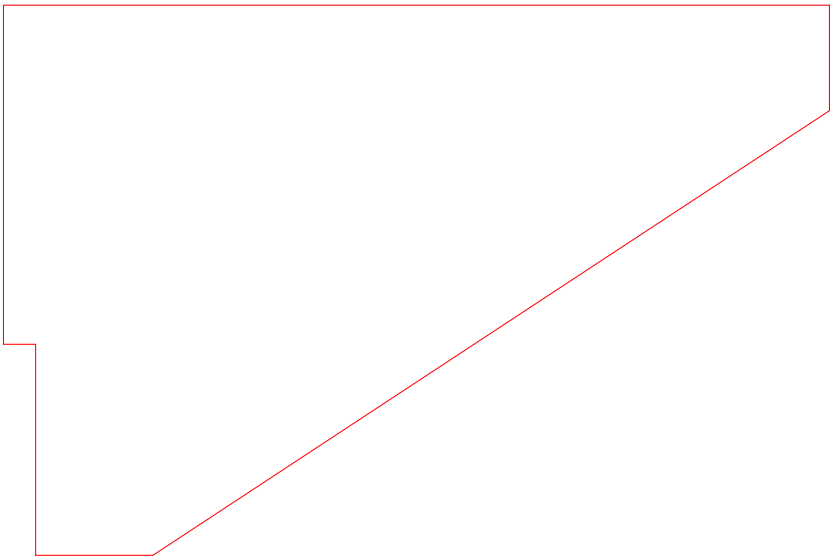
EL Rotura por cortante

Situación persistente

Envolvente global

Envolvente global

Armadura mínima de cortante. cm²/m²



-0.0 a 0.0

Unidades: cm²/m²

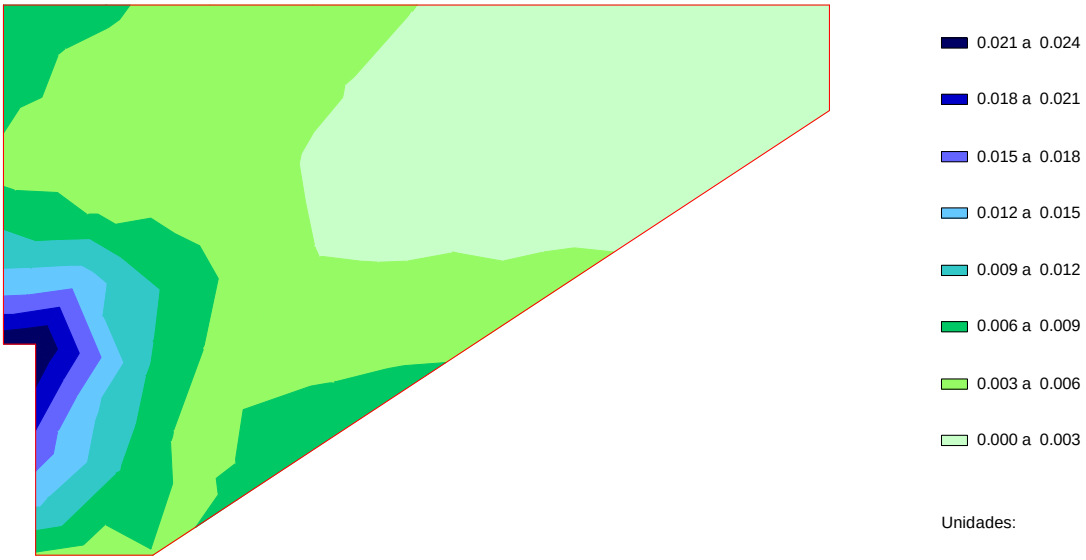
EL Rotura por cortante

Situación persistente

Envolvente global

Envolvente global

Resultado de la comprobación relativa a las bielas de compresión



11.6 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Aleta 1. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Aleta 2. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Cargadero. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Pilotes. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Espaldón. Verifica la comprobación.

Pilotes :

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Pilotes. Verifica la comprobación.

Espaldón

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Espaldón. Verifica la comprobación.

Cargadero

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Cargadero. Verifica la comprobación.

Aleta 1 :

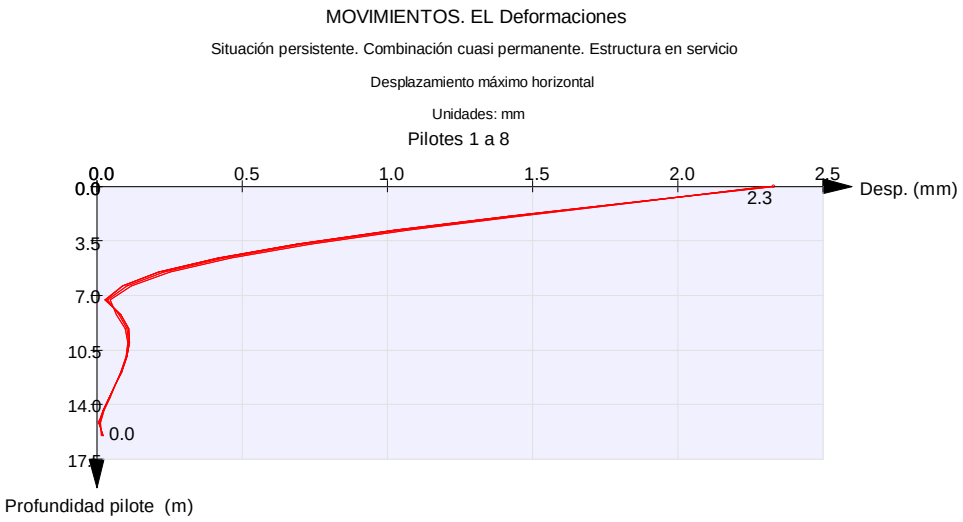
Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Aleta 1. Verifica la comprobación.

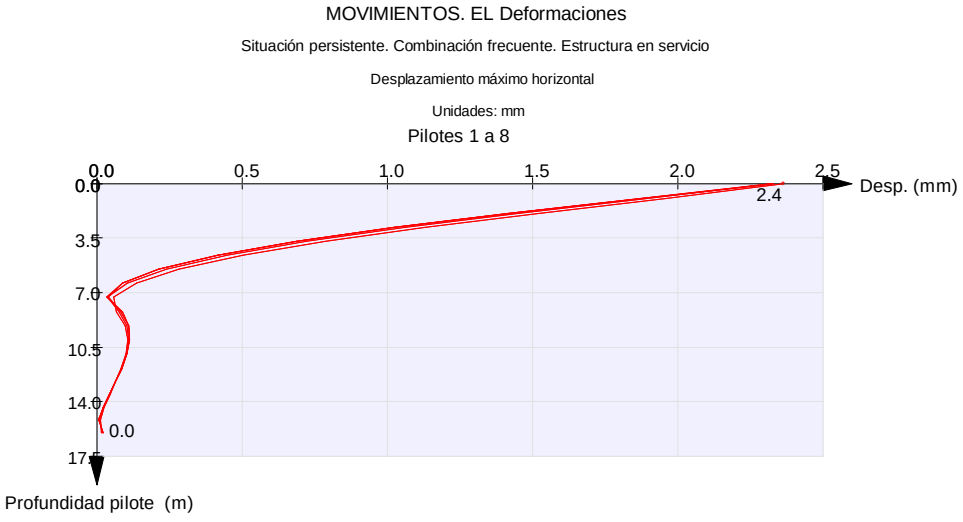
Aleta 2 :

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Aleta 2. Verifica la comprobación.

12 ESTADO LíMITE DE DEFORMACIONES

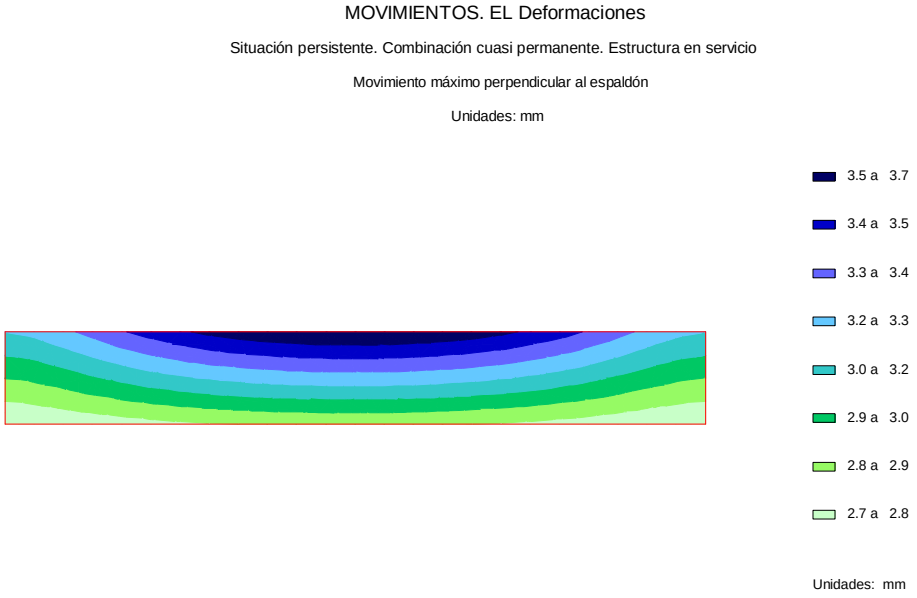
12.1 Pilotes


MOVIMIENTOS. EL Deformaciones
Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio
Desplazamiento máximo horizontal
Unidades: mm
Pilotes 1 a 8
0.0
0.5
1.0
1.5
2.0
2.5
Desp. (mm)
2.3
0.0
3.5
7.0
10.5
14.0
17.5
0.0
Profundidad pilote (m)


MOVIMIENTOS. EL Deformaciones
Situación persistente. Combinación frecuente. Estructura en servicio
Desplazamiento máximo horizontal
Unidades: mm
Pilotes 1 a 8
0.0
0.5
1.0
1.5
2.0
2.5
Desp. (mm)
2.4
0.0
3.5
7.0
10.5
14.0
17.5
0.0
Profundidad pilote (m)

12.2 Muro espaldón

12.2.1 Deformaciones

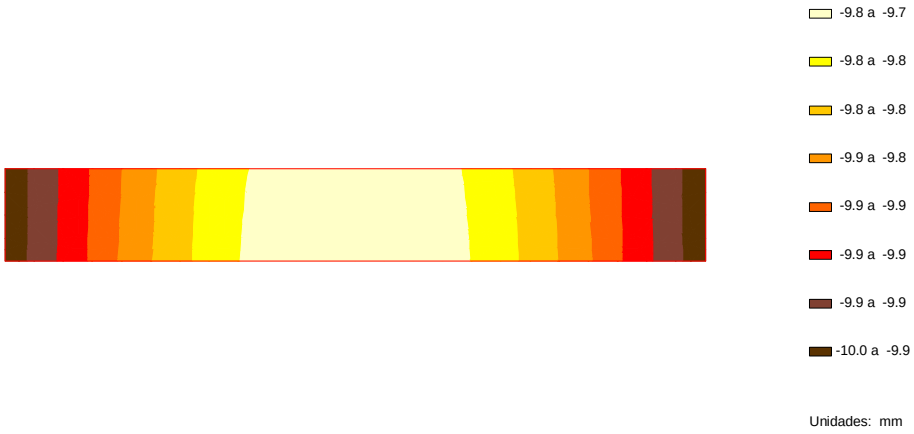


MOVIMIENTOS. EL Deformaciones

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Descenso máximo

Unidades: mm

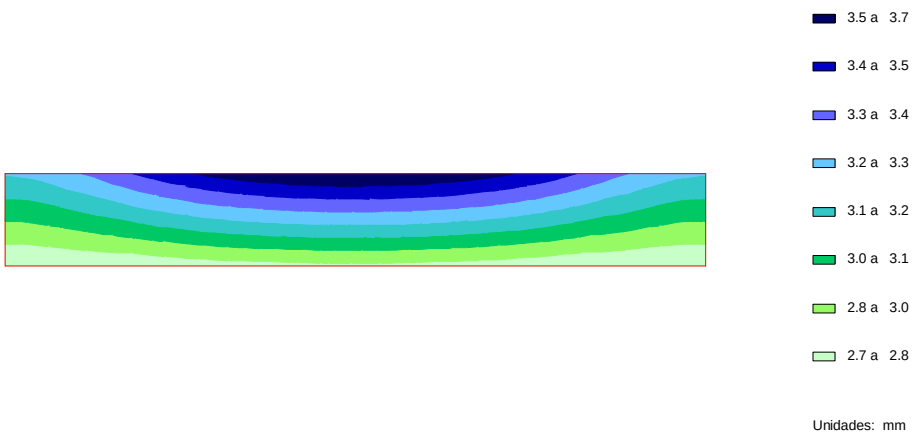


MOVIMIENTOS. EL Deformaciones

Situación persistente. Combinación frecuente. Estructura en servicio

Movimiento máximo perpendicular al espaldón

Unidades: mm



MOVIMIENTOS. EL Deformaciones

Situación persistente. Combinación frecuente. Estructura en servicio

Descenso máximo

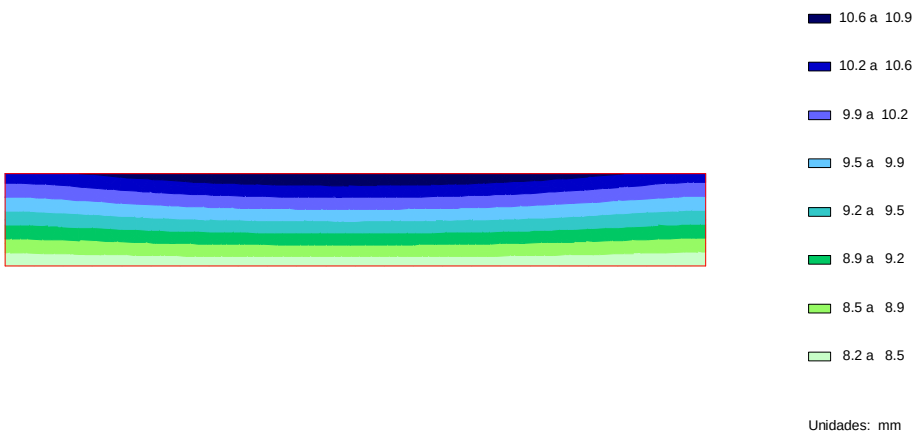
Unidades: mm

MOVIMIENTOS. EL Deformaciones

Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio

Movimiento máximo perpendicular al espaldón

Unidades: mm



12.2.2 Cálculo de E.L. de deformaciones

12.2.2.1 Desplazamientos. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Desplazamiento máximo horizontal en coronación	:	3.7	mm
Desplazamiento horizontal en coronación admisible	:	50.0	mm
Desplazamiento máximo vertical en coronación	:	10.0	mm
Desplazamiento vertical en coronación admisible	:	50.0	mm

12.2.2.2 Desplazamientos. Situación persistente. Combinación frecuente. Estructura en servicio

Desplazamiento máximo horizontal en coronación	:	3.7	mm
Desplazamiento horizontal en coronación admisible	:	50.0	mm
Desplazamiento máximo vertical en coronación	:	13.4	mm
Desplazamiento vertical en coronación admisible	:	50.0	mm

12.2.2.3 Desplazamientos. Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio

Desplazamiento máximo horizontal en coronación	:	10.9	mm
Desplazamiento horizontal en coronación admisible	:	50.0	mm
Desplazamiento máximo vertical en coronación	:	14.9	mm
Desplazamiento vertical en coronación admisible	:	50.0	mm

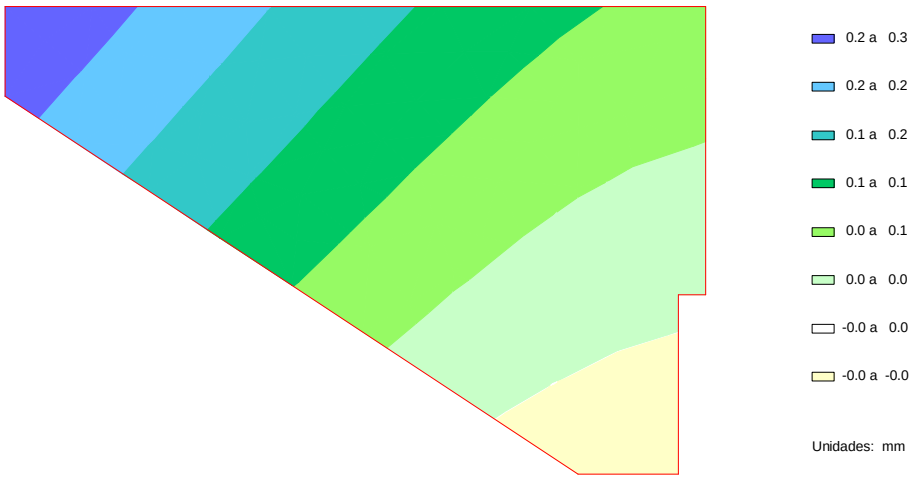
12.3 Aleta 1

MOVIMIENTOS. EL Deformaciones

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Movimiento máximo perpendicular a la aleta

Unidades: mm

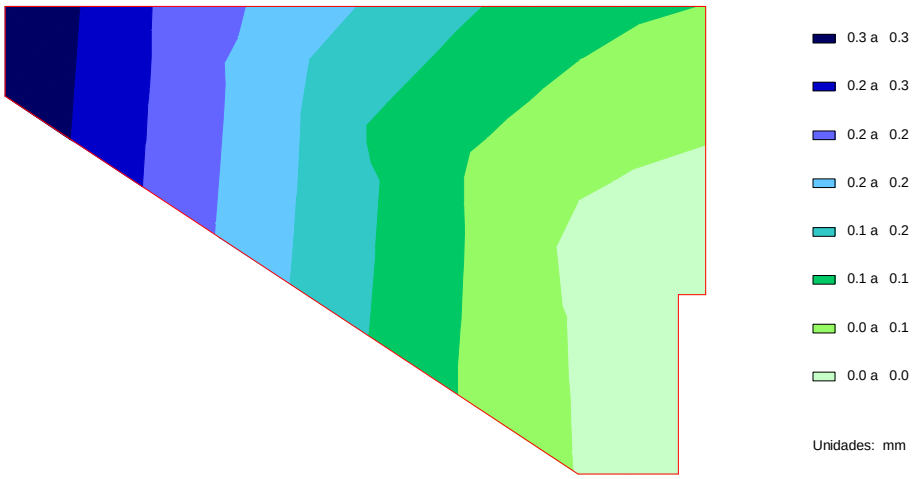


MOVIMIENTOS. EL Deformaciones

Situación persistente. Combinación frecuente. Estructura en servicio

Movimiento máximo perpendicular a la aleta

Unidades: mm

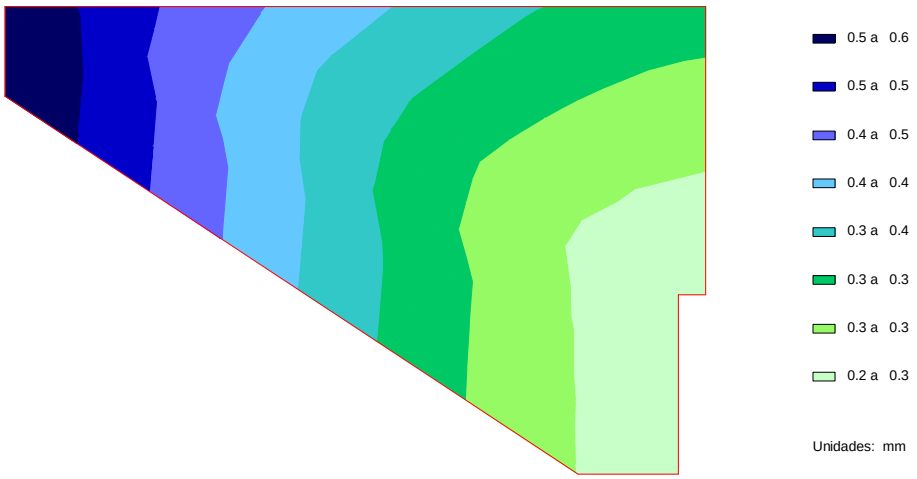


MOVIMIENTOS. EL Deformaciones

Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio

Movimiento máximo perpendicular a la aleta

Unidades: mm



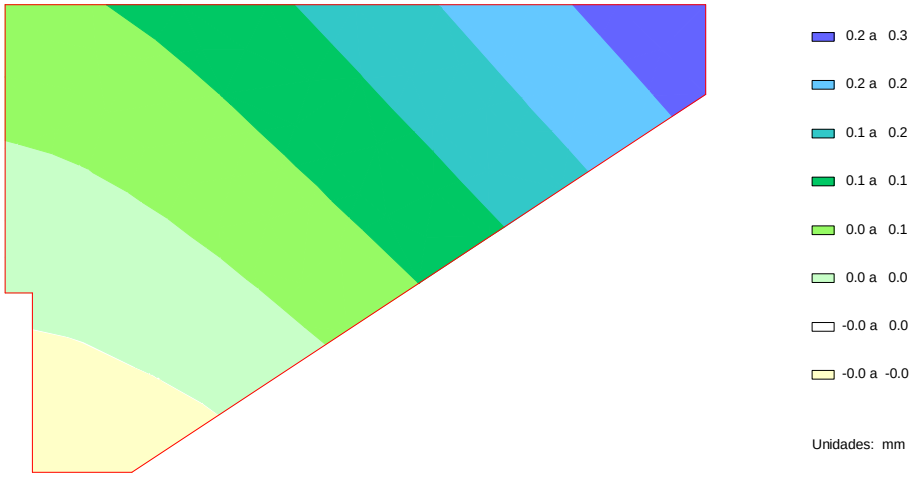
12.4 Aleta2

MOVIMIENTOS. EL Deformaciones

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Movimiento máximo perpendicular a la aleta

Unidades: mm

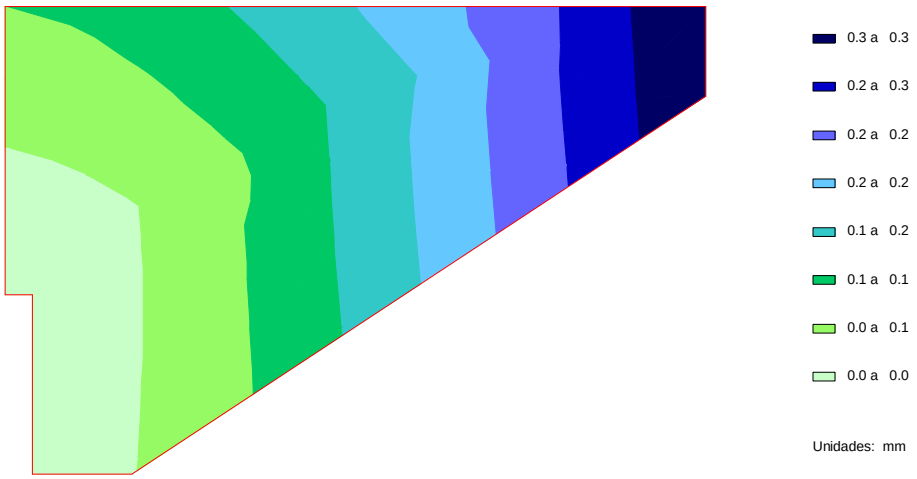


MOVIMIENTOS. EL Deformaciones

Situación persistente. Combinación frecuente. Estructura en servicio

Movimiento máximo perpendicular a la aleta

Unidades: mm

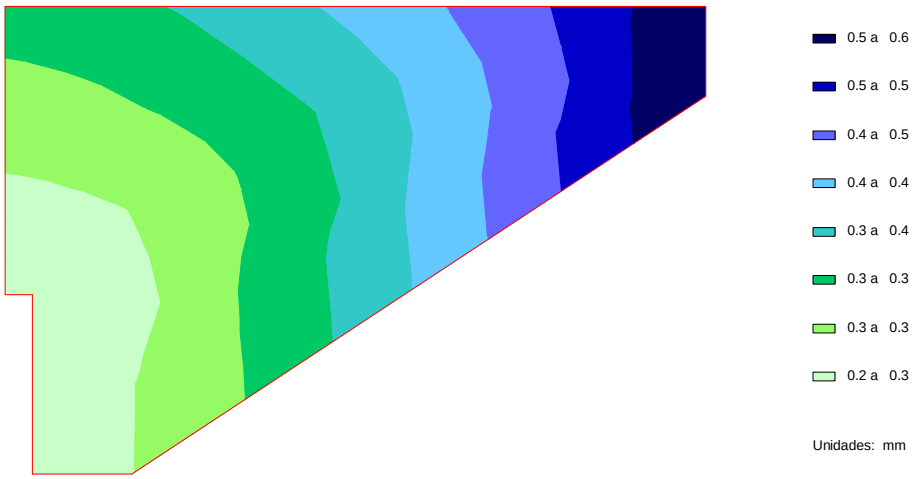


MOVIMIENTOS. EL Deformaciones

Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio

Movimiento máximo perpendicular a la aleta

Unidades: mm



12.5 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Verifica la comprobación.

Situación persistente. Combinación frecuente. Estructura en servicio. Verifica la comprobación.

Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio. Verifica la comprobación.

13 ESTADO LíMITE DE DESPIECE

13.1 Resumen de verificaciones

Generación del armado. Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara inferior. Posición del despiece incorrecta.
Generación del armado. Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara superior. Posición del despiece incorrecta.
Generación del armado. Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara interior. Posición del despiece incorrecta.
Generación del armado. Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara exterior. Posición del despiece incorrecta.
Generación del armado. No verifica la comprobación.

Programa: CivilEstudio

Versión: 34 - 6
Barcelona, 2018

CivilEstudio, software propiedad de CivilCAD Consultores, S.L.
Autores: L.M.Callís, J.M.Roig, I.Callís, P.Reinés
Licencia de uso concedida a: Most Enginyers, S.L.
Número de usuario: 12202

Proyecto:

Nombre del proyecto: *PRECÀLCUL DE LES ESTRUCTURES DEL PROJECTE D'OBRES BÀSIQUES D'URBANITZACIÓ DEL PLA DIRECTOR URBANÍSTIC DEL CENTRE DIRECCIONAL DE CERDANYOLA DEL VALLÈS*
Nombre de la estructura: *5 V.F.1 Pont sobre el torrent de Magrans a l'eix F*
Nombre del elemento estructural: *Estrep flotant*
Tipo de estructura: *Cargadero cimentado mediante pilotes*
Funcionalidad de la estructura: *Estructura de Carretera*
Clase de estructura: *Cargadero sin encepado*
Vida útil: *100 años*

Normativas:

Ámbito: *Normas españolas*

Unidades:

Sistema *S.I.*

Despiece:

Sistema Métrico Europeo

Módulo del programa:

Módulo Estribo flotante
Nombre del archivo de proyecto: *vf1_v1.efl*
Ruta de acceso: *p:\parc de l'alba\estructures\5. v-f.1\civilcad*

Informe:

Tipo de informe: *Mediciones*
Informe generado el día 20-12-2020 a las 17:45:34.

Incidencias :

Incidencia nº 1 :
Tarea :
Generación del modelo de cálculo
Causa :

Incidencia nº 2 :
Tarea :
Cálculo: fisuración
Causa :
La armadura necesaria es superior a la armadura máxima del despiece (diámetro máximo y separación mínima).

Incidencia nº 3 :
Tarea :
Generación del despiece
Causa :
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara inferior. Posición del despiece incorrecta.
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara superior. Posición del despiece incorrecta.
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara interior. Posición del despiece incorrecta.
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara exterior. Posición del despiece incorrecta.

Índice

1 MEDICIONES

1 MEDICIONES

Alzado

Muro frontal

Unidad: Superficie de encofrado plano visto

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Estribo. cara anterior	1	12.650	12.65
Espaldón. Cara exterior	1	18.619	18.62
Murete 1. Cara 2	1	1.432	1.43
Murete 2. Cara 2	1	1.432	1.43

Total:	34.133	m^2

Unidad: Superficie de encofrado plano oculto

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Cara trasdós estribo	1	28.600	28.60
Cara frontal de la capa de nivelación	1	1.220	1.22
Cara posterior de la capa de nivelación	1	1.220	1.22
Cara lateral 1 de la capa de nivelación	1	0.160	0.16
Cara lateral 2 de la capa de nivelación	1	0.160	0.16

Total:	31.360	m^2

Unidad: Volumen de hormigón no estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Capa de nivelación	1	1.952	1.95

Total:	1.952	m^3

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Alzado sin aletas	1	22.864	22.86

Total:	22.864	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Muro frontal	1	2496.6	2496.55
Espaldón	1	465.0	464.97
Muretes laterales	1	123.8	123.75

Total:	3085.3	kg

Aleta 1

Unidad: Superficie de encofrado plano visto

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Cara lateral izquierda del estribo	1	9.619	9.62

Total:	9.619	m^2

Unidad: Superficie de encofrado plano oculto

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Aleta 1. Cara interior del voladizo	1	6.309	6.31
Aleta 1. Cara del extremo del voladizo	1	0.250	0.25
Aleta 1. Cara inclinada del voladizo	1	1.894	1.89

Total:	8.453	m^2

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Aleta 1	1	3.350	3.35

Total:	3.350	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Aleta 1	1	216.2	216.25

Total:	216.2	kg

Aleta 2

Unidad: Superficie de encofrado plano visto

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Cara lateral derecha del estribo	1	9.619	9.62

Total:	9.619	m^2

Unidad: Superficie de encofrado plano oculto

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Aleta 2. Cara interior del voladizo	1	6.309	6.31
Aleta 2. Cara del extremo del voladizo	1	0.250	0.25
Aleta 2. Cara inclinada del voladizo	1	1.894	1.89

Total:	8.453	m^2

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Aleta 2	1	3.350	3.35

Total:	3.350	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Aleta 2	1	191.0	191.01

Total:	191.0	kg

Cimentación

Pilotes

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Pilote 1	1	9.079	9.08
Pilote 2	1	9.079	9.08
Pilote 3	1	9.079	9.08
Pilote 4	1	9.079	9.08
Pilote 5	1	9.079	9.08
Pilote 6	1	9.079	9.08
Pilote 7	1	9.079	9.08
Pilote 8	1	9.079	9.08

Total:	72.634	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Pilotes	1	5624.7	5624.67

Total:	5624.7	kg

Acabados

Muro frontal

DIMENSIONAMENT DEL CARREGADOR

1. CARACTERÍSTIUES PRINCIPALS

Canto del encepado $h_e := 1\ m$

$r_{mec} := 45\ mm + 12\ mm + \frac{25\ mm}{2} = 69.5\ mm$

Ancho del encepado $b_e := 1.4\ m$

Separación entre vigas $s_{vigas} := 2.425\ m$

Diámetro pilote $D := 85\ cm$

Hormigón $f_{ck} := 30\ MPa$ $f_{cd} := f_{ck} \cdot 1.5^{-1} = 20\ MPa$

$f_{ctm} := 0.3 \cdot \left(f_{ck} \cdot MPa^{-1}\right)^{\frac{2}{3}}\ MPa = 2.896\ MPa$ $f_{ydc} := 400\ MPa$

$$f_{ctm.flcomp}(N) := \max\left(\left(1.6 - \frac{\max(h_e, b_e)}{100\ cm}\right) \cdot f_{ctm}, f_{ctm}\right) - \frac{N}{h_e \cdot b_e}$$

$$f_{ct\_ed.flcomp}(N) := \frac{0.7 \cdot f_{ctm.flcomp}(N)}{1.5}$$

Armadura prevista por cara

$\phi_{barra\_tracc} := 25\ mm$ $n_{barras\_tracc} := 10$

Armadura de cortante

$\phi_v := 16\ mm$ $cada := 20\ cm$ $n_{rv} := 2$

2. REACCIÓ SOBRE RECOLZAMENT PÈSSIM

Carga vertical

$N_{k\_apoyo} := 1026.2\ kN$

$V_{k\_apoyo} := 70\ kN + 3\ kN + 23\ kN = 96\ kN$

3. ESFORÇOS EN CARREGADOR

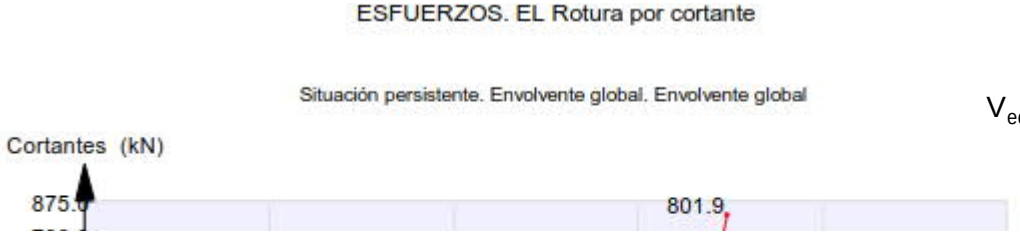
[axil positiu indica tracció]

3.1 Esforços en E.L.U.

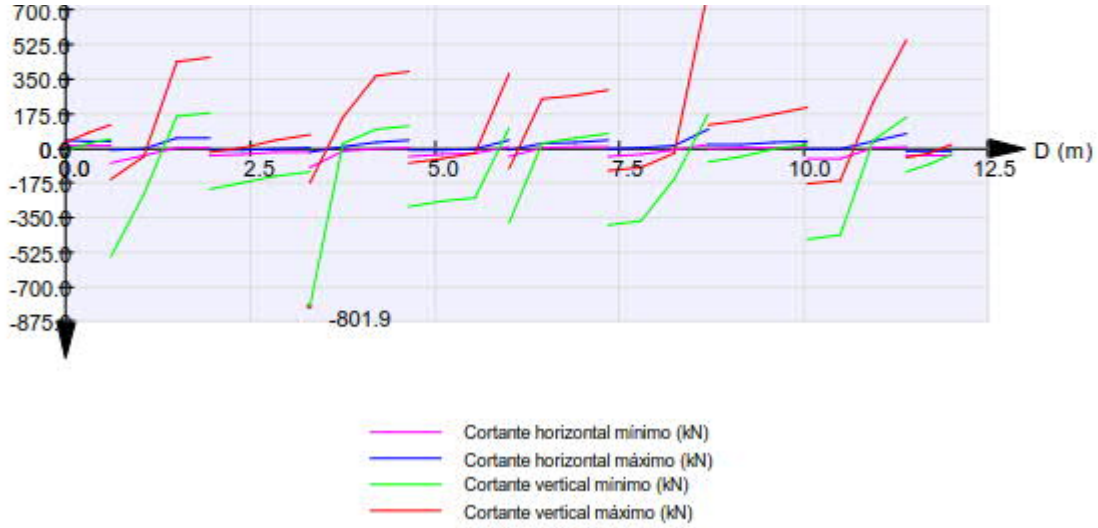
$N_{ed} := 142\ \mathbf{kN}$

$M_{ed\_vertical} := 110\ \mathbf{kN \cdot m}$

$M_{ed\_horizontal} := 265\ \mathbf{kN \cdot m}$

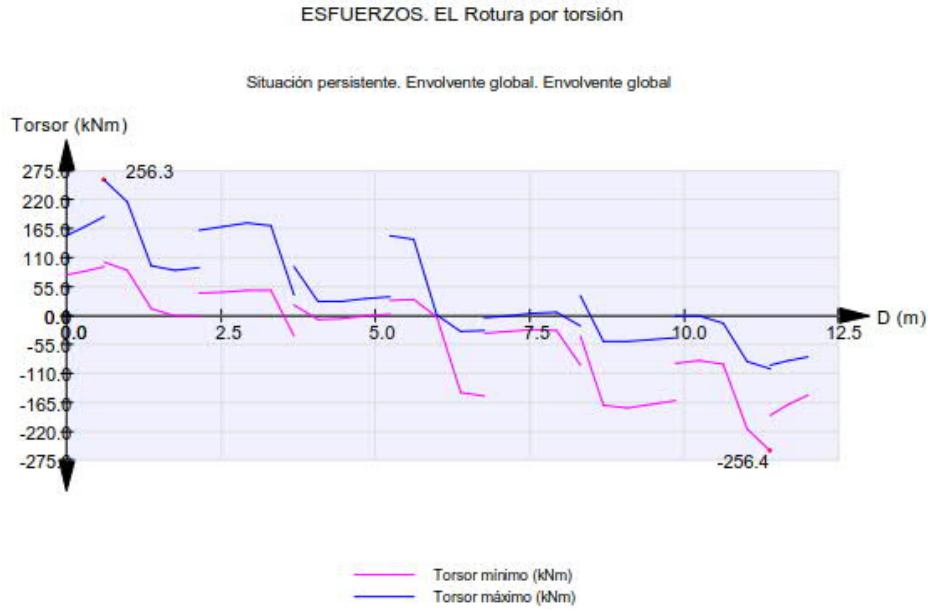


$V_{ed} := 810\ \mathbf{kN}$



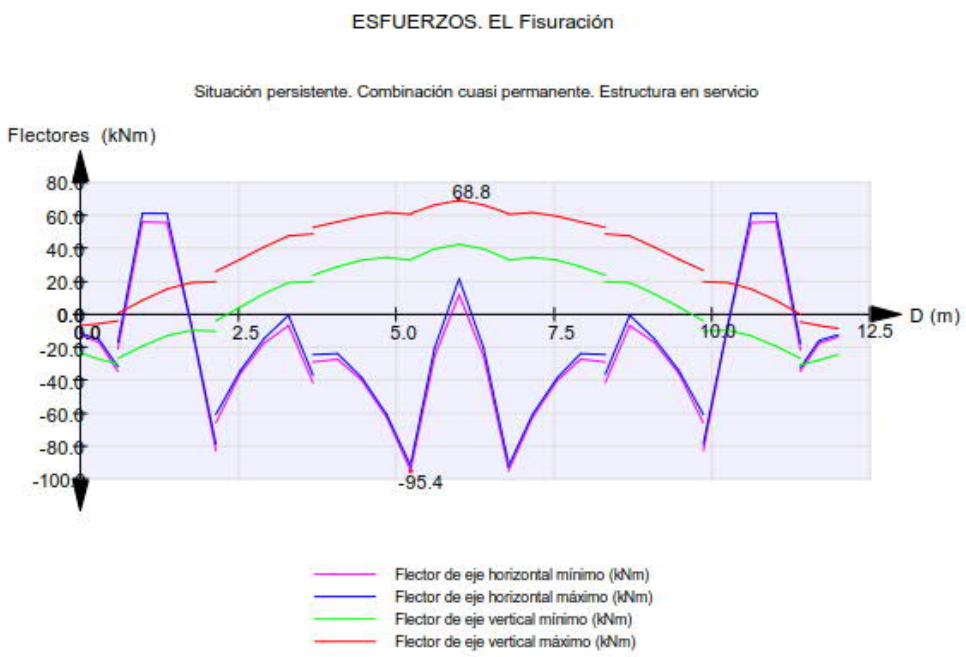
Momento torsor de diseño

$T_{ed} := 260\ kN \cdot m$



3.2 Esforços en E.L.S.

$N_k := 20\ \mathbf{kN}$



$M_{k\_vertical} := 70\ \mathbf{kN \cdot m}$

$M_{k\_horizontal} := 100\ \mathbf{kN \cdot m}$

Momento torsor en servicio

$$T_k := \frac{T_{ed}}{1.35} = 192.593\ \mathbf{m \cdot kN}$$

4. ANÀLISI E.L.S. FISSURACIÓ CARREGADOR

$$\sigma_{tracc\_k} := \frac{N_k}{h_e \cdot b_e} + \frac{6 \cdot M_{k\_vertical}}{b_e \cdot h_e^{\,2}} + \frac{6 \cdot M_{k\_horizontal}}{h_e \cdot b_e^{\,2}} = 0.62\ \text{MPa} \qquad << \qquad f_{ctm.flcomp}(N_k) = 2.882\ \text{MPa}$$

$$\text{if}\left(\sigma_{tracc\_k} \le f_{ctm.flcomp}(N_k), \text{“NO FISURA”}, \text{“FISURA”}\right) = \text{“NO FISURA”}$$

$$Ratio_{ELS.fissuració} := \frac{\sigma_{tracc\_k}}{f_{ctm.flcomp}(N_k)} = 0.215 \qquad < 1 \qquad \text{ok}$$

5. ANÀLISI E.L.U. FLEXIÓ CARREGADOR

$$\sigma_{tracc\_ed} := \frac{N_{ed}}{h_e \cdot b_e} + \frac{6 \cdot M_{ed\_vertical}}{b_e \cdot h_e^{\,2}} + \frac{6 \cdot M_{ed\_horizontal}}{h_e \cdot b_e^{\,2}} = 1.384\ \text{MPa} \qquad << \qquad f_{ct\_ed.flcomp}(N_{ed}) = 1.304\ \text{MPa}$$

$$\text{if}\left(\sigma_{tracc\_ed} \le f_{ct\_ed.flcomp}(N_{ed}), \text{“VERIFICA COMO HM”}, \text{“NO”}\right) = \text{“NO”}$$

$$Ratio_{ELU.flexión} := \frac{\sigma_{tracc\_ed}}{f_{ct\_ed.flcomp}(N_{ed})} = 1.061 \qquad \text{VÁLIDO}$$

6. ANÀLISI E.L.U. TALLANT CARREGADOR

$$A_{s'} := \frac{\pi}{4} \cdot \phi_{barra\_tracc}^{\,2} \cdot n_{barras\_tracc} = 49.087\ \text{cm}^2$$

$$d := h_e - r_{mec} = 0.931\ \text{m}$$

$$\xi := \min\left(1 + \sqrt{\frac{200\ \text{mm}}{d}}, 2\right) = 1.464$$

$$\sigma'_{cd}(N) := \frac{-N}{h_e \cdot b_e}$$

Cuantía de armadura en la cara de tracción:

$$\rho_l := \max\left(\frac{A_{s'}}{d \cdot b_e}, 0.02\right) = 0.02$$

$$V_{cu}(N) := \left(\frac{0.18}{1.5} \cdot \xi \cdot \left(100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck} \cdot \text{MPa}^{-1}\right)^{\frac{1}{3}} + 0.15 \cdot \sigma'_{cd}(N) \cdot \text{MPa}^{-1}\right) \cdot b_e \cdot d \cdot \text{MPa}$$

$$V_{cu.min}(N) := \left(\frac{0.075}{1.5} \cdot \xi^{\frac{3}{2}} \cdot \left(f_{ck} \cdot \text{MPa}^{-1}\right)^{\frac{1}{2}} + 0.15 \cdot \sigma'_{cd}(N) \cdot \text{MPa}^{-1}\right) \cdot b_e \cdot d \cdot \text{MPa}$$

Capacidad del hormigón por tracción en piezas sin armadura de cortante

$V_{cu}(N) := \text{if}\left(V_{cu}(N) < V_{cu.min}(N)\right.$

$$V_{cu}(N) := \text{if } V_{cu}(N) \le V_{cu.min}(N) \;\; \| \; V_{cu.min}(N) \;\; \text{else} \;\; \| \; V_{cu}(N)$$

$V_{ed} = 810\ \text{kN}$ $\quad V_{cu}(N_{ed}) = 875.894\ \text{kN}$

$$Ratio\_VU2 := \frac{V_{ed}}{V_{cu}(N_{ed})} = 0.925$$

Análisis de secciones con armadura de cortante

Se considera un ángulo respecto la directriz de la pieza con el armado de cortante $\alpha := 90\ °$
Se considera un ángulo de las bielas $\theta := 45\ °$

$$V_{cu}(N) := \max\left(\left(\frac{0.15}{1.5}\cdot\xi\cdot\left(100\cdot\rho_l\cdot f_{ck}\cdot \text{MPa}^{-1}\right)^{\frac{1}{3}} + 0.15\cdot\sigma'_{cd}(N)\cdot\text{MPa}^{-1}\right)\cdot b_e\cdot d\cdot\text{MPa}, V_{cu.min}(N)\right)$$

$V_{cu}(N_{ed}) = 726.609\ \text{kN}$

$$V_{su} := \frac{0.9\cdot d\cdot n_{rv}\cdot\pi\cdot\frac{\phi_v^{\,2}}{4}}{cada}\, f_{ydc}\cdot\sin(\alpha)\cdot(\cot(\alpha)+\cot(\theta)) = 673.517\ \text{kN}$$

$$Ratio\_cort := \frac{V_{ed}}{V_{cu}(N_{ed}) + V_{su}} = 0.579 \quad < 1 \qquad \text{ok}$$

$$armadura\_cortante := \text{if } Ratio\_VU2 \le 1 \;\; \| \; \text{“No necesaria”} \;\; \text{else if } Ratio\_cort \le 1 \;\; \| \; Ratio\_cort \;\; \text{else if } Ratio\_cort > 1 \;\; \| \; \text{“No verifica cortante”} = \text{“No necesaria”}$$

Verificacion_cortante = “OK. No necesita armadura de cortante”

$$A_{V.min} := \text{if } \phi_v = 0 \;\; \| \; 0\cdot\frac{\text{cm}^2}{\text{m}} \;\; \text{else} \;\; \| \; \frac{f_{ctm}\cdot b_e}{7.5\cdot f_{ydc}} = 13.517\ \frac{\text{cm}^2}{\text{m}} \qquad A_{V.dispuesta} := \frac{b_e}{cada\cdot\text{m}}\cdot n_{rv}\cdot\pi\cdot\frac{\phi_v^{\,2}}{4} = 28.149\ \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

Verificacion_armadura.minima.cortante = “OK.”

7. ANÀLISI E.L.U. ARMADURA TIRANT INFERIOR

Coeficiente de mayoración de acciones $\gamma_A := 1.35$

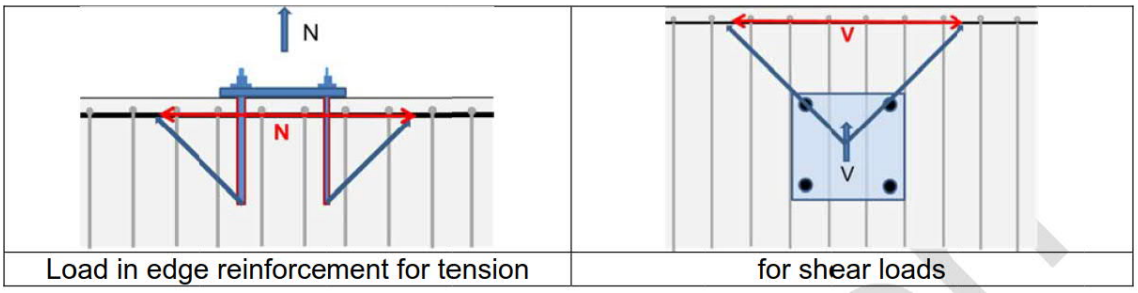
Reacción de cálculo de una viga

$R_{ed} := N_{k\_apoyo} \cdot \gamma_A = 1385.37$ **kN**

$V_{ed} := V_{k\_apoyo} \cdot \gamma_A = 129.6$ **kN**

Ángulo de una biela: $\alpha := \operatorname{atan}\left(\frac{h_e}{0.5 \cdot s_{vigas}}\right) = 39.514$ °

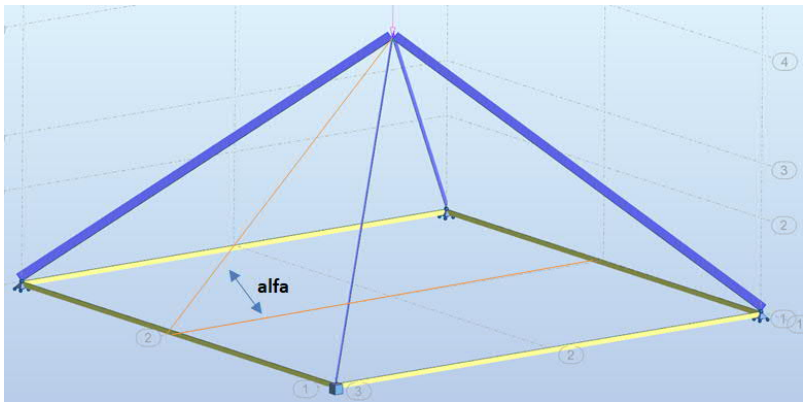
- A surface or edge reinforcement perpendicular to the anchor load is required to take up the splitting forces. The stress induced into this edge reinforcement can be estimated by a 45° strut and tie model:



Load in edge reinforcement for tension | for shear loads

Tipo de análisis para la tracción $analisis_{tracc} := \text{“2D”}$ ["2D", "3D"]

Tipo de análisis para el cortante $analisis_{cort} := \text{“2D”}$ ["2D", "3D"]



Celosía espacial con ángulo plano de bielas:
$\alpha = 39.514$ °

$\alpha' := \operatorname{atan}\left(\frac{\tan(\alpha)}{\sqrt{2}}\right) = 30.25$ °

$V := V_{ed} = 129.6$ **kN**

$N := R_{ed} = \left(1.385 \cdot 10^3\right)$ **kN**

Tracción estimada en el tirante:

$$T_{tracc} := \text{if } analisis_{tracc} = \text{“2D”} \left\| 0.5\ N \cdot \tan(\alpha)^{-1} \right.$$

Compresión estimada en la biela:

$$C_{tracc} := \text{if } analisis_{tracc} = \text{“2D”} \left\| 0.5\ N \cdot \sin(\alpha)^{-1} \right.$$

else
$0.25\ N \cdot \tan(\alpha)^{-1}$

else
$0.25\ N \cdot \sin(\alpha')^{-1}$

$T_{cort} := 0.5\ V \cdot \tan(\alpha)^{-1}$

$C_{cort} := 0.5\ V \cdot \sin(\alpha)^{-1}$

$T_{tracc} = 839.881\ kN$

$C_{tracc} = (1.089 \cdot 10^3)\ kN$

$T_{cort} = 78.57\ kN$

$C_{cort} = 101.844\ kN$

$C := \max(C_{tracc}, C_{cort}) = 1088.674\ kN$

Tensiones en biela:

ancho biela: $a_{biela} := D = 85\ cm$

canto biela: $h_{biela} := 0.5 \cdot D \cdot \sin(\alpha) = 27.041\ cm$

$\sigma_{biela} := \frac{C}{a_{biela} \cdot h_{biela}} = 4.736\ MPa$

$\sigma_{2c} := 0.7 \cdot f_{cd} = 14\ MPa$

$Ratio_{biela} := \frac{\sigma_{biela}}{\sigma_{2c}} = 33.832\%$ ok

Armadura requerida en tirante:

Tensión considerada de trabajo: $f_{y\_considerada} := 200\ MPa \cdot \gamma_A = 270\ MPa$

$A_{S.nec\_traccion} := \frac{T_{tracc}}{f_{y\_considerada}} = 31.107\ cm^2$

$A_{S.nec\_cortante} := \frac{T_{cort}}{f_{y\_considerada}} = 2.91\ cm^2$

MÁXIMO DIÁMETRO DE LAS BARRAS PARA CONTROLAR LA FISURACIÓN

Tensión del acero[1] [N/mm²]	*Diámetro máximo de la barra [mm]*		
	w_k = 0,4 mm	w_k = 0,3 mm	w_k = 0,2 mm
160	40	32	25
200	32	25	16
240	20	16	12
280	16	12	8
320	12	10	6
360	10	8	5
400	8	6	4
450	6	5	–

[1] La tensión del acero se calcula en sección fisurada bajo la combinación de acciones relevante

Propuesta de armadura a disponer para prevenir roturas en el hormigón por la presencia del anclaje:

$\phi_{barra\_tracc} = 25\ mm$ $n_{barras\_tracc} = 10$

$\phi_{barra\_cort} := \phi_{barra\_tracc} = 25\ mm$ $n_{barras\_cort} := 1$

$A_{s\_min\_geo} := h_e \cdot b_e \cdot \frac{2.8}{1000} = 39.2\ cm^2$

$A_{S\_dispuesto\_tirante\_tracc} := \frac{\pi}{4} \cdot \phi_{barra\_tracc}^2 \cdot n_{barras\_tracc} = 49.087\ cm^2$

$A_{S\_dispuesto\_tirante\_cort} := \frac{\pi}{4} \cdot \phi_{barra\_cort}^2 \cdot n_{barras\_cort} = 4.909\ cm^2$

$Ratio_{tirante\_traccion\_anclaje} := \frac{A_{S.nec\_traccion}}{A_{S\_dispuesto\_tirante\_tracc}} = 63.37\%$ ok

$Ratio_{tirante\_cortante\_anclaje} := \frac{A_{S.nec\_cortante}}{A_{S\_dispuesto\_tirante\_cort}} = 59.282\%$ ok

$Ratio_{armadura\_minima} := \frac{A_{s\_min\_geo}}{A_{S\_dispuesto\_tirante\_tracc}} = 79.858\%$ ok

8. ANÀLISI E.L.U. ARMADURA TORSIÓ

Análisis de fisuración

Canto de la sección $h := h_e = 1$ m
Ancho de la sección $b := b_e = 1.4$ m
Recubrimiento armaduras $r := r_{mec} = 0.07$ m
Hormigón $f_{ck} = 30$ MPa
Acero $f_{yk} := 500$ MPa

$f_{ctm} = 2.896$ MPa

$f_{ctk} := 0.7 \cdot f_{ctm} = 2.028$ MPa

Área $A := b \cdot h = 1.4$ m²
Perímetro $u := 2 \cdot (b + h) = 4.8$ m
Espesor eficaz de la sección: $h_e := \max\left(\frac{A}{u}, 2 \cdot r\right) = 0.292$ m

$h_{med} := h - h_e = 0.708$ m $\quad b_{med} := b - h_e = 1.108$ m

Perímetro de la línea media $u_e := 2 \cdot (h_{med} + b_{med}) = 3.633$ m

Área de la línea media $A_e := h_{med} \cdot b_{med} = 0.785$ m²

Módulo a torsión $J_{t1} := \frac{4 \cdot A_e^2}{u_e} = 0.679$ m³

Módulo a torsión $J_{t2} := \frac{b^2 \cdot h}{3} = 0.653$ m³

Momento de fisuración a torsión $M_{fis\_torsion} := f_{ctm} \cdot \min(J_{t1}, J_{t2}) = (1.892 \cdot 10^3)$ m·kN

$Ratio_{fisuración} := \frac{T_k}{M_{fis\_torsion}} = 0.102$

$fisuración_{torsión}$ = “no fisura” OK

Análisis en E.L.U torsión según EHE-08

Armadura longitudinal considerada para torsión

ϕ_{barra} (mm)	num_{barras}
25	4
25	4

$A_l := \frac{num_{barras}}{4} \cdot \pi \cdot \phi_{barra}^2 = 39.27\ cm^2$

Diámetro previsto para armado transversal: $\phi_t := \phi_v = 16\ mm$

Cercos de $\phi_t = 16\ mm$ cada $s_t := cada = 20\ cm$

Número de barras en un cerco $n_c := 1$

Acero corrugado B500s con $f_{yd} := \frac{f_{yk}}{1.15} = 434.783\ MPa$ i $f_{yd.c} := 400\ MPa$

Resistencia de cálculo a compresión de hormigón: $f_{cd} := \frac{f_{ck}}{1.5} = 20\ MPa$

Ángulo de las armaduras con el eje de la pieza $\alpha_{armadura} := 90\ °$

Agotamiento de bielas a compresión Tu1

$f_{1cd} := 0.6 \cdot f_{cd} = 12\ MPa$ $K := 1$ $\alpha := 0.6$

Ángulo de las bielas del hormigón $\theta := atan(1) = 45\ °$ $\cot(\theta) = 1$

$T_{u1} := 2 \cdot K \cdot \alpha \cdot f_{1cd} \cdot A_e \cdot h_e \cdot \frac{\cot(\theta)}{1 + \cot(\theta)^2} = (1.649 \cdot 10^3)\ kN \cdot m$

Agotamiento de armadura transversal Tu2

Área de las armaduras utilizadas como cercos $A_t := \phi_t^2 \cdot n_c \cdot \frac{\pi}{4} = 201.062\ mm^2$

$T_{u2} := 2 \cdot A_e \cdot \frac{A_t}{s_t} \cdot f_{yd.c} \cdot \cot(\theta) = 631.39\ kN \cdot m$

Agotamiento de armadura longitudinal Tu3

$T_{u3} := \frac{2 \cdot A_e}{u_e} \cdot A_l \cdot f_{yd.c} \cdot \tan(\theta) = 678.817\ m \cdot kN$

Torsor resistente

$T_u := \min(T_{u1}, T_{u2}, T_{u3}) = 631.39\ m \cdot kN$

$$Ratio_{E.L.U.} := \frac{T_{ed}}{T_u} = 0.412$$

Disposiciones mínimas de separaciones

$$s_{min\_1} := \frac{u_e}{8} = 0.454\ m$$

$$s_{min\_2} := \text{if } T_{ed} \le \frac{T_u}{5}$$
$$\quad \min\left(0.75 \cdot \min\left(h_{med}, b_{med}\right) \cdot \left(1 + \cot\left(\alpha_{armadura}\right)\right), \min\left(\min\left(h_{med}, b_{med}\right), 600\ mm\right)\right)$$
$$\text{else if } T_{ed} \le \frac{2 \cdot T_u}{3}$$
$$\quad \min\left(0.6 \cdot \min\left(h_{med}, b_{med}\right) \cdot \left(1 + \cot\left(\alpha_{armadura}\right)\right), \min\left(\min\left(h_{med}, b_{med}\right), 450\ mm\right)\right)$$
$$\text{else}$$
$$\quad \min\left(0.3 \cdot \min\left(h_{med}, b_{med}\right) \cdot \left(1 + \cot\left(\alpha_{armadura}\right)\right), \min\left(\min\left(h_{med}, b_{med}\right), 300\ mm\right)\right)$$

$$s_{min\_2} = 0.425\ m$$

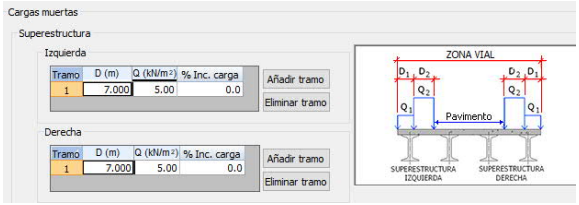
$$s_{min} := \min\left(s_{min\_1}, s_{min\_2}\right) = 42.5\ cm$$

$$cumplimiento_{separaciones} := \text{if}\left(s_t \le s_{min}, \text{“ok”}, \text{“NO verifica”}\right) = \text{“ok”}$$

APÈNDIX 6. PONT V-G.1

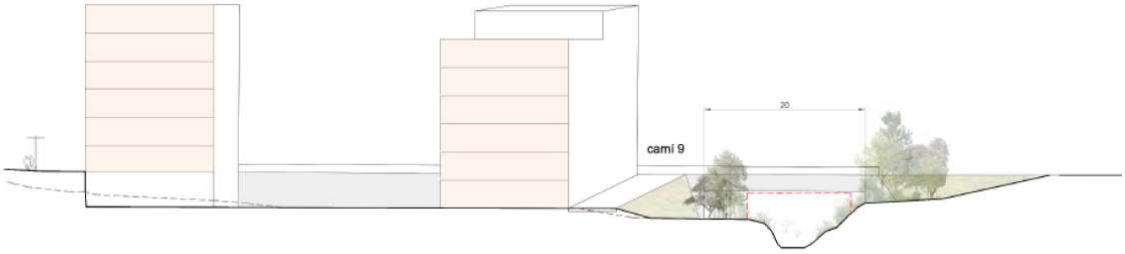
PARÀMETRES PRINCIPALS DE DISSENY
V-G.1. PONT SOBRE EL TORRENT DE MAGRANS A L'EIX G

1. SECCIÓ TIPUS



Llum mínima	$L_{min} := 25$ m
Amplada mínima:	$B_{min} := 13$ m
Calçada:	$B_{calçada} := 7$ m
Biaix:	$\varphi := 0$ °
Vorera esquerre	$V_e := 3$ m
Vorera dreta	$V_d := B_{min} - B_{calçada} - V_e = 3$ m

Alçada de referència calçada	$z_{ras} := 4.5$ m



2. CÀRREGUES PERMANENTS

Gruix de paviment $e_{pavi\_calçada} := 10\ cm$ $e_{pavi\_vorera} := 25\ cm$

Densitat de paviment $\rho_{pavi\_calçada} := 24\ \frac{kN}{m^3}$ $\rho_{pavi\_vorera} := 24\ \frac{kN}{m^3}$

Càrregues mortes paviment $g_{pavi\_calçada} := e_{pavi\_calçada} \cdot \rho_{pavi\_calçada} = 2.4\ kPa$

$g_{pavi\_vorera} := e_{pavi\_vorera} \cdot \rho_{pavi\_vorera} = 6\ kPa$

Es considera una càrrega permanent deguda a barana $g_{pretil} := 1\ \frac{kN}{m}$

3. ACCIÓ DE VENT

H es el canto efectivo a viento $H := 1.2\ m + 0.25\ m = 1.45\ m$

B es el ancho del tablero $B := B_{min} = 13\ m$

q_{basica_corr} es la presión básica corregida por el factor de exposición $q_{basica\_corr} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^{\ 2} \cdot c_e$

ρ es la densidad del aire de valor $\rho := 1.25\ \frac{kg}{m^3}$

v_b es la velocidad básica de viento $v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot c_{prob} \cdot v_{b.0}$

2.4.3. Velocidad básica y media de viento [Art. 4.2.1. y Art. 4.2.2. IAP-11]

$v_{b.0} := 29\ \frac{m}{s}$

$z_{car\_rasante} := z_{ras} \cdot \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 4.5 \\ 4.5 \\ 4.5 \end{bmatrix}\ m$

$j := 0 .. length\left(z_{car\_rasante}\right) - 1$

Se considera que la cota de la rasante del tablero es una cota suficientemente representativa para la determinación de las acciones de viento sobre la estructura puesto que el canto del tablero es $h_e := H = 1.45\ m$ y la altura de referencia de las sobrecargas es $h_{sc} := 2\ m$

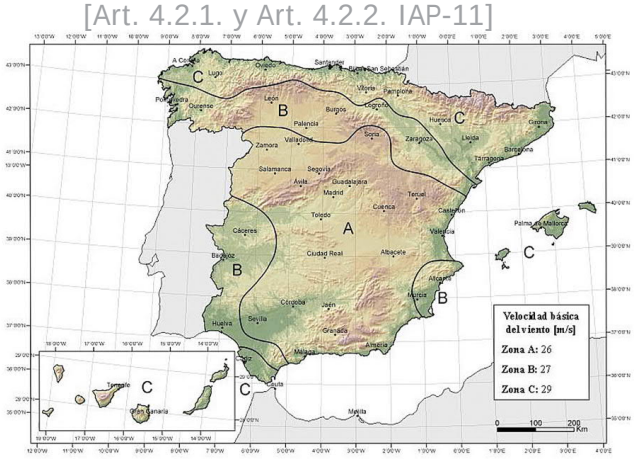


FIGURA 4.2-a MAPA DE ISOTACAS PARA LA OBTENCIÓN DE LA VELOCIDAD BÁSICA FUNDAMENTAL DEL VIENTO $v_{b,0}$

entorno := "III"
(0=mar, I=rural plano
II=rural accidentado,
III=suburbano o forestal,
IV=urbana)

$c_{dir} := 1.0$

$c_{season} := 1.0$

Período de retorno $T := 100\ yr$

$$c_{prob} := \sqrt{\left(\frac{1 - 0.2 \cdot \ln\left(-\ln\left(1 - \frac{1\ yr}{T}\right)\right)}{1 - 0.2 \cdot \ln\left(-\ln(0.98)\right)}\right)} = 1.038$$

Velocidad básica del viento asociada al periodo de retorno $T = 100\ yr$

$$v_b := v_{b.0} \cdot c_{dir} \cdot c_{season} \cdot c_{prob} = 30.116\ \frac{m}{s}$$

Factor de topografía $c_0 := 1$

Factor de turbulencia $k_I := 1$

Cálculo del coeficiente de rugosidad

$k_r :=$ if entorno = "0" → 0.156; else if entorno = "I" → 0.170; else if entorno = "II" → 0.190; else if entorno = "III" → 0.216; else → 0.235

$z_0 :=$ if entorno = "0" → 0.003 m; else if entorno = "I" → 0.01 m; else if entorno = "II" → 0.05 m; else if entorno = "III" → 0.3 m; else → 1 m

$z_{min} :=$ if entorno = "0" → 1 m; else if entorno = "I" → 1 m; else if entorno = "II" → 2 m; else if entorno = "III" → 5 m; else → 10 m

$\alpha :=$ if entorno = "0" → 0.38; else if entorno = "I" → 0.44; else if entorno = "II" → 0.52; else if entorno = "III" → 0.61; else → 0.67

$k_r = 0.216$ $z_0 = 0.3\ m$ $z_{min} = 5\ m$ $\alpha = 0.61$

$c_r(z) :=$ if $z < z_{min}$ → $z \leftarrow z_{min}$; $k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)$; else → $k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)$

$$c_r\left(z_{car\_rasante_j}\right) = \begin{bmatrix} 0.608 \\ 0.608 \\ 0.608 \end{bmatrix}$$

Cálculo de la velocidad media del viento

$$v_m(z) := c_r(z) \cdot c_0 \cdot v_b \qquad v_m\left(z_{car\_rasante_j}\right) = \begin{bmatrix} 18.301 \\ 18.301 \\ 18.301 \end{bmatrix} \frac{m}{s}$$

Cálculo del coeficiente de exposición

$$c_e(z) := \text{if } z < z_{min} \left\| z \leftarrow z_{min} \right\| k_r^2 \cdot \left(c_0^2 \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)^2 + 7 \cdot k_l \cdot c_0 \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \right) \text{ else } \left\| k_r^2 \cdot \left(c_0^2 \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)^2 + 7 \cdot k_l \cdot c_0 \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \right) \right.$$

$$c_e\left(z_{car\_rasante_j}\right) = \begin{bmatrix} 1.288 \\ 1.288 \\ 1.288 \end{bmatrix}$$

Coeficiente de fuerza a considerar para viento vertical descendente :

$c_{f.Z} := 0.9$ [Art. 4.2.5.1.2. IAP-11]

3. ACCIÓ TÈRMICA

2.5.1. Determinación de la temperatura máxima y mínima del aire

Tipo de tablero

$tipo_{tablero} := 3$

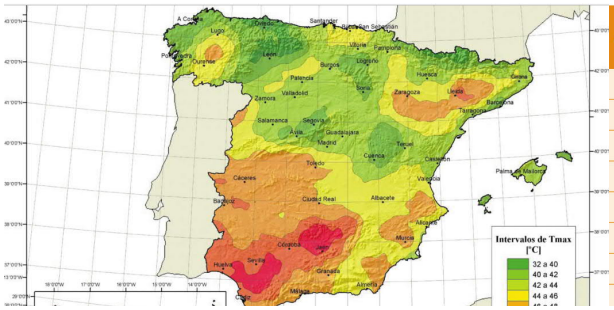
- Tipo 1: Tableros de acero con sección transversal en cajón, viga armada o celosía
- Tipo 2: Tableros mixtos compuestos por acero estructural y hormigón armado o pretensado (conectados de forma que ambos materiales trabajen de forma solidaria)
- Tipo 3: Tableros de hormigón armado o pretensado, sean losas, vigas o cajones

$T_{max} := 42$ °C $T_{min} := -13$ °C $zona_{clima} := 2$ $altitud := 35$ m

Período de retorno $T = 100$ yr $p := \frac{1\ yr}{T} = 0.01$

$T_{max.p} := T_{max} \cdot (0.781 - 0.056 \cdot \ln(-\ln(1 - p))) = 43.622$ °C

$T_{min.p} := T_{min} \cdot (0.393 - 0.156 \cdot \ln(-\ln(1 - p))) = -14.438$ °C



ALTITUD [m]	ZONA DE CLIMA INVERNAL (SEGÚN FIGURA 4.3-b)						
	1	2	3	4	5	6	7
0	-7	-11	-11	-6	-5	-6	6
200	-10	-13	-12	-8	-8	-8	5
400	-12	-15	-14	-10	-11	-9	3
600	-15	-16	-15	-12	-14	-11	2
800	-18	-18	-17	-14	-17	-13	0
1000	-20	-20	-19	-16	-20	-14	-2
1200	-23	-21	-20	-18	-23	-16	-3
1400	-26	-23	-22	-20	-26	-17	-5

FIGURA 4.3-a **ISOTERMAS DE LA TEMPERATURA MÁXIMA ANUAL DEL AIRE, T_{max} [ºC]**
(Coincide con el mapa correspondiente del Código Técnico de la Edificación)

1600	-28	-25	-23	-22	-29	-19	-7
1800	-31	-26	-25	-24	-32	-21	-8
2000	-33	-28	-27	-26	-35	-22	-10

Cálculo de los incrementos térmicos

$$\Delta T_{e.min} := \begin{cases} -3 & \text{if } tipo_{tablero} = 1 \\ 4 & \text{else if } tipo_{tablero} = 2 \\ 8 & \text{else} \end{cases} = 8 \quad °C$$

$$\Delta T_{e.max} := \begin{cases} 16 & \text{if } tipo_{tablero} = 1 \\ 4 & \text{else if } tipo_{tablero} = 2 \\ 2 & \text{else} \end{cases} = 2 \quad °C$$

Cálculo de la temperatura efectiva

$$T_{e.min} := T_{min.p} + \Delta T_{e.min} = -6.438 \quad °C$$
$$T_{e.max} := T_{max.p} + \Delta T_{e.max} = 45.622 \quad °C$$

Temperatura inicial $T_0 := 15$ °C

2.5.5. Gradiente térmico vertical [ΔTV]

[Art. 4.3.1.2.1. IAP-11]

TIPO DE TABLERO	FIBRA SUPERIOR MÁS CALIENTE	FIBRA SUPERIOR MÁS FRÍA
	$\Delta T_{M,heat}$ [ºC]	$\Delta T_{M,cool}$ [ºC]
Tipo 1: Tablero de acero	18	13
Tipo 3: Tablero de hormigón		
—Sección cajón	10	5
—Sección de vigas	15	8
—Sección losa	15	8

ESPESOR DEL PAVIMENTO	TABLERO TIPO 1		TABLERO TIPO 3	
	FIBRA SUPERIOR MÁS CALIENTE	FIBRA SUPERIOR MÁS FRÍA	FIBRA SUPERIOR MÁS CALIENTE	FIBRA SUPERIOR MÁS FRÍA
	k_{sur}	k_{sur}	k_{sur}	k_{sur}
Sin impermeabilización ni pavimento	0,7	0,9	0,8	1,1
Con impermeabilización y sin pavimento(1)	1,6	0,6	1,5	1,0
50 mm	1,0	1,0	1,0	1,0
100 mm	0,7	1,2	0,7	1,0
150 mm	0,7	1,2	0,5	1,0

150 mm	0,7	1,2	0,9	1,0

(1) Estos valores representan valores límite superiores para superficies de color oscuro.

$k_{sur.cool} := 1$ $k_{sur.heat} := 0.7 = 0.7$

$\Delta T_{M.heat} := 15 \cdot k_{sur.heat} = 10.5$ °C

$\Delta T_{M.cool} := -8 \cdot k_{sur.cool} = -8$ °C

VERIFICACIÓN GEOTÉCNICA DE PILOTES

1. DATOS PRELIMINARES

$N_{k\_apoyo} := 1025.4\ \mathbf{kN}$ $\gamma_{serv} := 1.1$

Situación persistente. Combinación característica:

Reacción vertical (kN)
Valores máximos

Eje	Viga	I1	I2	I3	I4	I5
1	1	165.3	406.8	644.7	972.0	972.0
1	2	165.3	369.9	481.1	993.8	993.8
1	3	165.3	369.9	493.0	1025.4	1025.4
1	4	165.3	369.9	481.1	993.8	993.8
1	5	165.3	406.8	644.7	972.0	972.0

Canto del encepado $h_e := 1\ \mathbf{m}$

Ancho del encepado $b_e := 1.4\ \mathbf{m}$

Diámetro del pilote:
$D := 850\ \mathbf{mm}$

Separación entre vigas $s_{vigas} := 2.425\ \mathbf{m}$

Separación entre pilotes $s_{pil} := 1.543\ \mathbf{m}$

$$N_{k\_max.axil} := \frac{N_{k\_apoyo} + h_e \cdot b_e \cdot s_{vigas} \cdot 24\ \frac{\mathbf{kN}}{\mathbf{m}^3}}{s_{vigas}} \cdot s_{pil} = 704.295\ \mathbf{kN}$$

Factor de efecto grupo:

$$\eta_{grupo} := \begin{cases} 1 & \text{if } s_{pil} > 3 \cdot D \\ 0.7 + 0.3 \cdot \dfrac{\left(\frac{s_{pil}}{D} - 1\right)}{3 - 1} & \text{else} \end{cases} = 0.822$$

Longitud del pilote hincada en el terreno: $L_{hinca} := 14\ \mathbf{m}$
Longitud libre $L_{libre} := 0\ \mathbf{m} = 0\ \mathbf{m}$
Profundidad del freático: $h_{fr} := 0\ \mathbf{m}$ [A cota superior al fondo del primer terreno]
La profundidad total a la que llega el pilote se prevé: $Prof := L_{hinca} + L_{libre} = 14\ \mathbf{m}$
Peso específico del agua : $\gamma_w := 1.00\ \frac{\mathbf{tonnef}}{\mathbf{m}^3}$
Peso específico del hormigón: $\gamma_h := 2.4\ \frac{\mathbf{tonnef}}{\mathbf{m}^3}$
Diámetro del pilote: $D := 850\ \mathbf{mm}$

$$N_{pilote\_efectivo} := \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot \left(\left(\gamma_h - \gamma_w\right) \cdot \left(Prof - h_{fr}\right) + \gamma_h \cdot h_{fr}\right) = 109.07\ \mathbf{kN}$$

Hormigón del pilote $f_{ck} := 30\ \mathbf{MPa}$ $f_{cd} := f_{ck} \cdot 1.5^{-1} = 20\ \mathbf{MPa}$

Módulo elástico del pilote: $E_{cm} := 8500 \cdot \sqrt[3]{\left(f_{ck} + 8\ \mathbf{MPa}\right) \cdot \mathbf{MPa}^{-1}} \cdot \mathbf{MPa} = 28.577\ \mathbf{GPa}$

2. ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE HUNDIMIENTO DEL PILOTE. MÉTODO DE MOHR-COULOMB

Se realizará seguidamente un recálculo de la capacidad portante, conforme la GCOC
La profundidad h indica la cota de fondo del estrato.
Adjuntar mínimo 4 estratos

TERRENO	h (m)	γ $(kN \cdot m^{-3})$	γ' $(kN \cdot m^{-3})$	c' (kPa)	ϕ' (°)
"Relleno"	9	18	10	0	24
"Arcilla marron"	10	20	10	20	25
"Sauló margosa"	20	21	11	60	20
"Sauló margosa"	22	21	11	60	20

Prof - 3 D = 11.45 m

Tipo de suelo	E_M (MPa)	P_{LM} (MPa)
Rellenos recientes	0,5 a 5,0	0,05 a 0,30
Rellenos antiguos	4,0 a 15,0	0,40 a 1,00
Turbas	0,2 a 1,5	0,02 a 0,15
Arcilla blanda	0,5 a 3,0	0,05 a 0,30
Arcilla media	3,0 a 8,0	0,30 a 0,80
Arcilla dura	8,0 a 40,0	0,60 a 2,00
Arena limosa suelta	0,5 a 2,0	0,10 a 5,00
Limo	2,0 a 10,0	0,20 a 1,50
Arenas	7,5 a 40,0	1,00 a 5,00
Arenas y gravas	8,0 a 40,0	1,20 a 5,00
Margas	5,0 a 60,0	0,60 a 4,00
Calizas y rocas duras	80,0 a 20.000	3,00 a > 10

Tipo de pilote: $tipo_{pilote} := $ "excavado" [excavado, hincado]
Material de pilote: $material_{pilote} := $ "otros" [acero, otros]

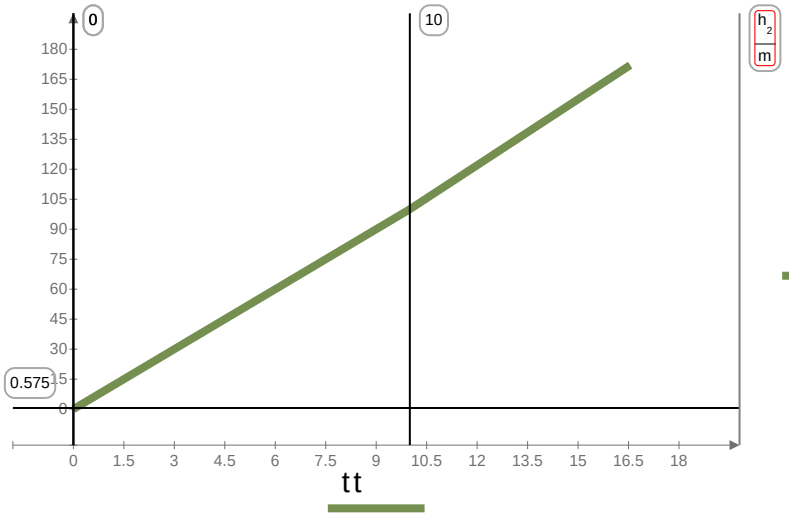
Coeficiente de reducción de resistencia por fuste en función del material del pilote:

$$f := \begin{cases} 0.9 & \text{if } material_{pilote} = \text{"acero"} \\ 1 & \text{else} \end{cases} = 1$$

Tensión efectiva vertical

$$\sigma'_v(z) := \begin{cases} \gamma_0 \cdot z & \text{if } z \le h_{fr} \\ \gamma_0 \cdot h_{fr} + \gamma'_0 \cdot (z - h_{fr}) & \text{else if } z \le h_0 \\ \gamma_0 \cdot h_{fr} + \gamma'_0 \cdot (h_0 - h_{fr}) + \gamma'_1 \cdot (z - h_0) & \text{else if } z \le h_1 \\ \gamma_0 \cdot h_{fr} + \gamma'_0 \cdot (h_0 - h_{fr}) + \gamma'_1 \cdot (h_1 - h_0) + \gamma'_2 \cdot (z - h_1) & \text{else if } z \le h_2 \\ \gamma_0 \cdot h_{fr} + \gamma'_0 \cdot (h_0 - h_{fr}) + \gamma'_1 \cdot (h_1 - h_0) + \gamma'_2 \cdot (h_2 - h_1) + \gamma'_3 \cdot (z - h_2) & \text{else if } z \le h_3 \end{cases}$$

Gráfica de tensiones efectivas



$\sigma'_v(tt \cdot m)$ (kPa)

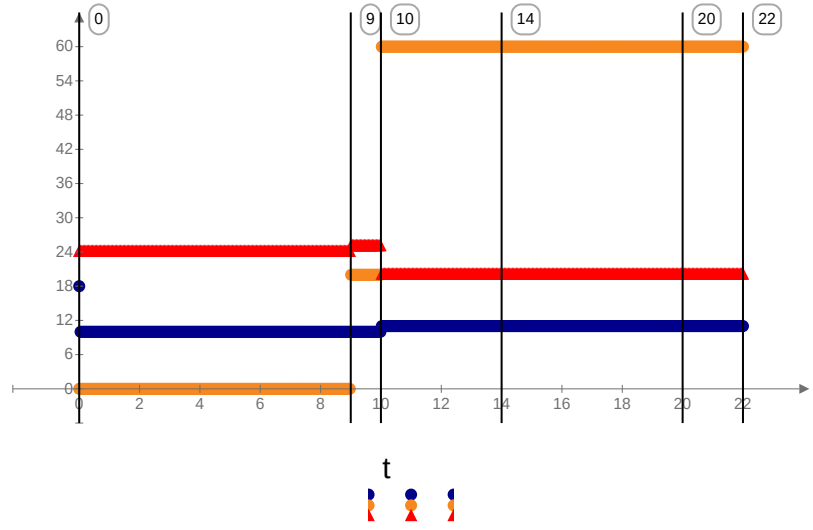
Definición de funciones auxiliares en función del perfil geotécnico:

$$\gamma'(z) := \begin{cases} \gamma_0 & \text{if } z \le h_{fr} \\ \gamma'_0 & \text{else if } z \le h_0 \\ \gamma'_1 & \text{else if } z \le h_1 \\ \gamma'_2 & \text{else if } z \le h_2 \\ \gamma'_3 & \text{else} \end{cases}$$

$$c'(z) := \begin{cases} c'_0 & \text{if } z \le h_0 \\ c'_1 & \text{else if } z \le h_1 \\ c'_2 & \text{else if } z \le h_2 \\ c'_3 & \text{else if } z \le h_3 \end{cases}$$

$$\phi'(z) := \begin{cases} \phi'_0 & \text{if } z \le h_0 \\ \phi'_1 & \text{else if } z \le h_1 \\ \phi'_2 & \text{else if } z \le h_2 \\ \phi'_3 & \text{else if } z \le h_3 \end{cases}$$

$$Terreno(z) := \begin{cases} TERRENO_0 & \text{if } z \le h_0 \\ TERRENO_1 & \text{else if } z \le h_1 \\ TERRENO_2 & \text{else if } z \le h_2 \\ TERRENO_3 & \text{else if } z \le h_3 \end{cases}$$



$\gamma'(t \cdot m)$ $(kN \cdot m^{-3})$

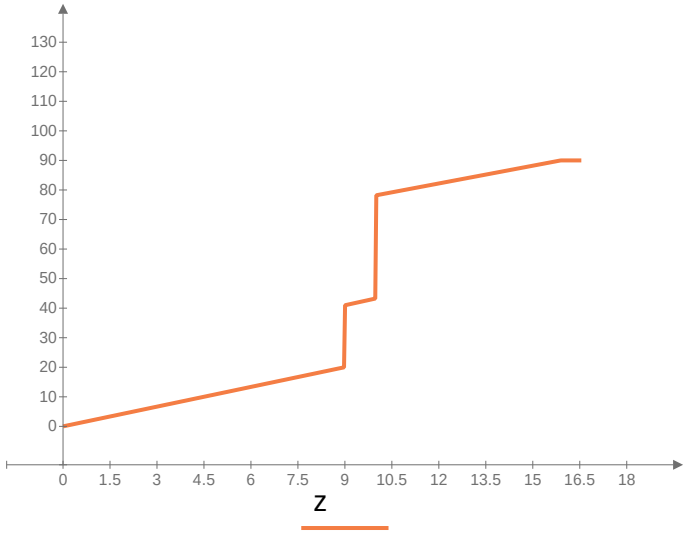
$c'(t \cdot m)$ (kPa)

$\phi'(t \cdot m)$ (°)

Cálculo de la resistencia por fuste

$f = 1$

$$r_{fuste}(z) := \begin{cases} \text{if } tipo_{pilote} = \text{“excavado”} \\ \quad \min\left(0.5 \cdot f \cdot \sigma'_v(z) \cdot \tan\left(\phi'(z)\right) + c'(z),\ 90\ \text{kPa}\right) \\ \text{else} \\ \quad \min\left(0.75 \cdot f \cdot \sigma'_v(z) \cdot \tan\left(\phi'(z)\right) + c'(z),\ 125\ \text{kPa}\right) \end{cases}$$



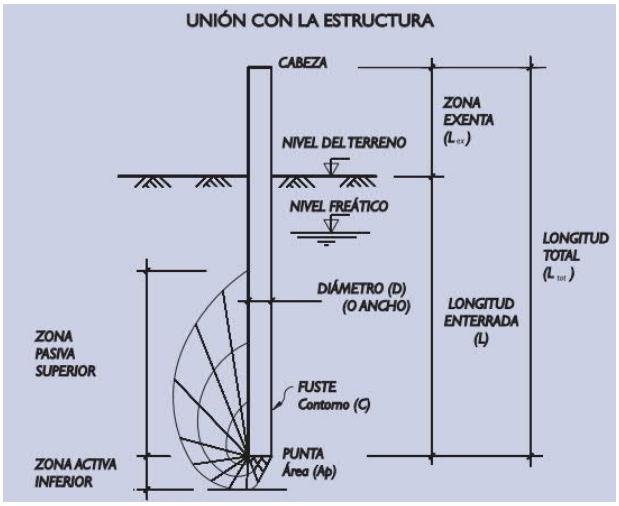
$r_{fuste}(z \cdot m)\ \ (kPa)$

Cálculo de la resistencia por punta como media de las resistencias a lo largo de la zona pasiva y activa (Criterio GCOC y CTE)

Zona pasiva superior: $pas_{sup} := 6 \cdot D = 5.1\ m$

Zona activa inferior: $act_{inf} := 3 \cdot D = 2.55\ m$

- La zona activa inferior afecta hasta una profundidad bajo la punta del pilote igual a:
  2D – terrenos cohesivos.
  3D – terrenos granulares y rocas.
- La zona pasiva superior afecta hasta una altura sobre la punta del pilote igual a:
  4D – terrenos cohesivos.
  6D – terrenos granulares y rocas.



$$f_D := \max\left(1 - \frac{D}{3\ m}, 0.7\right) = 0.717$$

$$N_q(z) := \frac{1 + \sin\left(\phi'(z)\right)}{1 - \sin\left(\phi'(z)\right)} \cdot e^{\pi \cdot \tan\left(\phi'(z)\right)}$$

$$N_c(z) := \frac{N_q(z) - 1}{\tan\left(\phi'(z)\right)}$$

Profundidad de cálculo para presión efectiva:

$P_{eff} := \min\left(L_{hinca}, 20 \cdot D\right) + L_{libre} = 14\ m$

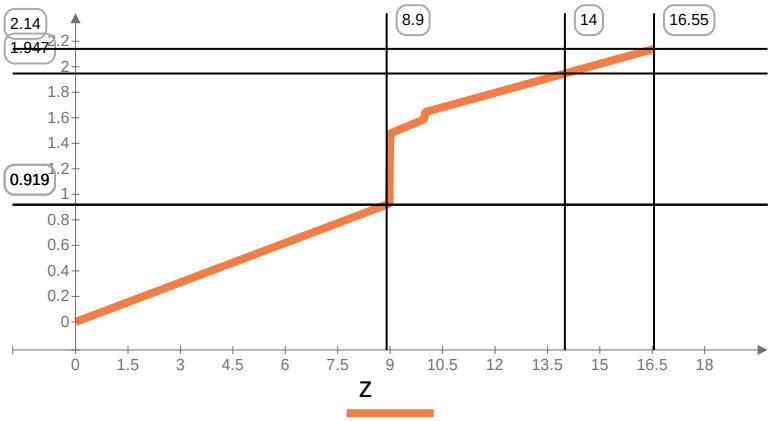
$N_q(P_{eff}) = 6.399$ $\quad N_q(P_{eff} - pas_{sup}) = 9.603$ $\quad N_q(P_{eff} + act_{inf}) = 6.399$

$N_c(P_{eff}) = 14.835$ $\quad N_c(P_{eff} - pas_{sup}) = 19.324$ $\quad N_c(P_{eff} + act_{inf}) = 14.835$

Profundidad de la zona pasiva superior: $P_{eff} - pas_{sup} = 8.9\ m$ $N_q(P_{eff} - pas_{sup}) = 9.603$
Profundidad efectiva punta del pilote: $P_{eff} = 14\ m$ $N_q(P_{eff}) = 6.399$
Profundidad de la zona activa inferior: $P_{eff} + act_{inf} = 16.55\ m$ $N_q(P_{eff} + act_{inf}) = 6.399$

$Terreno(P_{eff} - pas_{sup})$ = "Relleno" $Terreno(P_{eff})$ = "Sauló margosa"
$Terreno(P_{eff} + act_{inf})$ = "Sauló margosa"

$$r_{punta}(z) := \text{if } tipo_{pilote} = \text{"excavado"} \left\| \min\left(1.5 \cdot f_D \cdot \left(\sigma'_v(z) \cdot N_q(z) + c'(z) \cdot N_c(z)\right), 20\ MPa\right) \right| \text{else} \left\| \min\left(3 \cdot f_D \cdot \left(\sigma'_v(z) \cdot N_q(z) + c'(z) \cdot N_c(z)\right), 20\ MPa\right) \right|$$



$r_{punta}(z \cdot m)\ (MPa)$

Cálculo de resistencia por punta en zona pasiva superior:
$r_{p\_pasiva.superior} := r_{punta}(P_{eff} - pas_{sup}) = 0.919\ MPa$

Cálculo de resistencia por punta en zona pasiva inferior:

$r_{p\_pasiva.inferior} := r_{punta}(P_{eff} + act_{inf}) = 2.14\ MPa$

$r_{punta}(P_{eff}) = 1.947\ MPa$

Cálculo de resistencia por punta promedio lo largo de la zona activa y pasiva:

$$r_{punta\_promedio.resistencias} := \frac{\int_{P_{eff} - pas_{sup}}^{P_{eff} + act_{inf}} r_{punta}(t)\, dt}{act_{inf} + pas_{sup}} = 1.834\ MPa$$

Cálculo de la resistencia por punta como promedio de las características del material a lo largo de la zona pasiva y activa (Criterio ROM)

En esos casos de terreno heterogéneo, se supondrá que la carga de hundimiento por la punta está controlada por un terreno con las características medias de la zona comprendida entre dos diámetros bajo la punta (zona activa inferior) y cinco diámetros sobre la punta (zona pasiva superior), aproximadamente.

$$\phi_{promedio} := \frac{\int_{P_{eff} - pas_{sup}}^{P_{eff} + act_{inf}} \phi'(t)\,dt}{act_{inf} + pas_{sup}} = 20.706\ °$$

$$c'_{promedio} := \frac{\int_{P_{eff} - pas_{sup}}^{P_{eff} + act_{inf}} c'(t)\,dt}{act_{inf} + pas_{sup}} = 53.999\ kPa$$

$$N_{q\_promedio} := \frac{1 + \sin(\phi_{promedio})}{1 - \sin(\phi_{promedio})} \cdot e^{\pi \cdot \tan(\phi_{promedio})} = 6.866$$

$$N_{c\_promedio} := \frac{N_{q\_promedio} - 1}{\tan(\phi_{promedio})} = 15.518$$

$$r_{punta\_promedio.materiales} := \begin{cases} \text{if } tipo_{pilote} = \text{“excavado”} \\ \quad 0.5 \cdot \min\left(3 \cdot f_D \cdot \left(\sigma'_v(P_{eff}) \cdot N_{q\_promedio} + c'_{promedio} \cdot N_{c\_promedio}\right), 20\ MPa\right) \\ \text{else} \\ \quad 1 \cdot \min\left(3 \cdot f_D \cdot \left(\sigma'_v(P_{eff}) \cdot N_{q\_promedio} + c'_{promedio} \cdot N_{c\_promedio}\right), 20\ MPa\right) \end{cases}$$

$$r_{punta\_promedio.materiales} = 1.964\ MPa$$

Resistencia por punta finalmente adoptada

$$r_{punta\_promedio} := \frac{r_{punta\_promedio.materiales} + r_{punta\_promedio.resistencias}}{2} = 1.899\ MPa$$

$r_{punta\_promedio.materiales} = 1.964\ MPa$ $r_{punta\_promedio.resistencias} = 1.834\ MPa$

Análisis de la capacidad portante del pilote hincado en el fondo una profundidad $L_{hinca} = 14\ m$

Resistencia por punta: $Q_{punta\_GCOC} := r_{punta\_promedio.resistencias} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D^2 = 1040.46\ kN$

$$Q_{punta\_ROM} := r_{punta\_promedio.materiales} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D^2 = (1.114 \cdot 10^3)\ kN$$

$$Q_{punta\_PROMEDIO} := r_{punta\_promedio} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D^2 = 1077.343\ kN$$

Resistencia por fuste: $Q_{fuste\_hinca} := \int_{Prof - L_{hinca}}^{Prof} r_{fuste}(z)\,dz \cdot \pi \cdot D = (1.231 \cdot 10^3)\ kN$

$Q_{fuste\_hinca} = 125.528\ tonnef$

Capacidad portante:

$$Q_{hundimiento\_GCOC} := \left(Q_{punta\_GCOC} + Q_{fuste\_hinca}\right) \cdot \eta_{grupo} = \left(1.868 \cdot 10^3\right)\ kN$$

$$Q_{hundimiento\_ROM} := \left(Q_{punta\_ROM} + Q_{fuste\_hinca}\right) \cdot \eta_{grupo} = \left(1.928 \cdot 10^3\right)\ kN$$

$$Q_{hundimiento\_PROMEDIO} := \left(Q_{punta\_PROMEDIO} + Q_{fuste\_hinca}\right) \cdot \eta_{grupo} = \left(1.898 \cdot 10^3\right)\ kN$$

Análisis del factor de seguridad a hundimiento según la GCOC

El procedimiento empleado para el cálculo de la carga de hundimiento es analítico, con lo que $FS_{fund} := 2.6$ para combinación fundamental

$$FS_{hundimiento\_GCOC} := \frac{Q_{hundimiento\_GCOC} - N_{pilote\_efectivo}}{\frac{N_{k\_max.axil}}{\gamma_{serv}}} = 2.747 \quad > \quad FS_{fund} = 2.6 \quad OK$$

$$FS_{hundimiento\_ROM} := \frac{Q_{hundimiento\_ROM} - N_{pilote\_efectivo}}{\frac{N_{k\_max.axil}}{\gamma_{serv}}} = 2.842 \quad > \quad FS_{fund} = 2.6 \quad OK$$

$$FS_{hundimiento\_PROMEDIO} := \frac{Q_{hundimiento\_PROMEDIO} - N_{pilote\_efectivo}}{\frac{N_{k\_max.axil}}{\gamma_{serv}}} = 2.794 \quad > \quad FS_{fund} = 2.6 \quad OK$$

4. ANÁLISIS TOPE ESTRUCTURAL DEL PILOTE

Consideraremos un tope estructural $\sigma_{tope} := 4\ MPa$

La tensióN en el pilote será

$$\sigma_{ed} := \frac{\frac{N_{k\_max.axil}}{\gamma_{serv}} + N_{pilote\_efectivo}}{\pi \cdot \frac{D^2}{4}}$$

$$\sigma_{ed} = 1.321\ MPa$$

$$Ratio_{tope} := \frac{\sigma_{ed}}{\sigma_{tope}} = 33.013\% \quad ok$$

TIPO DE PILOTE		VALORES DE σ (MPa)	
Hincado	Hormigón pretensado	0,30 (f_{ck} – 0,90 f_p)	
	Hormigón armado	0,30 f_{ck}	
	Metálico	0,33 f_{yk}	
	Madera	5	
		TIPO DE APOYO	
		SUELO FIRME	ROCA
Perforado de hormigón «in situ»	Entubado	5	6
	Con lodos	4	5
	En seco	4	5
	Barrenado	4	No aplicable

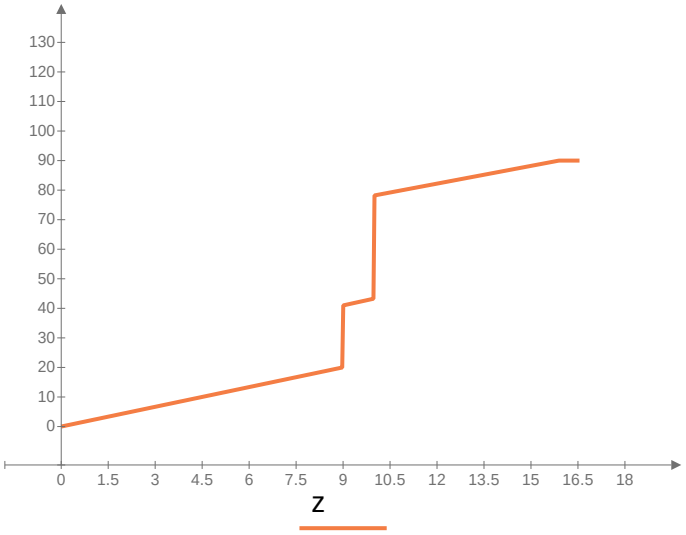
5. ANÁLISIS ASENTAMIENTO

$$s := \left(\frac{D}{40 \cdot Q_{hundimiento\_GCOC}} + \frac{Prof}{\pi \cdot \frac{D^2}{4} \cdot E_{cm}} \right) \cdot \left(\frac{N_{k\_max.axil}}{\gamma_{serv}} + N_{pilote\_efectivo} \right) = 9.172 \ \mathbf{mm}$$

6. PARÁMETROS GEOTÉCNICOS PROMEDIOS ESTIMADOS

$r_{punta\_promedio.resistencias} = 1833.572 \ \mathbf{kPa}$

TERRENO	RESISTENCIA FUSTE	RESISTENCIA ARRANQUE
$TERRENO_0$ = "Relleno"	$r_{fuste}\left(\frac{h_0 + h_1}{2}\right) = 42.15 \ \mathbf{kPa}$	$r_{fuste}\left(\frac{h_0 + h_1}{2}\right) \cdot 0.7 = 29.505 \ \mathbf{kPa}$
$TERRENO_1$ = "Arcilla marron"	$r_{fuste}\left(\frac{h_1 + h_2}{2}\right) = 88.208 \ \mathbf{kPa}$	$r_{fuste}\left(\frac{h_1 + h_2}{2}\right) \cdot 0.7 = 61.745 \ \mathbf{kPa}$
$TERRENO_2$ = "Sauló margosa"	$r_{fuste}\left(\frac{h_2 + h_3}{2}\right) = 90 \ \mathbf{kPa}$	$r_{fuste}\left(\frac{h_2 + h_3}{2}\right) \cdot 0.7 = 63 \ \mathbf{kPa}$



$r_{fuste}(z \cdot \mathbf{m}) \ (\mathbf{kPa})$

Programa: CivilEstudio

Versión: 34 - 6
Barcelona, 2018

CivilEstudio, software propiedad de CivilCAD Consultores, S.L.
Autores: L.M.Callís, J.M.Roig, I.Callís, P.Reinés
Licencia de uso concedida a: Most Enginyers, S.L.
Número de usuario: 12202

Proyecto:

Nombre del proyecto: *PRECÀLCUL DE LES ESTRUCTURES DEL PROJECTE D'OBRES BÀSIQUES D'URBANITZACIÓ DEL PLA DIRECTOR URBANÍSTIC DEL CENTRE DIRECCIONAL DE CERDANYOLA DEL VALLÈS*
Nombre de la estructura: *6. V-G.1. Pont sobre el torrent de Magrans a l'eix-G*
Nombre del elemento estructural: *Tauler*
Tipo de estructura: *Vigas pretesadas*
Funcionalidad de la estructura: *Estructura de Carretera*
Clase de estructura: *Tablero sin tierras*
Vida útil: *100 años*

Normativas:

Ámbito: *Normas españolas*

Unidades:

Sistema *S.I.*

Despiece:

Sistema Métrico Europeo

Módulo del programa:

Módulo Tablero de vigas
Nombre del archivo de proyecto: *vg1_1.vig*
Ruta de acceso: *p:\parc de l'alba\estructures\6. v-g.1\civilcad tauler*

Informe:

Tipo de informe: *Informe de la Memoria de cálculo*
Informe generado el día 17-12-2020 a las 18:40:53.

Índice

1 Verificaciones en las vigas y riostras.

1.1 Verificaciones en las vigas.
1.2 Verificaciones en las riostras.

2 Verificaciones en la losa.

3 DEFINICIÓN DEL PROYECTO

3.1 Normativas
3.2 Geometría
3.2.1 Definición de los contornos laterales
3.2.2 Definición de los ejes de apoyos
3.2.3 Definición de los ejes de vigas
3.2.4 Definición de la losa
3.2.5 Definición de las vigas
3.2.5.1 Contorno de la sección
3.2.5.2 Armadura pasiva perimetral
3.2.5.3 Propiedades geomecánicas de la sección
3.2.5.3.1 Secciones reales
3.2.5.3.2 Secciones eficaces
3.2.6 Geometría de vigas y losa en zona de apoyos
3.2.6.1 Culatas
3.2.6.2 Recrecido del alma en apoyos
3.2.6.3 Losa en apoyos
3.2.7 Coacciones en los apoyos
3.2.8 Situación de transporte / izado
3.3 Materiales
3.3.1 Hormigón Vigas
3.3.2 Hormigón Losa
3.3.3 Hormigón Prelosas
3.3.4 Armadura pasiva Vigas
3.3.5 Armadura pasiva Losa
3.3.6 Acero de la armadura activa del pretesado Vigas
3.4 Recubrimientos geométricos
3.5 Clases de exposición y fisuración
3.6 Calendario de ejecución
3.7 Definición del pretesado
3.8 Definición de la armadura pasiva
3.8.1 Armadura de flexión. Zona central.
3.8.2 Armadura de flexión. Zona de extremos.
3.9 Acciones
3.9.1 Acciones permanentes
3.9.2 Acciones variables
3.10 Coeficientes de seguridad
3.10.1 Coeficientes de mayoración de las acciones, γ_F
3.10.2 Coeficientes de combinación
3.10.3 Flechas relativas admisibles
3.11 Configuración del cálculo

3.12 Tráfico. Cálculo de la losa

4 Modelo de viga simple (sin losa)

5 Modelo del tablero para el cálculo de las vigas

6 Modelo del tablero para el cálculo de la losa

7 ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS EN LAS VIGAS

8 FUERZA DE PRETENSADO

8.1 Fuerzas de pretesado
8.1.1 Fuerza de pretesado a lo largo de cada cable en cada instante
8.1.2 Pérdidas de pretesado totales
8.1.3 Pérdidas de pretesado totales (%)

9 VERIFICACIÓN DEL EL ENCAJE TENSIONAL EN LAS VIGAS

9.1 Tensiones admisibles
9.2 Situación persistente. Combinación cuasi permanente
9.3 Situación persistente. Combinación frecuente
9.4 Situación persistente. Combinación característica
9.5 Resumen de verificaciones

10 VERIFICACIÓN DEL EL FISURACIÓN EN LAS VIGAS

10.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente
10.2 Situación persistente. Combinación frecuente
10.3 Situación persistente. Combinación característica
10.4 Resumen de verificaciones

11 ROTURA POR FLEXIÓN EN LAS VIGAS

11.1 Situación persistente. Combinación fundamental
11.2 Resumen de verificaciones

12 ROTURA POR CORTANTE EN LAS VIGAS

12.1 Situación persistente. Combinación fundamental
12.2 Resumen de armaduras
12.3 Resumen de verificaciones

13 ROTURA POR TORSIÓN EN LAS VIGAS

13.1 Comprobación del Estado Límite Último por torsión
13.1.1 Situación persistente. Combinación fundamental
13.2 Comprobación de la Interacción Cortante - Torsión
13.2.1 Situación persistente. Combinación fundamental
13.3 Resumen de armaduras
13.4 Resumen de verificaciones

14 RASANTE VIGA - LOSA

14.1 Resumen de armaduras
14.2 Resumen de verificaciones

15 RASANTE EN EL ALA INFERIOR DE LAS VIGAS

15.1 Resumen de armaduras
15.2 Resumen de verificaciones

16 RASANTE EN EL ALA SUPERIOR DE LAS VIGAS

16.1 Resumen de armaduras
16.2 Resumen de verificaciones

17 Flechas

17.1 Flechas características
17.2 Situación persistente. Combinación característica
17.3 Verificación de flechas
17.3.1 Resumen de verificaciones

18 Giros

18.1 Giros característicos
18.2 Situación persistente. Combinación característica

20 CÁLCULO DE LA CUANTÍA DE ACERO EN LAS VIGAS

20.1 Cálculo de la armadura de difusión del pretensado
20.2 Resumen de cuantías de armadura transversal

21 CÁLCULO DE LA SITUACIÓN DE TRANSPORTE DE LAS VIGAS

22 ROTURA POR FLEXIÓN EN LA LOSA

22.1 Esfuerzos de flexión mayorados
22.1.1 Situación persistente. Combinación fundamental
22.2 Armadura de flexión
22.3 Resumen de verificaciones

23 ROTURA POR CORTANTE EN LA LOSA

23.1 Esfuerzos cortantes mayorados
23.1.1 Situación persistente. Combinación fundamental
23.2 Comprobación de las bielas de compresión
23.3 Armadura de cálculo de cortante
23.4 Armadura mínima de cortante
23.5 Resumen de verificaciones

24 VERIFICACIÓN DEL EL FISURACIÓN EN LA LOSA

24.1 Cálculo a fisuración

24.1.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente
24.2 Resumen de verificaciones

26 PRUEBA DE CARGA

27 Reacciones por apoyo. Valores característicos

28 Reacciones por apoyo. Valores de combinación

29 Reacciones por eje. Valores característicos

30 Reacciones por eje. Valores de combinación

1 Verificaciones en las vigas y riostras.

Nombre del proyecto: *PRECÀLCUL DE LES ESTRUCTURES DEL PROJECTE D'OBRES BÀSIQUES D'URBANITZACIÓ DEL PLA DIRECTOR URBANÍSTIC DEL CENTRE DIRECCIONAL DE CERDANYOLA DEL VALLÈS*
Nombre de la estructura: *6. V-G.1. Pont sobre el torrent de Magrans a l'eix-G*
Nombre del elemento estructural: *Tauler*
Tipo de estructura: *Vigas pretesadas*
Funcionalidad de la estructura: *Estructura de Carretera*
Clase de estructura: *Tablero sin tierras*
Vida útil: *100 años*

1.1 Verificaciones en las vigas.

Viga 1		
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Encaje tensional.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por flexión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por cortante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por torsión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por rasante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural de servicio de deformaciones		
Situación persistente	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Control de fisuración.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por fatiga		
Combinación de fatiga	Combinación fundamental	Cumple
Obtención del despiece de la armadura		
Generación del armado	.	Cumple

Viga 2		
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Encaje tensional.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por flexión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por cortante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por torsión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por rasante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural de servicio de deformaciones		
Situación persistente	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Control de fisuración.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por fatiga		
Combinación de fatiga	Combinación fundamental	Cumple
Obtención del despiece de la armadura		
Generación del armado	.	Cumple

Viga 3		
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Encaje tensional.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por flexión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por cortante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple

Estado límite estructural último de rotura por torsión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por rasante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural de servicio de deformaciones		
Situación persistente	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Control de fisuración.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por fatiga		
Combinación de fatiga	Combinación fundamental	Cumple
Obtención del despiece de la armadura		
Generación del armado	.	Cumple

Viga 4		
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Encaje tensional.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por flexión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por cortante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por torsión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por rasante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural de servicio de deformaciones		
Situación persistente	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Control de fisuración.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple

Estado límite estructural último de rotura por fatiga		
Combinación de fatiga	Combinación fundamental	Cumple
Obtención del despiece de la armadura		
Generación del armado	.	Cumple

Viga 5		
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Encaje tensional.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por flexión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por cortante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por torsión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por rasante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural de servicio de deformaciones		
Situación persistente	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Control de fisuración.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por fatiga		
Combinación de fatiga	Combinación fundamental	Cumple
Obtención del despiece de la armadura		
Generación del armado	.	Cumple

1.2 Verificaciones en las riostras.

2 Verificaciones en la losa.

D'URBANITZACIÓ DEL PLA DIRECTOR URBANÍSTIC DEL CENTRE DIRECCIONAL DE CERDANYOLA DEL VALLÈS

Nombre de la estructura: *6. V-G.1. Pont sobre el torrent de Magrans a l'eix-G*
Nombre del elemento estructural: *Tauler*
Tipo de estructura: *Vigas pretesadas*
Funcionalidad de la estructura: *Estructura de Carretera*
Clase de estructura: *Tablero sin tierras*
Vida útil: *100 años*

Losa		
Estado límite estructural último de rotura por flexión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural de servicio de fisuración		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por cortante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Obtención del despiece de la armadura		
Generación del armado	.	Cumple

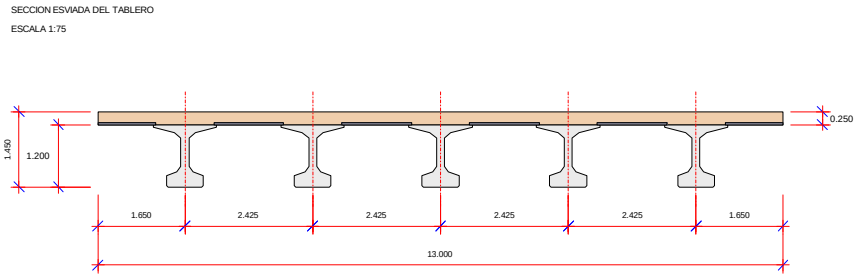
3 DEFINICIÓN DEL PROYECTO

3.1 Normativas

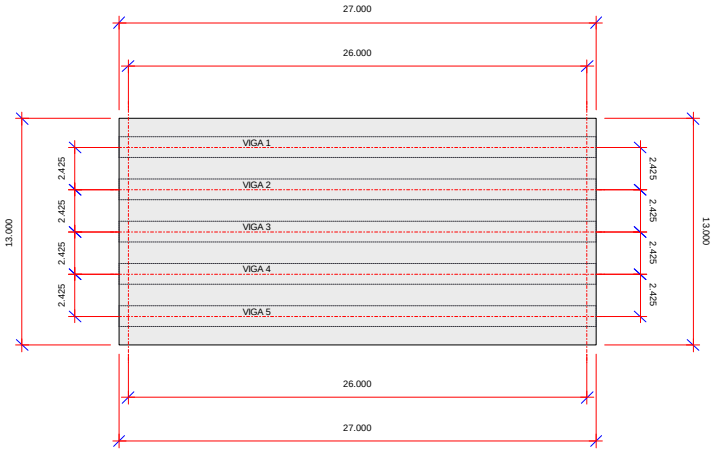
IAP. Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera. V. 2011
EHE. Instrucción Española del Hormigón Estructural. V. 2008

3.2 Geometría

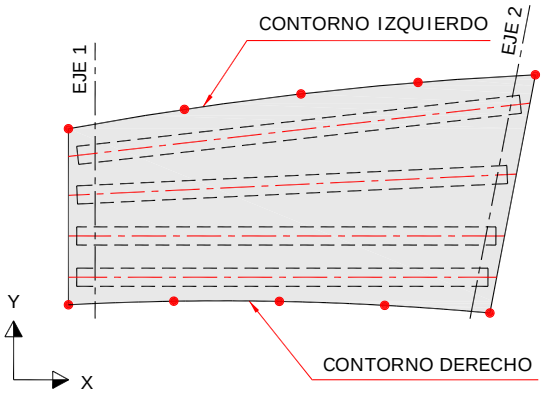
Sección transversal del tablero



Planta del tablero



3.2.1 Definición de los contornos laterales



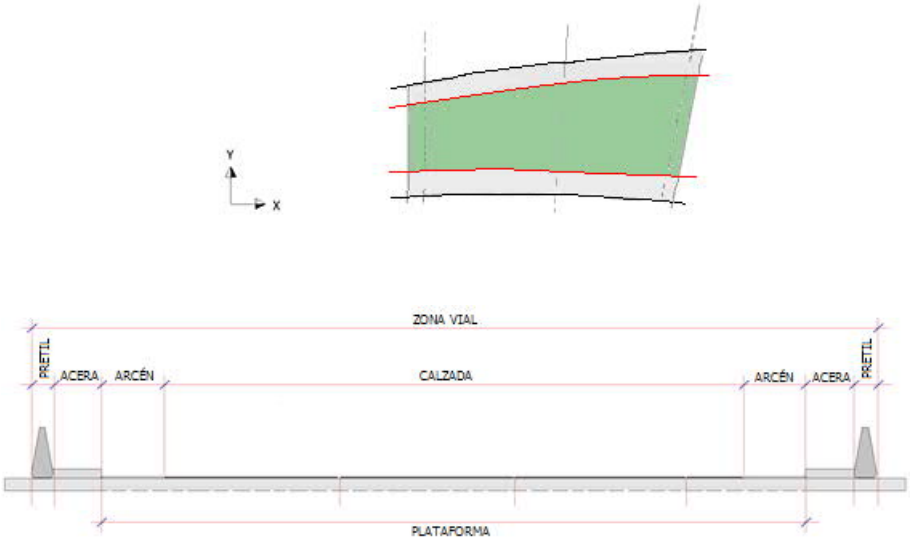
Contorno izquierdo:

Punto	X (m)	Y (m)
1	-10.000	13.000
2	36.000	13.000

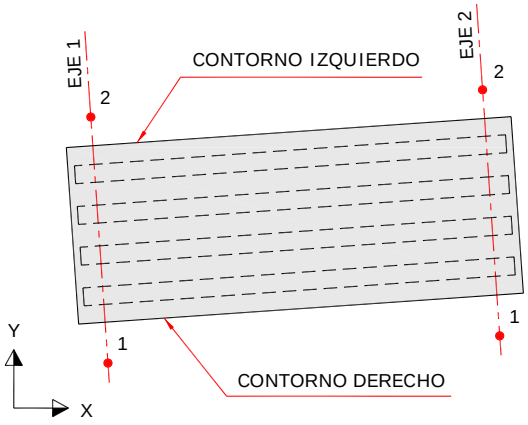
Contorno derecho:

Punto	X (m)	Y (m)
1	-10.000	0.000
2	36.000	0.000

Zona vial coincidente con los contornos.



3.2.2 Definición de los ejes de apoyos

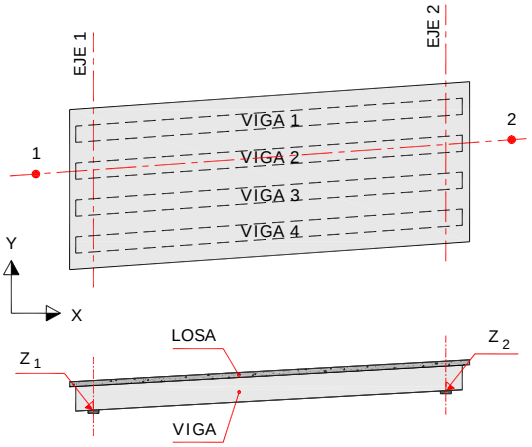


Coordenadas en planta de los ejes de apoyos :

	Punto 1		Punto 2	
Eje	X_1	Y_1	X_2	Y_2

	(m)	(m)	(m)	(m)
1	0.000	0.000	-0.000	13.000
2	26.000	0.000	26.000	13.000

3.2.3 Definición de los ejes de vigas



Coordenadas en planta de las vigas:

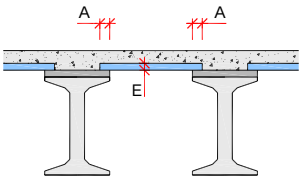
	Punto 1			Punto 2			Longitudes	
Viga	X_1 (m)	Y_1 (m)	Z_1 (m)	X_2 (m)	Y_2 (m)	Z_2 (m)	$L_{cálculo}$ (m)	L_{total} (m)
1	-10.000	11.350	-1.550	36.000	11.350	-1.550	26.000	27.000
2	-10.000	8.925	-1.550	36.000	8.925	-1.550	26.000	27.000
3	-10.000	6.500	-1.550	36.000	6.500	-1.550	26.000	27.000
4	-10.000	4.075	-1.550	36.000	4.075	-1.550	26.000	27.000
5	-10.000	1.650	-1.550	36.000	1.650	-1.550	26.000	27.000

3.2.4 Definición de la losa

Definición de la losa

Losa de espesor constante
Espesor : 0.250 m

Definición de las prelosas



Se dispone prelosa

Anchura de apoyo : 0.050 m

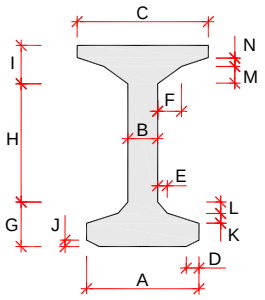
Espesor de la prelosa : 0.040 m

3.2.5 Definición de las vigas

Viga	Tipo	Catálogo	Nombre
1	Doble T	Precon	DT-PRE-120-120-B
2	Doble T	Precon	DT-PRE-120-120-B
3	Doble T	Precon	DT-PRE-120-120-B
4	Doble T	Precon	DT-PRE-120-120-B
5	Doble T	Precon	DT-PRE-120-120-B

3.2.5.1 Contorno de la sección

Sección DT-PRE-120-120-B :



Parámetro	Valor (mm)
A	700
B	150
C	1200
D	30
E	75
F	125
G	400
H	550
I	250
J	30
K	70
L	110
M	100
N	100

3.2.5.2 Armadura pasiva perimetral

Sección DT-PRE-120-120-B :

Valores calculados por el programa.

3.2.5.3 Propiedades geomecánicas de la sección

Instante	Descripción
I1	Tras la transferencia del pretesado
I2	Tras el hormigonado de la losa
I3	Tras la disposición de la superestructura
I4	Tras la apertura al tráfico
I5	A tiempo infinito

En los informes se utilizan las siguientes definiciones y notaciones:
Sección bruta : Sección de hormigón homogeneizada sin considerar la armadura pasiva ni la activa.
Sección neta : Se corresponde con la sección bruta pero añadiendo los huecos de las vainas de postesado.
Sección homogeneizada : Se añade a la sección neta la armadura activa que ya está inyectada en instantes anteriores, que se homogeneiza respecto del hormigón.
A : Área de la sección.

I_x : Momento de inercia respecto del eje horizontal que pasa por el centro de gravedad.
V_i : Distancia del centro de gravedad a la fibra inferior de la sección.

3.2.5.3.1 Secciones reales

Las secciones siguientes NO incluyen la reducción del ancho de losa asociada al coeficiente de ancho eficaz.
Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 1

		Sección real bruta			Sección real neta			Sección real homogeneizada		
Instante	Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
I1	1.200	0.463	0.091	-0.598	0.458	0.090	-0.603	0.486	0.097	-0.574
I2	1.200	0.463	0.091	-0.598	0.458	0.090	-0.603	0.486	0.097	-0.574
I3	1.450	1.023	0.232	-1.002	1.018	0.228	-1.007	1.046	0.250	-0.983
I4	1.450	1.023	0.232	-1.002	1.018	0.228	-1.007	1.046	0.250	-0.983
I5	1.450	1.023	0.232	-1.002	1.018	0.228	-1.007	1.046	0.250	-0.983

Viga 2

		Sección real bruta			Sección real neta			Sección real homogeneizada		
Instante	Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
I1	1.200	0.463	0.091	-0.598	0.458	0.090	-0.603	0.486	0.097	-0.574
I2	1.200	0.463	0.091	-0.598	0.458	0.090	-0.603	0.486	0.097	-0.574
I3	1.450	0.943	0.221	-0.973	0.939	0.218	-0.978	0.966	0.239	-0.953
I4	1.450	0.943	0.221	-0.973	0.939	0.218	-0.978	0.966	0.239	-0.953
I5	1.450	0.943	0.221	-0.973	0.939	0.218	-0.978	0.966	0.239	-0.953

Viga 3

		Sección real bruta			Sección real neta			Sección real homogeneizada		
Instante	Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
I1	1.200	0.463	0.091	-0.598	0.458	0.090	-0.603	0.486	0.097	-0.574
I2	1.200	0.463	0.091	-0.598	0.458	0.090	-0.603	0.486	0.097	-0.574
I3	1.450	0.943	0.221	-0.973	0.939	0.218	-0.978	0.966	0.239	-0.953
I4	1.450	0.943	0.221	-0.973	0.939	0.218	-0.978	0.966	0.239	-0.953
I5	1.450	0.943	0.221	-0.973	0.939	0.218	-0.978	0.966	0.239	-0.953

Viga 4

		Sección real bruta			Sección real neta			Sección real homogeneizada		
Instante	Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
I1	1.200	0.463	0.091	-0.598	0.458	0.090	-0.603	0.486	0.097	-0.574
I2	1.200	0.463	0.091	-0.598	0.458	0.090	-0.603	0.486	0.097	-0.574
I3	1.450	0.943	0.221	-0.973	0.939	0.218	-0.978	0.966	0.239	-0.953
I4	1.450	0.943	0.221	-0.973	0.939	0.218	-0.978	0.966	0.239	-0.953
I5	1.450	0.943	0.221	-0.973	0.939	0.218	-0.978	0.966	0.239	-0.953

Viga 5

		Sección real bruta			Sección real neta			Sección real homogeneizada		
Instante	Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
I1	1.200	0.463	0.091	-0.598	0.458	0.090	-0.603	0.486	0.097	-0.574
I2	1.200	0.463	0.091	-0.598	0.458	0.090	-0.603	0.486	0.097	-0.574
I3	1.450	1.023	0.232	-1.002	1.018	0.228	-1.007	1.046	0.250	-0.983
I4	1.450	1.023	0.232	-1.002	1.018	0.228	-1.007	1.046	0.250	-0.983
I5	1.450	1.023	0.232	-1.002	1.018	0.228	-1.007	1.046	0.250	-0.983

3.2.5.3.2 Secciones eficaces

Las secciones siguientes SI incluyen la reducción del ancho de losa asociada al coeficiente de ancho eficaz.
Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 1

	Sección eficaz bruta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz neta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz homogeneizada viga+losa para estado límite de servicio		
Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
1.450	1.016	0.231	-1.000	1.011	0.227	-1.004	1.038	0.249	-0.980

Viga 2

	Sección eficaz bruta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz neta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz homogeneizada viga+losa para estado límite de servicio		
Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
1.450	0.943	0.221	-0.973	0.939	0.218	-0.978	0.966	0.239	-0.953

Viga 3

	Sección eficaz bruta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz neta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz homogeneizada viga+losa para estado límite de servicio		
Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
1.450	0.943	0.221	-0.973	0.939	0.218	-0.978	0.966	0.239	-0.953

Viga 4

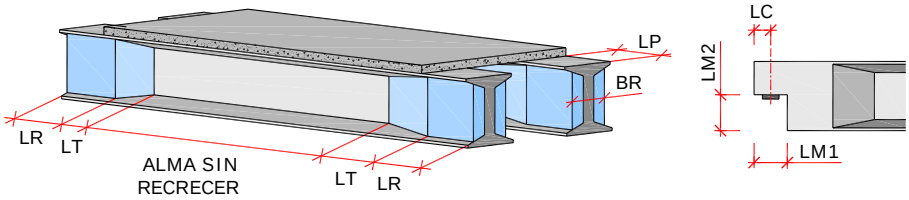
	Sección eficaz bruta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz neta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz homogeneizada viga+losa para estado límite de servicio		
Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
1.450	0.943	0.221	-0.973	0.939	0.218	-0.978	0.966	0.239	-0.953

Viga 5

	Sección eficaz bruta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz neta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz homogeneizada viga+losa para estado límite de servicio		
Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i

(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
1.450	1.016	0.231	-1.000	1.011	0.227	-1.004	1.038	0.249	-0.980

3.2.6 Geometría de vigas y losa en zona de apoyos



3.2.6.1 Culatas

Eje	Viga	Longitud (LC) (m)
1	1	0.500
1	2	0.500
1	3	0.500
1	4	0.500
1	5	0.500
2	1	0.500
2	2	0.500
2	3	0.500
2	4	0.500
2	5	0.500

3.2.6.2 Recrecido del alma en apoyos

Eje	Viga	Longitud (LR) (m)	Longitud de transición (LT) (m)	Anchura del alma (BR) (m)
1	1	1.200	0.500	0.500
1	2	1.200	0.500	0.500
1	3	1.200	0.500	0.500
1	4	1.200	0.500	0.500
1	5	1.200	0.500	0.500
2	1	1.200	0.500	0.500
2	2	1.200	0.500	0.500
2	3	1.200	0.500	0.500
2	4	1.200	0.500	0.500
2	5	1.200	0.500	0.500

3.2.6.3 Losa en apoyos

Tipo de junta en el eje 1: junta de dilatación

Distancia de los ejes de apoyos al borde de la losa en el eje 1 : 0.500 m

Tipo de junta en el eje 2: junta de dilatación

Distancia de los ejes de apoyos al borde de la losa en el eje 2 : 0.500 m

3.2.7 Coacciones en los apoyos

Viga	Apoyo	Vinculación	Constantes de rigidez elástica		
			Movimientos horizontales	Movimiento vertical	Giros

			Ku_1 (kN/m)	Ku_2 (kN/m)	Ku_3 (kN/m)	Kg_1 (kNm/rad)	Kg_2 (kNm/rad)
1	1	Apoyo fijo					
1	2	Apoyo fijo					
2	1	Apoyo fijo					
2	2	Apoyo fijo					
3	1	Apoyo fijo					
3	2	Apoyo fijo					
4	1	Apoyo fijo					
4	2	Apoyo fijo					
5	1	Apoyo fijo					
5	2	Apoyo fijo					

3.2.8 Situación de transporte / izado

Coeficiente de impacto en situación de transporte : 2.000

3.3 Materiales

3.3.1 Hormigón Vigas

Denominación: HP-50

Resistencia característica a compresión, f_{ck} : 50.0 MPa

Módulo elástico secante, E_{cm} : 32902.4 MPa

Diagrama parábola-rectángulo:

Deformación de rotura a compresión simple, ε_{c0} : 0.00200

Deformación de rotura en flexión, ε_{cu} : 0.00350

Deformación máxima en armadura traccionada, ε_s : -0.01000

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_c : 1.00

ELU, situación persistente, γ_c : 1.50

ELU, situación accidental, γ_c : 1.30

Tipo de cemento para Vigas : CEM I (según RC-08).

3.3.2 Hormigón Losa

Denominación: HA-30

Resistencia característica a compresión, f_{ck} : 30.0 MPa

Módulo elástico secante, E_{cm} : 28576.8 MPa

Diagrama parábola-rectángulo:

Deformación de rotura a compresión simple, ε_{c0} : 0.00200

Deformación de rotura en flexión, ε_{cu} : 0.00350

Deformación máxima en armadura traccionada, ε_s : -0.01000

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_c : 1.00

ELU, situación persistente, γ_c : 1.50

ELU, situación accidental, γ_c : 1.30

Tipo de cemento para Losa : CEM II/A-S (según RC-08).

3.3.3 Hormigón Prelosas

Denominación: HA-40

Resistencia característica a compresión, f_{ck} : 40.0 MPa

Módulo elástico secante, E_{cm} : 30891.0 MPa

Diagrama parábola-rectángulo:

Deformación de rotura a compresión simple, ε_{c0} : 0.00200

Deformación de rotura en flexión, ε_{cu} : 0.00350

Deformación máxima en armadura traccionada, ε_s : -0.01000

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_c : 1.00

ELU, situación persistente, γ_c : 1.50

ELU, situación accidental, γ_c : 1.30

Tipo de cemento para Prelosas : CEM II/A-S (según RC-08).

3.3.4 Armadura pasiva Vigas

Denominación: AP500 S

Módulo de deformación longitudinal del acero, E_s : 200000 MPa

Deformación última en compresión, $\varepsilon_{max,1}$: 0.01000

Deformación última en tracción, $\varepsilon_{max,2}$: -0.01000

Densidad del acero, γ : 77.0 kN/m^3

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_s : 1.00

ELU, situación persistente, γ_s : 1.15

ELU, situación accidental, γ_s : 1.00

3.3.5 Armadura pasiva Losa

Denominación: AP500 S

Módulo de deformación longitudinal del acero, E_s : 200000 MPa

Deformación última en compresión, $\varepsilon_{max,1}$: 0.01000

Deformación última en tracción, $\varepsilon_{max,2}$: -0.01000

Densidad del acero, γ : 77.0 kN/m^3

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_s : 1.00

ELU, situación persistente, γ_s : 1.15

ELU, situación accidental, γ_s : 1.00

3.3.6 Acero de la armadura activa del pretesado Vigas

Denominación: Y 1860 C

Límite elástico característico, f_{pk} : 1670 MPa

Módulo de deformación longitudinal, E_p : 190000 MPa

Deformación última en compresión, $\varepsilon_{max,1}$: 0.02000

Deformación última en tracción, $\varepsilon_{max,2}$: -0.02000

Densidad del acero, γ : 77.0 kN/m^3

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_s : 1.00

ELU, situación persistente, γ_s : 1.15

ELU, situación accidental, γ_s : 1.00

Parámetros de relajación :

Parámetro de relajación, a : 0.660000

Parámetro de relajación, b : 9.090000

Relajación a 1000 horas después del tesado, ρ_{1000} : 2.00000 %

$$\rho = a\ \rho_{1000}\ e^{b\mu}\ \left(\frac{t}{1000}\right)^{0.75(1-\mu)}\ 10^{-3}$$

ρ : relajación del acero a longitud constante (%)
μ : proporción de la tensión de trabajo respecto a la tensión unitaria máxima
t : tiempo después del tesado (horas)

3.4 Recubrimientos geométricos

Vigas	:	35	mm
Losa	:	45	mm
Prelosas	:	40	mm

3.5 Clases de exposición y fisuración

Vigas:
Ambiente: IIb
Anchura de fisura admisible : 0.20 mm

Losa:
Ambiente: IIb
Anchura de fisura admisible : 0.30 mm

3.6 Calendario de ejecución

Operación	Día
Día en que se hormigonan las vigas	0
Día en que se transfiere el pretesado en el parque de vigas	28
Día en que se hormigona la losa	30
Día en que se aplica la carga permanente sobre la losa	60

3.7 Definición del pretesado

Viga 1

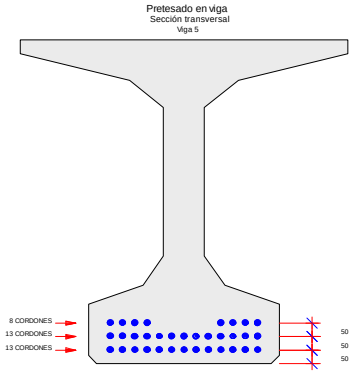
- Definición de los cordones :

Fila	Cota Y (mm)	Área del cordón (mm^2)	Diámetro nominal (mm)	Nº de cordones	Longitud entubamiento (m)	Longitud del quiebro (m)	Altura del quiebro (m)
1	50	140.0	15	13	0.000	0.000	0.000
2	100	140.0	15	13	2.000	0.000	0.000
3	150	140.0	15	8	6.000	0.000	0.000

- Fuerza de tesado :

Introducción rápida del pretesado
Pérdidas antes de la transferencia 6 mm/100m

Tensión inicial de tesado : 1395.00 MPa
Tensión final de tesado después de las pérdidas de transferencia : 1383.60 MPa



Viga 2

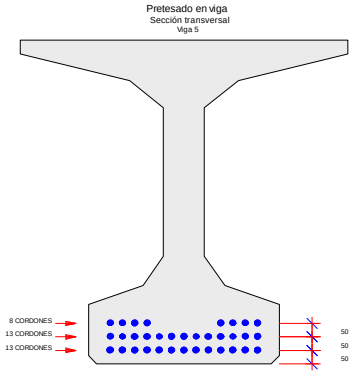
- Definición de los cordones :

Fila	Cota Y	Área del cordón	Diámetro nominal	Nº de cordones	Longitud entubamiento	Longitud del quiebro	Altura del quiebro
	(mm)	(mm^2)	(mm)		(m)	(m)	(m)
1	50	140.0	15	13	0.000	0.000	0.000
2	100	140.0	15	13	2.000	0.000	0.000
3	150	140.0	15	8	6.000	0.000	0.000

- Fuerza de tesado :

Introducción rápida del pretesado
Pérdidas antes de la transferencia 6 mm/100m

Tensión inicial de tesado	:	1395.00	MPa
Tensión final de tesado después de las pérdidas de transferencia	:	1383.60	MPa



Viga 3

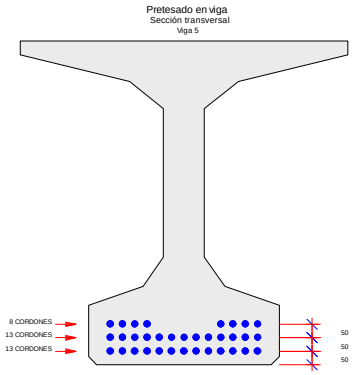
- Definición de los cordones :

Fila	Cota Y	Área del cordón	Diámetro nominal	Nº de cordones	Longitud entubamiento	Longitud del quiebro	Altura del quiebro
	(mm)	(mm^2)	(mm)		(m)	(m)	(m)
1	50	140.0	15	13	0.000	0.000	0.000
2	100	140.0	15	13	2.000	0.000	0.000
3	150	140.0	15	8	6.000	0.000	0.000

- Fuerza de tesado :

Introducción rápida del pretesado
Pérdidas antes de la transferencia 6 mm/100m

Tensión inicial de tesado	:	1395.00	MPa
Tensión final de tesado después de las pérdidas de transferencia	:	1383.60	MPa



Viga 4

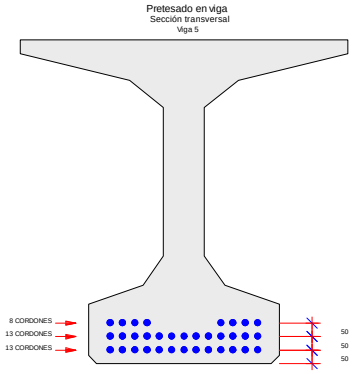
- Definición de los cordones :

Fila	Cota Y (mm)	Área del cordón (mm^2)	Diámetro nominal (mm)	Nº de cordones	Longitud entubamiento (m)	Longitud del quiebro (m)	Altura del quiebro (m)
1	50	140.0	15	13	0.000	0.000	0.000
2	100	140.0	15	13	2.000	0.000	0.000
3	150	140.0	15	8	6.000	0.000	0.000

- Fuerza de tesado :

Introducción rápida del pretesado
Pérdidas antes de la transferencia 6 mm/100m

Tensión inicial de tesado	:	1395.00	MPa
Tensión final de tesado después de las pérdidas de transferencia	:	1383.60	MPa



Viga 5

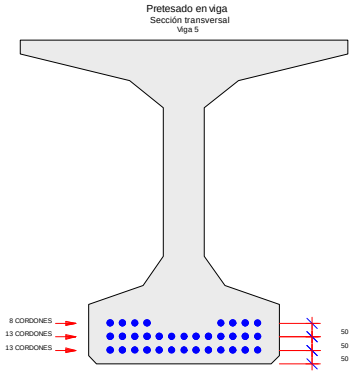
- Definición de los cordones :

Fila	Cota Y	Área del cordón	Diámetro nominal	Nº de cordones	Longitud entubamiento	Longitud del quiebro	Altura del quiebro
	(mm)	(mm^2)	(mm)		(m)	(m)	(m)
1	50	140.0	15	13	0.000	0.000	0.000
2	100	140.0	15	13	2.000	0.000	0.000
3	150	140.0	15	8	6.000	0.000	0.000

- Fuerza de tesado :

Introducción rápida del pretesado
Pérdidas antes de la transferencia 6 mm/100m

Tensión inicial de tesado	:	1395.00	MPa
Tensión final de tesado después de las pérdidas de transferencia	:	1383.60	MPa



3.8 Definición de la armadura pasiva

3.8.1 Armadura de flexión. Zona central.

Viga 1

Valores calculados por el programa.

Viga 2

Valores calculados por el programa.

Viga 3

Valores calculados por el programa.

Viga 4

Valores calculados por el programa.

Viga 5

Valores calculados por el programa.

3.8.2 Armadura de flexión. Zona de extremos.

Viga 1

Valores calculados por el programa.

Viga 2

Valores calculados por el programa.

Viga 3

Valores calculados por el programa.

Viga 4

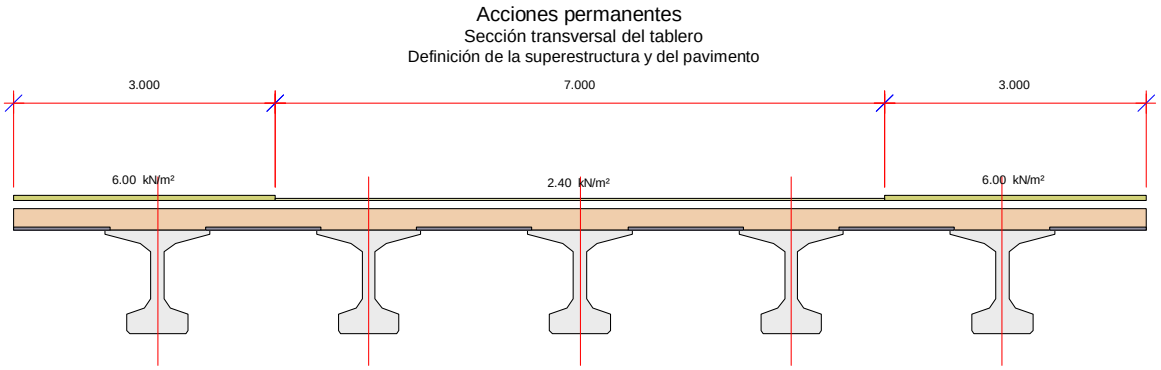
Valores calculados por el programa.

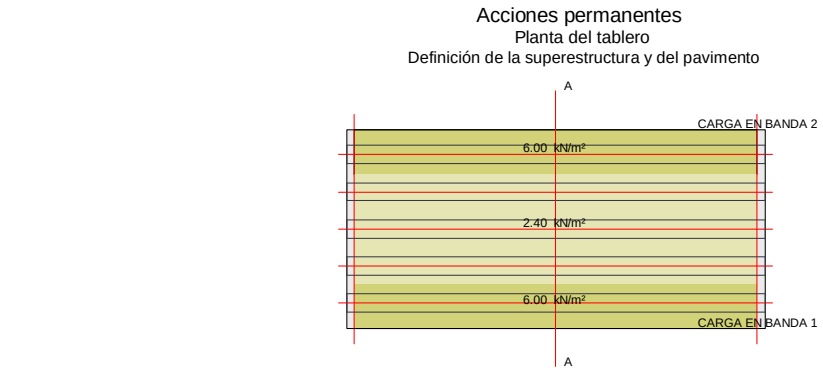
Viga 5

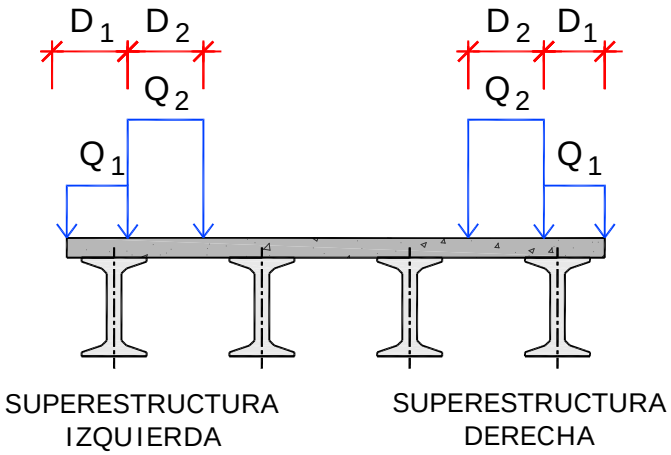
Valores calculados por el programa.

3.9 Acciones

3.9.1 Acciones permanentes







Superestructura en borde izquierdo:

Tramo	Ancho D (m)	Carga superficial Q (kN/m^2)	Incremento (%)
1	3.000	6.00	0.0

Superestructura en borde derecho:

Tramo	Ancho D	Carga superficial Q	Incremento

	(m)	(kN/m2)	(%)
1	3.000	6.00	0.0

Cargas en banda:

Carga en banda número: 1

Carga tipo DC (Elementos no estructurales)

Carga lineal

Punto	x (m)	y (m)	Carga lineal (kN/m)
1	0.000	0.000	1.00
2	26.000	0.000	1.00

Carga en banda número: 2

Carga tipo DC (Elementos no estructurales)

Carga lineal

Punto	x (m)	y (m)	Carga lineal (kN/m)
1	0.000	13.000	1.00
2	26.000	13.000	1.00

Pavimento:

Peso del pavimento : 2.40 kN/m2
Incremento de carga del pavimento : 50.0 %

Acciones reológicas:

Humedad relativa : 70.0 %

Coeficientes de retracción y fluencia:

Viga 1

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.395
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.336

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.395
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.336

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.362
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.319

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada con la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.371
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.306

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.371
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.306

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.339
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.289

PL Peso propio de la losa y recrecido de la losa
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.339
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.289

Acciones que actúan sobre la sección de la viga + losa

SE2 Cargas permanentes sobre la viga + losa
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.129

Coeficiente de retracción en el instante de tesado : 11.978

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima :

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada con la losa encima :

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima : 35.286

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada con la losa encima : 33.452

Valores multiplicados por 100000
Viga 2

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.395
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.336

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.395
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.336

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.362
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.319

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada con la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.371
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.306

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.371
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.306

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.339
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.289

PL Peso propio de la losa y recrecido de la losa
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.339
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.289

Acciones que actúan sobre la sección de la viga + losa

SE2 Cargas permanentes sobre la viga + losa
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.129

Coeficiente de retracción en el instante de tesado : 11.978

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima :

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada con la losa encima :

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima : 35.286

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada con la losa encima : 33.452

Valores multiplicados por 100000
Viga 3

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.395
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.336

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.395
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.336

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.362
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.319

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada con la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.371
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.306

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.371
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.306

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.339
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.289

PL Peso propio de la losa y recrecido de la losa
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.339
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.289

Acciones que actúan sobre la sección de la viga + losa

SE2 Cargas permanentes sobre la viga + losa
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.129

Coeficiente de retracción en el instante de tesado : 11.978

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima :

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada con la losa encima :

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima : 35.286

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada con la losa encima : 33.452

Valores multiplicados por 100000
Viga 4

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.395
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.336

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.395
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.336

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.362
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.319

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada con la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.371
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.306

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.371
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.306

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.339
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.289

PL Peso propio de la losa y recrecido de la losa
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.339
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.289

Acciones que actúan sobre la sección de la viga + losa

SE2 Cargas permanentes sobre la viga + losa
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.129

Coeficiente de retracción en el instante de tesado : 11.978

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima :

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada con la losa encima :

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima : 35.286

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada con la losa encima : 33.452

Valores multiplicados por 100000
Viga 5

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.395
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.336

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.395
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.336

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.362
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.319

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada con la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.371
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.306

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.371
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.306

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.339
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.289

PL Peso propio de la losa y recrecido de la losa
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.339
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.289

Acciones que actúan sobre la sección de la viga + losa

SE2 Cargas permanentes sobre la viga + losa
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.129

Coeficiente de retracción en el instante de tesado : 11.978

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima :

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada con la losa encima :

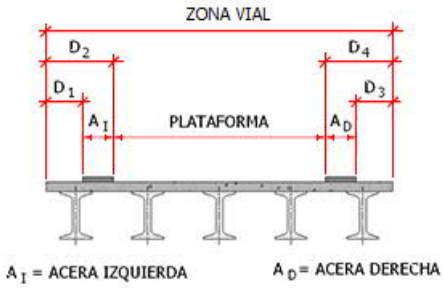
Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima : 35.286

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada con la losa encima : 33.452

Valores multiplicados por 100000

3.9.2 Acciones variables

- Definición de la zona vial :



Distancia D_1	:	0.000 m
Distancia D_2	:	3.000 m
Distancia D_3	:	0.000 m
Distancia D_4	:	3.000 m

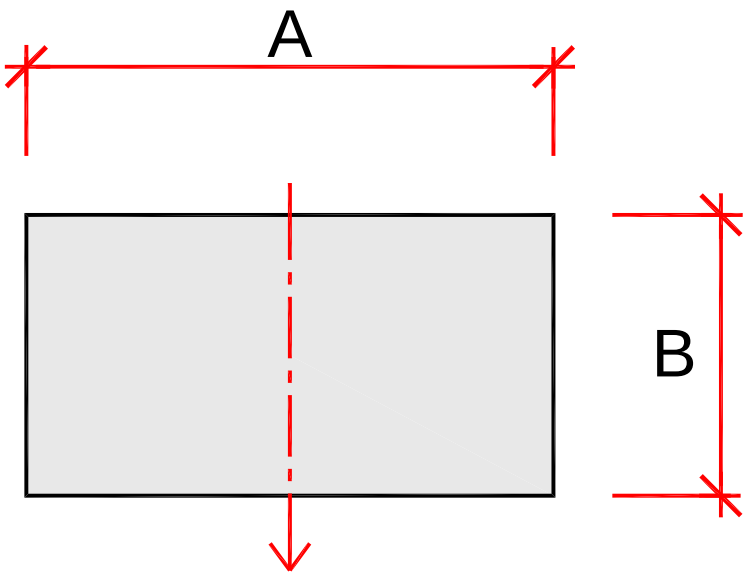
Tráfico sobre plataforma:

- Ancho de los carriles :

Punto	Ancho de plataforma (m)	Ancho de carril (m)
1	0.000	0.000
2	3.000	3.000
3	5.399	3.000
4	5.400	2.700
5	6.000	3.000
6	1000.000	3.000

- Definición de las ruedas del vehículo pesado :

HUELLA DE LAS RUEDAS



Rueda	X (m)	Y (m)
1	0.000	-1.000
2	0.000	1.000
3	1.200	-1.000
4	1.200	1.000

- Huellas de las ruedas del vehículo pesado :

Anchura, A : 0.400 m
Longitud, B : 0.400 m

- Valores característicos de las cargas :

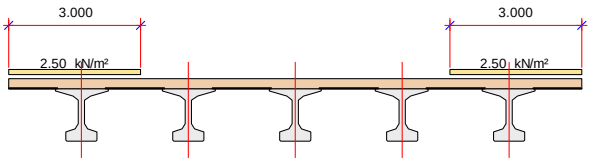
Situación	Carga por rueda (kN)	Sobrecarga repartida (kN/m^2)
Carril número 1	149.95	8.99
Carril número 2	99.97	2.50
Carril número 3	49.98	2.50
Resto de carriles	0.00	2.50
Área remanente	0.00	2.50

Tráfico sobre aceras:

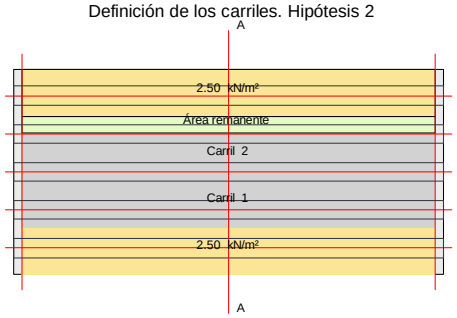
- Sobrecargas repartidas (valor reducido) :

Acera izquierda : 2.50 kN/m^2
Acera derecha : 2.50 kN/m^2

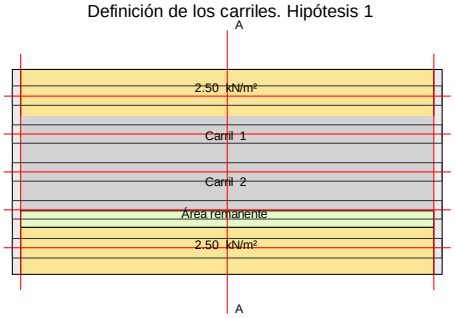
Acciones variables
Sección transversal del tablero
Definición de la plataforma y de las aceras



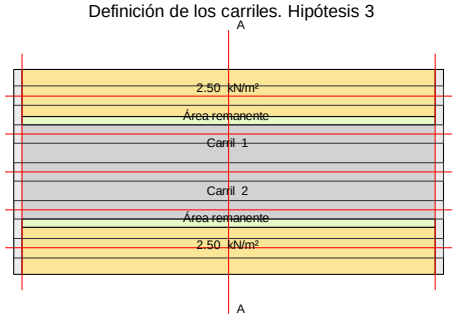
Acciones variables
Planta del tablero
Definición de los carriles. Hipótesis 2



Acciones variables
Planta del tablero
Definición de los carriles. Hipótesis 1



Acciones variables
Planta del tablero
Definición de los carriles. Hipótesis 3



Gradiente térmico:

Máxima diferencia térmica entre cara superior e inferior	:	10.5 ºC
Máxima diferencia térmica entre cara inferior y superior	:	8.0 ºC

Acción vertical del viento:

Velocidad básica del viento V_b (T):	:	30.1 m/s
Coeficiente de exposición (C_e):	:	1.3
Coeficiente de fuerza vertical ($C_{f,z}$):	:	0.9

3.10 Coeficientes de seguridad

3.10.1 Coeficientes de mayoración de las acciones, γ_F

ESTADOS LÍMITE ESTRUCTURALES						
	Estado límite de servicio		Estado límite último			
			Situación persistente		Situación accidental	
Coeficiente	Favor.	Desfavor.	Favor.	Desfavor.	Favor.	Desfavor.
Pretesado instantáneo	0.95	1.05	1.00	1.00	1.00	1.00
Postesado instantáneo	0.90	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00
Pérdidas de pretesado	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Pérdidas de postesado	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Peso propio de las vigas	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Peso propio de la losa	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Peso propio de las riostras	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Peso propio de las tierras	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Superestructura	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Descenso de apoyos	0.00	1.00	0.00	1.20	0.00	1.00

Reología	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Tráfico en aceras	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Tráfico en plataforma	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Frenado	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Fuerza centrífuga	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Viento vertical	0.00	1.00	0.00	1.50	0.00	1.00
Temperatura	0.00	1.00	0.00	1.50	0.00	1.00
Sismo	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
Impactos de vehículos	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00

3.10.2 Coeficientes de combinación

Acción	ψ_0	ψ_1	ψ_2
gr_1, vehículos pesados	0.75	0.75	0.00
gr_1, sobrecarga uniforme	0.40	0.40	0.00
gr_1, carga en aceras	0.40	0.40	0.00
gr_2, fuerzas horizontales	0.00	0.00	0.00
Viento	0.60	0.20	0.00
Temperatura	0.60	0.60	0.50

ψ_2 para la sobrecarga uniforme en situación sísmica : : 0.20

3.10.3 Flechas relativas admisibles

Valor frecuente de la sobrecarga de uso. f < 1 / 0.001

3.11 Configuración del cálculo

Coeficientes de anchura eficaz :

Valores calculados automáticamente por el programa.

Efectos diferidos internos de compatibilización :

Se considera la compatibilización de deformaciones por retracción entre viga y losa.
Se considera la compatibilización de deformaciones por fluencia entre viga y losa.
Factor F_j con que multiplicar los esfuerzos internos : Se aplica el factor calculado por el programa.

Cálculo a rotura por flexión :

La prelosa no colabora en la sección resistente de la losa en dirección longitudinal.
La prelosa colabora en la sección resistente de la losa en dirección transversal.

Cálculo a rotura por cortante y torsión :

El ángulo de inclinación de las bielas de compresión para el cálculo a cortante y torsión, se define en una serie de puntos equidistantes entre los extremos de las vigas :

Viga 1

Punto	Ángulo Teta (º)
1	45.0

Viga 2

Punto	Ángulo Teta (º)
1	45.0

Viga 3

Punto	Ángulo Teta (º)
1	45.0

Viga 4

Punto	Ángulo Teta (º)
1	45.0

Viga 5

Punto	Ángulo Teta (º)
1	45.0

En el cálculo a torsión se consideran independientemente la viga y la losa.

Cálculo a rasante viga - losa
El cálculo se realiza a partir del momento de rotura.

Posiciones del vehículo para el cálculo de las vigas
Número de posiciones en cada carril : 11

Posiciones del vehículo para el cálculo de la losa
Número de posiciones longitudinales : 5
Desplazamiento transversal del vehículo : 0.500 m

Calculo tensional en las vigas

El cálculo tensional en las vigas utiliza las secciones homogeneizadas.

3.12 Tráfico. Cálculo de la losa

Posiciones del vehículo para el cálculo de la losa

Posiciones de los vehículos para el cálculo de las reacciones en pilas y estribos calculadas por el programa
Número de posiciones longitudinales : 5
Desplazamiento transversal del vehículo : 0.500 m

4 Modelo de viga simple (sin losa)

Para el cálculo de la viga simple (antes de fraguar la losa) se adopta un modelo de viga biapoyada discretizada en 10 barras equiespaciadas.

5 Modelo del tablero para el cálculo de las vigas

Para el cálculo de las vigas, una vez fraguada la losa, se adopta un modelo de emparrillado plano formado por barras longitudinales que modelizan la viga más losa, y por barras transversales que modelizan la losa del tablero.

6 Modelo del tablero para el cálculo de la losa

Para el cálculo de la losa del tablero se genera un modelo de emparrillado plano. Las vigas se modelizan mediante barras longitudinales. La losa se modeliza con barras longitudinales y transversales.

7 ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS EN LAS VIGAS

Se listan los valores mínimos y máximos a lo largo de cada viga.

Acción	Viga	Axil (kN)		Flector (kNm)		Cortante (kN)		Torsor (kNm)	
		Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
PV	1	0.0	0.0	-2.2	978.4	-156.2	156.2	0.0	0.0
PV	2	0.0	0.0	-2.2	978.4	-156.2	156.2	0.0	0.0
PV	3	0.0	0.0	-2.2	978.4	-156.2	156.2	0.0	0.0
PV	4	0.0	0.0	-2.2	978.4	-156.2	156.2	0.0	0.0
PV	5	0.0	0.0	-2.2	978.4	-156.2	156.2	0.0	0.0
PL	1	0.0	0.0	-2.2	1509.5	-232.4	232.4	-20.4	20.4
PL	2	0.0	0.0	-1.9	1278.8	-196.9	196.9	0.0	0.0
PL	3	0.0	0.0	-1.9	1278.8	-196.9	196.9	0.0	0.0
PL	4	0.0	0.0	-1.9	1278.8	-196.9	196.9	-0.0	0.0
PL	5	0.0	0.0	-2.2	1509.5	-232.4	232.4	-20.4	20.4
PI	1	0.0	5898.9	-2838.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PI	2	0.0	5898.9	-2838.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PI	3	0.0	5898.9	-2838.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PI	4	0.0	5898.9	-2838.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PI	5	0.0	5898.9	-2838.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SE	1	0.0	0.0	-5.2	1300.8	-206.0	206.0	-21.7	21.7
SE	2	0.0	0.0	0.0	944.9	-116.4	116.4	-14.5	14.5
SE	3	0.0	0.0	0.0	819.3	-114.1	114.1	-0.0	0.0
SE	4	0.0	0.0	0.0	944.9	-116.4	116.4	-14.5	14.5
SE	5	0.0	0.0	-5.2	1300.8	-206.0	206.0	-21.7	21.7
TRA	1	0.0	0.0	-43.5	422.6	-71.1	71.1	-12.6	12.6
TRA	2	0.0	0.0	-8.6	200.6	-21.2	21.2	-9.4	9.4
TRA	3	0.0	0.0	0.0	118.9	-13.1	13.1	-4.6	4.6
TRA	4	0.0	0.0	-8.6	200.6	-21.2	21.2	-9.4	9.4
TRA	5	0.0	0.0	-43.5	422.6	-71.1	71.1	-12.6	12.6
TRP	1	0.0	0.0	-15.9	1864.0	-217.9	217.9	-45.4	45.4
TRP	2	0.0	0.0	-8.7	2420.2	-438.9	438.9	-40.9	40.9
TRP	3	0.0	0.0	-9.6	2547.0	-473.7	473.7	-26.6	26.6
TRP	4	0.0	0.0	-8.7	2420.2	-438.9	438.9	-40.9	40.9
TRP	5	0.0	0.0	-15.9	1864.0	-217.9	217.9	-45.4	45.4
VI	1	0.0	0.0	-329.6	329.6	-50.7	50.7	-5.1	5.1
VI	2	0.0	0.0	-218.9	218.9	-29.6	29.6	-4.9	4.9
VI	3	0.0	0.0	-128.5	128.5	-18.5	18.5	-4.1	4.1
VI	4	0.0	0.0	-218.9	218.9	-29.6	29.6	-4.9	4.9
VI	5	0.0	0.0	-329.6	329.6	-50.7	50.7	-5.1	5.1
GT	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GT	2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GT	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GT	4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GT	5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RTV	1	0.0	229.0	0.0	156.8	0.0	0.0	0.0	0.0
RTV	2	0.0	218.2	0.0	150.2	0.0	0.0	0.0	0.0
RTV	3	0.0	218.2	0.0	150.2	0.0	0.0	0.0	0.0
RTV	4	0.0	218.2	0.0	150.2	0.0	0.0	0.0	0.0
RTV	5	0.0	229.0	0.0	156.8	0.0	0.0	0.0	0.0
FLV	1	-382.1	228.3	-266.3	168.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FLV	2	-304.0	228.1	-210.8	167.3	0.0	0.0	0.0	0.0
FLV	3	-309.8	228.0	-215.3	167.3	0.0	0.0	0.0	0.0
FLV	4	-304.0	228.1	-210.8	167.3	0.0	0.0	0.0	0.0
FLV	5	-382.1	228.3	-266.3	168.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RTL	1	-229.0	-0.0	0.0	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0
RTL	2	-218.2	-0.0	0.0	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0
RTL	3	-218.2	-0.0	0.0	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0
RTL	4	-218.2	-0.0	0.0	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0
RTL	5	-229.0	-0.0	0.0	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0
FLL	1	-228.3	382.1	-18.6	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
FLL	2	-228.1	304.0	-16.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
FLL	3	-228.0	309.8	-16.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
FLL	4	-228.1	304.0	-16.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
FLL	5	-228.3	382.1	-18.6	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
PPS	1	-233.0	0.0	0.0	112.3	0.0	0.0	0.0	0.0

PPS	2	-239.0	0.0	0.0	115.2	0.0	0.0	0.0	0.0
PPS	3	-239.0	0.0	0.0	115.2	0.0	0.0	0.0	0.0
PPS	4	-239.0	0.0	0.0	115.2	0.0	0.0	0.0	0.0
PPS	5	-233.0	0.0	0.0	112.3	0.0	0.0	0.0	0.0
PPC	1	-574.0	0.0	0.0	510.8	0.0	0.0	0.0	0.0
PPC	2	-609.6	0.0	0.0	524.3	0.0	0.0	0.0	0.0
PPC	3	-615.6	0.0	0.0	529.5	0.0	0.0	0.0	0.0
PPC	4	-609.6	0.0	0.0	524.3	0.0	0.0	0.0	0.0
PPC	5	-574.0	0.0	0.0	510.8	0.0	0.0	0.0	0.0

Peso propio de las vigas (PV)
Peso propio de la losa (PL)
Pretesado instantáneo (PI)
Superestructura (SE)
Tráfico en aceras (TRA)
Tráfico en plataforma (TRP)
Viento vertical (VI)
Gradiente térmico (GT)
Retracción (esfuerzos en las vigas, RTV)
Fluencia (esfuerzos en las vigas, FLV)
Retracción (esfuerzos en la losa, RTL)
Fluencia (esfuerzos en la losa, FLL)
Pérdidas de pretesado hasta el fraguado de la losa (PPS)
Pérdidas de pretesado entre el fraguado de la losa y tiempo infinito (PPC)

8 FUERZA DE PRETENSADO

8.1 Fuerzas de pretesado

Coeficientes de seguridad empleados : unitarios.

8.1.1 Fuerza de pretesado a lo largo de cada cable en cada instante

P1 : Fuerza de pretesado después de tesar.
Prt1 : Pérdida de pretesado por retracción del hormigón entre P1 y P2.
Pfl1 : Pérdida de pretesado por fluencia del hormigón entre P1 y P2.
Prl1 : Pérdida de pretesado por relajación del acero de la armadura activa entre P1 y P2.
P2 : Fuerza de pretesado tras el fraguado de la losa.
Prt2 : Pérdida de pretesado por retracción del hormigón entre P2 y P3.
Pfl2 : Pérdida de pretesado por fluencia del hormigón entre P2 y P3.
Prl2 : Pérdida de pretesado por relajación del acero de la armadura activa entre P2 y P3.
P3 : Fuerza de pretesado a tiempo infinito.

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 1										
		Fuerza	Pérdidas			Fuerza	Pérdidas			Fuerza
Distancia al eje 1	Fila	P1	Prt1	Pfl1	Prl1	P2	Prt2	Pfl2	Prl2	P3
(m)		(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
13.000	1	2242.9	5.9	52.6	20.5	2164.0	56.7	83.3	50.0	1974.0
13.000	2	2257.6	5.9	51.5	21.2	2179.0	57.8	81.5	51.6	1988.0
13.000	3	1398.3	3.6	31.1	13.5	1350.2	36.3	49.0	32.8	1232.0

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 2										
		Fuerza	Pérdidas			Fuerza	Pérdidas			Fuerza
Distancia al eje 1	Fila	P1	Prt1	Pfl1	Prl1	P2	Prt2	Pfl2	Prl2	P3
(m)		(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
13.000	1	2242.9	5.9	56.1	20.5	2160.4	56.9	100.5	49.9	1953.1
13.000	2	2257.6	5.9	54.7	21.2	2175.8	58.0	97.8	51.6	1968.4
13.000	3	1398.3	3.6	32.8	13.5	1348.4	36.4	58.5	32.8	1220.7

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 3										
		Fuerza	Pérdidas			Fuerza	Pérdidas			Fuerza
Distancia al eje 1	Fila	P1	Prt1	Pfl1	Prl1	P2	Prt2	Pfl2	Prl2	P3
(m)		(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
13.000	1	2242.9	5.9	56.1	20.5	2160.4	56.9	104.7	49.9	1948.9
13.000	2	2257.6	5.9	54.7	21.2	2175.8	58.0	101.7	51.6	1964.4
13.000	3	1398.3	3.6	32.8	13.5	1348.4	36.4	60.8	32.8	1218.5

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 4										
		Fuerza	Pérdidas			Fuerza	Pérdidas			Fuerza
Distancia al eje 1	Fila	P1	Prt1	Pfl1	Prl1	P2	Prt2	Pfl2	Prl2	P3
(m)		(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
13.000	1	2242.9	5.9	56.1	20.5	2160.4	56.9	100.5	49.9	1953.1
13.000	2	2257.6	5.9	54.7	21.2	2175.8	58.0	97.8	51.6	1968.4
13.000	3	1398.3	3.6	32.8	13.5	1348.4	36.4	58.5	32.8	1220.7

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 5										
		Fuerza	Pérdidas			Fuerza	Pérdidas			Fuerza
Distancia al eje 1	Fila	P1	Prt1	Pfl1	Prl1	P2	Prt2	Pfl2	Prl2	P3
(m)		(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
13.000	1	2242.9	5.9	52.6	20.5	2164.0	56.7	83.3	50.0	1974.0
13.000	2	2257.6	5.9	51.5	21.2	2179.0	57.8	81.5	51.6	1988.0
13.000	3	1398.3	3.6	31.1	13.5	1350.2	36.3	49.0	32.8	1232.0

8.1.2 Pérdidas de pretesado totales

P0 : Fuerza de tesado.
DP1a : Pérdidas de pretesado previas a la transferencia de la fuerza de tesado al hormigón.
DP1b : Pérdidas de pretesado por acortamiento elástico.
DP1 : Pérdidas totales instantáneas de pretesado.
P1 : Fuerza de pretesado tras las pérdidas instantáneas.
DP2 : Pérdidas totales diferidas de pretesado.
DP3 : Pérdidas totales de pretesado.
P2 : Fuerza de pretesado a tiempo infinito.

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 1								
Distancia al eje 1	P0	DP1a	DP1b	DP1	P1	DP2	DP3	P2
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
13.000	6640.2	54.3	687.1	741.3	5898.9	704.8	1446.2	5194.0

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 2								
Distancia al eje 1	P0	DP1a	DP1b	DP1	P1	DP2	DP3	P2
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
13.000	6640.2	54.3	687.1	741.3	5898.9	756.7	1498.0	5142.2

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 3								
Distancia al eje 1	P0	DP1a	DP1b	DP1	P1	DP2	DP3	P2
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
13.000	6640.2	54.3	687.1	741.3	5898.9	767.1	1508.4	5131.8

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 4

Distancia al eje 1	P0	DP1a	DP1b	DP1	P1	DP2	DP3	P2
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
13.000	6640.2	54.3	687.1	741.3	5898.9	756.7	1498.0	5142.2

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 5

Distancia al eje 1	P0	DP1a	DP1b	DP1	P1	DP2	DP3	P2
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
13.000	6640.2	54.3	687.1	741.3	5898.9	704.8	1446.2	5194.0

8.1.3 Pérdidas de pretesado totales (%)

DP1 : Pérdidas totales instantáneas de pretesado.
DP2 : Pérdidas totales diferidas de pretesado.
DP3 : Pérdidas totales de pretesado.

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 1

Distancia al eje 1	DP1	DP2	DP3
(m)	(%)	(%)	(%)
13.000	11.2	10.6	21.8

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 2

Distancia al eje 1	DP1	DP2	DP3
(m)	(%)	(%)	(%)
13.000	11.2	11.4	22.6

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 3

Distancia al eje 1	DP1	DP2	DP3
(m)	(%)	(%)	(%)
13.000	11.2	11.6	22.7

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 4

Distancia al eje 1	DP1	DP2	DP3
(m)	(%)	(%)	(%)
13.000	11.2	11.4	22.6

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 5

Distancia al eje 1	DP1	DP2	DP3
(m)	(%)	(%)	(%)
13.000	11.2	10.6	21.8

9 VERIFICACIÓN DEL EL ENCAJE TENSIONAL EN LAS VIGAS

9.1 Tensiones admisibles

Tras la transferencia del pretesado

		Combinación	Cuasi permanente		Frecuente		Característica	
			Considerar	σ_{adm} (MPa)	Considerar	σ_{adm} (MPa)	Considerar	σ_{adm} (MPa)
Viga	Compresiones	Tensiones	Sí	30.00	Sí	30.00	Sí	30.00
	Tracciones	Tensiones	No		Sí	-4.07	No	

Tras el hormigonado de la losa

		Combinación	Cuasi permanente		Frecuente		Característica	
			Considerar	σ_{adm} (MPa)	Considerar	σ_{adm} (MPa)	Considerar	σ_{adm} (MPa)
Viga	Compresiones	Tensiones	Sí	30.00	Sí	30.00	Sí	30.00
	Tracciones	Tensiones	No		Sí	-4.07	No	

Tras la disposición de la superestructura

		Combinación	Cuasi permanente		Frecuente		Característica	
			Considerar	σ_{adm} (MPa)	Considerar	σ_{adm} (MPa)	Considerar	σ_{adm} (MPa)
Losa	Compresiones	Tensiones	Sí	18.00	Sí	18.00	Sí	18.00
	Tracciones	Tensiones	No		No		No	
Viga	Compresiones	Tensiones	Sí	30.00	Sí	30.00	Sí	30.00
	Tracciones	Tensiones	No		Sí	-4.07	No	
Cables pretesado	Tracciones	Tensiones	Sí	0.00	No		No	

Tras la apertura al tráfico

		Combinación	Cuasi permanente		Frecuente		Característica	
			Considerar	σ_{adm} (MPa)	Considerar	σ_{adm} (MPa)	Considerar	σ_{adm} (MPa)
Losa	Compresiones	Tensiones	Sí	18.00	Sí	18.00	Sí	18.00
	Tracciones	Tensiones	No		No		No	
Viga	Compresiones	Tensiones	Sí	30.00	Sí	30.00	Sí	30.00
	Tracciones	Tensiones	No		Sí	-4.07	No	
Cables pretesado	Tracciones	Tensiones	Sí	0.00	No		No	

A tiempo infinito

		Combinación	Cuasi permanente		Frecuente		Característica	
			Considerar	σ_{adm} (MPa)	Considerar	σ_{adm} (MPa)	Considerar	σ_{adm} (MPa)
Losa	Compresiones	Tensiones	Sí	18.00	Sí	18.00	Sí	18.00
	Tracciones	Tensiones	No		No		No	
Viga	Compresiones	Tensiones	Sí	30.00	Sí	30.00	Sí	30.00
	Tracciones	Tensiones	No		Sí	-4.07	No	
Cables pretesado	Tracciones	Tensiones	Sí	0.00	No		No	

Verificación de las tracciones en el hormigón a la altura de los cables:

Se consideran todos los cables.

9.2 Situación persistente. Combinación cuasi permanente

Cables pretesado : se muestran las tensiones en el hormigón a la altura del cable más traccionado.

No se están calculando las tensiones en la prelosa.

Viga 1:

Viga 1. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	26.32	-4.02	0.40				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 1. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	20.08	-3.11	10.41				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 1. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	18.40	-3.11	11.55	-0.00	1.00	-0.01	2.13
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 1. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	18.40	-3.11	11.55	-0.00	1.00	-0.01	2.13
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 1. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}

	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	0.02	15.28	-0.73	10.23	-0.60	1.84	-0.74	2.23
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 2:

Viga 2. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	26.32	-4.02	0.40				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 2. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	20.50	-3.13	8.92				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 2. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.62	-3.10	9.90	0.00	0.85	0.00	1.71
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 2. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.62	-3.10	9.90	0.00	0.85	0.00	1.71
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 2. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	0.01	16.42	-0.79	9.05	-0.63	1.62	-0.78	1.76
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 3:

Viga 3. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	26.32	-4.02	0.40				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 3. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	20.50	-3.13	8.92				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 3. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.68	-3.10	9.77	0.00	0.74	0.00	1.48
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 3. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.68	-3.10	9.77	0.00	0.74	0.00	1.48
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 3. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	0.01	16.48	-0.79	8.88	-0.63	1.51	-0.78	1.57
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 4:

Viga 4. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	26.32	-4.02	0.40				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 4. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	20.50	-3.13	8.92				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 4. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.62	-3.10	9.90	0.00	0.85	0.00	1.71
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 4. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.62	-3.10	9.90	0.00	0.85	0.00	1.71
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 4. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	0.01	16.42	-0.79	9.05	-0.63	1.62	-0.78	1.76
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 5:

Viga 5. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}

	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	26.32	-4.02	0.40				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 5. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	20.08	-3.11	10.41				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 5. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	18.40	-3.11	11.55	-0.00	1.00	-0.01	2.13
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 5. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	18.40	-3.11	11.55	-0.00	1.00	-0.01	2.13
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 5. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	0.02	15.28	-0.73	10.23	-0.60	1.84	-0.74	2.23
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

9.3 Situación persistente. Combinación frecuente

Cables pretesado : se muestran las tensiones en el hormigón a la altura del cable más traccionado.

No se están calculando las tensiones en la prelosa.

Viga 1:

Viga 1. Tras la transferencia del pretesado

	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	26.32	-4.02	0.40				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 1. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	20.08	-3.11	10.41				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 1. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	18.40	-3.11	11.55	-0.00	1.00	-0.01	2.13
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 1. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	18.49	-3.11	12.71	-0.01	2.00	-0.01	4.28
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 1. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	-0.36	15.37	-0.73	11.39	-0.60	2.85	-0.74	4.38
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 2:

Viga 2. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)

Tensión pésima		0.00	0.00	26.32	-4.02	0.40				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 2. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	20.50	-3.13	8.92				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 2. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.62	-3.10	9.90	0.00	0.85	0.00	1.71
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 2. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.67	-3.11	11.57	-0.00	2.30	-0.00	4.63
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 2. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	0.01	16.47	-0.80	10.72	-0.63	3.07	-0.79	4.68
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 3:

Viga 3. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	26.32	-4.02	0.40				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 3. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	20.50	-3.13	8.92				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 3. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.68	-3.10	9.77	0.00	0.74	0.00	1.48
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 3. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.72	-3.11	11.50	-0.00	2.24	-0.01	4.51
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 3. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	0.01	16.51	-0.80	10.61	-0.63	3.01	-0.80	4.59
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 4:

Viga 4. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	26.32	-4.02	0.40				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 4. Tras el hormigonado de la losa						
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga		Losa	
			Fibra inferior	Fibra superior	Fibra inferior	Fibra superior

		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	20.50	-3.13	8.92				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 4. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.62	-3.10	9.90	0.00	0.85	0.00	1.71
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 4. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.67	-3.11	11.57	-0.00	2.30	-0.00	4.63
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 4. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	0.01	16.47	-0.80	10.72	-0.63	3.07	-0.79	4.68
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 5:

Viga 5. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	26.32	-4.02	0.40				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 5. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	20.08	-3.11	10.41				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 5. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	18.40	-3.11	11.55	-0.00	1.00	-0.01	2.13
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 5. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	18.49	-3.11	12.71	-0.01	2.00	-0.01	4.28
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 5. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	-0.36	15.37	-0.73	11.39	-0.60	2.85	-0.74	4.38
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

9.4 Situación persistente. Combinación característica

Cables pretesado : se muestran las tensiones en el hormigón a la altura del cable más traccionado.

No se están calculando las tensiones en la prelosa.

Viga 1:

Viga 1. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	26.32	-4.02	0.40				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 1. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}

	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	20.08	-3.11	10.41				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 1. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	18.40	-3.11	11.55	-0.00	1.00	-0.01	2.13
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 1. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-2.41	-3.11	18.84	-3.12	13.75	-0.01	2.90	-0.02	6.20
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 1. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-4.24	-4.96	15.72	-0.73	12.42	-0.60	3.75	-0.74	6.30
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 2:

Viga 2. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	26.32	-4.02	0.40				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 2. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	20.50	-3.13	8.92				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 2. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.62	-3.10	9.90	0.00	0.85	0.00	1.71
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 2. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-1.06	-1.66	19.89	-3.11	12.75	-0.01	3.33	-0.01	6.69
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 2. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-3.21	-3.86	16.69	-0.80	11.91	-0.64	4.10	-0.80	6.75
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 3:

Viga 3. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	26.32	-4.02	0.40				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 3. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	20.50	-3.13	8.92				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 3. Tras la disposición de la superestructura				
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga	Losa

			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.68	-3.10	9.77	0.00	0.74	0.00	1.48
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 3. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.55	-1.12	19.85	-3.11	12.61	-0.01	3.21	-0.01	6.45
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 3. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-2.73	-3.36	16.65	-0.81	11.73	-0.64	3.98	-0.80	6.53
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 4:

Viga 4. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	26.32	-4.02	0.40				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 4. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	20.50	-3.13	8.92				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 4. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.62	-3.10	9.90	0.00	0.85	0.00	1.71
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 4. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-1.06	-1.66	19.89	-3.11	12.75	-0.01	3.33	-0.01	6.69
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 4. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-3.21	-3.86	16.69	-0.80	11.91	-0.64	4.10	-0.80	6.75
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 5:

Viga 5. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	26.32	-4.02	0.40				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 5. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	20.08	-3.11	10.41				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 5. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	18.40	-3.11	11.55	-0.00	1.00	-0.01	2.13
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 5. Tras la apertura al tráfico

	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-2.41	-3.11	18.84	-3.12	13.75	-0.01	2.90	-0.02	6.20
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 5. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-4.24	-4.96	15.72	-0.73	12.42	-0.60	3.75	-0.74	6.30
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

9.5 Resumen de verificaciones

Viga 1. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 1. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 1. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

10 VERIFICACIÓN DEL EL FISURACIÓN EN LAS VIGAS

Variables definidas en el artículo 49.2.4 de la EHE08

s_d	:	Distancia al eje de apoyo 1 de la viga.
N_d	:	Axil de cálculo. Compresiones positivas
M_d	:	Flector de cálculo. Positivo tracciona la fibra inferior.
Sep	:	Separación entre armaduras.

r_g	:	Recubrimiento geométrico de las armaduras traccionadas.
ϕ_{max}	:	Diámetro de la barra pasiva traccionada más gruesa o diámetro equivalente en grupos de barras.
A_{cef}	:	Área de hormigón de la zona de recubrimiento.
A_s	:	Área total de las armaduras dentro de A_{cef}
K_1	:	Coeficiente que depende del diagrama de deformaciones.
ε_{inf}	:	Deformación de la fibra inferior de la viga debida a los esfuerzos de cálculo.
ε_{sup}	:	Deformación de la fibra superior dela viga debida a los esfuerzos de cálculo.
σ_s	:	Tensión de la armadura pasiva en sección fisurada con los esfuerzos de cálculo.
σ_{sr}	:	Tensión de la armadura pasiva en sección fisurada en el momento de la fisuración.
S_m	:	Separación media entre fisuras
ε_{sm}	:	Alargamiento medio de las armaduras
W_k	:	Abertura media de fisura
$W_{k\ adm}$	:	Abertura de fisura admisible

NOTA : Sólo se listan los valores para los que se supera el valor de la tensión máxima de tracción ($f_{ct,m}$).

NOTA : El cálculo de las aberturas de fisura se lleva a cabo cuando N_d > 98.1 kN o M_d > 98.1 kNm.

10.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente

No procede la comprobación.

10.2 Situación persistente. Combinación frecuente

Cálculo de las aberturas de fisura

Viga 1:

No se supera en ningún caso el valor de la tensión máxima de tracción ($f_{ct,m}$).
Se cumple la verificación

Viga 2:

No se supera en ningún caso el valor de la tensión máxima de tracción ($f_{ct,m}$).
Se cumple la verificación

Viga 3:

No se supera en ningún caso el valor de la tensión máxima de tracción ($f_{ct,m}$).
Se cumple la verificación

Viga 4:

No se supera en ningún caso el valor de la tensión máxima de tracción ($f_{ct,m}$).
Se cumple la verificación

Viga 5:

No se supera en ningún caso el valor de la tensión máxima de tracción ($f_{ct,m}$).
Se cumple la verificación

10.3 Situación persistente. Combinación característica

No procede la comprobación.

10.4 Resumen de verificaciones

Viga 1. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 1. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 1. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

11 ROTURA POR FLEXIÓN EN LAS VIGAS

M_{dA}: Momento mayorado sin decalar
M_{dB}: Momento mayorado decalado
M_u : Momento último
S_d : Longitud de decalaje

Armaduras dispuestas

Viga 1:

Armadura de refuerzo por flexión:

No se ha definido armadura de refuerzo a flexión.

Armadura en extremos:

Extremo	Tipo	nº	ϕ	Longitud (m)
1	R-1	3	Ø20	3.500
2	R-1	3	Ø20	3.500

Viga 2:

Armadura de refuerzo por flexión:

No se ha definido armadura de refuerzo a flexión.

Armadura en extremos:

Extremo	Tipo	nº	ϕ	Longitud (m)
1	R-1	3	Ø20	3.500
2	R-1	3	Ø20	3.500

Viga 3:

Armadura de refuerzo por flexión:

No se ha definido armadura de refuerzo a flexión.

Armadura en extremos:

Extremo	Tipo	nº	ϕ	Longitud (m)
1	R-1	2	Ø25	3.625
2	R-1	2	Ø25	3.625

Viga 4:

Armadura de refuerzo por flexión:

No se ha definido armadura de refuerzo a flexión.

Armadura en extremos:

Extremo	Tipo	nº	ϕ	Longitud (m)
1	R-1	3	Ø20	3.500
2	R-1	3	Ø20	3.500

Viga 5:

Armadura de refuerzo por flexión:

No se ha definido armadura de refuerzo a flexión.

Armadura en extremos:

Extremo	Tipo	nº	ϕ	Longitud (m)
1	R-1	3	Ø20	3.500
2	R-1	3	Ø20	3.500

Se listan los valores correspondientes al mínimo coeficiente de seguridad y al centro de la viga

11.1 Situación persistente. Combinación fundamental

Viga 1:

Viga 1. Tras la apertura al tráfico

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
13.000	8498.2	1.222	8498.2	8864.6	1.043	

Viga 1. A tiempo infinito

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
13.000	8498.2	1.222	8498.2	8864.6	1.043	

Viga 2:

Viga 2. Tras la apertura al tráfico

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
13.000	8057.9	1.222	8057.9	8799.7	1.092	

Viga 2. A tiempo infinito

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
13.000	8057.9	1.222	8057.9	8799.7	1.092	

Viga 3:

Viga 3. Tras la apertura al tráfico

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
5.500	5468.7	1.237	6226.1	6903.4	1.109	
13.000	7867.9	1.222	7867.9	8799.7	1.118	

Viga 3. A tiempo infinito

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
5.500	5468.7	1.237	6226.1	6903.4	1.109	
13.000	7867.9	1.222	7867.9	8799.7	1.118	

Viga 4:

Viga 4. Tras la apertura al tráfico

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
13.000	8057.9	1.222	8057.9	8799.7	1.092	

Viga 4. A tiempo infinito

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
13.000	8057.9	1.222	8057.9	8799.7	1.092	

Viga 5:

Viga 5. Tras la apertura al tráfico

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
13.000	8498.2	1.222	8498.2	8864.6	1.043	

Viga 5. A tiempo infinito

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
13.000	8498.2	1.222	8498.2	8864.6	1.043	

11.2 Resumen de verificaciones

Viga 1. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

12 ROTURA POR CORTANTE EN LAS VIGAS

V_d-, V_d+	:	Cortante mínimo y máximo mayorado (sin el pretensado)
V_{pd}-, V_{pd}+	:	Cortante mínimo y máximo de pretensado
N_{pd}-, N_{pd}+	:	Axil mínimo y máximo de pretensado
M_d-, M_d+	:	Flector mínimo y máximo mayorado
V_{rd}	:	Cortante efectivo ($V_{rd} = V_d + V_{pd}$)
V_{u1}	:	Resistencia de las bielas de compresión
V_{cu}	:	Contribución del hormigón a la resistencia a cortante
V_{su}	:	Contribución de las armaduras a la resistencia a cortante
V_{u2}	:	Resistencia a cortante
A_{st}	:	Armadura de cálculo necesaria a cortante
$A_{st\ min}$	:	Armadura mínima de cortante
$S_{max\ long}$	:	Separación longitudinal máxima entre cercos de cortante

Se listan los valores correspondientes a la armadura transversal máxima y al resultado más desfavorable relativo a la resistencia de las bielas de compresión

12.1 Situación persistente. Combinación fundamental

Viga 1:

Viga 1. Tras la apertura al tráfico				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
24.790	1155.4	2234.0	0.517	Cumple

Viga 1. Tras la apertura al tráfico							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
24.790	-1155.4	186.7	968.7	1155.4	19.2	2.0	0.450

Viga 1. A tiempo infinito				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones

eje 1				
(m)	(kN)	(kN)		
24.790	1155.4	2221.5	0.520	Cumple

Viga 1. A tiempo infinito							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
24.790	-1155.4	180.6	974.9	1155.4	19.4	2.0	0.450

Viga 2:

Viga 2. Tras la apertura al tráfico				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
1.210	1192.6	2246.9	0.531	Cumple

Viga 2. Tras la apertura al tráfico							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
1.210	1192.6	193.0	999.5	1192.6	19.8	2.0	0.450

Viga 2. A tiempo infinito				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
1.210	1192.6	2232.9	0.534	Cumple

Viga 2. A tiempo infinito							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
1.210	1192.6	186.1	1006.5	1192.6	20.0	2.0	0.450

Viga 3:

Viga 3. Tras la apertura al tráfico				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
1.210	1209.6	2246.9	0.538	Cumple

Viga 3. Tras la apertura al tráfico							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
1.210	1209.6	193.0	1016.6	1209.6	20.2	2.0	0.450

Viga 3. A tiempo infinito				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
1.210	1209.6	2232.9	0.542	Cumple

Viga 3. A tiempo infinito							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
1.210	1209.6	186.1	1023.5	1209.6	20.3	2.0	0.450

Viga 4:

Viga 4. Tras la apertura al tráfico				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
1.210	1192.6	2246.9	0.531	Cumple

Viga 4. Tras la apertura al tráfico							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
1.210	1192.6	193.0	999.5	1192.6	19.8	2.0	0.450

Viga 4. A tiempo infinito				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
1.210	1192.6	2232.9	0.534	Cumple

Viga 4. A tiempo infinito							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
1.210	1192.6	186.1	1006.5	1192.6	20.0	2.0	0.450

Viga 5:

Viga 5. Tras la apertura al tráfico				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
24.790	1155.4	2234.0	0.517	Cumple

Viga 5. Tras la apertura al tráfico							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
24.790	-1155.4	186.7	968.7	1155.4	19.2	2.0	0.450

Viga 5. A tiempo infinito				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
24.790	1155.4	2221.5	0.520	Cumple

Viga 5. A tiempo infinito							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
24.790	-1155.4	180.6	974.9	1155.4	19.4	2.0	0.450

12.2 Resumen de armaduras

Viga 1			
Distancia al eje 1	A_{st}	A_{stmin}	$A_{st\ dispuesta}$
(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
-0.490	0.0	0.0	0.0
-0.001	0.0	0.0	0.0
0.001	15.7	6.8	15.7
0.690	12.9	6.8	12.9
1.210	19.4	2.0	19.4
1.444	19.0	2.0	19.0
2.176	17.7	2.0	17.7
2.889	15.9	2.0	15.9
4.333	13.2	2.0	13.2
5.500	11.0	2.0	11.0
5.778	10.4	2.0	10.4
6.165	9.6	2.0	9.6
6.830	8.1	2.0	8.1
7.222	7.3	2.0	7.3
8.667	4.6	2.0	4.6
10.111	2.0	2.0	2.0
11.556	0.0	0.0	0.0
13.000	0.0	0.0	0.0
14.444	0.0	0.0	0.0
15.889	2.0	2.0	2.0
17.333	4.6	2.0	4.6
18.778	7.3	2.0	7.3
19.170	8.1	2.0	8.1
19.835	9.6	2.0	9.6
20.222	10.4	2.0	10.4
20.500	11.0	2.0	11.0
21.667	13.2	2.0	13.2
23.111	15.9	2.0	15.9
23.824	17.7	2.0	17.7
24.556	19.0	2.0	19.0
24.790	19.4	2.0	19.4
25.310	12.9	6.8	12.9
25.999	15.7	6.8	15.7
26.001	0.0	0.0	0.0

26.490	0.0	0.0	0.0

Viga 2

Distancia al eje 1	A_{st}	A_{stmin}	$A_{st\ dispuesta}$
(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
-0.490	0.0	0.0	0.0
-0.001	0.0	0.0	0.0
0.001	16.4	6.8	16.4
0.690	13.4	6.8	13.4
1.210	20.0	2.0	20.0
1.444	19.6	2.0	19.6
2.176	18.3	2.0	18.3
2.889	16.3	2.0	16.3
4.333	13.5	2.0	13.5
5.500	11.5	2.0	11.5
5.778	11.0	2.0	11.0
6.165	10.3	2.0	10.3
6.830	9.0	2.0	9.0
7.222	8.4	2.0	8.4
8.667	6.4	2.0	6.4
10.111	4.3	2.0	4.3
11.556	2.0	2.0	2.0
13.000	0.0	0.0	0.0
14.444	2.0	2.0	2.0
15.889	4.3	2.0	4.3
17.333	6.4	2.0	6.4
18.778	8.4	2.0	8.4
19.170	9.0	2.0	9.0
19.835	10.3	2.0	10.3
20.222	11.0	2.0	11.0
20.500	11.5	2.0	11.5
21.667	13.5	2.0	13.5
23.111	16.3	2.0	16.3
23.824	18.3	2.0	18.3
24.556	19.6	2.0	19.6
24.790	20.0	2.0	20.0
25.310	13.4	6.8	13.4
25.999	16.4	6.8	16.4
26.001	0.0	0.0	0.0
26.490	0.0	0.0	0.0

Viga 3

Distancia al eje 1	A_{st}	A_{stmin}	$A_{st\ dispuesta}$
(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
-0.490	0.0	0.0	0.0
-0.001	0.0	0.0	0.0
0.001	16.9	6.8	16.9
0.690	13.8	6.8	13.8
1.210	20.3	2.0	20.3
1.444	19.9	2.0	19.9
2.176	18.5	2.0	18.5
2.889	16.4	2.0	16.4
4.333	13.5	2.0	13.5
5.500	11.4	2.0	11.4
5.778	10.9	2.0	10.9
6.165	10.1	2.0	10.1
6.830	8.9	2.0	8.9
7.222	8.4	2.0	8.4
8.667	6.5	2.0	6.5
10.111	4.8	2.0	4.8
11.556	2.6	2.0	2.6
13.000	0.0	0.0	0.0
14.444	2.6	2.0	2.6
15.889	4.8	2.0	4.8
17.333	6.5	2.0	6.5

18.778	8.4	2.0	8.4
19.170	8.9	2.0	8.9
19.835	10.1	2.0	10.1
20.222	10.9	2.0	10.9
20.500	11.4	2.0	11.4
21.667	13.5	2.0	13.5
23.111	16.4	2.0	16.4
23.824	18.5	2.0	18.5
24.556	19.9	2.0	19.9
24.790	20.3	2.0	20.3
25.310	13.8	6.8	13.8
25.999	16.9	6.8	16.9
26.001	0.0	0.0	0.0
26.490	0.0	0.0	0.0

Viga 4

Distancia al eje 1	A_{st}	A_{stmin}	$A_{st\ dispuesta}$
(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
-0.490	0.0	0.0	0.0
-0.001	0.0	0.0	0.0
0.001	16.4	6.8	16.4
0.690	13.4	6.8	13.4
1.210	20.0	2.0	20.0
1.444	19.6	2.0	19.6
2.176	18.3	2.0	18.3
2.889	16.3	2.0	16.3
4.333	13.5	2.0	13.5
5.500	11.5	2.0	11.5
5.778	11.0	2.0	11.0
6.165	10.3	2.0	10.3
6.830	9.0	2.0	9.0
7.222	8.4	2.0	8.4
8.667	6.4	2.0	6.4
10.111	4.3	2.0	4.3
11.556	2.0	2.0	2.0
13.000	0.0	0.0	0.0
14.444	2.0	2.0	2.0
15.889	4.3	2.0	4.3
17.333	6.4	2.0	6.4
18.778	8.4	2.0	8.4
19.170	9.0	2.0	9.0
19.835	10.3	2.0	10.3
20.222	11.0	2.0	11.0
20.500	11.5	2.0	11.5
21.667	13.5	2.0	13.5
23.111	16.3	2.0	16.3
23.824	18.3	2.0	18.3
24.556	19.6	2.0	19.6
24.790	20.0	2.0	20.0
25.310	13.4	6.8	13.4
25.999	16.4	6.8	16.4
26.001	0.0	0.0	0.0
26.490	0.0	0.0	0.0

Viga 5

Distancia al eje 1	A_{st}	A_{stmin}	$A_{st\ dispuesta}$
(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
-0.490	0.0	0.0	0.0
-0.001	0.0	0.0	0.0
0.001	15.7	6.8	15.7
0.690	12.9	6.8	12.9
1.210	19.4	2.0	19.4
1.444	19.0	2.0	19.0
2.176	17.7	2.0	17.7
2.889	15.9	2.0	15.9

4.333	13.2	2.0	13.2
5.500	11.0	2.0	11.0
5.778	10.4	2.0	10.4
6.165	9.6	2.0	9.6
6.830	8.1	2.0	8.1
7.222	7.3	2.0	7.3
8.667	4.6	2.0	4.6
10.111	2.0	2.0	2.0
11.556	0.0	0.0	0.0
13.000	0.0	0.0	0.0
14.444	0.0	0.0	0.0
15.889	2.0	2.0	2.0
17.333	4.6	2.0	4.6
18.778	7.3	2.0	7.3
19.170	8.1	2.0	8.1
19.835	9.6	2.0	9.6
20.222	10.4	2.0	10.4
20.500	11.0	2.0	11.0
21.667	13.2	2.0	13.2
23.111	15.9	2.0	15.9
23.824	17.7	2.0	17.7
24.556	19.0	2.0	19.0
24.790	19.4	2.0	19.4
25.310	12.9	6.8	12.9
25.999	15.7	6.8	15.7
26.001	0.0	0.0	0.0
26.490	0.0	0.0	0.0

12.3 Resumen de verificaciones

Viga 1. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

13 ROTURA POR TORSIÓN EN LAS VIGAS

En este apartado se presenta la verificación a torsión de las vigas. Tanto los esfuerzos de cálculo como los resistentes corresponden a los esfuerzos que actúan sobre la viga. Las armaduras obtenidas corresponden a la armadura de la viga (sin la losa).

T_d-, T_d+	:	Torsor mayorado actuando en la viga
N_d-, N_d+	:	Axiles concomitantes
T_{u1}	:	Resistencia a torsión de las bielas de compresión de la viga
A_t	:	Armadura transversal de torsión en una cara por unidad de longitud en la viga
A_l	:	Armadura longitudinal de torsión total de la viga

13.1 Comprobación del Estado Límite Último por torsión

Se listan los valores correspondientes al centro de la viga, a la armadura transversal máxima, a la armadura longitudinal máxima y al resultado más desfavorable relativo a la resistencia de las bielas de compresión

13.1.1 Situación persistente. Combinación fundamental

Viga 1:

Viga 1. Tras la apertura al tráfico								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
13.000	-5.8	5.8	5621.1	5621.1	185.9	0.031	0.6	1.65
24.556	-16.0	5.5	2300.8	2300.8	170.9	0.094	1.5	4.54
25.310	-53.1	15.5	1963.3	1963.3	759.2	0.070	2.0	5.40

Viga 1. A tiempo infinito								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
13.000	-5.8	5.8	4947.3	4947.3	185.9	0.031	0.6	1.65
24.556	-16.0	5.5	2016.5	2016.5	168.2	0.095	1.5	4.54
25.310	-53.1	15.5	1756.8	1756.8	753.1	0.070	2.0	5.40

Viga 2:

Viga 2. Tras la apertura al tráfico								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
13.000	-4.1	4.1	5609.6	5609.6	185.9	0.022	0.4	1.16
24.556	-11.5	12.4	2299.7	2299.7	170.9	0.073	1.2	3.53
25.310	-34.3	37.0	1962.8	1962.8	759.2	0.049	1.4	3.77

Viga 2. A tiempo infinito								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
13.000	-4.1	4.1	4877.4	4877.4	185.9	0.022	0.4	1.16
24.556	-11.5	12.4	2007.1	2007.1	168.1	0.074	1.2	3.53
25.310	-34.3	37.0	1752.3	1752.3	753.0	0.049	1.4	3.77

Viga 3:

Viga 3. Tras la apertura al tráfico								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
13.000	-4.6	4.6	5609.6	5609.6	185.9	0.025	0.4	1.30
24.556	-11.2	11.2	2299.7	2299.7	170.9	0.066	1.1	3.18
25.310	-33.4	33.4	1962.8	1962.8	759.2	0.044	1.3	3.39

Viga 3. A tiempo infinito								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
13.000	-4.6	4.6	4863.3	4863.3	185.9	0.025	0.4	1.30
24.556	-11.2	11.2	2006.9	2006.9	168.1	0.067	1.1	3.18
25.310	-33.4	33.4	1752.2	1752.2	753.0	0.044	1.3	3.39

Viga 4:

Viga 4. Tras la apertura al tráfico								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
13.000	-4.1	4.1	5609.6	5609.6	185.9	0.022	0.4	1.16
24.556	-12.4	11.5	2299.7	2299.7	170.9	0.073	1.2	3.53
25.310	-37.0	34.3	1962.8	1962.8	759.2	0.049	1.4	3.77

Viga 4. A tiempo infinito								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
13.000	-4.1	4.1	4877.4	4877.4	185.9	0.022	0.4	1.16
24.556	-12.4	11.5	2007.1	2007.1	168.1	0.074	1.2	3.53

25.310	-37.0	34.3	1752.3	1752.3	753.0	0.049	1.4	3.77

Viga 5:

Viga 5. Tras la apertura al tráfico								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
13.000	-5.8	5.8	5621.1	5621.1	185.9	0.031	0.6	1.65
24.556	-5.5	16.0	2300.8	2300.8	170.9	0.094	1.5	4.54
25.310	-15.5	53.1	1963.3	1963.3	759.2	0.070	2.0	5.40

Viga 5. A tiempo infinito								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
13.000	-5.8	5.8	4947.3	4947.3	185.9	0.031	0.6	1.65
24.556	-5.5	16.0	2016.5	2016.5	168.2	0.095	1.5	4.54
25.310	-15.5	53.1	1756.8	1756.8	753.1	0.070	2.0	5.40

13.2 Comprobación de la Interacción Cortante - Torsión

T_d	:	Torsor de cálculo (viga + losa)
T_{u1}	:	Resistencia a torsión de las bielas de compresión (viga + losa)
V_{rd}	:	Cortante efectivo
V_{u1}	:	Cortante de agotamiento por compresión oblicua en el alma.
β	:	Coeficiente de interacción cortante - torsión

Se listan los valores correspondientes al resultado más desfavorable y al centro de la viga

13.2.1 Situación persistente. Combinación fundamental

Viga 1:

Viga 1. Tras la apertura al tráfico						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^\beta+(V_{rd}/V_{u1})^\beta$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
13.000	26.2	368.7	2.5	2356.7	0.053	Cumple
24.790	32.8	353.7	1155.4	2234.0	0.552	Cumple

Viga 1. A tiempo infinito						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^\beta+(V_{rd}/V_{u1})^\beta$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
13.000	26.2	368.7	2.5	2328.6	0.053	Cumple
24.790	32.8	350.9	1155.4	2221.5	0.556	Cumple

Viga 2:

Viga 2. Tras la apertura al tráfico						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^\beta+(V_{rd}/V_{u1})^\beta$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
1.210	10.3	353.7	1192.6	2246.9	0.509	Cumple
13.000	5.8	368.7	260.6	2387.0	0.092	Cumple

Viga 2. A tiempo infinito						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^\beta+(V_{rd}/V_{u1})^\beta$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
1.210	10.3	350.8	1192.6	2232.9	0.513	Cumple
13.000	5.8	368.7	260.6	2353.5	0.094	Cumple

Viga 3:

Viga 3. Tras la apertura al tráfico						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
1.210	8.7	353.7	1209.6	2246.9	0.514	Cumple
13.000	1.0	368.7	296.7	2387.0	0.097	Cumple

Viga 3. A tiempo infinito						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
1.210	8.7	350.8	1209.6	2232.9	0.518	Cumple
13.000	1.0	368.7	296.7	2352.8	0.099	Cumple

Viga 4:

Viga 4. Tras la apertura al tráfico						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
1.210	10.3	353.7	1192.6	2246.9	0.509	Cumple
13.000	5.8	368.7	260.6	2387.0	0.092	Cumple

Viga 4. A tiempo infinito						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
1.210	10.3	350.8	1192.6	2232.9	0.513	Cumple
13.000	5.8	368.7	260.6	2353.5	0.094	Cumple

Viga 5:

Viga 5. Tras la apertura al tráfico						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
13.000	26.2	368.7	2.5	2356.7	0.053	Cumple
24.790	32.8	353.7	1155.4	2234.0	0.552	Cumple

Viga 5. A tiempo infinito						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
13.000	26.2	368.7	2.5	2328.6	0.053	Cumple
24.790	32.8	350.9	1155.4	2221.5	0.556	Cumple

13.3 Resumen de armaduras

Viga 1		
Distancia al eje 1	A_t	A_l
(m)	(cm^2/m)	(cm^2)
-0.490	0.0	0.00
-0.001	0.0	0.08
0.000	1.6	4.23
0.001	2.0	5.31
0.690	2.0	5.40
1.210	1.5	4.52
1.444	1.5	4.54
2.176	1.6	4.60
2.889	1.6	4.62
4.333	1.5	4.54
5.500	1.4	4.18
5.778	1.4	4.09
6.165	1.3	3.96
6.830	1.3	3.72
7.222	1.2	3.58
8.667	1.0	3.05
10.111	0.9	2.51
11.556	0.7	1.99

13.000	0.6	1.65
14.444	0.7	1.99
15.889	0.9	2.51
17.333	1.0	3.05
18.778	1.2	3.58
19.170	1.3	3.72
19.835	1.3	3.96
20.222	1.4	4.09
20.500	1.4	4.18
21.667	1.5	4.54
23.111	1.6	4.62
23.824	1.6	4.60
24.556	1.5	4.54
24.790	1.5	4.52
25.310	2.0	5.40
25.999	2.0	5.31
26.000	1.6	4.23
26.001	0.0	0.08
26.490	0.0	0.00

Viga 2

Distancia al eje 1	A_t	A_l
(m)	(cm^2/m)	(cm^2)
-0.490	0.0	0.00
-0.001	0.0	0.00
0.000	1.4	3.66
0.001	1.4	3.66
0.690	1.4	3.77
1.210	1.2	3.49
1.444	1.2	3.53
2.176	1.2	3.61
2.889	1.2	3.63
4.333	1.2	3.57
5.500	1.1	3.26
5.778	1.1	3.18
6.165	1.0	3.07
6.830	1.0	2.85
7.222	0.9	2.72
8.667	0.8	2.23
10.111	0.6	1.74
11.556	0.5	1.34
13.000	0.4	1.16
14.444	0.5	1.34
15.889	0.6	1.74
17.333	0.8	2.23
18.778	0.9	2.72
19.170	1.0	2.85
19.835	1.0	3.07
20.222	1.1	3.18
20.500	1.1	3.26
21.667	1.2	3.57
23.111	1.2	3.63
23.824	1.2	3.61
24.556	1.2	3.53
24.790	1.2	3.49
25.310	1.4	3.77
25.999	1.4	3.66
26.000	1.4	3.66
26.001	0.0	0.00
26.490	0.0	0.00

Viga 3

Distancia al eje 1	A_t	A_l
(m)	(cm^2/m)	(cm^2)
-0.490	0.0	0.00
-0.001	0.0	0.00
0.000	1.2	3.29

0.001	1.2	3.29
0.690	1.3	3.39
1.210	1.1	3.15
1.444	1.1	3.18
2.176	1.1	3.27
2.889	1.1	3.31
4.333	1.1	3.30
5.500	1.0	3.03
5.778	1.0	2.97
6.165	1.0	2.87
6.830	0.9	2.67
7.222	0.9	2.56
8.667	0.7	2.14
10.111	0.6	1.74
11.556	0.5	1.41
13.000	0.4	1.30
14.444	0.5	1.41
15.889	0.6	1.74
17.333	0.7	2.14
18.778	0.9	2.56
19.170	0.9	2.67
19.835	1.0	2.87
20.222	1.0	2.97
20.500	1.0	3.03
21.667	1.1	3.30
23.111	1.1	3.31
23.824	1.1	3.27
24.556	1.1	3.18
24.790	1.1	3.15
25.310	1.3	3.39
25.999	1.2	3.29
26.000	1.2	3.29
26.001	0.0	0.00
26.490	0.0	0.00

Viga 4

Distancia al eje 1	A_t	A_l
(m)	(cm^2/m)	(cm^2)
-0.490	0.0	0.00
-0.001	0.0	0.00
0.000	1.4	3.66
0.001	1.4	3.66
0.690	1.4	3.77
1.210	1.2	3.49
1.444	1.2	3.53
2.176	1.2	3.61
2.889	1.2	3.63
4.333	1.2	3.57
5.500	1.1	3.26
5.778	1.1	3.18
6.165	1.0	3.07
6.830	1.0	2.85
7.222	0.9	2.72
8.667	0.8	2.23
10.111	0.6	1.74
11.556	0.5	1.34
13.000	0.4	1.16
14.444	0.5	1.34
15.889	0.6	1.74
17.333	0.8	2.23
18.778	0.9	2.72
19.170	1.0	2.85
19.835	1.0	3.07
20.222	1.1	3.18
20.500	1.1	3.26
21.667	1.2	3.57
23.111	1.2	3.63

23.824	1.2	3.61
24.556	1.2	3.53
24.790	1.2	3.49
25.310	1.4	3.77
25.999	1.4	3.66
26.000	1.4	3.66
26.001	0.0	0.00
26.490	0.0	0.00

Viga 5

Distancia al eje 1	A_t	A_l
(m)	(cm^2/m)	(cm^2)
-0.490	0.0	0.00
-0.001	0.0	0.08
0.000	1.6	4.23
0.001	2.0	5.31
0.690	2.0	5.40
1.210	1.5	4.52
1.444	1.5	4.54
2.176	1.6	4.60
2.889	1.6	4.62
4.333	1.5	4.54
5.500	1.4	4.18
5.778	1.4	4.09
6.165	1.3	3.96
6.830	1.3	3.72
7.222	1.2	3.58
8.667	1.0	3.05
10.111	0.9	2.51
11.556	0.7	1.99
13.000	0.6	1.65
14.444	0.7	1.99
15.889	0.9	2.51
17.333	1.0	3.05
18.778	1.2	3.58
19.170	1.3	3.72
19.835	1.3	3.96
20.222	1.4	4.09
20.500	1.4	4.18
21.667	1.5	4.54
23.111	1.6	4.62
23.824	1.6	4.60
24.556	1.5	4.54
24.790	1.5	4.52
25.310	2.0	5.40
25.999	2.0	5.31
26.000	1.6	4.23
26.001	0.0	0.08
26.490	0.0	0.00

13.4 Resumen de verificaciones

Viga 1. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

14 RASANTE VIGA - LOSA

14.1 Resumen de armaduras

Viga 1

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	13.000	13.000	43.8
3	13.000	26.000	13.000	43.8
4	26.000	26.500	0.500	0.0

Viga 2

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	13.000	13.000	43.5
3	13.000	26.000	13.000	43.5
4	26.000	26.500	0.500	0.0

Viga 3

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	13.000	13.000	43.5
3	13.000	26.000	13.000	43.5
4	26.000	26.500	0.500	0.0

Viga 4

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	13.000	13.000	43.5
3	13.000	26.000	13.000	43.5
4	26.000	26.500	0.500	0.0

Viga 5

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	13.000	13.000	43.8
3	13.000	26.000	13.000	43.8
4	26.000	26.500	0.500	0.0

14.2 Resumen de verificaciones

Viga 1. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

15 RASANTE EN EL ALA INFERIOR DE LAS VIGAS

15.1 Resumen de armaduras

Viga 1

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	13.000	13.000	5.5
3	13.000	26.000	13.000	5.5
4	26.000	26.500	0.500	0.0

Viga 2

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	13.000	13.000	5.5
3	13.000	26.000	13.000	5.5
4	26.000	26.500	0.500	0.0

Viga 3

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	13.000	13.000	5.5
3	13.000	26.000	13.000	5.5
4	26.000	26.500	0.500	0.0

Viga 4

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	13.000	13.000	5.5
3	13.000	26.000	13.000	5.5
4	26.000	26.500	0.500	0.0

Viga 5

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	13.000	13.000	5.5
3	13.000	26.000	13.000	5.5
4	26.000	26.500	0.500	0.0

15.2 Resumen de verificaciones

Viga 1. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

16 RASANTE EN EL ALA SUPERIOR DE LAS VIGAS

16.1 Resumen de armaduras

Viga 1				Armadura necesaria	
Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Ala superior viga	Losa
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0	0.0
2	0.000	13.000	13.000	4.2	6.3
3	13.000	26.000	13.000	4.2	6.3
4	26.000	26.500	0.500	0.0	0.0

Viga 2				Armadura necesaria	
Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Ala superior viga	Losa
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0	0.0
2	0.000	13.000	13.000	4.2	6.1
3	13.000	26.000	13.000	4.2	6.1
4	26.000	26.500	0.500	0.0	0.0

Viga 3				Armadura necesaria	
Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Ala superior viga	Losa
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0	0.0
2	0.000	13.000	13.000	4.2	6.1
3	13.000	26.000	13.000	4.2	6.1
4	26.000	26.500	0.500	0.0	0.0

Viga 4				Armadura necesaria	
Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Ala superior viga	Losa
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0	0.0
2	0.000	13.000	13.000	4.2	6.1
3	13.000	26.000	13.000	4.2	6.1
4	26.000	26.500	0.500	0.0	0.0

Viga 5				Armadura necesaria	
Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Ala superior viga	Losa
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0	0.0
2	0.000	13.000	13.000	4.2	6.3
3	13.000	26.000	13.000	4.2	6.3
4	26.000	26.500	0.500	0.0	0.0

16.2 Resumen de verificaciones

Viga 1. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

17 Flechas

17.1 Flechas características

En este apartado se listan las flechas producidas por cada una de las acciones, sin mayorar.
Se listan los valores mínimos y máximos a lo largo de cada viga.

$\delta_{mín}$: Flecha mínima (negativa si es descendente).
$\delta_{máx}$: Flecha máxima (negativa si es descendente).

Viga	Peso propio de las vigas (PV)		Pretesado instantáneo (PI)		Peso propio de la losa (PL)		Superestructura (SE)	
	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1	-23.0	1.4	-5.1	72.3	-35.5	2.2	-12.1	0.0
2	-23.0	1.4	-5.1	72.3	-30.1	1.8	-8.9	0.0
3	-23.0	1.4	-5.1	72.3	-30.1	1.8	-7.9	0.0
4	-23.0	1.4	-5.1	72.3	-30.1	1.8	-8.9	0.0
5	-23.0	1.4	-5.1	72.3	-35.5	2.2	-12.1	0.0

Viga	Tráfico en aceras (TRA)		Tráfico en plataforma (TRP)		Gradiente térmico (GT)		Pérdidas de pretesado hasta el fraguado de la losa (PPS)	
	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1	-3.9	0.4	-16.2	0.1	-4.6	6.1	-2.6	0.2
2	-1.9	0.1	-20.7	0.0	-4.6	6.1	-2.7	0.2
3	-1.1	0.0	-21.3	0.0	-4.6	6.1	-2.7	0.2
4	-1.9	0.1	-20.7	0.0	-4.6	6.1	-2.7	0.2
5	-3.9	0.4	-16.2	0.1	-4.6	6.1	-2.6	0.2

Viga	Pérdidas de pretesado entre el fraguado de la losa y tiempo infinito (PPC)		Viento vertical (VI)		Valor frecuente del tráfico en plataforma (TRP1)	
	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1	-4.6	0.3	-3.0	3.0	-9.8	0.1
2	-5.0	0.3	-2.1	2.1	-12.7	0.0
3	-5.1	0.4	-1.2	1.2	-13.1	0.0
4	-5.0	0.3	-2.1	2.1	-12.7	0.0
5	-4.6	0.3	-3.0	3.0	-9.8	0.1

17.2 Situación persistente. Combinación característica

Las flechas que se listan en este apartado incluyen las flechas por fluencia de las cargas permanentes en el instante a tiempo infinito.
Se listan los valores mínimos y máximos a lo largo de cada viga.

No se están compatilizando las deformaciones diferidas entre viga y losa producidas por las acciones permanentes que actúan inicialmente sobre la viga aislada

$\delta_{mín}$: Flecha mínima (negativa si es descendente).
$\delta_{máx}$: Flecha máxima (negativa si es descendente).

Viga	Tras la transferencia del pretesado		Tras el hormigonado de la losa		Tras la disposición de la superestructura		Tras la apertura al tráfico	
	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1	-3.8	52.9	-1.5	15.4	-4.5	5.0	-27.4	10.6

2	-3.8	52.9	-1.8	20.6	-1.8	13.2	-21.4	19.3
3	-3.8	52.9	-1.8	20.6	-1.8	14.5	-20.1	20.5
4	-3.8	52.9	-1.8	20.6	-1.8	13.2	-21.4	19.3
5	-3.8	52.9	-1.5	15.4	-4.5	5.0	-27.4	10.6

Viga	Tiempo infinito. Todas las acciones		Tiempo infinito. Acciones permanentes	
	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1	-31.8	16.3	-9.0	11.1
2	-17.0	33.9	-3.8	27.9
3	-14.8	36.4	-3.8	30.4
4	-17.0	33.9	-3.8	27.9
5	-31.8	16.3	-9.0	11.1

17.3 Verificación de flechas

En este apartado se comparan las flechas debidas a las cargas variables en situación frecuente con la flecha admisible.

Viga			Flecha admisible	Observación
	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{admisible}$	
	(mm)	(mm)	(mm)	
1	-11.4	0.2	-26.0	Cumple
2	-13.5	0.0	-26.0	Cumple
3	-13.6	0.0	-26.0	Cumple
4	-13.5	0.0	-26.0	Cumple
5	-11.4	0.2	-26.0	Cumple

17.3.1 Resumen de verificaciones

Viga 1. Verifica la comprobación.

Viga 2. Verifica la comprobación.

Viga 3. Verifica la comprobación.

Viga 4. Verifica la comprobación.

Viga 5. Verifica la comprobación.

18 Giros

18.1 Giros característicos

En este apartado se listan los giros producidos por cada una de las acciones, sin mayorar.
Se listan los valores en los 2 apoyos de cada viga.

$\theta_{mín}$: Giro mínimo (positivo en sentido antihorario).
$\theta_{máx}$: Giro máximo (positivo en sentido antihorario).

Viga	Apoyo	Peso propio de las vigas (PV)		Pretesado instantáneo (PI)		Peso propio de la losa (PL)		Superestructura (SE)	
		$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$	$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$	$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$	$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$
		(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)

1	1	-0.002832	-0.002832	0.010124	0.010124	-0.004366	-0.004366	-0.001388	-0.001507
1	2	0.002832	0.002832	-0.010124	-0.010124	0.004366	0.004366	0.001507	0.001388
2	1	-0.002832	-0.002832	0.010124	0.010124	-0.003699	-0.003699	-0.000908	-0.001096
2	2	0.002832	0.002832	-0.010124	-0.010124	0.003699	0.003699	0.001096	0.000908
3	1	-0.002832	-0.002832	0.010124	0.010124	-0.003699	-0.003699	-0.000756	-0.000971
3	2	0.002832	0.002832	-0.010124	-0.010124	0.003699	0.003699	0.000971	0.000756
4	1	-0.002832	-0.002832	0.010124	0.010124	-0.003699	-0.003699	-0.000908	-0.001096
4	2	0.002832	0.002832	-0.010124	-0.010124	0.003699	0.003699	0.001096	0.000908
5	1	-0.002832	-0.002832	0.010124	0.010124	-0.004366	-0.004366	-0.001388	-0.001507
5	2	0.002832	0.002832	-0.010124	-0.010124	0.004366	0.004366	0.001507	0.001388

Viga	Apoyo	Tráfico en aceras (TRA)		Tráfico en plataforma (TRP)		Gradiente térmico (GT)		Pérdidas de pretesado hasta el fraguado de la losa (PPS)	
		$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$	$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$	$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$	$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$
		(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)
1	1	0.000048	-0.000494	0.000010	-0.001945	0.000941	-0.000717	-0.000365	-0.000365
1	2	0.000494	-0.000048	0.001945	-0.000010	0.000717	-0.000941	0.000365	0.000365
2	1	0.000007	-0.000225	0.000000	-0.002522	0.000941	-0.000717	-0.000375	-0.000375
2	2	0.000225	-0.000007	0.002522	0.000000	0.000717	-0.000941	0.000375	0.000375
3	1	0.000000	-0.000136	0.000000	-0.002588	0.000941	-0.000717	-0.000375	-0.000375
3	2	0.000136	0.000000	0.002588	0.000000	0.000717	-0.000941	0.000375	0.000375
4	1	0.000007	-0.000225	0.000000	-0.002522	0.000941	-0.000717	-0.000375	-0.000375
4	2	0.000225	-0.000007	0.002522	0.000000	0.000717	-0.000941	0.000375	0.000375
5	1	0.000048	-0.000494	0.000010	-0.001945	0.000941	-0.000717	-0.000365	-0.000365
5	2	0.000494	-0.000048	0.001945	-0.000010	0.000717	-0.000941	0.000365	0.000365

Viga	Apoyo	Pérdidas de pretesado entre el fraguado de la losa y tiempo infinito (PPC)		Viento vertical (VI)		Valor frecuente del tráfico en plataforma (TRP1)	
		$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$	$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$	$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$
		(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)
1	1	-0.000648	-0.000648	0.000378	-0.000378	0.000004	-0.001180
1	2	0.000648	0.000648	0.000378	-0.000378	0.001180	-0.000004
2	1	-0.000696	-0.000696	0.000258	-0.000258	0.000000	-0.001542
2	2	0.000696	0.000696	0.000258	-0.000258	0.001542	0.000000
3	1	-0.000704	-0.000704	0.000153	-0.000153	0.000000	-0.001592
3	2	0.000704	0.000704	0.000153	-0.000153	0.001592	0.000000
4	1	-0.000696	-0.000696	0.000258	-0.000258	0.000000	-0.001542
4	2	0.000696	0.000696	0.000258	-0.000258	0.001542	0.000000
5	1	-0.000648	-0.000648	0.000378	-0.000378	0.000004	-0.001180
5	2	0.000648	0.000648	0.000378	-0.000378	0.001180	-0.000004

18.2 Situación persistente. Combinación característica

Los giros que se listan en este apartado incluyen los giros por fluencia de las cargas permanentes en el instante a tiempo infinito.
Se listan los valores en los 2 apoyos de cada viga.

$\theta_{mín}$: Giro mínimo (positivo en sentido antihorario).
$\theta_{máx}$: Giro máximo (positivo en sentido antihorario).

Viga	Apoyo	Tras la transferencia del pretesado		Tras el hormigonado de la losa		Tras la disposición de la superestructura		Tras la apertura al tráfico	
		$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$	$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$	$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$	$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$
		(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)
1	1	0.006785	0.007797	0.002054	0.003066	0.000666	0.001559	0.001631	-0.001310
1	2	-0.007797	-0.006785	-0.003067	-0.002054	-0.001559	-0.000666	0.001310	-0.001631
2	1	0.006785	0.007797	0.002711	0.003723	0.001802	0.002627	0.002746	-0.000550
2	2	-0.007797	-0.006785	-0.003723	-0.002711	-0.002627	-0.001802	0.000550	-0.002746
3	1	0.006785	0.007797	0.002711	0.003723	0.001954	0.002752	0.002896	-0.000402
3	2	-0.007797	-0.006785	-0.003723	-0.002711	-0.002752	-0.001954	0.000402	-0.002896

4	1	0.006785	0.007797	0.002711	0.003723	0.001802	0.002627	0.002746	-0.000550
4	2	-0.007797	-0.006785	-0.003723	-0.002711	-0.002627	-0.001802	0.000550	-0.002746
5	1	0.006785	0.007797	0.002054	0.003066	0.000666	0.001559	0.001631	-0.001310
5	2	-0.007797	-0.006785	-0.003067	-0.002054	-0.001559	-0.000666	0.001310	-0.001631

Viga	Apoyo	A tiempo infinito	
		$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$
		(rad)	(rad)
1	1	0.002434	0.000527
1	2	-0.000527	-0.002434
2	1	0.004722	0.002393
2	2	-0.002393	-0.004722
3	1	0.005012	0.002654
3	2	-0.002654	-0.005013
4	1	0.004722	0.002393
4	2	-0.002393	-0.004722
5	1	0.002434	0.000527
5	2	-0.000527	-0.002434

El usuario no ha definido cargas de fatiga

20 CÁLCULO DE LA CUANTÍA DE ACERO EN LAS VIGAS

20.1 Cálculo de la armadura de difusión del pretensado

El cálculo de la armadura de difusión del pretensado se realiza mediante un modelo de elementos finitos de la viga.

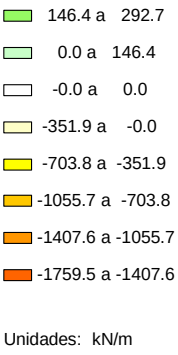
Viga 1:

Esfuerzos N_y (Tensión normal vertical) :

Difusión del pretensado

Viga 5

Ny (Tensión normal vertical)



Cuantías de armadura a disponer en los distintos tramos en los que se divide la viga :

Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)
0.964	5.6	0.964	0.0	0.964	0.0	0.964	5.6
0.964	0.3	0.964	0.0	0.964	0.0		
0.964	1.6	0.964	0.0	0.964	0.2		
0.964	0.4	0.964	0.0	0.964	1.1		
0.964	0.0	0.964	0.0	0.964	0.6		
0.964	0.6	0.964	0.0	0.964	0.0		
0.964	1.1	0.964	0.0	0.964	0.4		
0.964	0.2	0.964	0.0	0.964	1.6		
0.964	0.0	0.964	0.0	0.964	0.3		

A_s : Cuantía vertical a disponer en cada tramo.

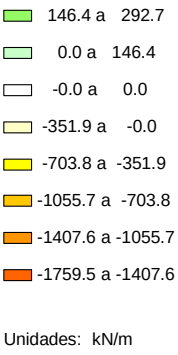
Viga 2:

Esfuerzos N_y (Tensión normal vertical) :

Difusión del pretensado

Viga 5

Ny (Tensión normal vertical)



Cuantías de armadura a disponer en los distintos tramos en los que se divide la viga :

Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)
0.964	5.6	0.964	0.0	0.964	0.0	0.964	5.6
0.964	0.3	0.964	0.0	0.964	0.0		
0.964	1.6	0.964	0.0	0.964	0.2		
0.964	0.4	0.964	0.0	0.964	1.1		
0.964	0.0	0.964	0.0	0.964	0.6		
0.964	0.6	0.964	0.0	0.964	0.0		
0.964	1.1	0.964	0.0	0.964	0.4		
0.964	0.2	0.964	0.0	0.964	1.6		
0.964	0.0	0.964	0.0	0.964	0.3		

A_s : Cuantía vertical a disponer en cada tramo.

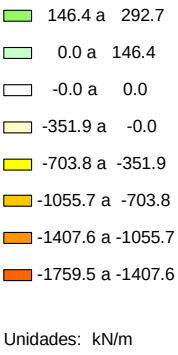
Viga 3:

Esfuerzos N_y (Tensión normal vertical) :

Difusión del pretensado

Viga 5

Ny (Tensión normal vertical)



Cuantías de armadura a disponer en los distintos tramos en los que se divide la viga :

Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)
0.964	5.6	0.964	0.0	0.964	0.0	0.964	5.6
0.964	0.3	0.964	0.0	0.964	0.0		
0.964	1.6	0.964	0.0	0.964	0.2		
0.964	0.4	0.964	0.0	0.964	1.1		
0.964	0.0	0.964	0.0	0.964	0.6		
0.964	0.6	0.964	0.0	0.964	0.0		
0.964	1.1	0.964	0.0	0.964	0.4		
0.964	0.2	0.964	0.0	0.964	1.6		
0.964	0.0	0.964	0.0	0.964	0.3		

A_s : Cuantía vertical a disponer en cada tramo.

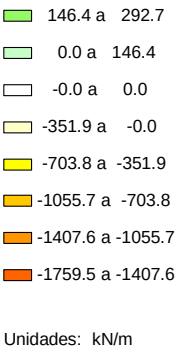
Viga 4:

Esfuerzos N_y (Tensión normal vertical) :

Difusión del pretensado

Viga 5

Ny (Tensión normal vertical)



Cuantías de armadura a disponer en los distintos tramos en los que se divide la viga :

Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)
0.964	5.6	0.964	0.0	0.964	0.0	0.964	5.6
0.964	0.3	0.964	0.0	0.964	0.0		
0.964	1.6	0.964	0.0	0.964	0.2		
0.964	0.4	0.964	0.0	0.964	1.1		
0.964	0.0	0.964	0.0	0.964	0.6		
0.964	0.6	0.964	0.0	0.964	0.0		
0.964	1.1	0.964	0.0	0.964	0.4		
0.964	0.2	0.964	0.0	0.964	1.6		
0.964	0.0	0.964	0.0	0.964	0.3		

A_s : Cuantía vertical a disponer en cada tramo.

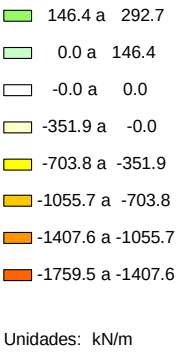
Viga 5:

Esfuerzos N_y (Tensión normal vertical) :

Difusión del pretensado

Viga 5

Ny (Tensión normal vertical)



Cuantías de armadura a disponer en los distintos tramos en los que se divide la viga :

Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)
0.964	5.6	0.964	0.0	0.964	0.0	0.964	5.6
0.964	0.3	0.964	0.0	0.964	0.0		
0.964	1.6	0.964	0.0	0.964	0.2		
0.964	0.4	0.964	0.0	0.964	1.1		
0.964	0.0	0.964	0.0	0.964	0.6		
0.964	0.6	0.964	0.0	0.964	0.0		
0.964	1.1	0.964	0.0	0.964	0.4		
0.964	0.2	0.964	0.0	0.964	1.6		
0.964	0.0	0.964	0.0	0.964	0.3		

A_s : Cuantía vertical a disponer en cada tramo.

20.2 Resumen de cuantías de armadura transversal

A_{sQ}: Cuantías por cortante (mm^2/m)
A_{sQMin}: Cuantías mínimas por cortante (mm^2/m)
A_{sT}: Cuantías por torsión (mm^2/m)
A_{sPret}: Cuantías por introducción del pretensado (mm^2/m)
A_{sTotal}: Cuantías totales en el alma (mm^2/m)
$A_{sRasVL\ cálculo}$: Cuantías por rasante Viga-Losa (mm^2/m)
$A_{sRasVL\ refuerzo}$: Cuantías de refuerzo por rasante Viga-Losa (mm^2/m)
$A_{sRasVL\ mínima}$: Cuantías mínimas por rasante Viga-Losa (mm^2/m)
A_{sRasAI}: Cuantías por rasante en el ala inferior (mm^2/m)
A_{sRasAS}: Cuantías por rasante en el ala superior (mm^2/m)
Número Estribos: número de estribos
Barra: Barra usada en los estribos
Sep.: separación de las armaduras (mm)

Las armaduras se refieren siempre al total de todas las ramas que atraviesan las sección.

Viga 1:

Armadura transversal en el alma

Longitud	A_{sQ} (mm²/m)	A_{sQMin} (mm²/m)	A_{sT} (mm²/m)	A_{sPret} (mm²/m)	A_{sTotal} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.543	1914.7	678.6	394.9	555.6	2865.1	5	Ø16	125
0.625	1914.7	678.6	398.6	555.6	2868.9	5	Ø16	125
0.450	1914.7	221.9	479.9	34.1	2428.7	3	Ø16	150
2.550	1903.4	203.6	473.7	161.1	2538.3	17	Ø16	150
2.500	1433.4	203.6	380.6	3.6	1817.6	25	Ø12	100
2.500	949.0	203.6	278.3	113.0	1340.3	25	Ø10	100
2.550	452.9	203.6	207.0	0.7	660.7	17	Ø8	150
1.782	46.7	48.7	144.2	0.5	193.4	7	Ø6	250
1.782	46.7	48.7	144.2	0.5	193.4	7	Ø6	250
2.550	452.9	203.6	207.0	0.7	660.7	17	Ø8	150
2.500	949.0	203.6	278.3	113.0	1340.3	25	Ø10	100
2.500	1433.4	203.6	380.6	3.6	1817.6	25	Ø12	100
2.550	1903.4	203.6	473.7	161.1	2538.3	17	Ø16	150
0.450	1914.7	221.9	479.9	34.1	2428.7	3	Ø16	150
0.625	1914.7	678.6	398.6	555.6	2868.9	5	Ø16	125
0.543	1914.7	678.6	394.9	555.6	2865.1	5	Ø16	125

Armadura de rasante viga-losa

Longitud	A_{sRasVL} cálculo (mm²/m)	A_{sRasVL} refuerzo (mm²/m)	A_{sRasVL} mínima (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.540	4384.8	682.0	1100.0	5	Ø10	125
0.500	4384.8	1167.8	1100.0	4	Ø10	125
0.625	4384.8	1704.0	1100.0	5	Ø12	125
2.375	4384.8	1704.0	1100.0	19	Ø12	125
2.600	4384.8	2122.9	1100.0	26	Ø12	100
2.500	4384.8	2814.0	1100.0	20	Ø16	125
2.500	4384.8	3714.6	1100.0	25	Ø16	100
1.860	4384.8	4162.7	1100.0	12	Ø20	150
1.860	4384.8	4162.7	1100.0	12	Ø20	150
2.500	4384.8	3714.6	1100.0	25	Ø16	100
2.500	4384.8	2814.0	1100.0	20	Ø16	125
2.600	4384.8	2122.9	1100.0	26	Ø12	100
2.375	4384.8	1704.0	1100.0	19	Ø12	125
0.625	4384.8	1704.0	1100.0	5	Ø12	125
0.500	4384.8	1167.8	1100.0	4	Ø10	125
0.540	4384.8	682.0	1100.0	5	Ø10	125

Armadura de rasante en el ala inferior

Longitud	A_{sRasAI} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.538	515.2	6	Ø6	100
0.600	515.2	6	Ø6	100
0.500	515.2	5	Ø6	100
2.500	515.2	25	Ø6	100
2.500	515.2	25	Ø6	100
2.500	515.2	25	Ø6	100
2.600	515.2	26	Ø6	100
1.762	515.2	17	Ø6	100
1.762	515.2	17	Ø6	100
2.600	515.2	26	Ø6	100
2.500	515.2	25	Ø6	100
2.500	515.2	25	Ø6	100
2.500	515.2	25	Ø6	100
0.500	515.2	5	Ø6	100

0.600	515.2	6	Ø6	100
0.538	515.2	6	Ø6	100

Armadura de rasante en el ala superior

Longitud	A_{sRasAS} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.540	700.0	6	Ø10	100
0.600	700.0	6	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.600	700.0	26	Ø10	100
1.760	700.0	17	Ø10	100
1.760	700.0	17	Ø10	100
2.600	700.0	26	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
0.600	700.0	6	Ø10	100
0.540	700.0	6	Ø10	100

Viga 2:

Armadura transversal en el alma

Longitud	A_{sQ} (mm²/m)	A_{sQMin} (mm²/m)	A_{sT} (mm²/m)	A_{sPret} (mm²/m)	A_{sTotal} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.543	1976.3	678.6	272.2	555.6	2804.1	5	Ø16	125
0.625	1976.3	678.6	277.0	555.6	2808.9	5	Ø16	125
0.350	1976.3	660.3	278.1	34.1	2288.5	2	Ø16	175
2.700	1964.4	203.6	240.2	161.1	2365.8	18	Ø16	150
2.500	1474.0	203.6	245.1	3.6	1722.6	20	Ø12	125
2.500	1019.0	203.6	208.2	113.0	1340.2	25	Ø10	100
2.500	631.2	203.6	151.2	0.7	783.1	20	Ø8	125
1.782	256.6	203.6	97.9	0.5	355.0	11	Ø6	150
1.782	256.6	203.6	97.9	0.5	355.0	11	Ø6	150
2.500	631.2	203.6	151.2	0.7	783.1	20	Ø8	125
2.500	1019.0	203.6	208.2	113.0	1340.2	25	Ø10	100
2.500	1474.0	203.6	245.1	3.6	1722.6	20	Ø12	125
2.700	1964.4	203.6	240.2	161.1	2365.8	18	Ø16	150
0.350	1976.3	660.3	278.1	34.1	2288.5	2	Ø16	175
0.625	1976.3	678.6	277.0	555.6	2808.9	5	Ø16	125
0.543	1976.3	678.6	272.2	555.6	2804.1	5	Ø16	125

Armadura de rasante viga-losa

Longitud	A_{sRasVL} cálculo (mm²/m)	A_{sRasVL} refuerzo (mm²/m)	A_{sRasVL} mínima (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.540	4349.9	647.1	1100.0	5	Ø10	125
0.500	4349.9	1133.0	1100.0	4	Ø10	125
0.500	4349.9	2052.1	1100.0	5	Ø12	100
2.625	4349.9	1669.1	1100.0	21	Ø12	125
2.400	4349.9	2540.4	1100.0	16	Ø16	150
2.625	4349.9	2779.1	1100.0	21	Ø16	125
2.500	4349.9	3545.7	1100.0	25	Ø16	100
1.810	4349.9	4000.9	1100.0	18	Ø16	100

1.810	4349.9	4000.9	1100.0	18	Ø16	100
2.500	4349.9	3545.7	1100.0	25	Ø16	100
2.625	4349.9	2779.1	1100.0	21	Ø16	125
2.400	4349.9	2540.4	1100.0	16	Ø16	150
2.625	4349.9	1669.1	1100.0	21	Ø12	125
0.500	4349.9	2052.1	1100.0	5	Ø12	100
0.500	4349.9	1133.0	1100.0	4	Ø10	125
0.540	4349.9	647.1	1100.0	5	Ø10	125

Armadura de rasante en el ala inferior

Longitud	A_{sRasAI} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.538	413.5	5	Ø6	125
0.625	413.5	5	Ø6	125
0.375	413.5	3	Ø6	125
2.625	413.5	21	Ø6	125
2.500	413.5	20	Ø6	125
2.500	413.5	20	Ø6	125
2.500	413.5	20	Ø6	125
1.837	413.5	14	Ø6	125
1.837	413.5	14	Ø6	125
2.500	413.5	20	Ø6	125
2.500	413.5	20	Ø6	125
2.500	413.5	20	Ø6	125
2.625	413.5	21	Ø6	125
0.375	413.5	3	Ø6	125
0.625	413.5	5	Ø6	125
0.538	413.5	5	Ø6	125

Armadura de rasante en el ala superior

Longitud	A_{sRasAS} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.540	700.0	6	Ø10	100
0.600	700.0	6	Ø10	100
0.400	700.0	4	Ø10	100
2.700	700.0	27	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
1.760	700.0	17	Ø10	100
1.760	700.0	17	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.700	700.0	27	Ø10	100
0.400	700.0	4	Ø10	100
0.600	700.0	6	Ø10	100
0.540	700.0	6	Ø10	100

Viga 3:

Armadura transversal en el alma

Longitud	A_{sQ} (mm²/m)	A_{sQMin} (mm²/m)	A_{sT} (mm²/m)	A_{sPret} (mm²/m)	A_{sTotal} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.543	2008.6	678.6	244.4	555.6	2808.5	5	Ø16	125
0.625	2008.6	678.6	249.1	555.6	2813.2	5	Ø16	125
0.350	2008.6	660.3	250.4	34.1	2293.0	2	Ø16	175
2.700	1995.7	203.6	216.9	161.1	2373.7	18	Ø16	150

2.500	1472.9	203.6	225.1	3.6	1701.6	20	Ø12	125
2.500	1005.5	203.6	194.6	113.0	1313.0	25	Ø10	100
2.500	648.5	203.6	145.1	0.7	794.4	20	Ø8	125
1.782	313.2	203.6	101.5	0.5	415.2	14	Ø6	125
1.782	313.2	203.6	101.5	0.5	415.2	14	Ø6	125
2.500	648.5	203.6	145.1	0.7	794.4	20	Ø8	125
2.500	1005.5	203.6	194.6	113.0	1313.0	25	Ø10	100
2.500	1472.9	203.6	225.1	3.6	1701.6	20	Ø12	125
2.700	1995.7	203.6	216.9	161.1	2373.7	18	Ø16	150
0.350	2008.6	660.3	250.4	34.1	2293.0	2	Ø16	175
0.625	2008.6	678.6	249.1	555.6	2813.2	5	Ø16	125
0.543	2008.6	678.6	244.4	555.6	2808.5	5	Ø16	125

Armadura de rasante viga-losa

Longitud	A_{sRasVL} cálculo (mm^2/m)	A_{sRasVL} refuerzo (mm^2/m)	A_{sRasVL} mínima (mm^2/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.540	4349.9	647.1	1100.0	5	Ø10	125
0.500	4349.9	1133.0	1100.0	4	Ø10	125
0.500	4349.9	2052.1	1100.0	5	Ø12	100
2.625	4349.9	1669.1	1100.0	21	Ø12	125
2.400	4349.9	2540.4	1100.0	16	Ø16	150
2.625	4349.9	2779.1	1100.0	21	Ø16	125
2.500	4349.9	3545.7	1100.0	25	Ø16	100
1.810	4349.9	3905.7	1100.0	18	Ø16	100
1.810	4349.9	3905.7	1100.0	18	Ø16	100
2.500	4349.9	3545.7	1100.0	25	Ø16	100
2.625	4349.9	2779.1	1100.0	21	Ø16	125
2.400	4349.9	2540.4	1100.0	16	Ø16	150
2.625	4349.9	1669.1	1100.0	21	Ø12	125
0.500	4349.9	2052.1	1100.0	5	Ø12	100
0.500	4349.9	1133.0	1100.0	4	Ø10	125
0.540	4349.9	647.1	1100.0	5	Ø10	125

Armadura de rasante en el ala inferior

Longitud	A_{sRasAI} (mm^2/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.538	399.6	5	Ø6	125
0.625	399.6	5	Ø6	125
0.375	399.6	3	Ø6	125
2.625	399.6	21	Ø6	125
2.500	399.6	20	Ø6	125
2.500	399.6	20	Ø6	125
2.500	399.6	20	Ø6	125
1.837	399.6	14	Ø6	125
1.837	399.6	14	Ø6	125
2.500	399.6	20	Ø6	125
2.500	399.6	20	Ø6	125
2.500	399.6	20	Ø6	125
2.625	399.6	21	Ø6	125
0.375	399.6	3	Ø6	125
0.625	399.6	5	Ø6	125
0.538	399.6	5	Ø6	125

Armadura de rasante en el ala superior

Longitud	A_{sRasAS} (mm^2/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.540	700.0	6	Ø10	100

0.600	700.0	6	Ø10	100
0.400	700.0	4	Ø10	100
2.700	700.0	27	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
1.760	700.0	17	Ø10	100
1.760	700.0	17	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.700	700.0	27	Ø10	100
0.400	700.0	4	Ø10	100
0.600	700.0	6	Ø10	100
0.540	700.0	6	Ø10	100

Viga 4:

Armadura transversal en el alma

Longitud	A_{sQ} (mm²/m)	A_{sQMin} (mm²/m)	A_{sT} (mm²/m)	A_{sPret} (mm²/m)	A_{sTotal} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.543	1976.3	678.6	272.2	555.6	2804.1	5	Ø16	125
0.625	1976.3	678.6	277.0	555.6	2808.9	5	Ø16	125
0.350	1976.3	660.3	278.1	34.1	2288.5	2	Ø16	175
2.700	1964.4	203.6	240.2	161.1	2365.8	18	Ø16	150
2.500	1474.0	203.6	245.1	3.6	1722.6	20	Ø12	125
2.500	1019.0	203.6	208.2	113.0	1340.2	25	Ø10	100
2.500	631.2	203.6	151.2	0.7	783.1	20	Ø8	125
1.782	256.6	203.6	97.9	0.5	355.0	11	Ø6	150
1.782	256.6	203.6	97.9	0.5	355.0	11	Ø6	150
2.500	631.2	203.6	151.2	0.7	783.1	20	Ø8	125
2.500	1019.0	203.6	208.2	113.0	1340.2	25	Ø10	100
2.500	1474.0	203.6	245.1	3.6	1722.6	20	Ø12	125
2.700	1964.4	203.6	240.2	161.1	2365.8	18	Ø16	150
0.350	1976.3	660.3	278.1	34.1	2288.5	2	Ø16	175
0.625	1976.3	678.6	277.0	555.6	2808.9	5	Ø16	125
0.543	1976.3	678.6	272.2	555.6	2804.1	5	Ø16	125

Armadura de rasante viga-losa

Longitud	A_{sRasVL} cálculo (mm²/m)	A_{sRasVL} refuerzo (mm²/m)	A_{sRasVL} mínima (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.540	4349.9	647.1	1100.0	5	Ø10	125
0.500	4349.9	1133.0	1100.0	4	Ø10	125
0.500	4349.9	2052.1	1100.0	5	Ø12	100
2.625	4349.9	1669.1	1100.0	21	Ø12	125
2.400	4349.9	2540.4	1100.0	16	Ø16	150
2.625	4349.9	2779.1	1100.0	21	Ø16	125
2.500	4349.9	3545.7	1100.0	25	Ø16	100
1.810	4349.9	4000.9	1100.0	18	Ø16	100
1.810	4349.9	4000.9	1100.0	18	Ø16	100
2.500	4349.9	3545.7	1100.0	25	Ø16	100
2.625	4349.9	2779.1	1100.0	21	Ø16	125
2.400	4349.9	2540.4	1100.0	16	Ø16	150
2.625	4349.9	1669.1	1100.0	21	Ø12	125
0.500	4349.9	2052.1	1100.0	5	Ø12	100
0.500	4349.9	1133.0	1100.0	4	Ø10	125
0.540	4349.9	647.1	1100.0	5	Ø10	125

Armadura de rasante en el ala inferior

Longitud	A_{sRasAI} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.538	413.5	5	Ø6	125
0.625	413.5	5	Ø6	125
0.375	413.5	3	Ø6	125
2.625	413.5	21	Ø6	125
2.500	413.5	20	Ø6	125
2.500	413.5	20	Ø6	125
2.500	413.5	20	Ø6	125
1.837	413.5	14	Ø6	125
1.837	413.5	14	Ø6	125
2.500	413.5	20	Ø6	125
2.500	413.5	20	Ø6	125
2.500	413.5	20	Ø6	125
2.625	413.5	21	Ø6	125
0.375	413.5	3	Ø6	125
0.625	413.5	5	Ø6	125
0.538	413.5	5	Ø6	125

Armadura de rasante en el ala superior

Longitud	A_{sRasAS} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.540	700.0	6	Ø10	100
0.600	700.0	6	Ø10	100
0.400	700.0	4	Ø10	100
2.700	700.0	27	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
1.760	700.0	17	Ø10	100
1.760	700.0	17	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.700	700.0	27	Ø10	100
0.400	700.0	4	Ø10	100
0.600	700.0	6	Ø10	100
0.540	700.0	6	Ø10	100

Viga 5:

Armadura transversal en el alma

Longitud	A_{sQ} (mm²/m)	A_{sQMin} (mm²/m)	A_{sT} (mm²/m)	A_{sPret} (mm²/m)	A_{sTotal} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.543	1914.7	678.6	394.9	555.6	2865.1	5	Ø16	125
0.625	1914.7	678.6	398.6	555.6	2868.9	5	Ø16	125
0.450	1914.7	221.9	479.9	34.1	2428.7	3	Ø16	150
2.550	1903.5	203.6	473.7	161.1	2538.3	17	Ø16	150
2.500	1433.4	203.6	380.6	3.6	1817.7	25	Ø12	100
2.500	949.0	203.6	278.3	113.0	1340.3	25	Ø10	100
2.550	452.9	203.6	207.0	0.7	660.7	17	Ø8	150
1.782	46.7	48.7	144.2	0.5	193.4	7	Ø6	250
1.782	46.7	48.7	144.2	0.5	193.4	7	Ø6	250
2.550	452.9	203.6	207.0	0.7	660.7	17	Ø8	150
2.500	949.0	203.6	278.3	113.0	1340.3	25	Ø10	100
2.500	1433.4	203.6	380.6	3.6	1817.7	25	Ø12	100
2.550	1903.5	203.6	473.7	161.1	2538.3	17	Ø16	150

0.450	1914.7	221.9	479.9	34.1	2428.7	3	Ø16	150
0.625	1914.7	678.6	398.6	555.6	2868.9	5	Ø16	125
0.543	1914.7	678.6	394.9	555.6	2865.1	5	Ø16	125

Armadura de rasante viga-losa

Longitud	A_{sRasVL} cálculo (mm^2/m)	A_{sRasVL} refuerzo (mm^2/m)	A_{sRasVL} mínima (mm^2/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.540	4384.8	682.0	1100.0	5	Ø10	125
0.500	4384.8	1167.8	1100.0	4	Ø10	125
0.625	4384.8	1704.0	1100.0	5	Ø12	125
2.375	4384.8	1704.0	1100.0	19	Ø12	125
2.600	4384.8	2122.9	1100.0	26	Ø12	100
2.500	4384.8	2814.0	1100.0	20	Ø16	125
2.500	4384.8	3714.6	1100.0	25	Ø16	100
1.860	4384.8	4162.7	1100.0	12	Ø20	150
1.860	4384.8	4162.7	1100.0	12	Ø20	150
2.500	4384.8	3714.6	1100.0	25	Ø16	100
2.500	4384.8	2814.0	1100.0	20	Ø16	125
2.600	4384.8	2122.9	1100.0	26	Ø12	100
2.375	4384.8	1704.0	1100.0	19	Ø12	125
0.625	4384.8	1704.0	1100.0	5	Ø12	125
0.500	4384.8	1167.8	1100.0	4	Ø10	125
0.540	4384.8	682.0	1100.0	5	Ø10	125

Armadura de rasante en el ala inferior

Longitud	A_{sRasAI} (mm^2/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.538	515.2	6	Ø6	100
0.600	515.2	6	Ø6	100
0.500	515.2	5	Ø6	100
2.500	515.2	25	Ø6	100
2.500	515.2	25	Ø6	100
2.500	515.2	25	Ø6	100
2.600	515.2	26	Ø6	100
1.762	515.2	17	Ø6	100
1.762	515.2	17	Ø6	100
2.600	515.2	26	Ø6	100
2.500	515.2	25	Ø6	100
2.500	515.2	25	Ø6	100
2.500	515.2	25	Ø6	100
0.500	515.2	5	Ø6	100
0.600	515.2	6	Ø6	100
0.538	515.2	6	Ø6	100

Armadura de rasante en el ala superior

Longitud	A_{sRasAS} (mm^2/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.540	700.0	6	Ø10	100
0.600	700.0	6	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.600	700.0	26	Ø10	100
1.760	700.0	17	Ø10	100
1.760	700.0	17	Ø10	100
2.600	700.0	26	Ø10	100

2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
0.600	700.0	6	Ø10	100
0.540	700.0	6	Ø10	100

21 CÁLCULO DE LA SITUACIÓN DE TRANSPORTE DE LAS VIGAS

En este informe se obtienen las longitudes de vuelo para las cuales no es necesaria armadura pasiva de refuerzo en la situación de transporte.
En los cálculos a rotura se consideran las armaduras de pretesado, de postesado y las armaduras pasivas de refuerzo a rotura por flexión, así como las armaduras perimetrales.

Vuelo en extremo 1 de la viga

Viga 1. Situación persistente. Combinación fundamental

Longitud de vuelo (m)	M_d (kNm)	M_u (kNm)	$C_s=M_u/M_d$
0.000	0.0	0.0	100.000
0.867	-18.1	-333.3	18.463
1.733	-71.7	-300.8	4.193
2.600	-151.4	-297.7	1.967

Vuelo en extremo 1 de la viga

Viga 2. Situación persistente. Combinación fundamental

Longitud de vuelo (m)	M_d (kNm)	M_u (kNm)	$C_s=M_u/M_d$
0.000	0.0	0.0	100.000
0.867	-18.1	-333.3	18.463
1.733	-71.7	-300.8	4.193
2.600	-151.4	-297.7	1.967

Vuelo en extremo 1 de la viga

Viga 3. Situación persistente. Combinación fundamental

Longitud de vuelo (m)	M_d (kNm)	M_u (kNm)	$C_s=M_u/M_d$
0.000	0.0	0.0	100.000
0.867	-18.1	-333.4	18.468
1.733	-71.7	-301.0	4.196
2.600	-151.4	-298.2	1.971

Vuelo en extremo 1 de la viga

Viga 4. Situación persistente. Combinación fundamental

Longitud de vuelo (m)	M_d (kNm)	M_u (kNm)	$C_s=M_u/M_d$
0.000	0.0	0.0	100.000
0.867	-18.1	-333.3	18.463
1.733	-71.7	-300.8	4.193
2.600	-151.4	-297.7	1.967

Vuelo en extremo 1 de la viga

Viga 5. Situación persistente. Combinación fundamental

Longitud de vuelo (m)	M_d (kNm)	M_u (kNm)	$C_s=M_u/M_d$
0.000	0.0	0.0	100.000
0.867	-18.1	-333.3	18.463
1.733	-71.7	-300.8	4.193
2.600	-151.4	-297.7	1.967

Longitudes de vuelo máximas admisibles sin armaduras adicionales de refuerzo

Viga	Longitud en extremo 1 (m)	Longitud en extremo 2 (m)
1	2.600	2.600
2	2.600	2.600
3	2.600	2.600
4	2.600	2.600
5	2.600	2.600

22 ROTURA POR FLEXIÓN EN LA LOSA

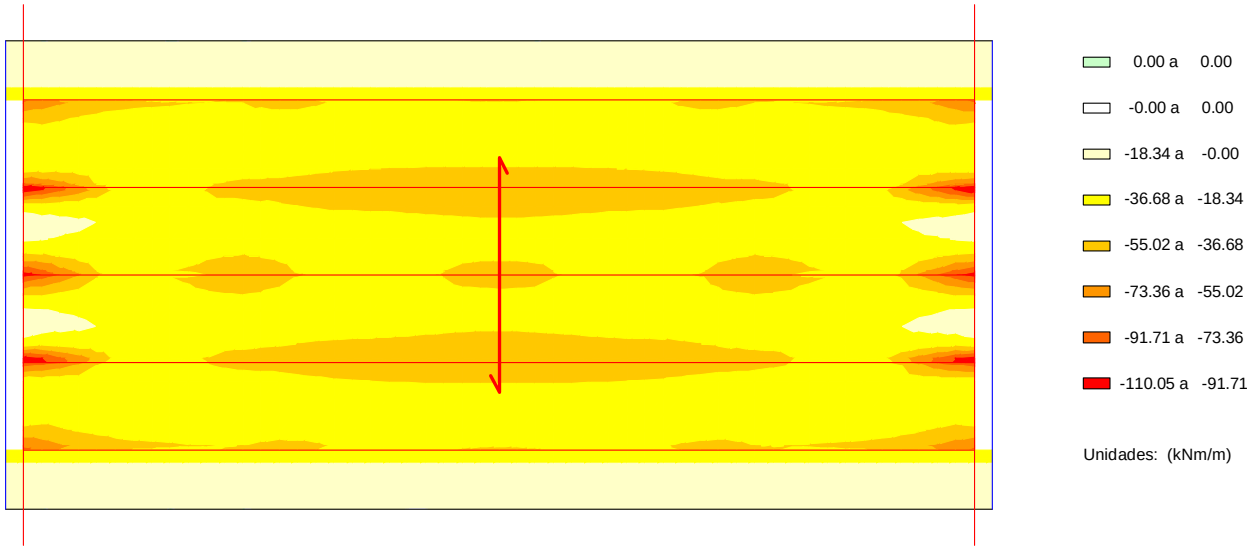
En este apartado se presentan las envolventes de los esfuerzos flectores para cada combinación, y las armaduras de flexión obtenidas. La flexión positiva corresponde a tracciones en la cara inferior de la losa.

22.1 Esfuerzos de flexión mayorados

22.1.1 Situación persistente. Combinación fundamental

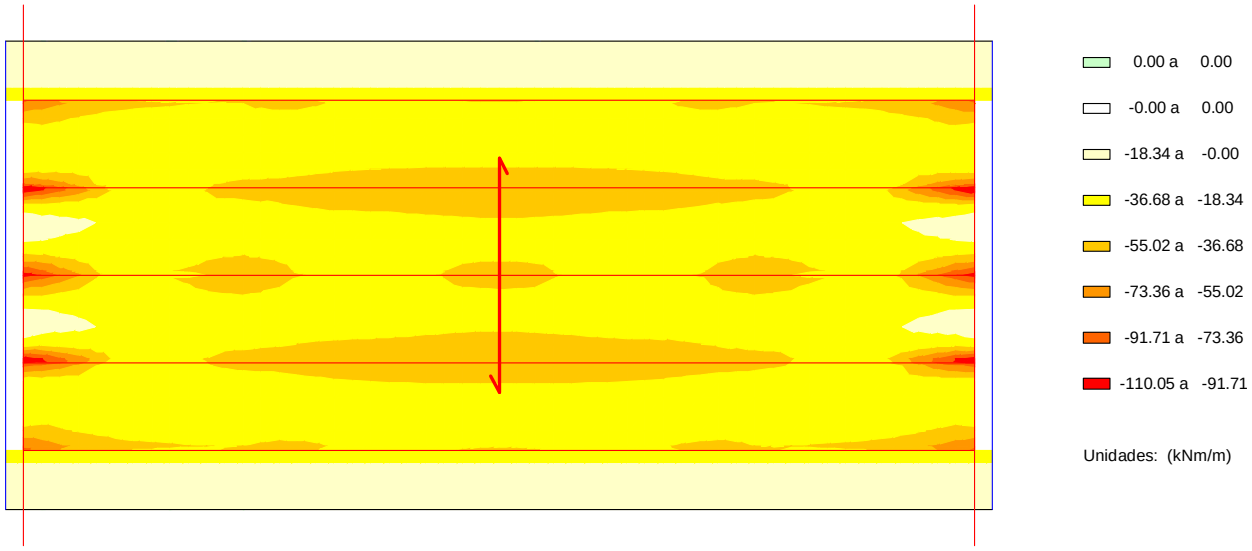
Momento transversal. Flexión negativa (W-A) (kNm/m)

Situación persistente. Combinación fundamental



Momento transversal. Flexión negativa (W-A) (kNm/m)

Situación persistente. Combinación fundamental

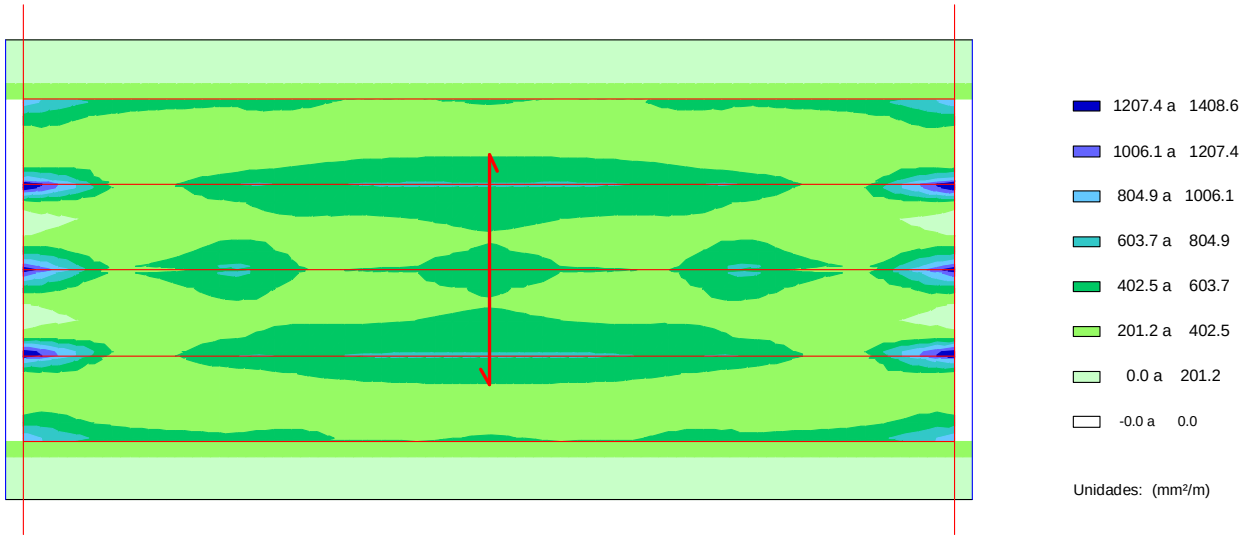


22.2 Armadura de flexión

En este apartado se presenta la armadura máxima de entre la necesaria por cálculo, la mínima mecánica y la geométrica.

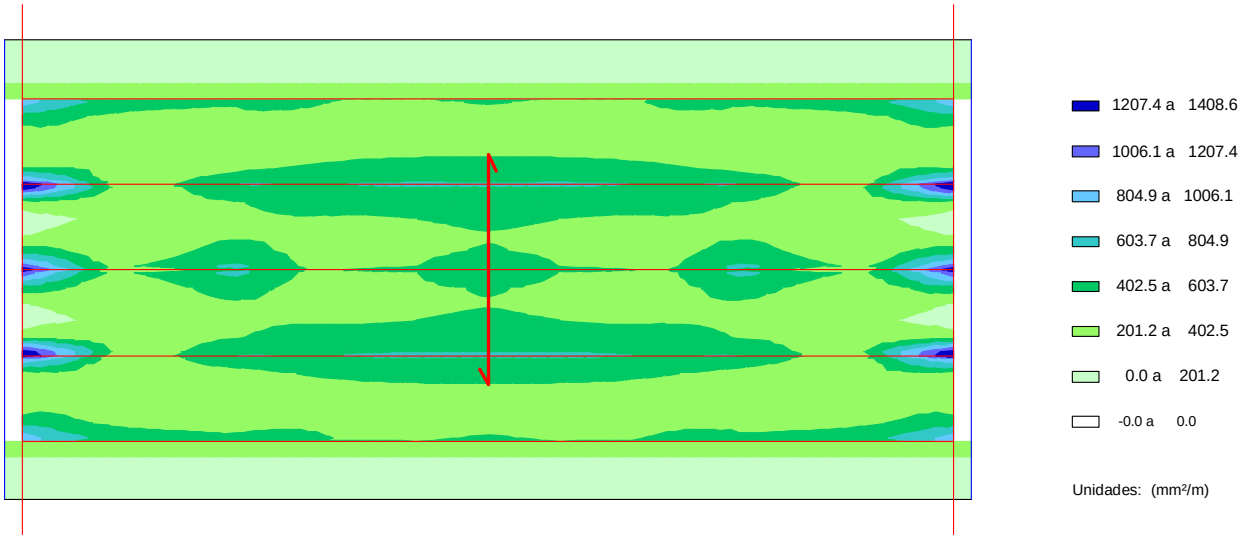
Armadura de cálculo transversal superior (mm²/m)

Envolvente global



Armadura de cálculo transversal superior (mm²/m)

Envolvente global



22.3 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

23 ROTURA POR CORTANTE EN LA LOSA

En este apartado se presentan las envolventes de los esfuerzos cortantes para cada combinación, y las armaduras de cortante obtenidas.

23.1 Esfuerzos cortantes mayorados

23.1.1 Situación persistente. Combinación fundamental

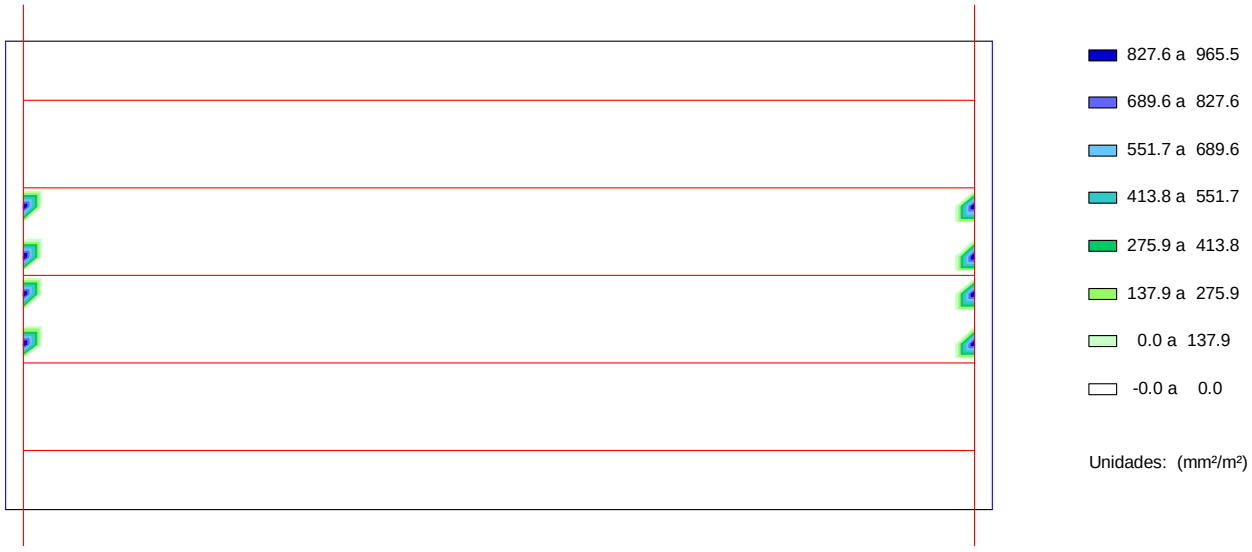
Armadura mínima de cortante

Envolvente global

23.2 Comprobación de las bielas de compresión

Armadura mínima de cortante

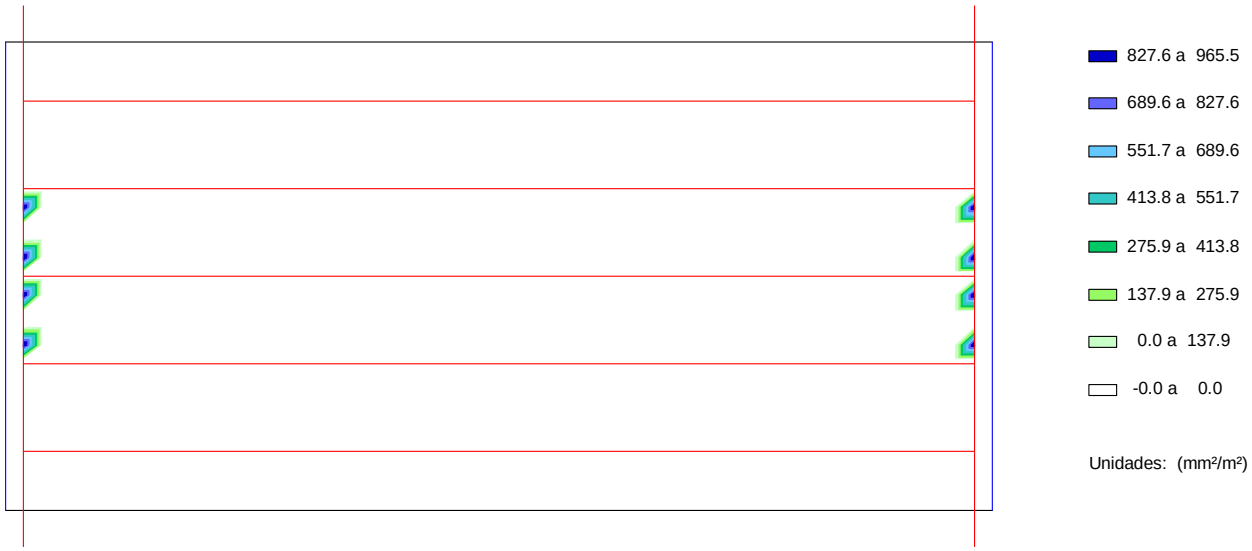
Envolvente global



23.3 Armadura de cálculo de cortante

Armadura mínima de cortante

Envolvente global



23.4 Armadura mínima de cortante

Armadura mínima de cortante

Envolvente global

23.5 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

24 VERIFICACIÓN DEL EL FISURACIÓN EN LA LOSA

24.1 Cálculo a fisuración

24.1.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente

M_k: Flector máximo.Situación persistente. Combinación cuasi permanente
N_k: Axil concomitante.Situación persistente. Combinación cuasi permanente
w_k: Abertura de fisura.
w_{adm}: Abertura de fisura admisible.

Armadura inferior longitudinal

Zona	Armadura por flexión (mm^2/m)	Armadura	M_k (kNm/m)	W_k (mm)	W_{adm} (mm)	Resultado
1	458.8	Ø8/0.100 m	12.00	0.08	0.30	Cumple

Armadura superior longitudinal

Zona	Armadura por flexión (mm^2/m)	Armadura	M_k (kNm/m)	W_k (mm)	W_{adm} (mm)	Resultado
1	351.3	Ø12/0.300	-10.09	0.10	0.30	Cumple

		m				

Armadura inferior transversal

Zona	Armadura por flexión (mm^2/m)	Armadura	M_k (kNm/m)	W_k (mm)	W_{adm} (mm)	Resultado
1	1395.9	Ø25/0.350 m	12.52	0.04	0.30	Cumple
2	1175.2	Ø20/0.250 m	8.29	0.02	0.30	Cumple
3	1395.9	Ø25/0.350 m	12.52	0.04	0.30	Cumple

Armadura superior transversal

Zona	Armadura por flexión (mm^2/m)	Armadura	M_k (kNm/m)	W_k (mm)	W_{adm} (mm)	Resultado
1	1408.6	Ø20/0.200 m	-40.49	0.09	0.30	Cumple
2	995.9	Ø16/0.200 m	-32.06	0.11	0.30	Cumple
3	1408.5	Ø20/0.200 m	-40.50	0.09	0.30	Cumple

24.2 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

26 PRUEBA DE CARGA

27 Reacciones por apoyo. Valores característicos

Reacciones en vigas en el eje 1 y en el eje 2

		Reacción vertical (kN)					
		Peso propio de las vigas (PV)		Peso propio de la losa (PL)		Superestructura (SE)	
Eje	Viga	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
1	1	165.3	165.3	241.5	241.5	226.8	238.0
1	2	165.3	165.3	204.6	204.6	83.4	111.3
1	3	165.3	165.3	204.6	204.6	92.0	123.2
1	4	165.3	165.3	204.6	204.6	83.4	111.3
1	5	165.3	165.3	241.5	241.5	226.8	238.0
2	1	165.3	165.3	241.5	241.5	226.8	238.0
2	2	165.3	165.3	204.6	204.6	83.4	111.3
2	3	165.3	165.3	204.6	204.6	92.0	123.2
2	4	165.3	165.3	204.6	204.6	83.4	111.3
2	5	165.3	165.3	241.5	241.5	226.8	238.0

		Reacción vertical (kN)					
		Tráfico en aceras (TRA)		Tráfico en plataforma (TRP)		Viento vertical (VI)	
Eje	Viga	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
1	1	-6.7	85.5	-21.5	207.0	-58.0	58.0
1	2	-3.2	15.8	0.0	478.7	-30.5	30.5
1	3	0.0	12.3	0.0	507.8	-20.3	20.3

1	4	-3.2	15.8	0.0	478.7	-30.5	30.5
1	5	-6.7	85.5	-21.5	207.0	-58.0	58.0
2	1	-6.7	85.5	-21.5	207.0	-58.0	58.0
2	2	-3.2	15.8	0.0	478.7	-30.5	30.5
2	3	0.0	12.3	0.0	507.8	-20.3	20.3
2	4	-3.2	15.8	0.0	478.7	-30.5	30.5
2	5	-6.7	85.5	-21.5	207.0	-58.0	58.0

Reacción vertical (kN)

		Gradiente térmico (GT)	
Eje	Viga	Min.	Max.
1	1	0.0	0.0
1	2	0.0	0.0
1	3	0.0	0.0
1	4	0.0	0.0
1	5	0.0	0.0
2	1	0.0	0.0
2	2	0.0	0.0
2	3	0.0	0.0
2	4	0.0	0.0
2	5	0.0	0.0

28 Reacciones por apoyo. Valores de combinación

Reacciones en vigas en el eje 1 y en el eje 2

Instante	Descripción
I1	Tras la transferencia del pretesado
I2	Tras el hormigonado de la losa
I3	Tras la disposición de la superestructura
I4	Tras la apertura al tráfico
I5	A tiempo infinito

Situación persistente. Combinación cuasi permanente:

Reacción vertical (kN)

		Valores máximos				
Eje	Viga	I1	I2	I3	I4	I5
1	1	165.3	406.8	644.7	644.7	644.7
1	2	165.3	369.9	481.1	481.1	481.1
1	3	165.3	369.9	493.0	493.0	493.0
1	4	165.3	369.9	481.1	481.1	481.1
1	5	165.3	406.8	644.7	644.7	644.7
2	1	165.3	406.8	644.7	644.7	644.7
2	2	165.3	369.9	481.1	481.1	481.1
2	3	165.3	369.9	493.0	493.0	493.0
2	4	165.3	369.9	481.1	481.1	481.1
2	5	165.3	406.8	644.7	644.7	644.7

Situación persistente. Combinación frecuente:

Reacción vertical (kN)

		Valores máximos				
Eje	Viga	I1	I2	I3	I4	I5
1	1	165.3	406.8	644.7	803.3	803.3
1	2	165.3	369.9	481.1	790.5	790.5
1	3	165.3	369.9	493.0	825.2	825.2
1	4	165.3	369.9	481.1	790.5	790.5
1	5	165.3	406.8	644.7	803.3	803.3
2	1	165.3	406.8	644.7	803.3	803.3

2	2	165.3	369.9	481.1	790.5	790.5
2	3	165.3	369.9	493.0	825.2	825.2
2	4	165.3	369.9	481.1	790.5	790.5
2	5	165.3	406.8	644.7	803.3	803.3

Situación persistente. Combinación característica:

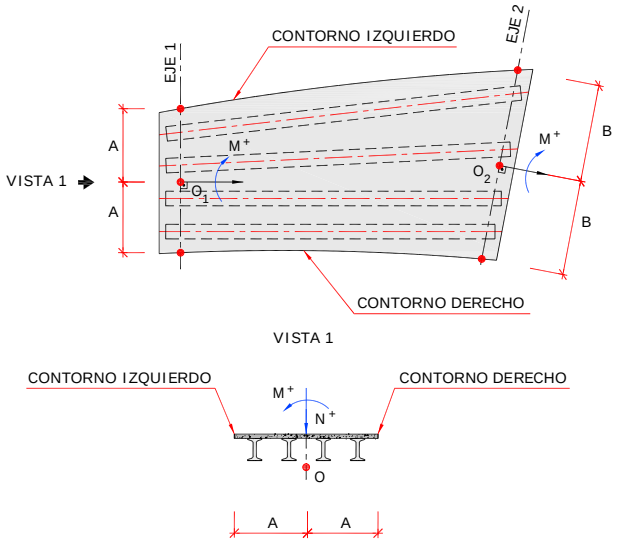
Reacción vertical (kN)						
Valores máximos						
Eje	Viga	I1	I2	I3	I4	I5
1	1	165.3	406.8	644.7	972.0	972.0
1	2	165.3	369.9	481.1	993.8	993.8
1	3	165.3	369.9	493.0	1025.4	1025.4
1	4	165.3	369.9	481.1	993.8	993.8
1	5	165.3	406.8	644.7	972.0	972.0
2	1	165.3	406.8	644.7	972.0	972.0
2	2	165.3	369.9	481.1	993.8	993.8
2	3	165.3	369.9	493.0	1025.4	1025.4
2	4	165.3	369.9	481.1	993.8	993.8
2	5	165.3	406.8	644.7	972.0	972.0

Situación persistente. Combinación fundamental:

Reacción vertical (kN)						
Valores máximos						
Eje	Viga	I1	I2	I3	I4	I5
1	1	223.1	549.1	870.4	1317.5	1317.5
1	2	223.1	499.3	649.5	1344.4	1344.4
1	3	223.1	499.3	665.6	1386.1	1386.1
1	4	223.1	499.3	649.5	1344.4	1344.4
1	5	223.1	549.1	870.4	1317.5	1317.5
2	1	223.1	549.1	870.4	1317.5	1317.5
2	2	223.1	499.3	649.5	1344.4	1344.4
2	3	223.1	499.3	665.6	1386.1	1386.1
2	4	223.1	499.3	649.5	1344.4	1344.4
2	5	223.1	549.1	870.4	1317.5	1317.5

29 Reacciones por eje. Valores característicos

Reacciones totales en el eje 1 y en el eje 2
En este apartado se listan las reacciones máximas y mínimas por eje de apoyo, obtenidas a partir de la contribución de cada uno de los apoyos de las vigas del eje.
Se obtiene así la rección vertical y el momento transversal referido a un eje perpendicular al eje de apoyos que pasa por el punto medio de la sección del eje de apoyos.



VISTA 1

N- M-: Axil mínimo en el eje de apoyos con el momento concomitante máximo negativo.
N- M+: Axil mínimo en el eje de apoyos con el momento concomitante máximo positivo.
N+ M-: Axil máximo en el eje de apoyos con el momento concomitante máximo negativo.
N+ M+: Axil máximo en el eje de apoyos con el momento concomitante máximo positivo.
M- N-: Momento mínimo en el eje de apoyos con el axil concomitante máximo negativo.
M- N+: Momento mínimo en el eje de apoyos con el axil concomitante máximo positivo.
M+ N-: Momento máximo en el eje de apoyos con el axil concomitante máximo negativo.
M+ N+: Momento máximo en el eje de apoyos con el axil concomitante máximo positivo.

PV : Peso propio de las vigas

Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	826.3	0.0	826.3	0.0	826.3	0.0	826.3	0.0
2	826.3	0.0	826.3	0.0	826.3	0.0	826.3	0.0

PV : Peso propio de las vigas

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	826.3	0.0	826.3	0.0	826.3	0.0	826.3	0.0
2	826.3	0.0	826.3	0.0	826.3	0.0	826.3	0.0

PL : Peso propio de la losa

Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	1096.9	0.0	1096.9	0.0	1096.9	0.0	1096.9	0.0
2	1096.9	0.0	1096.9	0.0	1096.9	0.0	1096.9	0.0

PL : Peso propio de la losa

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	1096.9	0.0	1096.9	0.0	1096.9	0.0	1096.9	0.0
2	1096.9	0.0	1096.9	0.0	1096.9	0.0	1096.9	0.0

SE : Superestructura

Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	712.4	0.0	712.4	0.0	821.6	0.0	821.6	0.0

2	712.4	0.0	712.4	0.0	821.6	-0.0	821.6	-0.0

SE : Superestructura

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	712.4	0.0	821.6	0.0	712.4	0.0	821.6	0.0
2	821.6	-0.0	821.6	-0.0	712.4	0.0	712.4	0.0

TRA : Tráfico en aceras

Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	0.0	0.0	0.0	0.0	195.1	0.0	195.1	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	195.1	0.0	195.1	0.0

TRA : Tráfico en aceras

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	97.5	-487.6	97.5	-487.6	97.5	487.6	97.5	487.6
2	97.5	-487.6	97.5	-487.6	97.5	487.6	97.5	487.6

TRP: Tráfico en plataforma

Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	0.0	0.0	0.0	0.0	1362.0	-1211.4	1362.0	1211.4
2	0.0	0.0	0.0	0.0	1362.0	-1211.4	1362.0	1211.4

TRP: Tráfico en plataforma

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	879.5	-1759.1	912.0	-1759.1	879.5	1759.1	912.0	1759.1
2	879.5	-1759.1	912.0	-1759.1	879.5	1759.1	912.0	1759.1

VI : Viento vertical

Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	-111.0	-360.8	-111.0	360.8	111.0	-360.8	111.0	360.8
2	-111.0	-360.8	-111.0	360.8	111.0	-360.8	111.0	360.8

VI : Viento vertical

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	-111.0	-360.8	-111.0	-360.8	111.0	360.8	111.0	360.8
2	-111.0	-360.8	-111.0	-360.8	111.0	360.8	111.0	360.8

GT : Gradiente térmico

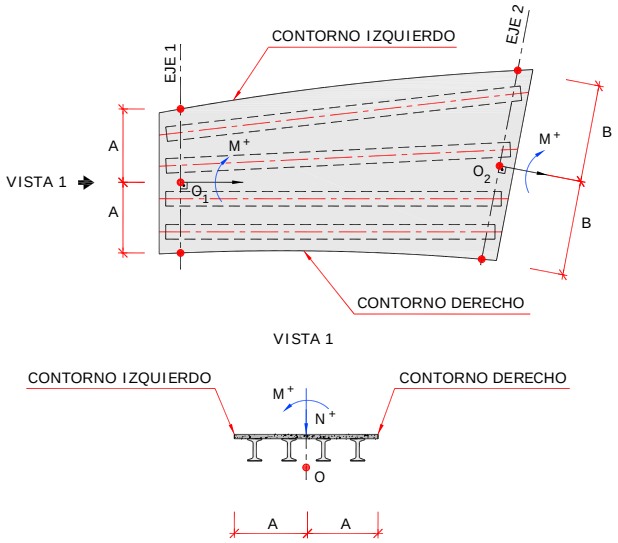
Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

GT : Gradiente térmico

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

30 Reacciones por eje. Valores de combinación

En este apartado se listan las reacciones máximas y mínimas por eje de apoyo, obtenidas a partir de la contribución de cada uno de los apoyos de las vigas del eje.
Se obtiene así la rección vertical y el momento transversal referido a un eje perpendicular al eje de apoyos que pasa por el punto medio de la sección del eje de apoyos.



Reacciones totales en el eje 1 y en el eje 2

Situación persistente. Combinación cuasi permanente:

A tiempo infinito

Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	2635.5	0.0	2635.5	0.0	2744.7	0.0	2744.7	0.0
2	2635.5	0.0	2635.5	0.0	2744.7	0.0	2744.7	0.0

A tiempo infinito

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	2635.5	0.0	2744.7	0.0	2635.5	0.0	2744.7	0.0
2	2744.7	0.0	2744.7	0.0	2635.5	0.0	2635.5	0.0

Situación persistente. Combinación frecuente:

A tiempo infinito

Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)

1	2613.3	-72.2	2613.3	72.2	3676.0	-731.3	3676.0	731.3
2	2613.3	-72.2	2613.3	72.2	3676.0	-731.3	3676.0	731.3

A tiempo infinito

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	3211.4	-1268.9	3333.6	-1268.9	3211.4	1268.9	3333.6	1268.9
2	3320.6	-1268.9	3333.6	-1268.9	3211.4	1268.9	3224.4	1268.9

Situación persistente. Combinación característica:

A tiempo infinito

Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	2524.5	-360.8	2524.5	360.8	4368.4	-1427.9	4368.4	1427.9
2	2524.5	-360.8	2524.5	360.8	4368.4	-1427.9	4368.4	1427.9

A tiempo infinito

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	3545.9	-2463.2	3687.6	-2463.2	3679.1	2463.2	3820.8	2463.2
2	3655.1	-2463.2	3687.6	-2463.2	3679.1	2463.2	3711.6	2463.2

Situación persistente. Combinación fundamental:

A tiempo infinito

Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	2469.0	-541.2	2469.0	541.2	5907.3	-1960.1	5907.3	1960.1
2	2469.0	-541.2	2469.0	541.2	5907.3	-1960.1	5907.3	1960.1

A tiempo infinito

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	4126.4	-4369.7	4696.5	-4369.7	4575.5	4369.7	4896.3	4369.7
2	4523.1	-4369.7	4696.5	-4369.7	4575.5	4369.7	4748.9	4369.7

Programa: CivilEstudio

Versión: 34 - 6
Barcelona, 2018

CivilEstudio, software propiedad de CivilCAD Consultores, S.L.
Autores: L.M.Callís, J.M.Roig, I.Callís, P.Reinés
Licencia de uso concedida a: Most Enginyers, S.L.
Número de usuario: 12202

Proyecto:

Nombre del proyecto: *PRECÀLCUL DE LES ESTRUCTURES DEL PROJECTE D'OBRES BÀSIQUES D'URBANITZACIÓ DEL PLA DIRECTOR URBANÍSTIC DEL CENTRE DIRECCIONAL DE CERDANYOLA DEL VALLÈS*
Nombre de la estructura: *6. V-G.1. Pont sobre el torrent de Magrans a l'eix-G*
Nombre del elemento estructural: *Tauler*
Tipo de estructura: *Vigas pretesadas*
Funcionalidad de la estructura: *Estructura de Carretera*
Clase de estructura: *Tablero sin tierras*
Vida útil: *100 años*

Normativas:

Ámbito: *Normas españolas*

Unidades:

Sistema *S.I.*

Despiece:

Sistema Métrico Europeo

Módulo del programa:

Módulo Tablero de vigas
Nombre del archivo de proyecto: *vg1_1.vig*
Ruta de acceso: *p:\parc de l'alba\estructures\6. v-g.1\civilcad tauler*

Informe:

Tipo de informe: *Informe de mediciones*
Informe generado el día 17-12-2020 a las 18:45:46.

Índice

MEDICIONES DEL TABLERO DE VIGAS :

Vigas

Viga 1

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Hormigón de la viga	1	12.878	12.88

Total:	12.878	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Armadura en el alma	1	604.1	604.05
Armadura de refuerzo de rasante viga-losa	1	437.4	437.38
Armadura en el ala inferior	1	107.2	107.23
Armadura en el ala superior	1	189.2	189.16
Armadura longitudinal de piel	1	282.6	282.56
Armadura de refuerzo en extremos	1	59.3	59.28
Armadura de refuerzo a rotura	1	0.0	0.00
Armadura debida al postesado	1	0.0	0.00

Total:	1679.7	kg

Unidad: Peso de acero activo de pretesado

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Acero de pretesado de la viga	1	1008.9	1008.88

Total:	1008.9	kg

Viga 2

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Hormigón de la viga	1	12.888	12.89

Total:	12.888	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Armadura en el alma	1	588.7	588.74
Armadura de refuerzo de rasante viga-losa	1	390.3	390.28
Armadura en el ala inferior	1	85.8	85.78
Armadura en el ala superior	1	189.2	189.16
Armadura longitudinal de piel	1	282.6	282.56

Armadura de refuerzo en extremos	1	59.3	59.28
Armadura de refuerzo a rotura	1	0.0	0.00
Armadura debida al postesado	1	0.0	0.00

Total:	1595.8	kg

Unidad: Peso de acero activo de pretesado

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Acero de pretesado de la viga	1	1008.9	1008.88

Total:	1008.9	kg

Viga 3

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Hormigón de la viga	1	12.887	12.89

Total:	12.887	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Armadura en el alma	1	593.0	593.00
Armadura de refuerzo de rasante viga-losa	1	390.3	390.28
Armadura en el ala inferior	1	85.8	85.78
Armadura en el ala superior	1	189.2	189.16
Armadura longitudinal de piel	1	282.6	282.56
Armadura de refuerzo en extremos	1	65.4	65.45
Armadura de refuerzo a rotura	1	0.0	0.00
Armadura debida al postesado	1	0.0	0.00

Total:	1606.2	kg

Unidad: Peso de acero activo de pretesado

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Acero de pretesado de la viga	1	1008.9	1008.88

Total:	1008.9	kg

Viga 4

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Hormigón de la viga	1	12.888	12.89

Total:	12.888	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Armadura en el alma	1	588.7	588.74
Armadura de refuerzo de rasante viga-losa	1	390.3	390.28
Armadura en el ala inferior	1	85.8	85.78
Armadura en el ala superior	1	189.2	189.16
Armadura longitudinal de piel	1	282.6	282.56
Armadura de refuerzo en extremos	1	59.3	59.28
Armadura de refuerzo a rotura	1	0.0	0.00
Armadura debida al postesado	1	0.0	0.00

Total:	1595.8	kg

Unidad: Peso de acero activo de pretesado

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Acero de pretesado de la viga	1	1008.9	1008.88

Total:	1008.9	kg

Viga 5

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Hormigón de la viga	1	12.878	12.88

Total:	12.878	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Armadura en el alma	1	604.1	604.05
Armadura de refuerzo de rasante viga-losa	1	437.4	437.38
Armadura en el ala inferior	1	107.2	107.23
Armadura en el ala superior	1	189.2	189.16
Armadura longitudinal de piel	1	282.6	282.56
Armadura de refuerzo en extremos	1	59.3	59.28
Armadura de refuerzo a rotura	1	0.0	0.00
Armadura debida al postesado	1	0.0	0.00

Total:	1679.7	kg

Unidad: Peso de acero activo de pretesado

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Acero de pretesado de la viga	1	1008.9	1008.88

Total:	1008.9	kg

Losa

Losa

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Hormigón de la losa	1	87.750	87.75

Total:	87.750	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Armadura inferior longitudinal	1	3657.0	3657.00
Armadura superior longitudinal	1	3046.2	3046.17
Armadura inferior transversal	1	1433.1	1433.14
Armadura superior transversal	1	1073.3	1073.32
Armadura de zuncho	1	0.0	0.00
Armadura de cortante	1	103.7	103.74
Armadura de borde	1	0.0	0.00

Total:	9313.4	kg

PREDISSENY APARELL DE RECOLZAMENT DEL TAULER
V-G.1. PONT SOBRE EL TORRENT DE MAGRANS EIX G

1. PROPOSTA DE NEOPRÈ

El neopreno en sí se plantea como un rectángulo de dimensiones:

$a := 250\ mm$ $b := 400\ mm$

Con una altura total

$h_{elastómero\_total} := 53\ mm$ $n_{capas} := 6$ $h_{1.elastómero} := \frac{h_{elastómero\_total}}{n_{capas}} = 8.833\ mm$

$h_{apoyo\_total} := 74\ mm$ $n_{chapas} := n_{capas} - 1 = 5$

$G_{neo} := 0.9\ MPa$ $G_{neo\_rapido} := 2 \cdot G_{neo} = 1.8\ MPa$

Número de recolzaments per alineació: $n_{rec} := 5$

Número de alineacions: $n_{ali} := 2$

2. REACCIONS I GIRS

De l'informe de càlcul del tauler s'extreu:

26 Reacciones por apoyo. Valores de combinación

Reacciones en vigas en el eje 1 y en el eje 2

Instante	Descripción
I1	Tras la transferencia del pretesado
I2	Tras la ejecución de las riostras
I3	Tras el hormigonado de la losa
I4	Tras la disposición de la superestructura
I5	Tras la apertura al tráfico
I6	A tiempo infinito

Situación persistente. Combinación fundamental:

Reacción vertical (kN)						
Valores máximos						
Eje	Viga	I1	I2	I3	I4	I5
1	1	223.1	549.1	870.4	1317.5	1317.5
1	2	223.1	499.3	649.5	1344.4	1344.4
1	3	223.1	499.3	665.6	1386.1	1386.1
1	4	223.1	499.3	649.5	1344.4	1344.4
1	5	223.1	549.1	870.4	1317.5	1317.5
2	1	223.1	549.1	870.4	1317.5	1317.5
2	2	223.1	499.3	649.5	1344.4	1344.4
2	3	223.1	499.3	665.6	1386.1	1386.1
2	4	223.1	499.3	649.5	1344.4	1344.4
2	5	223.1	549.1	870.4	1317.5	1317.5

$R_{max} := 1386.1\ kN$

$R_{min} := 649.5\ kN$

Viga	Apoyo	Tras la transferencia del pretesado		Tras el hormigonado de la losa		Tras la disposición de la superestructura		Tras la apertura al tráfico	
		$\theta_{máx}$ (rad)	$\theta_{mín}$ (rad)	$\theta_{máx}$ (rad)	$\theta_{mín}$ (rad)	$\theta_{máx}$ (rad)	$\theta_{mín}$ (rad)	$\theta_{máx}$ (rad)	$\theta_{mín}$ (rad)
1	1	0.006785	0.007797	0.002054	0.003066	0.000666	0.001559	0.001631	-0.001310
1	2	-0.007797	-0.006785	-0.003067	-0.002054	-0.001559	-0.000666	0.001310	-0.001631
2	1	0.006785	0.007797	0.002711	0.003723	0.001802	0.002627	0.002746	-0.000550
2	2	-0.007797	-0.006785	-0.003723	-0.002711	-0.002627	-0.001802	0.000550	-0.002746
3	1	0.006785	0.007797	0.002711	0.003723	0.001954	0.002752	0.002896	-0.000402
3	2	-0.007797	-0.006785	-0.003723	-0.002711	-0.002752	-0.001954	0.000402	-0.002896

4	1	0.006785	0.007797	0.002711	0.003723	0.001802	0.002627	0.002746	-0.000550
4	2	-0.007797	-0.006785	-0.003723	-0.002711	-0.002627	-0.001802	0.000550	-0.002746
5	1	0.006785	0.007797	0.002054	0.003066	0.000666	0.001559	0.001631	-0.001310
5	2	-0.007797	-0.006785	-0.003067	-0.002054	-0.001559	-0.000666	0.001310	-0.001631

Viga	Apoyo	A tiempo infinito	
		$\theta_{máx}$ (rad)	$\theta_{mín}$ (rad)
1	1	0.002434	0.000527
1	2	-0.000527	-0.002434
2	1	0.004722	0.002393
2	2	-0.002393	-0.004722
3	1	0.005012	0.002654
3	2	-0.002654	-0.005013
4	1	0.004722	0.002393
4	2	-0.002393	-0.004722
5	1	0.002434	0.000527
5	2	-0.000527	-0.002434

$\theta_{max} := 0.007797\ rad$

3. ANÀLISI DE RIGIDESA HORITZONTAL DEL PONT

$$K_{1.apoyo} := \frac{a \cdot b \cdot G_{neo}}{h_{elastómero\_total}} = 1698.113 \ \frac{1}{m} \cdot kN$$

$$K_{estribo} := 10^{90} \cdot \frac{1}{m} \cdot kN \qquad K_{conjunto\_estribo} := \frac{1}{\frac{1}{K_{estribo}} + \frac{1}{K_{1.apoyo} \cdot n_{rec}}} = \left(8.491 \cdot 10^{3}\right) \frac{1}{m} \cdot kN$$

$$K_{longitudinal\_puente} := 2 \cdot K_{conjunto\_estribo} = \left(1.698 \cdot 10^{4}\right) \frac{1}{m} \cdot kN$$

4. ANÀLISI D'ESFORÇOS HORIZONTALS

Ample del tauler: $B := 13 \ m$
Longitud total del tauler: $L := 27 \ m$
Cantell del tauler: $H := 1.45 \ m$
Número de carrils virtuals: $n_{cv} := 2$
Esviatge del tauler: $\varphi := 0 \cdot grad = 0 \ °$

$$grad := \frac{90 \ °}{100} = 0.016$$

Força de frenada i arrancada:

$$Q_{lk\_1} := \max\left(180 \ kN, \min\left(1.2 \cdot 300 \ kN + 0.1 \cdot 3 \ m \cdot \frac{9 \ kN}{m^2} \cdot L, 900 \ kN\right)\right) = 432.9 \ kN$$

$$Q_{lk\_2} := \max\left(180 \ kN, \min\left(1.2 \cdot 200 \ kN + 0.1 \cdot 3 \ m \cdot \frac{2.5 \ kN}{m^2} \cdot L, 900 \ kN\right)\right) = 260.25 \ kN$$

$$F_{fren} := Q_{lk\_1} + Q_{lk\_2} = 693.15 \ kN$$

Força horitzontal induïda pel vent:

$c_{dir} := 1.0$
$c_{season} := 1.0$

Període de retorno $T := 100 \ yr$

$$c_{prob} := \sqrt{\left(\frac{1 - 0.2 \cdot \ln\left(-\ln\left(1 - \frac{1 \ yr}{T}\right)\right)}{1 - 0.2 \cdot \ln\left(-\ln(0.98)\right)}\right)} = 1.038$$

$v_{b.0} := 29 \ \frac{m}{s}$

$v_b := v_{b.0} \cdot c_{dir} \cdot c_{season} \cdot c_{prob} = 30.116 \ \frac{m}{s}$

$\rho := 1.25 \cdot \frac{kg}{m^3}$

$c_e := 1.288$

$t_{pavi} := 10 \ cm$

El canto del tablero efectivo a viento es $h_{vt} := H + t_{pavi} + 2\ m = 3.55\ m$

$A_{ref\_Y} := h_{vt} = 3.55\ m$

El coeficiente de fuerza

$B_{tablero\_viento} := B = 13\ m$

$$c_{f.Y} := \max\left(\min\left(2.5 - 0.3 \cdot \frac{B_{tablero\_viento}}{A_{ref\_Y}}, 2.4\right), 1.3\right) = 1.401$$

Fuerza total de viento sobre tablero

$$F_{w.Y\_total} := \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^{\ 2} \cdot c_e \cdot c_{f.Y} \cdot A_{ref\_Y} \cdot L = 98.071\ kN$$

Fuerza de viento transversal en cada apoyo:

$$F_{w\_Y\_apoyo} := \frac{K_{1.apoyo}}{K_{longitudinal\_puente}} \cdot F_{w.Y\_total} = 9.807\ kN$$

Fuerza de viento longitudinal en cada apoyo:

$$F_{w\_X\_apoyo} := F_{w\_Y\_apoyo} \cdot 0.25 = 2.452\ kN$$

Fuerza de frenado longitudinal en cada apoyo:

$$F_{fr\_X\_apoyo} := \frac{K_{1.apoyo}}{K_{longitudinal\_puente}} \cdot F_{fren} = 69.315\ kN$$

5. ANÀLISI D'EFECTES TERMOHIGROMÈTRICS

$$\varepsilon_{termohigrometric\_total} := 1\ \frac{mm}{m}$$

$$\Delta_{total} := \frac{L}{2} \cdot \varepsilon_{termohigrometric\_total} = 13.5\ mm$$

$$F_{termohigrometrica\_total} := K_{longitudinal\_puente} \cdot \Delta_{total} = 229.245\ kN$$

$$F_{termohigrometrica\_X\_apoyo} := \frac{K_{1.apoyo}}{K_{longitudinal\_puente}} \cdot F_{termohigrometrica\_total} = 22.925\ kN$$

6. VERIFICACIÓ DEL NEOPRÈ

Verificación de aparato de apoyo según norma EN 1337-3:2005

Coeficiente de mayoración de acciones $\gamma_A := 1.35$

Parámetros de cálculo

$h_{elastómero\_total} = 53\ mm$ $a = 0.25\ m$ $b = 0.4\ m$

$a' := a - 2\ cm = 0.23\ m$ $b' := b - 2\ cm = 0.38\ m$

$A_1 := a' \cdot b' = 874\ cm^2$ $G_{neo} = 0.9\ MPa$ $G_{neo\_rapido} = 1.8\ MPa$

$$S := \frac{a' \cdot b'}{2 \cdot (a' + b') \cdot h_{1.elastómero}} = 8.11$$

$$A_{reducida} := a' \cdot b' \cdot \left(1 - \frac{\Delta_{total} \cdot \gamma_A}{a'}\right) = 804.745\ cm^2$$

Deformación máxima de compresión

$N_{ed} := R_{max} = \left(1.386 \cdot 10^3\right)\ kN$

$$\varepsilon_{c.d} := \frac{N_{ed}}{G_{neo} \cdot A_{reducida} \cdot S} = 2.36$$

Deformación máxima en cizalla

$$H_{ed} := \gamma_A \cdot \sqrt{F_{w\_Y\_apoyo}^{\ 2} + \left(F_{fr\_X\_apoyo} + F_{w\_X\_apoyo}\right)^2} = 97.786\ kN$$

$$v_{xy.d} := \frac{H_{ed} \cdot h_{elastómero\_total}}{a \cdot b \cdot G_{neo\_rapido}} + \Delta_{total} \cdot \gamma_A = 47.017\ mm$$

$$\varepsilon_{q.d} := \frac{v_{xy.d}}{h_{elastómero\_total}} = 0.887 \quad < 1 \quad \text{if}\left(\varepsilon_{q.d} \leq 1, \text{“válido”}, \text{“NO válido”}\right) = \text{“válido”}$$

Deformación máxima en cizalla debida a rotación angular

$\theta_{max\_cargas} := \theta_{max} \cdot \gamma_A$

$$\varepsilon_{\alpha.d} := \frac{a'^2 \cdot \theta_{max\_cargas} \cdot h_{1.elastómero}}{2 \cdot h_{1.elastómero}^{\ 3} \cdot n_{capas}} = 0.595$$

Deformación máxima de diseño

$\varepsilon_{t.d} := \varepsilon_{c.d} + \varepsilon_{q.d} + \varepsilon_{\alpha.d} = 3.842 \quad < 7 \quad \text{if}\left(\varepsilon_{t.d} \le 7, \text{“válido”}, \text{“NO válido”}\right) = \text{“válido”}$

Flecha vertical

$$v_{c.d} := \frac{N_{ed} \cdot h_{elastómero\_total}}{A_{reducida}} \cdot \left(\frac{1}{5 \cdot G_{neo} \cdot S^2} + \frac{1}{2000\ \text{MPa}}\right) = 3.541\ \text{mm}$$

Límite de rotación

$$v_{c.d} - \frac{\left(a' \cdot \theta_{max\_cargas}\right)}{3} = 0.003\ \text{m} \quad \text{if}\left(v_{c.d} - \frac{\left(a' \cdot \theta_{max\_cargas}\right)}{3} \ge 0, \text{“válido”}, \text{“NO válido”}\right) = \text{“válido”}$$

Estabilidad a torsión

$$\frac{N_{ed}}{A_{reducida}} = 17.224\ \text{MPa} \qquad \frac{2 \cdot a' \cdot G_{neo} \cdot S}{3 \cdot h_{1.elastómero}} = 126.701\ \text{MPa}$$

$$\text{if}\left(\frac{N_{ed}}{A_{reducida}} \le \frac{2 \cdot a' \cdot G_{neo} \cdot S}{3 \cdot h_{1.elastómero}}, \text{“válido”}, \text{“NO válido”}\right) = \text{“válido”}$$

Condición de no deslizamiento

$$\frac{R_{min}}{A_{reducida}} = 8.071\ \text{MPa}$$

$$\text{if}\left(\frac{R_{min}}{A_{reducida}} \ge 3\ \text{MPa}, \text{“válido”}, \text{“NO válido”}\right) = \text{“válido”}$$

$K_f := 0.2$ [0.2 para morteros lecho de resina , 0.6 para hormigón]

$$\mu_e := 0.1 + \frac{1.5\ \text{MPa} \cdot K_f}{\frac{R_{min}}{A_{reducida}}} = 0.137$$

$H_{ed} = 97.786\ \text{kN} \qquad \mu_e \cdot R_{min} = 89.092\ \text{kN}$

$\text{if}\left(H_{ed} \le \mu_e \cdot R_{min}, \text{“no es necesario anclar”}, \text{“ES NECESARIO ANCLAR”}\right) = \text{“ES NECESARIO ANCLAR”}$

7. CATÀL·LEG DE NEOPRENS

Sense pèrdua de generalitat s'escull el catàleg del fabricant Mecanogumba

CUADRO DE CARACTERÍSTICAS

mecanoGumba

APOYOS ARMADOS STANDARD Y ANCLADOS

				mínima $\sigma \geq 5$ N/mm^2			mínima $\sigma < 5$ N/mm^2									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Formato Dimensiones en planta a · b D	Carga Admisible	Módulo E	Nº de capas	Desplaza-miento admisible Tipo 1	Altura total del apoyo Tipo 1	Altura total de elastómero Tipo 1 T	Desplaza-miento admisible Tipos 2 a 5	Altura total del apoyo Tipo 2	Altura total del apoyo Tipo 4	Altura total del apoyo Tipo 5	Altura total de elastómero Tipos 2 a 5 T	Pernos para Tipos 2 y 4 ver 1.2.2	Angulos de giro			
													n · α	n · α	n · α	Ø n · α
mm	kN	N/mm²		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm		arc.	arc.	arc.	arc.
100 x 150	225	235	1	7,0	14	10	--	--	--	--	--	1	0,004	0,003	0,005	
			2	10,5	21	15	7,0	42	72	26	10		0,008	0,006	0,010	
			3	14,0	28	20	10,5	49	79	33	15		0,012	0,009	0,015	
			4	16,3	35	25	14,0	56	86	40	20		0,016	0,012	0,020	
			5	18,0	42	30	16,3	63	93	47	25		0,020	0,015	0,025	
			6	--	--	--	18,0	70	100	54	30		0,024	0,018	0,030	
150 x 200	450	480	1	7,0	14	10	--	--	--	--	--	1	0,003	0,003	0,004	
			2	10,5	21	15	7,0	42	72	26	10		0,006	0,006	0,008	
			3	14,0	28	20	10,5	49	79	33	15		0,009	0,009	0,013	
			4	17,5	35	25	14,0	56	86	40	20		0,012	0,012	0,017	
			5	21,0	42	30	17,5	63	93	47	25		0,015	0,015	0,021	
			6	23,3	49	35	21,0	70	100	54	30		0,018	0,018	0,025	
			7	25,3	56	40	23,3	77	107	61	35		0,021	0,021	0,029	
			8	27,0	63	45	25,3	84	114	68	40		0,024	0,024	0,033	
			9	--	--	--	27,0	91	121	75	45		0,027	0,027	0,037	
Ø 200	471	236	1	9,1	19	13	--	--	--	--	--	1	0,003	0,003	0,004	0,004
200 x 250	750	315	2	14,7	30	21	11,2	49	79	33	16	1	0,006	0,005	0,008	0,008
200 x 300	900	355	3	20,3	41	29	16,8	60	90	44	24	1	0,009	0,008	0,012	0,012
			4	25,9	52	37	22,4	71	101	55	32		0,012	0,010	0,016	0,016
			5	30,4	63	45	28,0	82	112	66	40		0,015	0,013	0,020	0,020
			6	33,7	74	53	31,7	93	123	77	48		0,018	0,015	0,024	0,024
			7	36,3	85	61	34,7	104	134	88	56		0,021	0,018	0,028	0,028
200 x 400	1200	430	1	9,1	19	13	--	--	--	--	--	2	0,003	0,001	0,003	
			2	14,7	30	21	11,2	49	79	33	16		0,006	0,002	0,006	
			3	20,3	41	29	16,8	60	90	44	24		0,009	0,003	0,009	
			4	25,9	52	37	22,4	71	101	55	32		0,012	0,005	0,012	
			5	30,4	63	45	28,0	82	112	66	40		0,015	0,006	0,015	
			6	33,7	74	53	31,7	93	123	77	48		0,018	0,008	0,018	
			7	36,3	85	61	34,7	104	134	88	56		0,021	0,009	0,021	
Ø 250	735	366	1	9,1	19	13	--	--	--	--	--	1	0,003	0,001	0,003	0,004
250 x 400	1500	610	2	14,7	30	21	11,2	49	79	33	16	2	0,005	0,002	0,005	0,008
			3	20,3	41	29	16,8	60	90	44	24		0,008	0,004	0,008	0,012
			4	25,9	52	37	22,4	71	101	55	32		0,010	0,005	0,010	0,016
			5	31,5	63	45	28,0	82	112	66	40		0,013	0,006	0,013	0,020
			6	36,5	74	53	33,6	93	123	77	48		0,015	0,007	0,016	0,024
			7	40,0	85	61	37,9	104	134	88	56		0,018	0,009	0,018	0,028
			8	43,1	96	69	41,2	115	141	99	64		0,020	0,010	0,021	0,032
			9	--	--	--	44,1	126	156	110	72		0,023	0,011	0,023	0,036

Datos según fabricante para el siguiente apoyo: $a = 250$ mm $b = 400$ mm $n_{capas} = 6$

$h_{elastómero\_total} = 53$ mm $h_{apoyo\_total} = 74$ mm

$carga_{admisible} := 1500$ kN $\quad \frac{N_{ed}}{\gamma_A} = 1026.741$ kN

$desplazamiento_{max} := 36.5$ mm $\quad \frac{V_{xy.d}}{\gamma_A} = 34.828$ mm

$giro_{admisible} := 0.015$ rad $\quad \frac{\theta_{max\_cargas}}{\gamma_A} = 0.008$ rad

$$\text{if}\left(\text{carga}_{\text{admisible}} \geq \frac{N_{ed}}{\gamma_A}, \text{“válido”}, \text{“NO válido”}\right) = \text{“válido”}$$

$$\text{if}\left(\text{desplazamiento}_{\text{max}} \geq \frac{v_{xy.d}}{\gamma_A}, \text{“válido”}, \text{“NO válido”}\right) = \text{“válido”}$$

$$\text{if}\left(\text{giro}_{\text{admisible}} \geq \frac{\theta_{\text{max\_cargas}}}{\gamma_A}, \text{“válido”}, \text{“NO válido”}\right) = \text{“válido”}$$

Programa: CivilEstudio

Versión: 34 - 6
Barcelona, 2018

CivilEstudio, software propiedad de CivilCAD Consultores, S.L.
Autores: L.M.Callís, J.M.Roig, I.Callís, P.Reinés
Licencia de uso concedida a: Most Enginyers, S.L.
Número de usuario: 12202

Proyecto:

Nombre del proyecto: *PRECÀLCUL DE LES ESTRUCTURES DEL PROJECTE D'OBRES BÀSIQUES D'URBANITZACIÓ DEL PLA DIRECTOR URBANÍSTIC DEL CENTRE DIRECCIONAL DE CERDANYOLA DEL VALLÈS*
Nombre de la estructura: *6 V.G.1 Pont sobre el torrent de Magrans a l'eix G*
Nombre del elemento estructural: *Estrep flotant*
Tipo de estructura: *Cargadero cimentado mediante pilotes*
Funcionalidad de la estructura: *Estructura de Carretera*
Clase de estructura: *Cargadero sin encepado*
Vida útil: *100 años*

Normativas:

Ámbito: *Normas españolas*

Unidades:

Sistema *S.I.*

Despiece:

Sistema Métrico Europeo

Módulo del programa:

Módulo Estribo flotante
Nombre del archivo de proyecto: *vg1_v1.efl*
Ruta de acceso: *p:\parc de l'alba\estructures\6. v-g.1\civilcad estrep*

Informe:

Tipo de informe: *Memoria de cálculo*
Informe generado el día 20-12-2020 a las 18:17:32.

Incidencias :

Incidencia nº 1 :
Tarea :
Generación del modelo de cálculo
Causa :

Incidencia nº 2 :
Tarea :
Cálculo: fisuración
Causa :
La armadura necesaria es superior a la armadura máxima del despiece (diámetro máximo y separación mínima).

Incidencia nº 3 :
Tarea :
Generación del despiece
Causa :
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara inferior. Posición del despiece incorrecta.
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara superior. Posición del despiece incorrecta.
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara interior. Posición del despiece incorrecta.
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara exterior. Posición del despiece incorrecta.

Índice

1 RESUMEN DE VERIFICACIONES

2 DEFINICIóN DEL PROYECTO

2.1 Normativas
2.2 Geometría
2.2.1 Planta
2.2.2 Sección
2.2.3 Cargadero
2.2.4 Espaldón
2.2.5 Apoyos
2.2.6 Aleta 1
2.2.7 Aleta 2
2.2.8 Pilotes
2.3 Terreno
2.4 Materiales
2.4.1 Hormigón Alzado. Espaldón
2.4.2 Hormigón Alzado. Cargadero
2.4.3 Hormigón Alzado. Aletas
2.4.4 Hormigón Pilotes
2.4.5 Hormigón Capa de nivelación
2.4.6 Armadura pasiva Alzado. Espaldón
2.4.7 Armadura pasiva Alzado. Cargadero
2.4.8 Armadura pasiva Alzado. Aletas
2.4.9 Armadura pasiva Pilotes
2.5 Fisuración
2.6 Acciones
2.6.1 Acciones permanentes en el estribo
2.6.2 Acciones variables en el estribo
2.6.3 Acciones permanentes en el tablero
2.6.4 Acciones variables en el tablero
2.7 Seguridad
2.8 Armadura
2.8.1 Recubrimientos geométricos
2.9 Configuración del cálculo

3 MODELO

4 ESFUERZOS CARACTERíSTICOS

4.1 Peso propio. Estribo
4.1.1 Pilotes
4.1.2 Cargadero
4.1.3 Espaldón
4.1.4 Aleta 1
4.1.5 Aleta 2
4.2 Terreno. Tierras. Empuje en trasdós
4.2.1 Pilotes
4.2.2 Cargadero
4.2.3 Espaldón
4.2.4 Aleta 1

4.2.5 Aleta 2
4.3 Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje
4.3.1 Pilotes
4.3.2 Cargadero
4.3.3 Espaldón
4.3.4 Aleta 1
4.3.5 Aleta 2
4.4 Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical
4.4.1 Pilotes
4.4.2 Cargadero
4.4.3 Espaldón
4.4.4 Aleta 1
4.4.5 Aleta 2
4.5 Peso propio. Tablero
4.5.1 Pilotes
4.5.2 Cargadero
4.5.3 Espaldón
4.5.4 Aleta 1
4.5.5 Aleta 2
4.6 Superestructura del tablero
4.6.1 Pilotes
4.6.2 Cargadero
4.6.3 Espaldón
4.6.4 Aleta 1
4.6.5 Aleta 2
4.7 Reología. Retracción
4.7.1 Pilotes
4.7.2 Cargadero
4.7.3 Espaldón
4.7.4 Aleta 1
4.7.5 Aleta 2
4.8 Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1
4.8.1 Pilotes
4.8.2 Cargadero
4.8.3 Espaldón
4.8.4 Aleta 1
4.8.5 Aleta 2
4.9 Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2
4.9.1 Pilotes
4.9.2 Cargadero
4.9.3 Espaldón
4.9.4 Aleta 1
4.9.5 Aleta 2
4.10 Viento. Con sobrecarga de uso
4.10.1 Pilotes
4.10.2 Cargadero
4.10.3 Espaldón
4.10.4 Aleta 1
4.10.5 Aleta 2

5 ESTADO LíMITE DE HUNDIMIENTO

5.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio
5.2 Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio
5.3 Resumen de verificaciones

6 ESTADO LíMITE DE ASIENTOS

6.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio
6.2 Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio
6.3 Resumen de verificaciones

7 ESTADO LíMITE DE ARRANQUE DE LOS PILOTES

7.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio
7.2 Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio
7.3 Resumen de verificaciones

8 ESTADO LíMITE DE FLEXIóN

8.1 Pilotes
8.1.1 Esfuerzos de cálculo
8.1.2 Armaduras
8.2 Espaldón
8.2.1 Esfuerzos de cálculo
8.2.2 Armaduras
8.3 Cargadero
8.3.1 Esfuerzos de cálculo
8.3.2 Armaduras
8.4 Aleta 1
8.4.1 Esfuerzos de cálculo
8.4.2 Armaduras
8.5 Aleta2
8.5.1 Esfuerzos de cálculo
8.5.2 Armaduras
8.6 Resumen de verificaciones

9 ESTADO LíMITE DE TORSIóN

9.1 Cargadero
9.1.1 Esfuerzos de cálculo
9.1.2 Dimensionamiento de armaduras
9.2 Resumen de verificaciones

10 ESTADO LíMITE DE FISURACIóN

10.1 Pilotes
10.1.1 Esfuerzos de cálculo
10.1.2 Cálculo de E.L. de fisuración
10.2 Espaldón
10.2.1 Esfuerzos de cálculo
10.2.2 Cálculo de E.L. de fisuración
10.3 Cargadero
10.3.1 Esfuerzos de cálculo
10.3.2 Cálculo de E.L. de fisuración
10.3.2.1 Resultados del cálculo por secciones
10.3.2.2 Resultados del cálculo en la sección más desfavorable
10.4 Aleta 1
10.4.1 Esfuerzos de cálculo
10.4.2 Cálculo de E.L. de fisuración
10.5 Aleta2
10.5.1 Esfuerzos de cálculo
10.5.2 Cálculo de E.L. de fisuración

10.6 Resumen de verificaciones

11 ESTADO LíMITE DE CORTANTE

11.1 Pilotes
11.1.1 Esfuerzos de cálculo
11.1.2 Armaduras de cortante
11.2 Espaldón
11.2.1 Esfuerzos de cálculo
11.2.2 Armaduras de cortante
11.3 Cargadero
11.3.1 Esfuerzos de cálculo
11.3.2 Armaduras de cortante
11.4 Aleta 1
11.4.1 Esfuerzos de cálculo
11.4.2 Armaduras de cortante
11.5 Aleta2
11.5.1 Esfuerzos de cálculo
11.5.2 Armaduras de cortante
11.6 Resumen de verificaciones

12 ESTADO LíMITE DE DEFORMACIONES

12.1 Pilotes
12.2 Muro espaldón
12.2.1 Deformaciones
12.2.2 Cálculo de E.L. de deformaciones
12.2.2.1 Desplazamientos. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio
12.2.2.2 Desplazamientos. Situación persistente. Combinación frecuente. Estructura en servicio
12.2.2.3 Desplazamientos. Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio
12.3 Aleta 1
12.4 Aleta2
12.5 Resumen de verificaciones

13 ESTADO LíMITE DE DESPIECE

13.1 Resumen de verificaciones

1 RESUMEN DE VERIFICACIONES

Nombre del proyecto: *PRECÀLCUL DE LES ESTRUCTURES DEL PROJECTE D'OBRES BÀSIQUES D'URBANITZACIÓ DEL PLA DIRECTOR URBANÍSTIC DEL CENTRE DIRECCIONAL DE CERDANYOLA DEL VALLÈS*
Nombre de la estructura: *6 V.G.1 Pont sobre el torrent de Magrans a l'eix G*
Nombre del elemento estructural: *Estrep flotant*
Tipo de estructura: *Cargadero cimentado mediante pilotes*
Funcionalidad de la estructura: *Estructura de Carretera*
Clase de estructura: *Cargadero sin encepado*
Vida útil: *100 años*

Estribo flotante		
Estado límite geotécnico último de hundimiento de los pilotes		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite geotécnico último de arranque de los pilotes		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite geotécnico de servicio de asientos		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por flexión		
Situación persistente	Envolvente global	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por torsión		
Situación persistente	Envolvente global	Cumple
Estado límite estructural de servicio de fisuración		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	No cumple
Estado límite estructural último de rotura por cortante		
Situación persistente	Envolvente global	Cumple
Estado límite estructural de servicio de deformaciones		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Obtención del despiece de la armadura		
Generación del armado	.	No cumple

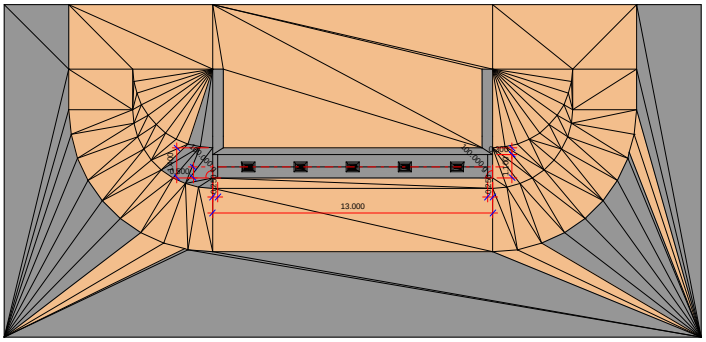
2 DEFINICIóN DEL PROYECTO

2.1 Normativas

IAP. Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera. V. 2011
Guía. Guía de cimentaciones. V. 2009
EHE. Instrucción Española del Hormigón Estructural. V. 2008

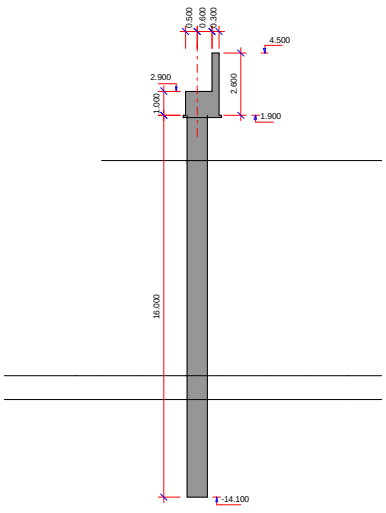
2.2 Geometría

2.2.1 Planta



2.2.2 Sección

Sección del muro frontal

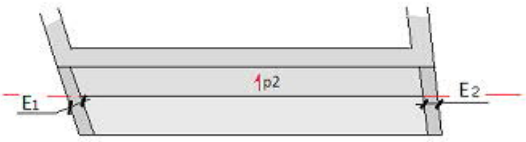


Canto del encepado	:	0.000 m
Cota de la cara superior del encepado	:	1.900 m

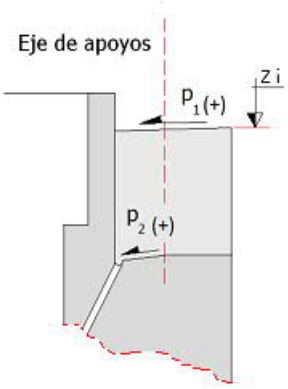
Espesor de la capa de nivelación : 0.100 m

2.2.3 Cargadero

Alzado



Planta

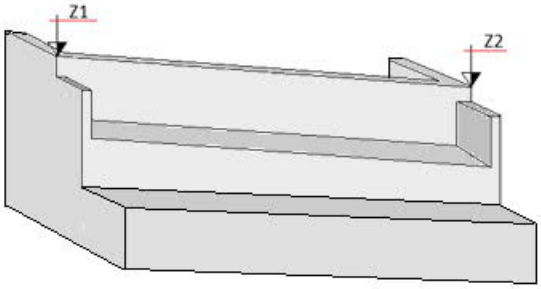


Z_1 : 4.200 m
Z_2 : 2.900 m
Z_3 : 2.900 m
Z_4 : 4.200 m

E_1 : 0.250 m
E_2 : 0.250 m

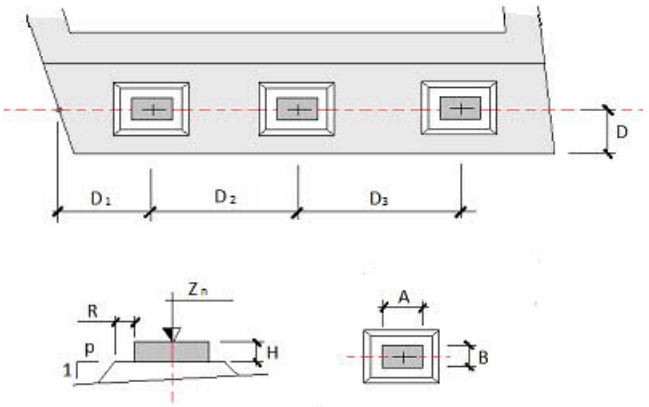
p_1 : 0.0 %
p_2 : 1.0 %

2.2.4 Espaldón



Z_1 : 4.500 m
Z_2 : 4.500 m

2.2.5 Apoyos

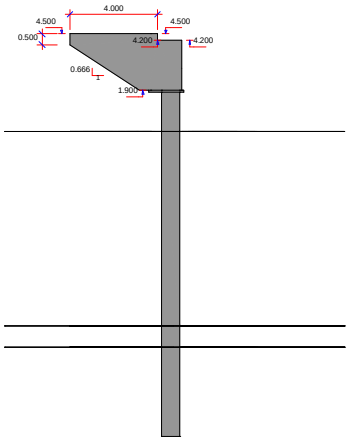


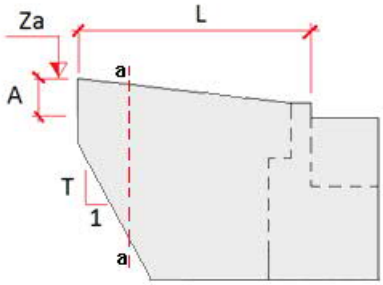
D : 0.500 m
R : 0.050 m
P : 1.0

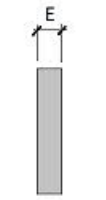
Apoyo	D_i (m)	H (m)	Z_n (m)	A (m)	B (m)
1	1.650	0.074	3.050	0.400	0.250
2	2.425	0.074	3.050	0.400	0.250
3	2.425	0.074	3.050	0.400	0.250
4	2.425	0.074	3.050	0.400	0.250
5	2.425	0.074	3.050	0.400	0.250

2.2.6 Aleta 1

Alzado aleta 1





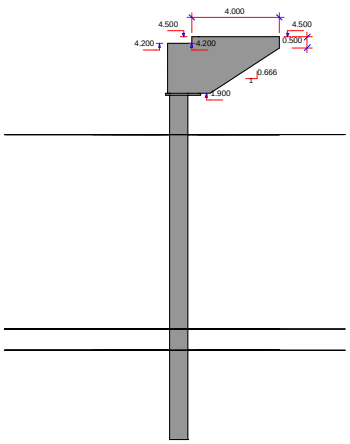


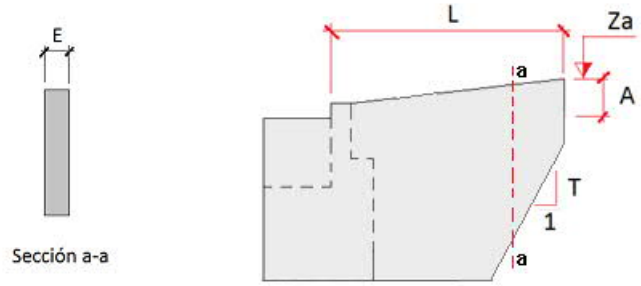
Sección a-a

E : 0.500 m

2.2.7 Aleta 2

Alzado aleta 2





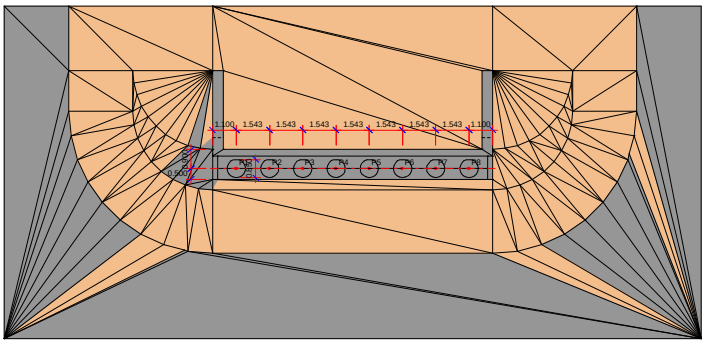
E : 0.500 m

2.2.8 Pilotes

Geometría del pilote :

Longitud	:	16.000 m
Diámetro	:	0.850 m

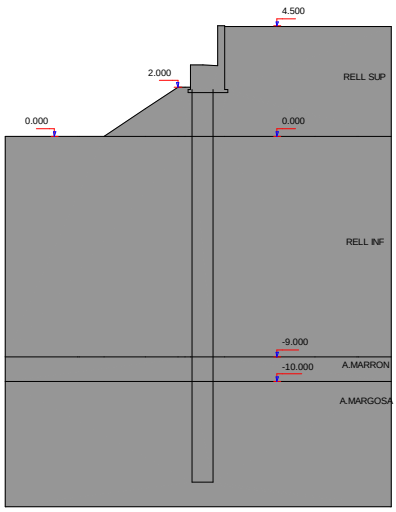
Planta de los pilotes



2.3 Terreno

Definición de las cotas del terreno

Terreno



Cota por debajo de la que se consideran los muelles para la modelización del terreno: 0.000 m

Definición de parámetros geotécnicos de las capas del terreno

Capa	Nombre	Tipo	Cota inferior (m)	Densidad natural (kN/m^3)
1	RELL SUP	Granular	0.000	18.0
2	RELL INF	Granular	-9.000	18.0
3	A.MARRON	Cohesivo	-10.000	20.0
4	A.MARGOSA	Cohesivo	-10000.000	21.0

Capa	Nombre	Tipo	Ángulo de rozamiento (º)	Cohesión (kN/m^2)	Resist. Hund. Fuste (kN/m^2)	Resist. Hund. Punta (kN/m^2)	Resistencia Arranque (kN/m^2)
1	RELL SUP	Granular	30.0	5.0	0.0	0.0	0.0
2	RELL INF	Granular	24.0	5.0	0.0	0.0	0.0
3	A.MARRON	Cohesivo	25.0	20.0	88.0	0.0	61.0
4	A.MARGOSA	Cohesivo	20.0	60.0	90.0	1830.0	63.0

Definición de los parámetros contacto hormigón-terreno

Capa	Nombre	Áng. roz. zapata-terreno (º)	Adherencia (kN/m^2)	Áng. roz. alzado-terreno (º)
1	RELL SUP	0.0	0.0	0.0
2	RELL INF	0.0	0.0	0.0
3	A.MARRON	0.0	0.0	0.0
4	A.MARGOSA	0.0	0.0	0.0

Coeficiente de balasto vertical : 100000 kN/m^3

2.4 Materiales

2.4.1 Hormigón Alzado. Espaldón

Denominación: HA-30

Resistencia característica a compresión, f_{ck}	:	30.0 MPa
Resistencia media a compresión, f_{cm}	:	38.0 MPa
Resistencia característica a tracción, $f_{ct,k}$	:	-2.0 MPa
Resistencia media a tracción, $f_{ct,m}$	:	-2.9 MPa

Módulo elástico secante, E_{cm}	:	28576.8	MPa
Módulo elástico inicial (tangente), E_c	:	33577.7	MPa
Coeficiente de Poisson, ν	:	0.20	
Peso específico, γ	:	25.0	kN/m^3
Coeficiente del tipo de cemento, s	:	0.25	
Coeficiente de la naturaleza del árido, α	:	1.0	
Coeficiente de dilatación térmica, α	:	0.00001000	$^oC^{-1}$

Diagrama rectangular:

Coeficiente profundidad del bloque de compresión, λ	:	0.80
Coeficiente intensidad del bloque de compresión, η	:	1.00

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_c	:	1.00
ELU, situación persistente, γ_c	:	1.50
ELU, situación accidental, γ_c	:	1.30

Factores de cansancio del hormigón:

Factor de cansancio a compresión, α_{cc}	:	1.00
Factor de cansancio a tracción, α_{ct}	:	1.00

Endurecimiento : Normal
Tipo de cemento para Alzado. Espaldón : CEM II/A-S (según RC-08).

2.4.2 Hormigón Alzado. Cargadero

Denominación: HA-30

Resistencia característica a compresión, f_{ck}	:	30.0	MPa
Resistencia media a compresión, f_{cm}	:	38.0	MPa
Resistencia característica a tracción, $f_{ct,k}$	:	-2.0	MPa
Resistencia media a tracción, $f_{ct,m}$	:	-2.9	MPa
Módulo elástico secante, E_{cm}	:	28576.8	MPa
Módulo elástico inicial (tangente), E_c	:	33577.7	MPa
Coeficiente de Poisson, ν	:	0.20	
Peso específico, γ	:	25.0	kN/m^3
Coeficiente del tipo de cemento, s	:	0.25	
Coeficiente de la naturaleza del árido, α	:	1.0	
Coeficiente de dilatación térmica, α	:	0.00001000	$^oC^{-1}$

Diagrama rectangular:

Coeficiente profundidad del bloque de compresión, λ	:	0.80
Coeficiente intensidad del bloque de compresión, η	:	1.00

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_c	:	1.00
ELU, situación persistente, γ_c	:	1.50
ELU, situación accidental, γ_c	:	1.30

Factores de cansancio del hormigón:

Factor de cansancio a compresión, α_{cc}	:	1.00
Factor de cansancio a tracción, α_{ct}	:	1.00

Endurecimiento : Normal
Tipo de cemento para Alzado. Cargadero : CEM II/A-S (según RC-08).

2.4.3 Hormigón Alzado. Aletas

Denominación: HA-30

Resistencia característica a compresión, f_{ck}	:	30.0	MPa
Resistencia media a compresión, f_{cm}	:	38.0	MPa
Resistencia característica a tracción, $f_{ct,k}$	:	-2.0	MPa
Resistencia media a tracción, $f_{ct,m}$	:	-2.9	MPa
Módulo elástico secante, E_{cm}	:	28576.8	MPa
Módulo elástico inicial (tangente), E_c	:	33577.7	MPa
Coeficiente de Poisson, ν	:	0.20	

Peso específico, γ	25.0	kN/m^3
Coeficiente del tipo de cemento, s	0.25	
Coeficiente de la naturaleza del árido, α	1.0	
Coeficiente de dilatación térmica, α	0.00001000	$^oC^{-1}$

Diagrama rectangular:

Coeficiente profundidad del bloque de compresión, λ	0.80	
Coeficiente intensidad del bloque de compresión, η	1.00	

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_c	1.00	
ELU, situación persistente, γ_c	1.50	
ELU, situación accidental, γ_c	1.30	

Factores de cansancio del hormigón:

Factor de cansancio a compresión, α_{cc}	1.00	
Factor de cansancio a tracción, α_{ct}	1.00	

Endurecimiento : Normal
Tipo de cemento para Alzado. Aletas : CEM II/A-S (según RC-08).

2.4.4 Hormigón Pilotes

Denominación: HA-30

Resistencia característica a compresión, f_{ck}	30.0	MPa
Resistencia media a compresión, f_{cm}	38.0	MPa
Resistencia característica a tracción, $f_{ct,k}$	-2.0	MPa
Resistencia media a tracción, $f_{ct,m}$	-2.9	MPa
Módulo elástico secante, E_{cm}	28576.8	MPa
Módulo elástico inicial (tangente), E_c	33577.7	MPa
Coeficiente de Poisson, ν	0.20	
Peso específico, γ	25.0	kN/m^3
Coeficiente del tipo de cemento, s	0.25	
Coeficiente de la naturaleza del árido, α	1.0	
Coeficiente de dilatación térmica, α	0.00001000	$^oC^{-1}$

Diagrama rectangular:

Coeficiente profundidad del bloque de compresión, λ	0.80	
Coeficiente intensidad del bloque de compresión, η	1.00	

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_c	1.00	
ELU, situación persistente, γ_c	1.50	
ELU, situación accidental, γ_c	1.30	

Factores de cansancio del hormigón:

Factor de cansancio a compresión, α_{cc}	1.00	
Factor de cansancio a tracción, α_{ct}	1.00	

Endurecimiento : Normal
Tipo de cemento para Pilotes : CEM II/A-S (según RC-08).

2.4.5 Hormigón Capa de nivelación

Denominación: HM-15

Resistencia característica a compresión, f_{ck}	15.0	MPa

Tipo de cemento para Capa de nivelación : CEM I (según RC-08).

2.4.6 Armadura pasiva Alzado. Espaldón

Denominación: AP500 S

Límite elástico característico, f_{yk}	500	MPa
Tensión unitaria de rotura , f_s	550	MPa

Módulo de deformación longitudinal del acero, E_S	:	200000	MPa
Deformación última en compresión, $\varepsilon_{max,1}$	:	0.01000	
Deformación última en tracción, $\varepsilon_{max,2}$	:	-0.01000	
Densidad del acero, γ	:	77.0	kN/m^3

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_S	:	1.00
ELU, situación persistente, γ_S	:	1.15
ELU, situación accidental, γ_S	:	1.00

2.4.7 Armadura pasiva Alzado. Cargadero

Denominación: AP500 S

Límite elástico característico, f_{yk}	:	500	MPa
Tensión unitaria de rotura , f_S	:	550	MPa
Módulo de deformación longitudinal del acero, E_S	:	200000	MPa
Deformación última en compresión, $\varepsilon_{max,1}$	:	0.01000	
Deformación última en tracción, $\varepsilon_{max,2}$	:	-0.01000	
Densidad del acero, γ	:	77.0	kN/m^3

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_S	:	1.00
ELU, situación persistente, γ_S	:	1.15
ELU, situación accidental, γ_S	:	1.00

2.4.8 Armadura pasiva Alzado. Aletas

Denominación: AP500 S

Límite elástico característico, f_{yk}	:	500	MPa
Tensión unitaria de rotura , f_S	:	550	MPa
Módulo de deformación longitudinal del acero, E_S	:	200000	MPa
Deformación última en compresión, $\varepsilon_{max,1}$	:	0.01000	
Deformación última en tracción, $\varepsilon_{max,2}$	:	-0.01000	
Densidad del acero, γ	:	77.0	kN/m^3

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_S	:	1.00
ELU, situación persistente, γ_S	:	1.15
ELU, situación accidental, γ_S	:	1.00

2.4.9 Armadura pasiva Pilotes

Denominación: AP500 S

Límite elástico característico, f_{yk}	:	500	MPa
Tensión unitaria de rotura , f_S	:	550	MPa
Módulo de deformación longitudinal del acero, E_S	:	200000	MPa
Deformación última en compresión, $\varepsilon_{max,1}$	:	0.01000	
Deformación última en tracción, $\varepsilon_{max,2}$	:	-0.01000	
Densidad del acero, γ	:	77.0	kN/m^3

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_S	:	1.00
ELU, situación persistente, γ_S	:	1.15
ELU, situación accidental, γ_S	:	1.00

2.5 Fisuración

Alzado. Espaldón

Clase de exposición: IIb

Anchura de fisura admisible : 0.30 mm

Alzado. Cargadero
Clase de exposición: IIb
Anchura de fisura admisible : 0.30 mm

Alzado. Aletas
Clase de exposición: IIb
Anchura de fisura admisible : 0.30 mm

Pilotes
Clase de exposición: IIa
Anchura de fisura admisible : 0.30 mm

2.6 Acciones

2.6.1 Acciones permanentes en el estribo

Terreno :

Se considera el empuje activo en el terreno del trasdós.

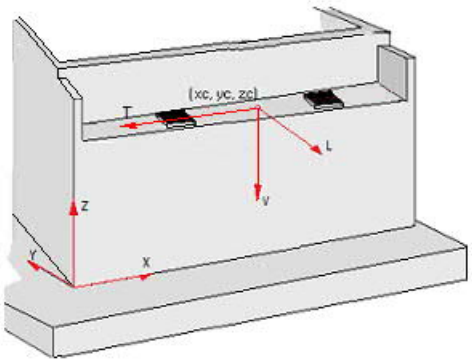
2.6.2 Acciones variables en el estribo

Sobrecarga en terraplén :

Sobrecarga en coronación de las tierras del trasdós : 10.00 kN/m^2

2.6.3 Acciones permanentes en el tablero

Definición de los ejes de las cargas del tablero :



	x (m)	y (m)	z (m)
Eje L	0.000	-1.000	0.000
Eje T	-1.000	0.000	0.000
Eje V	0.000	0.000	-1.000

Cargas :

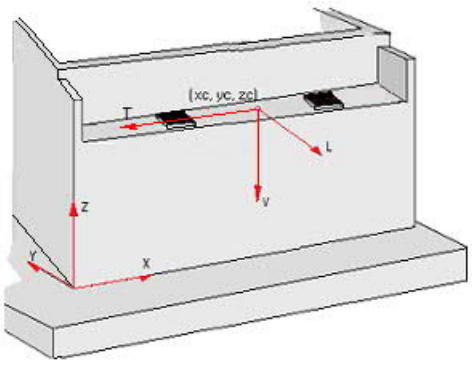
PP_Tab	:	Peso propio. Tablero
SE	:	Superestructura del tablero
RT	:	Reología. Retracción

Acción	Hip.	Apoyo	F_L (kN)	F_T (kN)	F_V (kN)	Tipo	+/-
PP_Tab	1	1	0.00	0.00	165.30	Excluyentes	No
	1	2	0.00	0.00	165.30		
	1	3	0.00	0.00	165.30		
	1	4	0.00	0.00	165.30		
	1	5	0.00	0.00	165.30		
	2	1	0.00	0.00	241.50		
	2	2	0.00	0.00	204.60		
	2	3	0.00	0.00	204.60		
	2	4	0.00	0.00	204.60		
	2	5	0.00	0.00	241.50		
SE	1	1	0.00	0.00	238.00	Excluyentes	No
	1	2	0.00	0.00	111.30		
	1	3	0.00	0.00	123.20		
	1	4	0.00	0.00	111.30		
	1	5	0.00	0.00	238.00		
RT	1	1	23.00	0.00	0.00	Excluyentes	No
	1	2	23.00	0.00	0.00		
	1	3	23.00	0.00	0.00		
	1	4	23.00	0.00	0.00		
	1	5	23.00	0.00	0.00		

+/- : indica si se consideran o no las acciones de signo contrario a las introducidas.

2.6.4 Acciones variables en el tablero

Definición de los ejes de las cargas del tablero :



	x (m)	y (m)	z (m)
Eje L	0.000	-1.000	0.000
Eje T	-1.000	0.000	0.000
Eje V	0.000	0.000	-1.000

Cargas :

VI_CS_L	:	Viento. Con sobrecarga de uso. Componente longitudinal
VI_CS_T	:	Viento. Con sobrecarga de uso. Componente transversal
VI_CS_V	:	Viento. Con sobrecarga de uso. Componente vertical
GR1	:	Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1
GR2	:	Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Acción	Hip.	Apoyo	F_L (kN)	F_T (kN)	F_V (kN)	Tipo	+/-
VI_CS_L	1	1	3.00	0.00	0.00	Excluyentes	Sí
	1	2	3.00	0.00	0.00		

	1	3	3.00	0.00	0.00		
	1	4	3.00	0.00	0.00		
	1	5	3.00	0.00	0.00		
VI_CS_T	1	1	0.00	10.00	0.00	Excluyentes	Sí
	1	2	0.00	10.00	0.00		
	1	3	0.00	10.00	0.00		
	1	4	0.00	10.00	0.00		
	1	5	0.00	10.00	0.00		
VI_CS_V	1	1	0.00	0.00	58.00	Excluyentes	Sí
	1	2	0.00	0.00	30.50		
	1	3	0.00	0.00	20.30		
	1	4	0.00	0.00	30.50		
	1	5	0.00	0.00	58.00		
GR1	1	1	0.00	0.00	292.50	Excluyentes	No
	1	2	0.00	0.00	494.50		
	1	3	0.00	0.00	520.10		
	1	4	0.00	0.00	494.50		
	1	5	0.00	0.00	292.50		
GR2	1	1	62.00	0.00	155.25	Excluyentes	No
	1	2	62.00	0.00	359.02		
	1	3	62.00	0.00	380.85		
	1	4	62.00	0.00	359.02		
	1	5	62.00	0.00	155.25		

+/- : indica si se consideran o no las acciones de signo contrario a las introducidas.

Combinaciones de viento :

$VI\_SS_1 = 1.0 \cdot VI\_SS\_L + 0.0 \cdot VI\_SS\_T + 0.0 \cdot VI\_SS\_V$
$VI\_SS_2 = 0.0 \cdot VI\_SS\_L + 1.0 \cdot VI\_SS\_T + 1.0 \cdot VI\_SS\_V$

$VI\_CS_1 = 1.0 \cdot VI\_CS\_L + 0.0 \cdot VI\_CS\_T + 0.0 \cdot VI\_CS\_V$
$VI\_CS_2 = 0.0 \cdot VI\_CS\_L + 1.0 \cdot VI\_CS\_T + 1.0 \cdot VI\_CS\_V$

2.7 Seguridad

ESTADOS LÍMITE ESTRUCTURALES						
	Estado límite de Servicio		Estado límite Último			
			Situación Persistente		Situación Accidental	
	Coeficiente favorable	Coeficiente desfavorable	Coeficiente favorable	Coeficiente desfavorable	Coeficiente favorable	Coeficiente desfavorable
Peso propio. Estribo	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Peso propio. Tablero	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Superestructura del tablero	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Descensos de apoyo.	0.00	1.00	0.00	1.20	0.00	1.00
Reología. Retracción	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Reología. Fluencia	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Pretensado	0.90	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00
Terreno. Tierras. Empuje en trasdós	1.00	1.00	1.00	1.50	1.00	1.00
Terreno. Tierras. Peso propio	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Terreno. Fricción negativa	0.00	1.00	0.00	1.20	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje	0.00	1.00	0.00	1.50	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. TS	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. UDL	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. Frenado/arranque	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. Fuerza centrífuga	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. Tráfico vertical en aceras	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Viento. Sin sobrecarga de uso.	0.00	1.00	0.00	1.50	0.00	1.00
Temperatura. Efecto global	0.00	1.00	0.00	1.50	0.00	1.00
Temperatura. Aumento uniforme de temperatura	0.00	1.00	0.00	1.50	0.00	1.00
Temperatura. Gradiente térmico	0.00	1.00	0.00	1.50	0.00	1.00
Sismo	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
Impacto. Vehículos de carretera. Contra las aletas	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00

ESTADOS LÍMITE GEOTÉCNICOS				
	Estado límite Último			
	Situación Persistente		Situación Accidental	
	Coeficiente favorable	Coeficiente desfavorable	Coeficiente favorable	Coeficiente desfavorable
Peso propio. Estribo	1.00	1.00	1.00	1.00
Peso propio. Tablero	1.00	1.00	1.00	1.00
Superestructura del tablero	1.00	1.00	1.00	1.00
Descensos de apoyo.	0.00	1.00	0.00	1.00
Reología. Retracción	1.00	1.00	1.00	1.00
Reología. Fluencia	1.00	1.00	1.00	1.00
Pretensado	1.00	1.00	1.00	1.00
Terreno. Tierras. Empuje en trasdós	1.00	1.00	1.00	1.00
Terreno. Tierras. Peso propio	1.00	1.00	1.00	1.00
Terreno. Fricción negativa	0.00	1.00	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje	0.00	1.00	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical	0.00	1.00	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1	0.00	1.00	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2	0.00	1.00	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. TS	0.00	1.00	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. UDL	0.00	1.00	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. Frenado/arranque	0.00	1.00	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. Fuerza centrífuga	0.00	1.00	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. Tráfico vertical en aceras	0.00	1.00	0.00	1.00
Viento. Sin sobrecarga de uso.	0.00	1.00	0.00	1.00
Temperatura. Efecto global	0.00	1.00	0.00	1.00
Temperatura. Aumento uniforme de temperatura	0.00	1.00	0.00	1.00
Temperatura. Gradiente térmico	0.00	1.00	0.00	1.00
Sismo	0.00	0.00	1.00	1.00
Impacto. Vehículos de carretera. Contra las aletas	0.00	0.00	1.00	1.00

Factores de seguridad. EL geotécnico de Hundimiento

Situación persistente. Combinación característica	:	2.600
Situación persistente. Combinación cuasi permanente	:	3.000
Situación accidental. Combinación sísmica	:	2.200
Situación accidental. Combinación de impacto	:	2.200

Factores de seguridad. EL geotécnico de Deslizamiento

Situación persistente. Combinación característica	:	1.300

Situación persistente. Combinación cuasi permanente	:	1.500
Situación accidental. Combinación sísmica	:	1.100
Situación accidental. Combinación de impacto	:	1.100

Factores de seguridad. EL geotécnico de Vuelco rígido

Situación persistente. Combinación característica	:	1.800
Situación persistente. Combinación cuasi permanente	:	2.000
Situación accidental. Combinación sísmica	:	1.500
Situación accidental. Combinación de impacto	:	1.500

Factores de seguridad. EL geotécnico de Estabilidad global

Situación persistente. Combinación característica	:	1.300
Situación persistente. Combinación cuasi permanente	:	1.500
Situación accidental. Combinación sísmica	:	1.100
Situación accidental. Combinación de impacto	:	1.100

Factores de seguridad. EL geotécnico de Pandeo en los pilotes

Situación persistente. Combinación característica	:	2.600
Situación persistente. Combinación cuasi permanente	:	3.000
Situación accidental. Combinación sísmica	:	2.200
Situación accidental. Combinación de impacto	:	2.200

Factores de seguridad. EL geotécnico de Resistencia horizontal

Situación persistente. Combinación característica	:	2.600
Situación persistente. Combinación cuasi permanente	:	3.000
Situación accidental. Combinación sísmica	:	2.200
Situación accidental. Combinación de impacto	:	2.200

Factores de seguridad. EL geotécnico de Arranque pilotes

Situación persistente. Combinación característica	:	2.600
Situación persistente. Combinación cuasi permanente	:	3.000
Situación accidental. Combinación sísmica	:	2.200
Situación accidental. Combinación de impacto	:	2.200

Coeficientes de combinación

	ψ0	ψ1	ψ2
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1	0.75	0.75	0.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. TS	0.75	0.75	0.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. UDL	0.40	0.40	0.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. Tráfico vertical en aceras	0.40	0.40	0.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2	0.00	0.00	0.00
Viento. Sin sobrecarga de uso. Componente longitudinal	0.60	0.20	0.00
Temperatura. Efecto global	0.60	0.60	0.50
Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje	1.00	1.00	1.00

Movimientos admisibles

Desplazamiento máximo horizontal en coronación	:	50	mm
Desplazamiento máximo vertical en coronación	:	50	mm
Desplazamiento máximo vertical en la zapata/encepado	:	25	mm

Combinaciones de acciones

Listado de acciones sobre el estribo

PP_Est: Peso propio. Estribo
PP_Tab: Peso propio. Tablero
SE: Superestructura del tablero
RT: Reología. Retracción
Emp_T: Terreno. Tierras. Empuje en trasdós
GR1: Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1
GR2: Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2
VI_CS: Viento. Con sobrecarga de uso
SR_Emp: Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje
SR_V: Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Estado límite: Estado límite geotécnico último de hundimiento de los pilotes
Situación: Situación persistente
Combinación: Combinación cuasi permanente
Instante: Estructura en servicio

EST-ELU-GEO-CP-SV-1 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 VI_CS + ψ_2 GR1
EST-ELU-GEO-CP-SV-2 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR1
EST-ELU-GEO-CP-SV-3 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR2
EST-ELU-GEO-CP-SV-4 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V

Situación: Situación persistente
Combinación: Combinación característica
Instante: Estructura en servicio

EST-ELU-GEO-CR-SV-1 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 VI_CS + ψ_0 GR1
EST-ELU-GEO-CR-SV-2 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 GR1
EST-ELU-GEO-CR-SV-3 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 GR2
EST-ELU-GEO-CR-SV-4 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + GR1
EST-ELU-GEO-CR-SV-5 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 VI_CS + GR1
EST-ELU-GEO-CR-SV-6 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + GR2
EST-ELU-GEO-CR-SV-7 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 GR1
EST-ELU-GEO-CR-SV-8 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 GR2
EST-ELU-GEO-CR-SV-9 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V

Estado límite: Estado límite geotécnico último de arranque de los pilotes
Situación: Situación persistente
Combinación: Combinación cuasi permanente
Instante: Estructura en servicio

EST-ELU-GEO-CP-SV-1 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 VI_CS + ψ_2 GR1
EST-ELU-GEO-CP-SV-2 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR1
EST-ELU-GEO-CP-SV-3 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR2
EST-ELU-GEO-CP-SV-4 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V

Situación: Situación persistente
Combinación: Combinación característica
Instante: Estructura en servicio

EST-ELU-GEO-CR-SV-1 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 VI_CS + ψ_0 GR1
EST-ELU-GEO-CR-SV-2 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 GR1
EST-ELU-GEO-CR-SV-3 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 GR2
EST-ELU-GEO-CR-SV-4 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + GR1
EST-ELU-GEO-CR-SV-5 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 VI_CS + GR1
EST-ELU-GEO-CR-SV-6 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + GR2
EST-ELU-GEO-CR-SV-7 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 GR1
EST-ELU-GEO-CR-SV-8 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 GR2
EST-ELU-GEO-CR-SV-9 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V

Estado límite: Estado límite geotécnico de servicio de asientos
Situación: Situación persistente
Combinación: Combinación cuasi permanente
Instante: Estructura en servicio

EST-ELS-GEO-CP-SV-1 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 VI_CS + ψ_2 GR1
EST-ELS-GEO-CP-SV-2 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR1
EST-ELS-GEO-CP-SV-3 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR2
EST-ELS-GEO-CP-SV-4 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V

Situación: Situación persistente
Combinación: Combinación característica
Instante: Estructura en servicio

EST-ELS-GEO-CR-SV-1 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 VI_CS + ψ_0 GR1
EST-ELS-GEO-CR-SV-2 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 GR1
EST-ELS-GEO-CR-SV-3 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 GR2
EST-ELS-GEO-CR-SV-4 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + GR1
EST-ELS-GEO-CR-SV-5 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 VI_CS + GR1
EST-ELS-GEO-CR-SV-6 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + GR2
EST-ELS-GEO-CR-SV-7 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 GR1
EST-ELS-GEO-CR-SV-8 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 GR2
EST-ELS-GEO-CR-SV-9 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V

Estado límite: Estado límite estructural último de rotura por flexión
Situación: Situación persistente
Combinación: Envolvente global
Instante: Envolvente global

EST-ELU-STR-P-EG-1 =

Estado límite: Estado límite estructural último de rotura por torsión
Situación: Situación persistente
Combinación: Envolvente global
Instante: Envolvente global

EST-ELU-STR-P-EG-1 =

Estado límite: Estado límite estructural de servicio de fisuración
Situación: Situación persistente
Combinación: Combinación cuasi permanente
Instante: Estructura en servicio

EST-ELS-STR-CP-SV-1 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 VI_CS + ψ_2 GR1
EST-ELS-STR-CP-SV-2 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR1
EST-ELS-STR-CP-SV-3 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR2
EST-ELS-STR-CP-SV-4 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V

Estado límite: Estado límite estructural último de rotura por cortante
Situación: Situación persistente
Combinación: Envolvente global
Instante: Envolvente global

EST-ELU-STR-P-EG-1 =

Estado límite: Estado límite estructural de servicio de deformaciones
Situación: Situación persistente
Combinación: Combinación cuasi permanente
Instante: Estructura en servicio

EST-ELS-STR-CP-SV-1 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 VI_CS + ψ_2 GR1
EST-ELS-STR-CP-SV-2 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR1
EST-ELS-STR-CP-SV-3 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR2
EST-ELS-STR-CP-SV-4 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V

Situación: Situación persistente
Combinación: Combinación frecuente
Instante: Estructura en servicio

EST-ELS-STR-FR-SV-1 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_1 SR_Emp + ψ_1 SR_V + ψ_2 VI_CS + ψ_2 GR1
EST-ELS-STR-FR-SV-2 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_1 SR_Emp + ψ_1 SR_V + ψ_2 GR1
EST-ELS-STR-FR-SV-3 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_1 SR_Emp + ψ_1 SR_V + ψ_2 GR2

EST-ELS-STR-FR-SV-4 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_1 GR1
EST-ELS-STR-FR-SV-5 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 VI_CS + ψ_1 GR1
EST-ELS-STR-FR-SV-6 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_1 GR2
EST-ELS-STR-FR-SV-7 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR1
EST-ELS-STR-FR-SV-8 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR2
EST-ELS-STR-FR-SV-9 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V

Situación: Situación persistente
Combinación: Combinación característica
Instante: Estructura en servicio

EST-ELS-STR-CR-SV-1 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 VI_CS + ψ_0 GR1
EST-ELS-STR-CR-SV-2 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 GR1
EST-ELS-STR-CR-SV-3 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 GR2
EST-ELS-STR-CR-SV-4 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + GR1
EST-ELS-STR-CR-SV-5 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 VI_CS + GR1
EST-ELS-STR-CR-SV-6 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + GR2
EST-ELS-STR-CR-SV-7 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 GR1
EST-ELS-STR-CR-SV-8 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 GR2
EST-ELS-STR-CR-SV-9 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V

2.8 Armadura

2.8.1 Recubrimientos geométricos

Alzado. Espaldón	:	45	mm
Alzado. Cargadero	:	45	mm
Alzado. Aletas	:	45	mm
Pilotes	:	70	mm

2.9 Configuración del cálculo

Método de distribución de tensiones uniforme (Método de la zapata equivalente)

El cálculo se realiza con una discretización de malla fina (adecuada para el cálculo definitivo de la estructura).

Los esfuerzos de cálculo se obtienen a partir de los esfuerzos del modelo de elementos finitos, integrándolos en una anchura de 1.000 m

La verificación del cálculo a flexión de los pilotes se realiza en un pilote con los esfuerzos pésimos.

La verificación del cálculo a cortante de los pilotes se realiza en un pilote con los esfuerzos pésimos.

3 MODELO

Para el cálculo del estribo se genera un modelo de elementos finitos.

Cada parte de la estructura se modeliza con placas discretizadas con elementos tipo TCCL1 (Elementos triangulares de lámina de Reissner-Mindlin, cuadrático en desplazamientos y giros, y lineal en desplazamientos de cortante).
Los pilotes se modelizan mediante elementos tipo barra.

Número de nodos de la estructura	:	2283
Número de elementos del tipo barra	:	233
Número de elementos del tipo lámina triangular TCCL1	:	988

α: Ángulo interior mínimo de los elementos de la discretización
$L_{máx.}$: Longitud máxima de un lado del elemento TCCL1

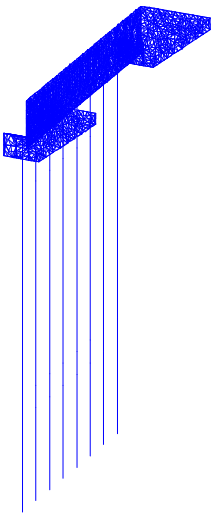
Placa	α	$L_{máx.}$

	(º)	(m)
1	30.0	0.500
2	30.0	0.500
3	30.0	0.500
4	30.0	0.500
5	30.0	0.500
6	30.0	0.500

$L_{máx.}$: Longitud máxima de los elementos barra

Prisma	$L_{máx.}$ (m)
1	1.000
2	1.000
3	1.000
4	1.000
5	3.000
6	1.000
7	1.000
8	1.000
9	1.000
10	3.000
11	1.000
12	1.000
13	1.000
14	1.000
15	3.000
16	1.000
17	1.000
18	1.000
19	1.000
20	3.000
21	1.000
22	1.000
23	1.000
24	1.000
25	3.000
26	1.000
27	1.000
28	1.000
29	1.000
30	3.000
31	1.000
32	1.000
33	1.000
34	1.000
35	3.000
36	1.000
37	1.000
38	1.000
39	1.000
40	3.000
41	1.000
42	1.000
43	1.000
44	1.000
45	1.000
46	1.000
47	1.000
48	1.000
49	1.000
50	1.000
51	1.000
52	1.000
53	1.000
54	1.000
55	1.000
56	1.000
57	1.000

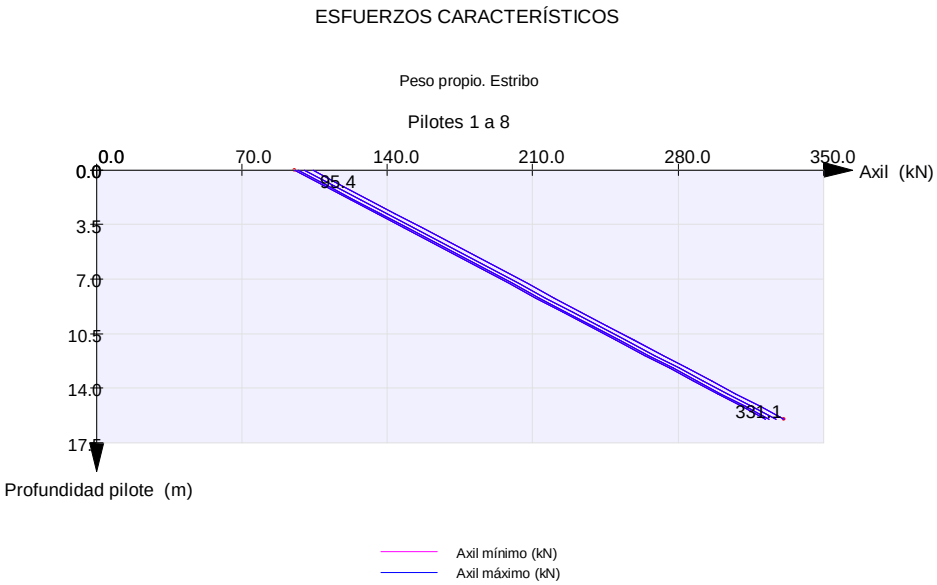
58	1.000
59	1.000
60	1.000
61	1.000
62	1.000
63	1.000
64	1.000
65	1.000
66	1.000
67	1.000
68	1.000
69	1.000
70	1.000
71	1.000
72	1.000
73	1.000
74	1.000
75	5.000
76	5.000
77	5.000
78	5.000
79	5.000
80	5.000
81	5.000
82	5.000
83	5.000
84	5.000
85	5.000
86	5.000
87	5.000
88	5.000
89	5.000
90	5.000
91	5.000
92	5.000
93	5.000
94	5.000
95	5.000
96	5.000
97	5.000
98	5.000
99	5.000
100	5.000
101	5.000
102	5.000
103	5.000
104	5.000
105	5.000
106	5.000
107	5.000
108	5.000
109	5.000
110	5.000
111	5.000
112	5.000
113	5.000
114	10.000
115	10.000
116	10.000
117	10.000
118	10.000
119	10.000
120	10.000
121	10.000



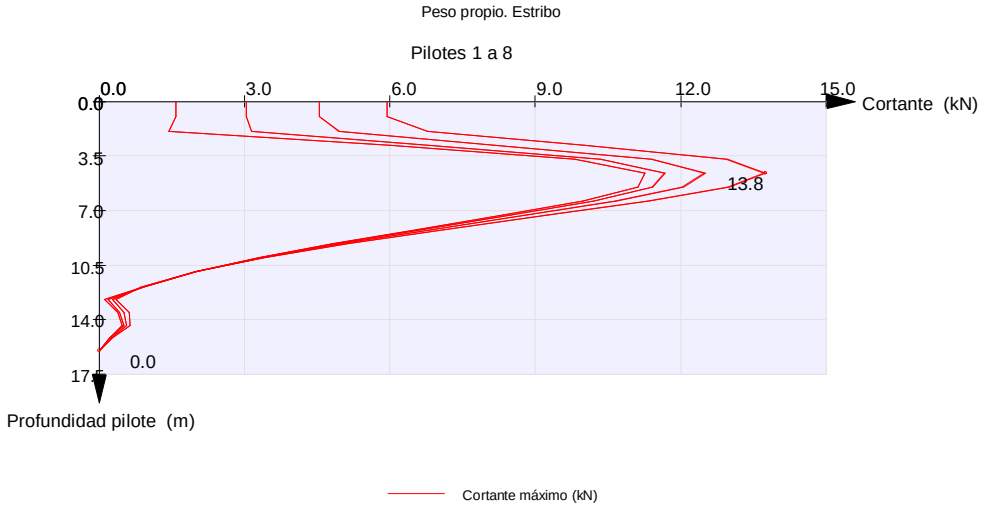
4 ESFUERZOS CARACTERíSTICOS

4.1 Peso propio. Estribo

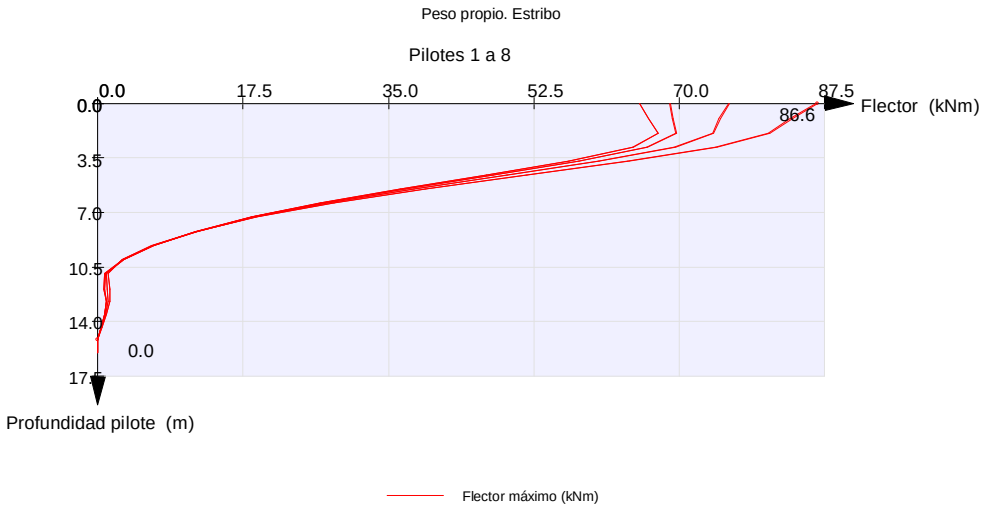
4.1.1 Pilotes



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS



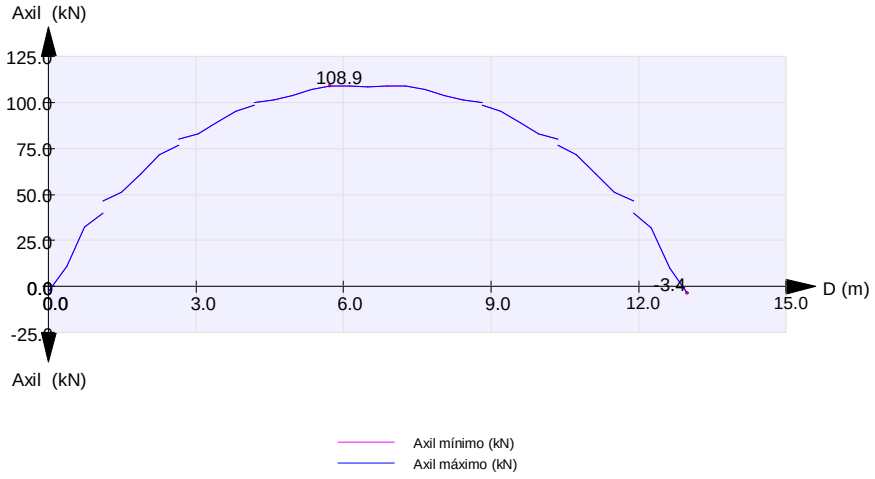
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS



4.1.2 Cargadero

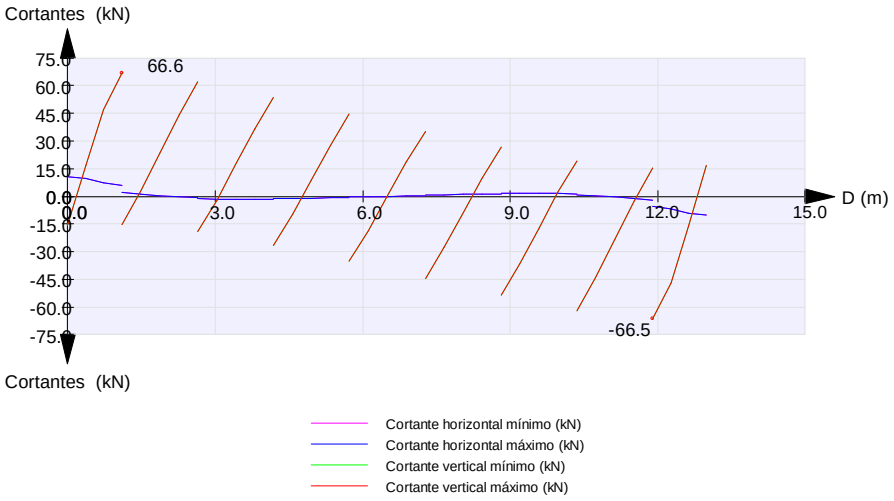
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

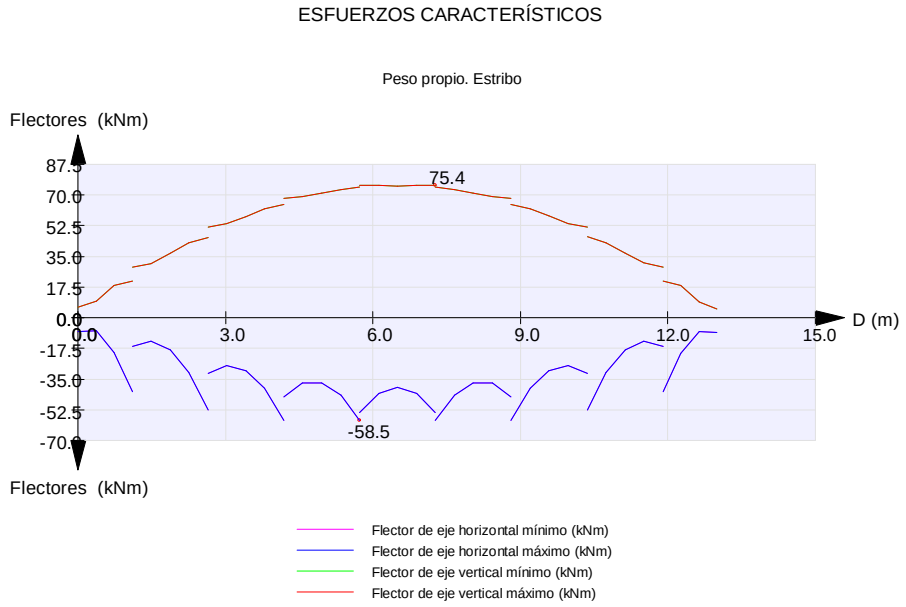
Peso propio. Estribo



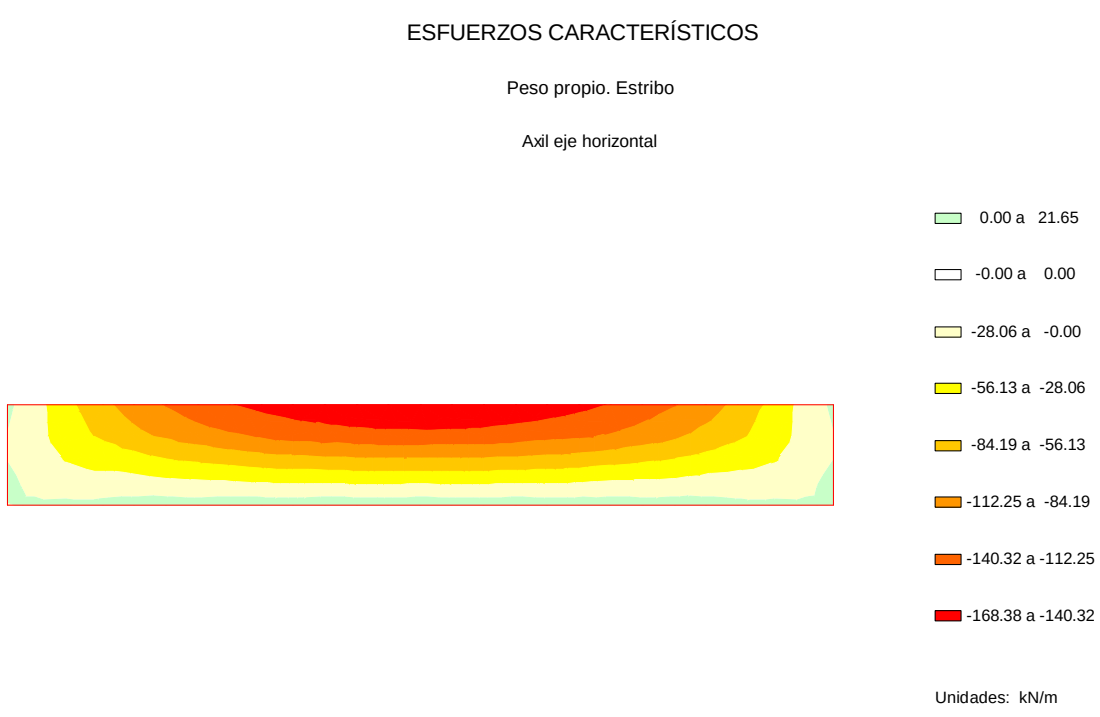
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo





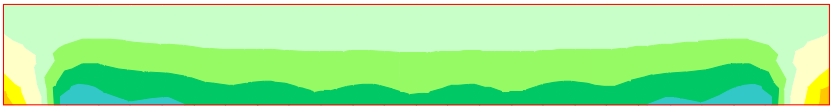
4.1.3 Espaldón



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

Axil eje vertical



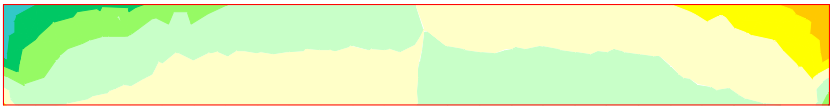
22.29 a 29.72
14.86 a 22.29
7.43 a 14.86
0.00 a 7.43
-0.00 a 0.00
-15.25 a -0.00
-30.51 a -15.25
-45.76 a -30.51

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

Cortante eje horizontal



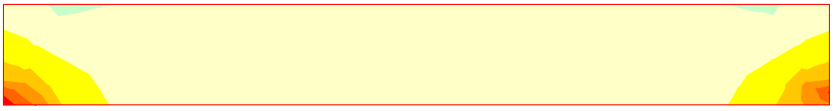
10.14 a 13.51
6.76 a 10.14
3.38 a 6.76
0.00 a 3.38
-0.00 a 0.00
-4.36 a -0.00
-8.71 a -4.36
-13.07 a -8.71

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

Cortante eje vertical



0.00 a 0.49
-0.00 a 0.00
-3.04 a -0.00
-6.08 a -3.04
-9.12 a -6.08
-12.16 a -9.12
-15.20 a -12.16
-18.23 a -15.20

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

Momento de eje vertical (armado horizontal)

5.07 a 6.33
3.80 a 5.07
2.53 a 3.80
1.27 a 2.53
0.00 a 1.27
-0.00 a 0.00
-0.91 a -0.00
-1.82 a -0.91

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

Momento de eje horizontal (armado vertical)

0.44 a 0.89
0.00 a 0.44
-0.00 a 0.00
-1.05 a -0.00
-2.09 a -1.05
-3.14 a -2.09
-4.18 a -3.14
-5.23 a -4.18

Unidades: kNm/m

4.1.4 Aleta 1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

Axil eje horizontal

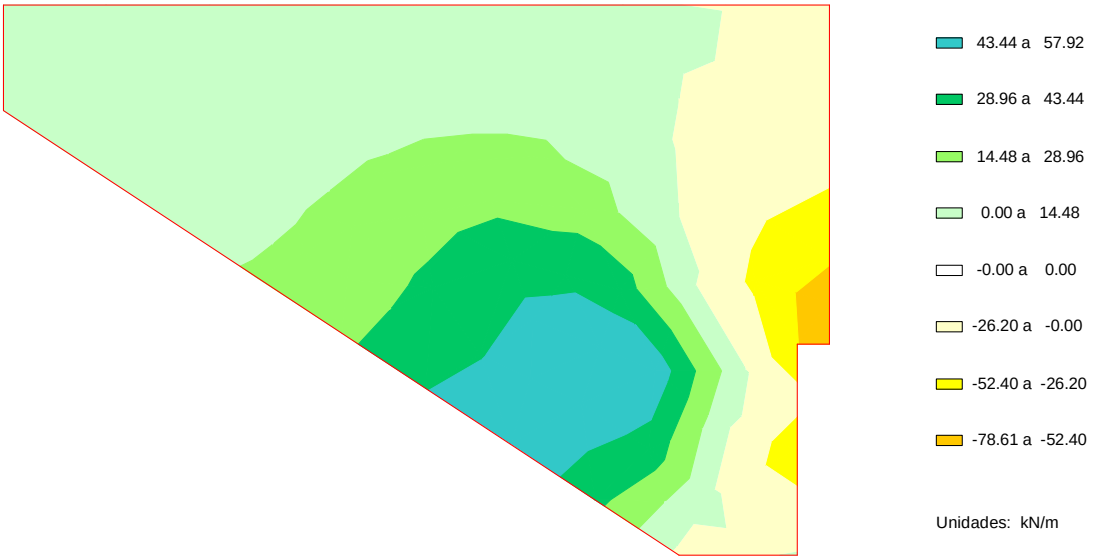
198.86 a 265.14
132.57 a 198.86
66.29 a 132.57
0.00 a 66.29
-0.00 a 0.00
-49.07 a -0.00
-98.13 a -49.07
-147.20 a -98.13

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

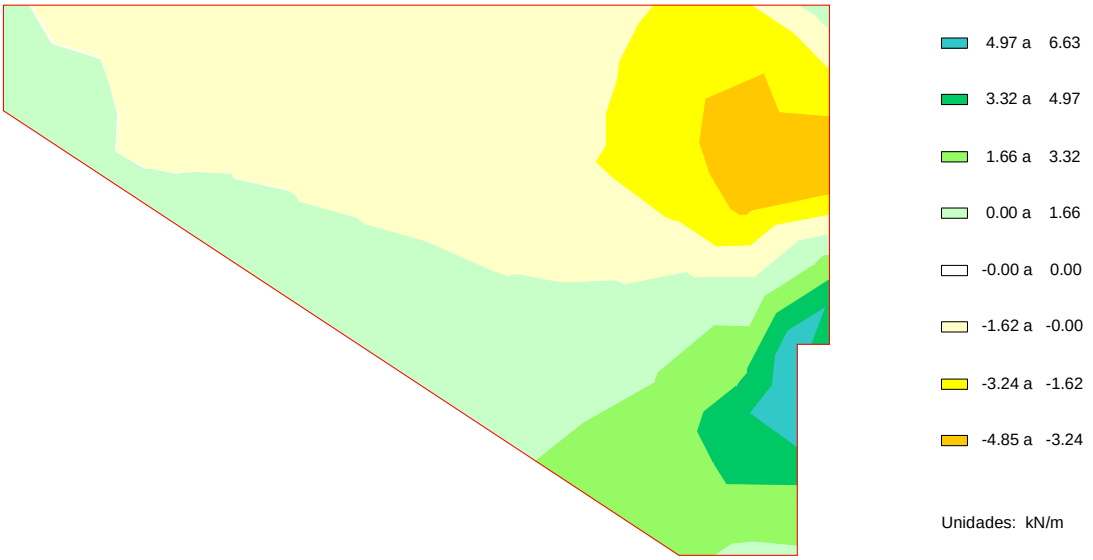
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

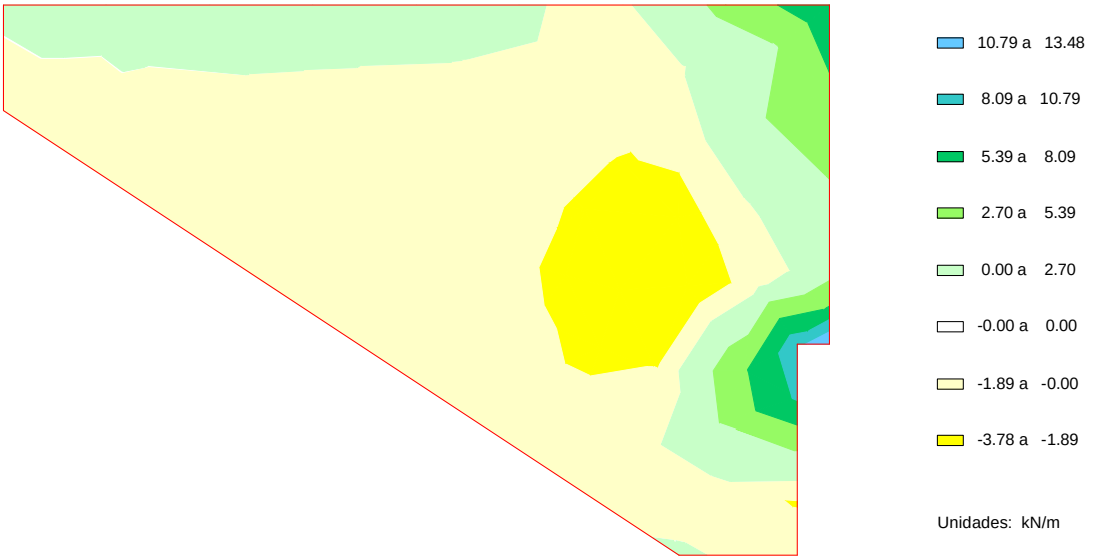
Cortante eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

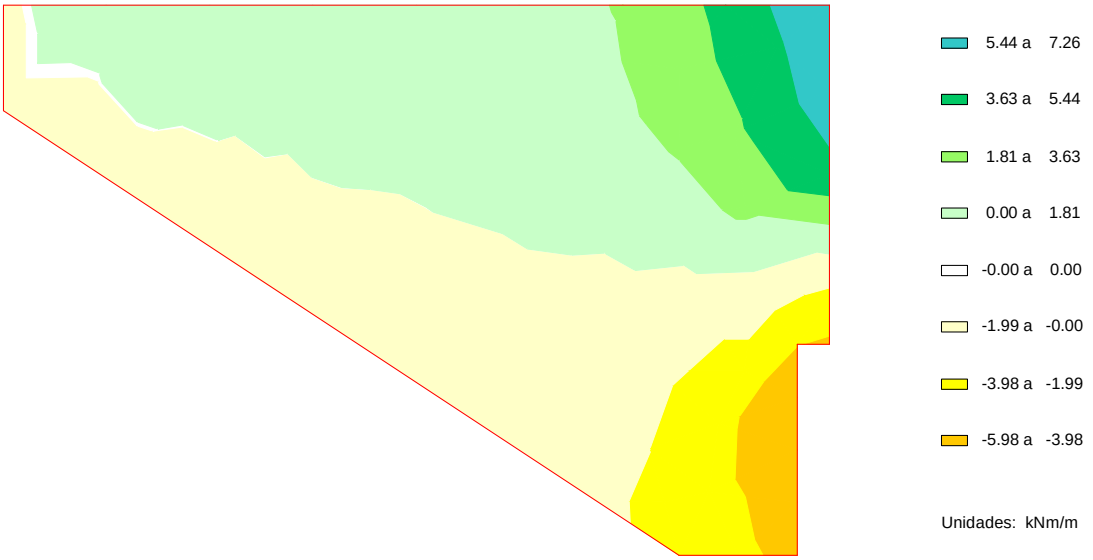
Cortante eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

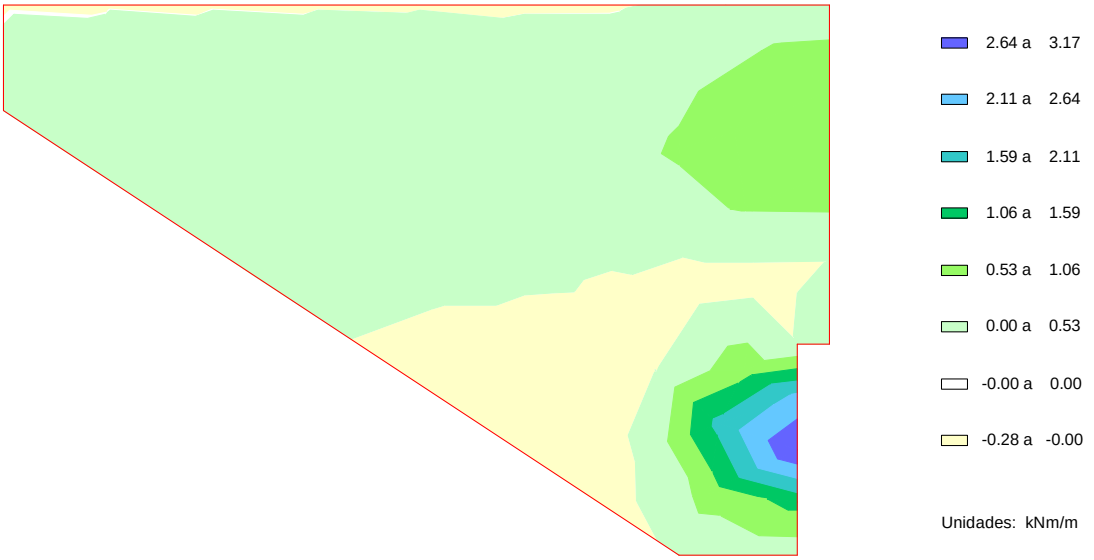
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

Momento de eje horizontal (armado vertical)

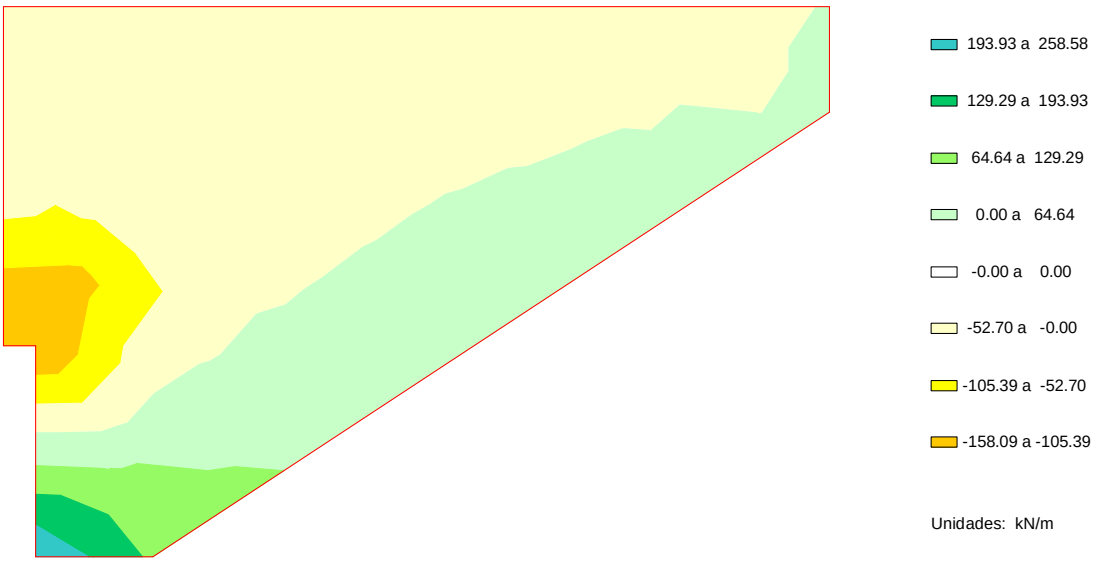


4.1.5 Aleta 2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

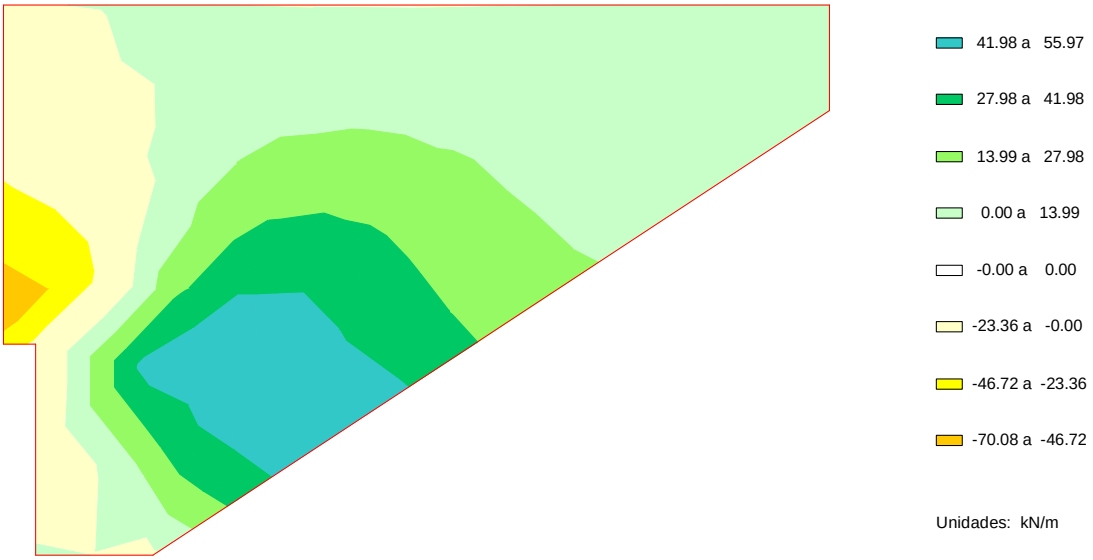
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

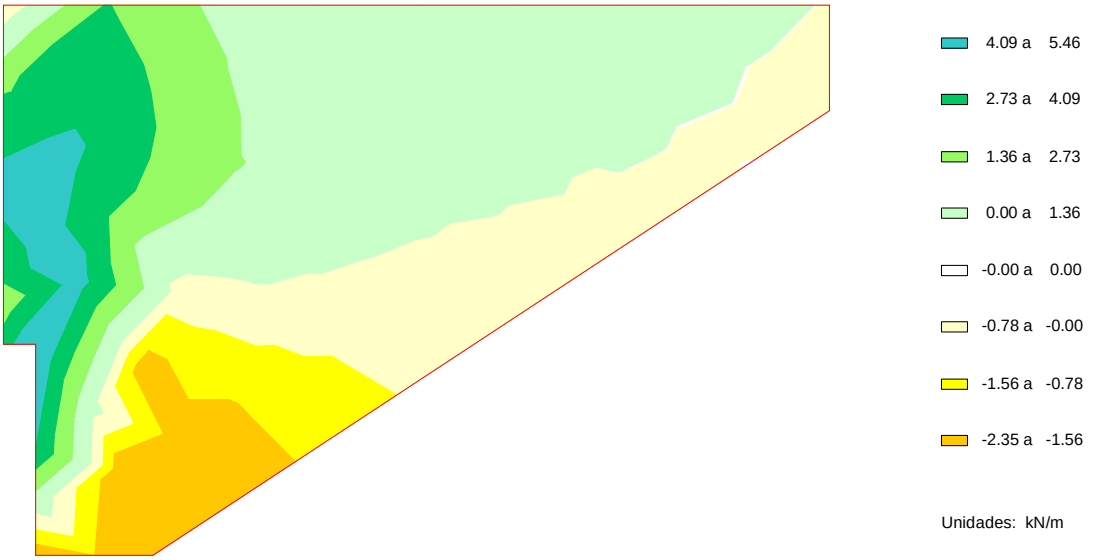
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

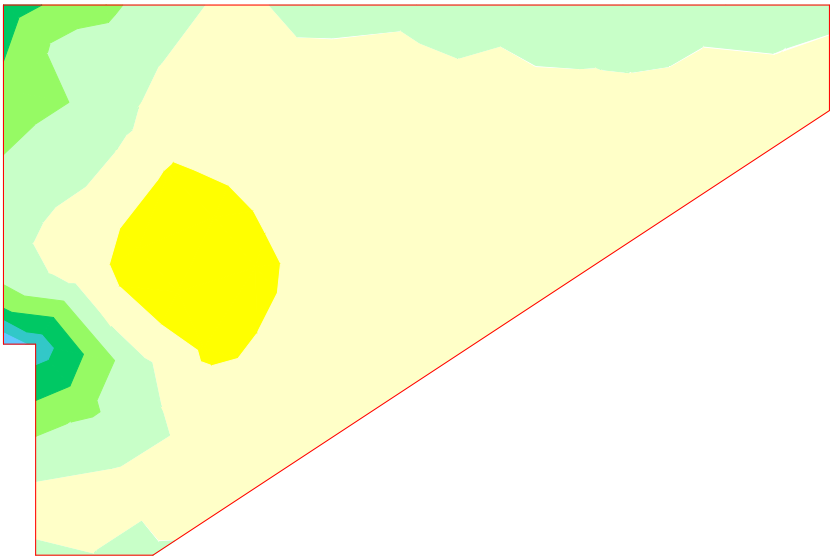
Cortante eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

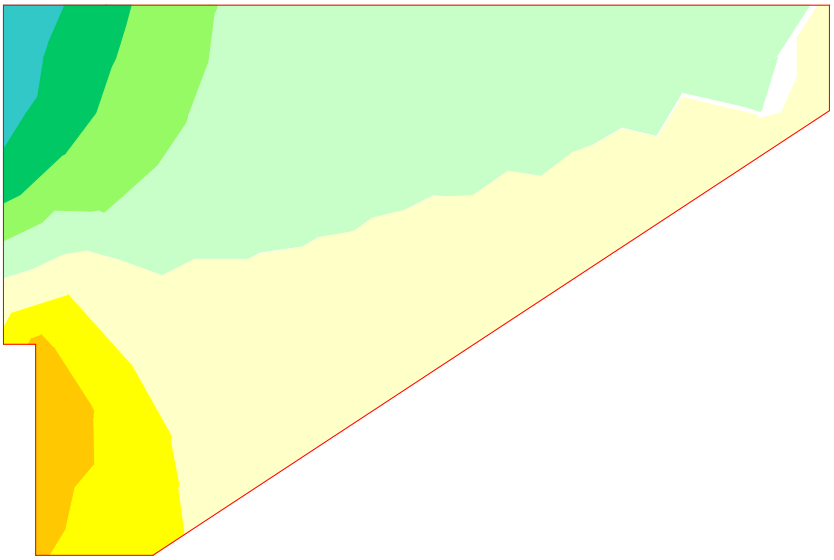
Cortante eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

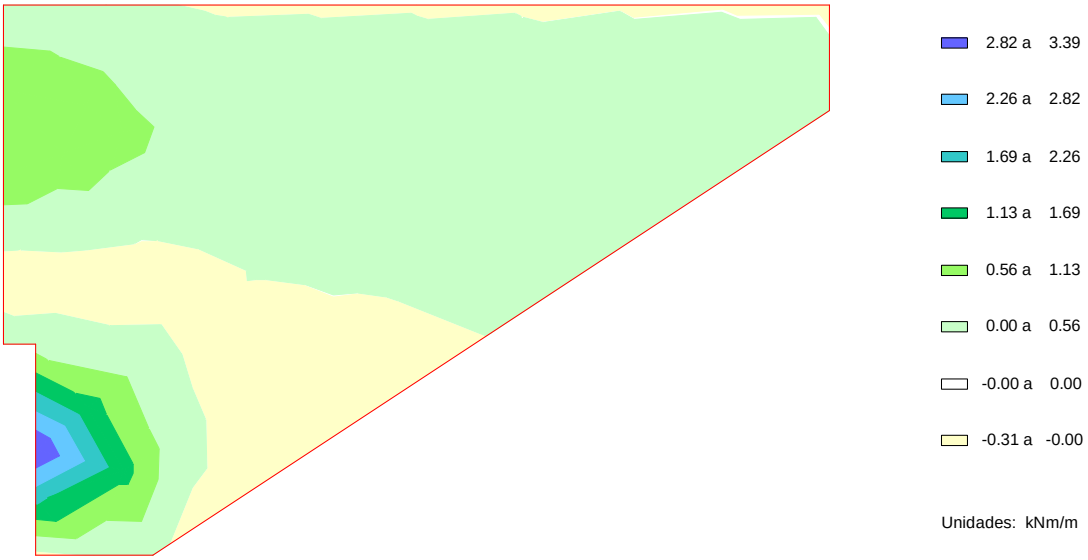
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

Momento de eje horizontal (armado vertical)



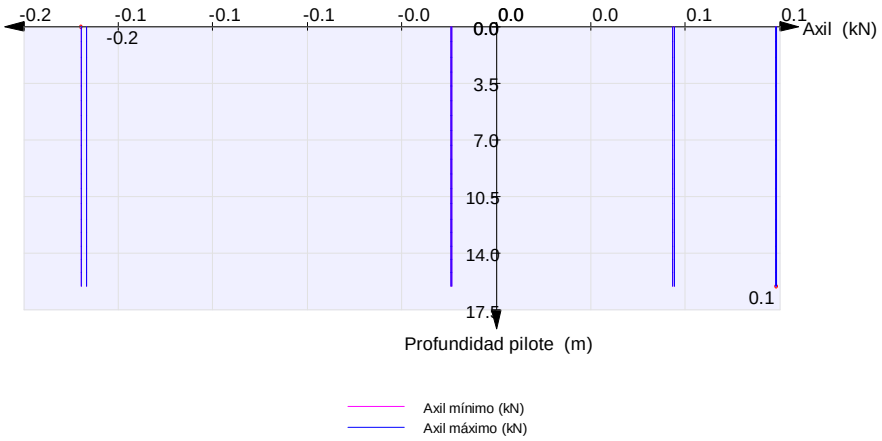
4.2 Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

4.2.1 Pilotes

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Pilotes 1 a 8

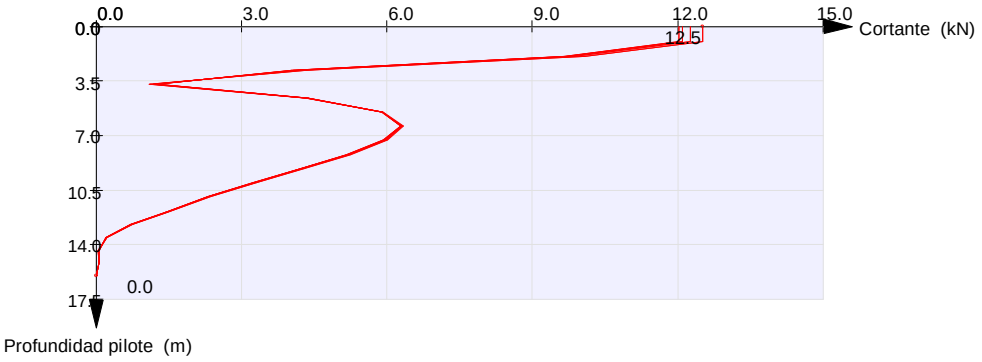


Axil mínimo (kN)
Axil máximo (kN)

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Pilotes 1 a 8

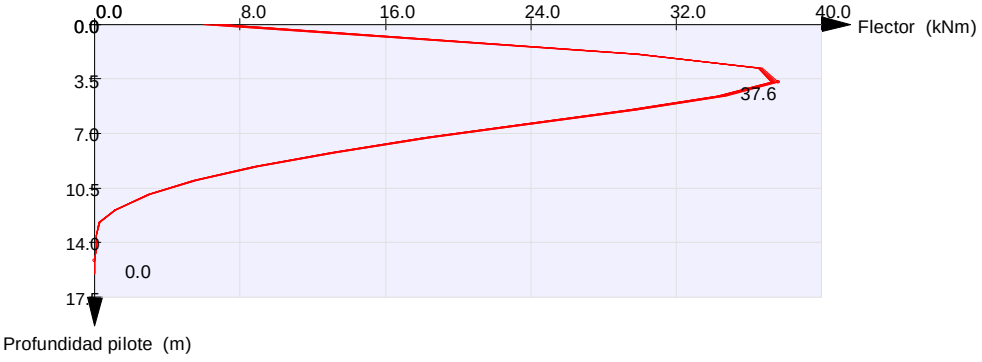


Cortante máximo (kN)

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Pilotes 1 a 8

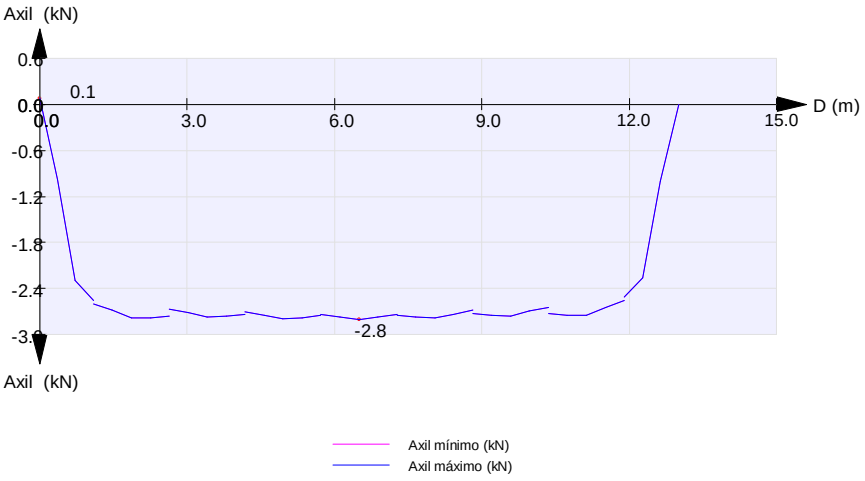


Flector máximo (kNm)

4.2.2 Cargadero

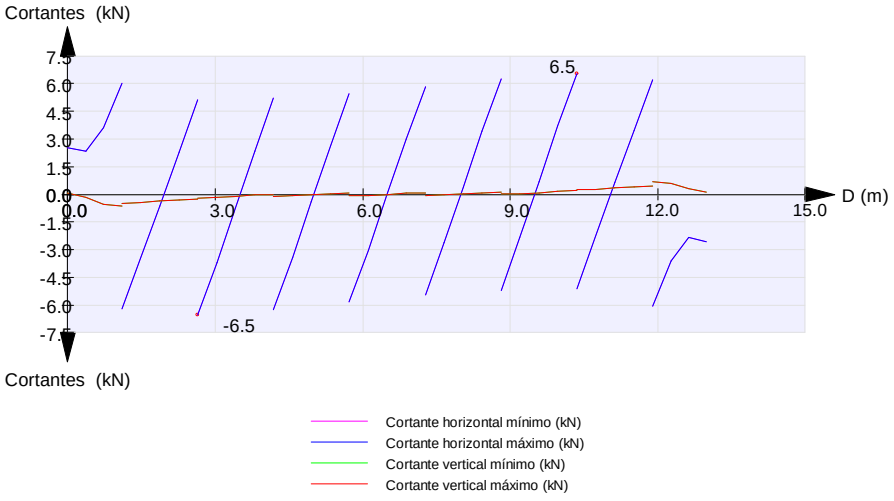
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós



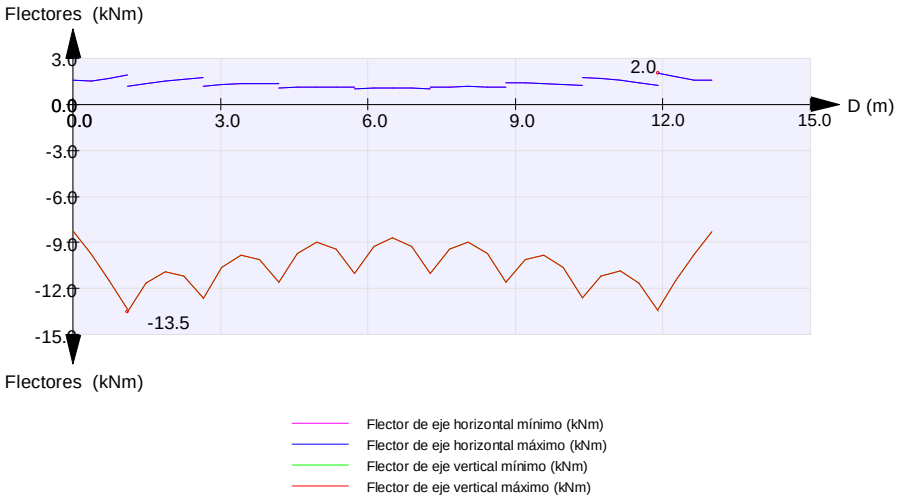
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

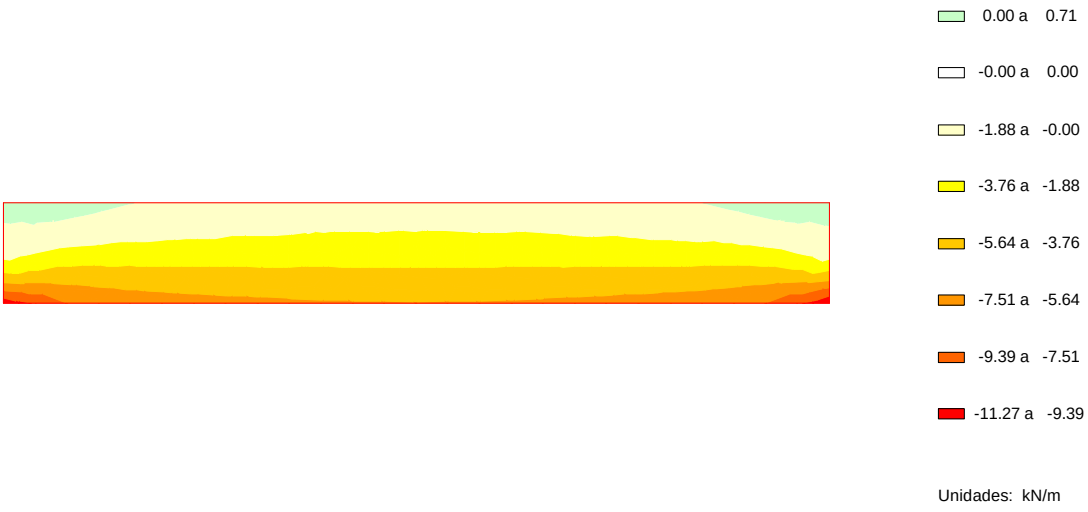


4.2.3 Espaldón

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

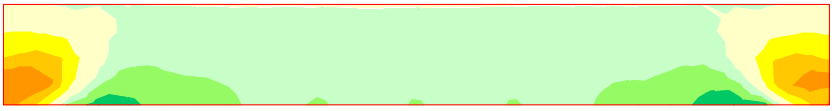
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Axil eje vertical



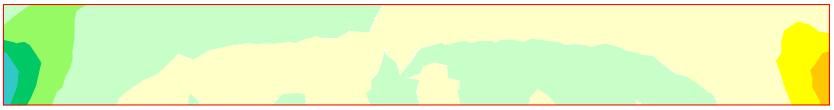
0.20 a 0.30
0.10 a 0.20
0.00 a 0.10
-0.00 a 0.00
-0.21 a -0.00
-0.42 a -0.21
-0.63 a -0.42
-0.84 a -0.63

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Cortante eje horizontal



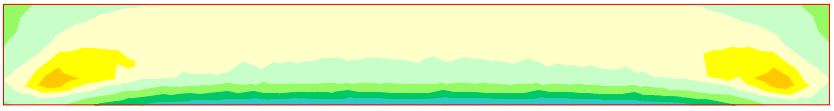
1.43 a 1.91
0.95 a 1.43
0.48 a 0.95
0.00 a 0.48
-0.00 a 0.00
-0.68 a -0.00
-1.35 a -0.68
-2.03 a -1.35

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Cortante eje vertical



0.93 a 1.24

0.62 a 0.93

0.31 a 0.62

0.00 a 0.31

-0.00 a 0.00

-0.18 a -0.00

-0.36 a -0.18

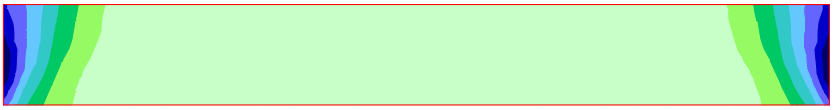
-0.53 a -0.36

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Momento de eje vertical (armado horizontal)



1.15 a 1.31

0.99 a 1.15

0.83 a 0.99

0.67 a 0.83

0.51 a 0.67

0.35 a 0.51

0.19 a 0.35

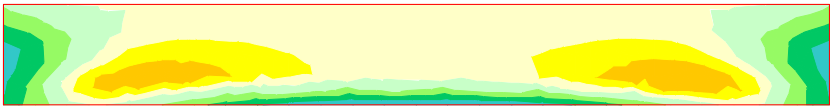
0.03 a 0.19

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Momento de eje horizontal (armado vertical)



0.18 a 0.24
0.12 a 0.18
0.06 a 0.12
0.00 a 0.06
-0.00 a 0.00
-0.03 a -0.00
-0.07 a -0.03
-0.10 a -0.07

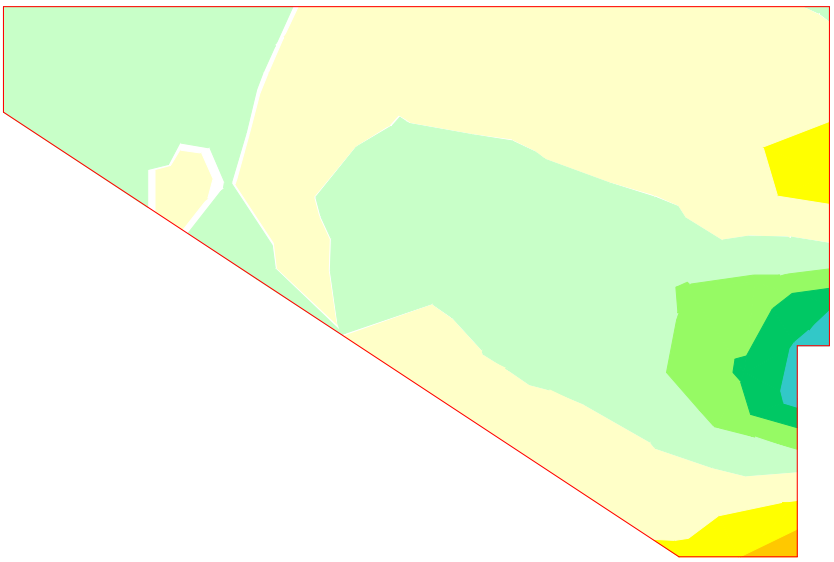
Unidades: kNm/m

4.2.4 Aleta 1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Axil eje horizontal



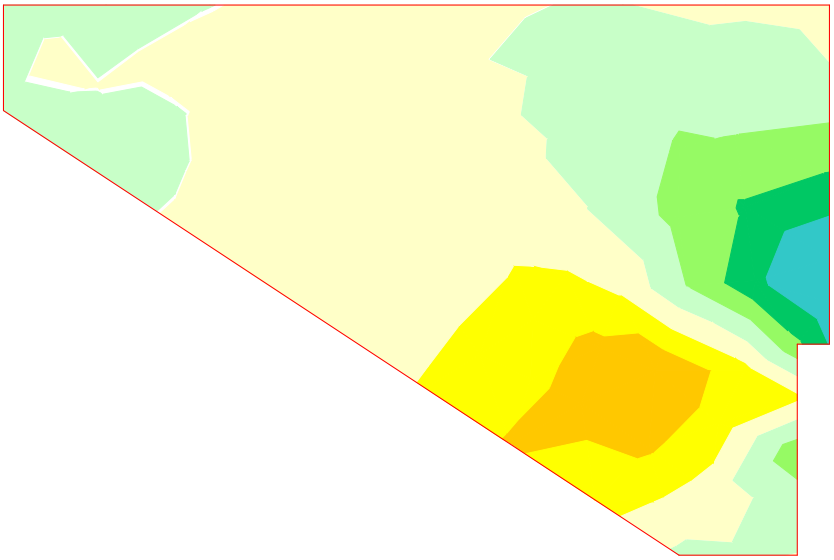
1.94 a 2.59
1.29 a 1.94
0.65 a 1.29
0.00 a 0.65
-0.00 a 0.00
-0.86 a -0.00
-1.72 a -0.86
-2.58 a -1.72

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

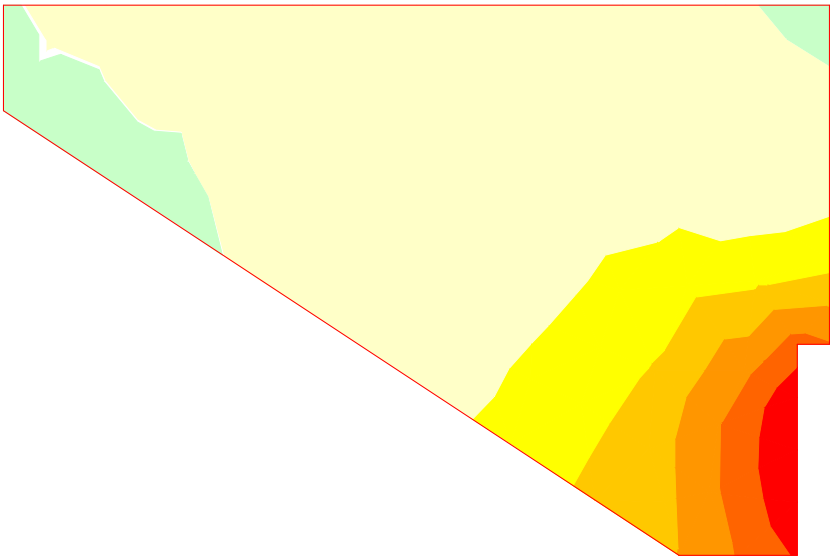
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

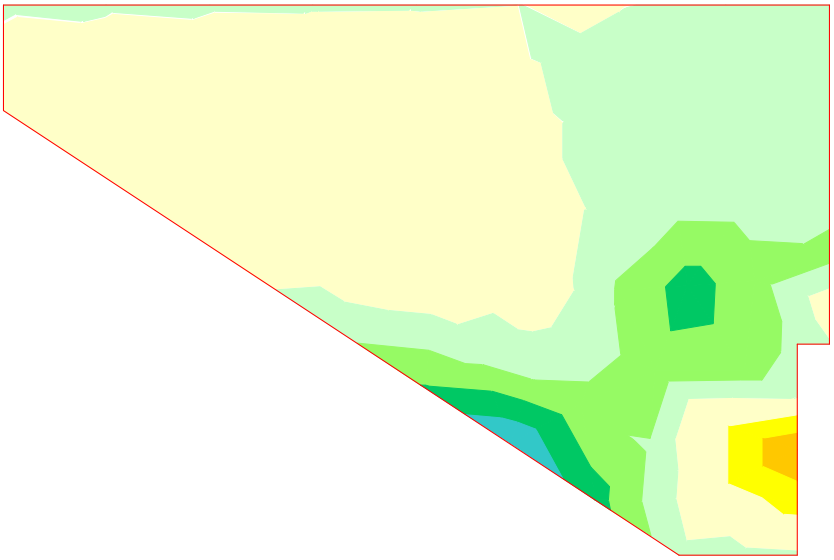
Cortante eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Cortante eje vertical



1.39 a 1.86

0.93 a 1.39

0.46 a 0.93

0.00 a 0.46

-0.00 a 0.00

-0.94 a -0.00

-1.88 a -0.94

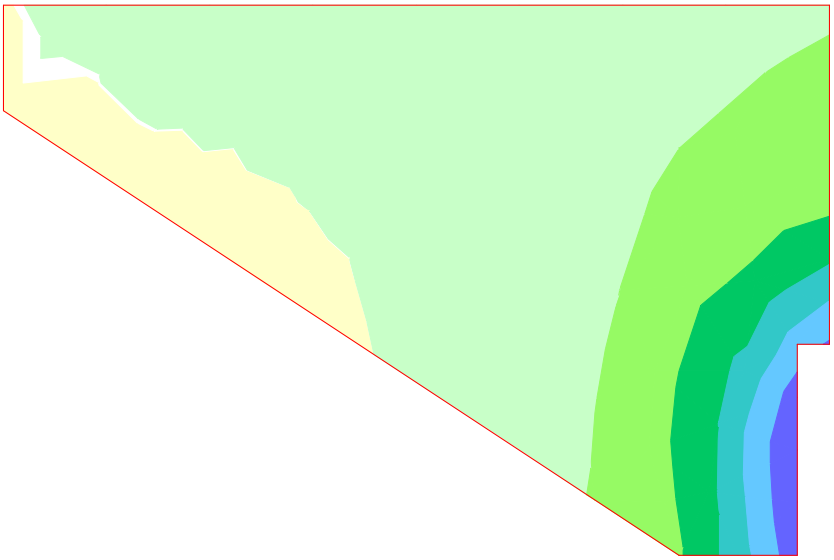
-2.82 a -1.88

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Momento de eje vertical (armado horizontal)



5.37 a 6.44

4.29 a 5.37

3.22 a 4.29

2.15 a 3.22

1.07 a 2.15

0.00 a 1.07

-0.00 a 0.00

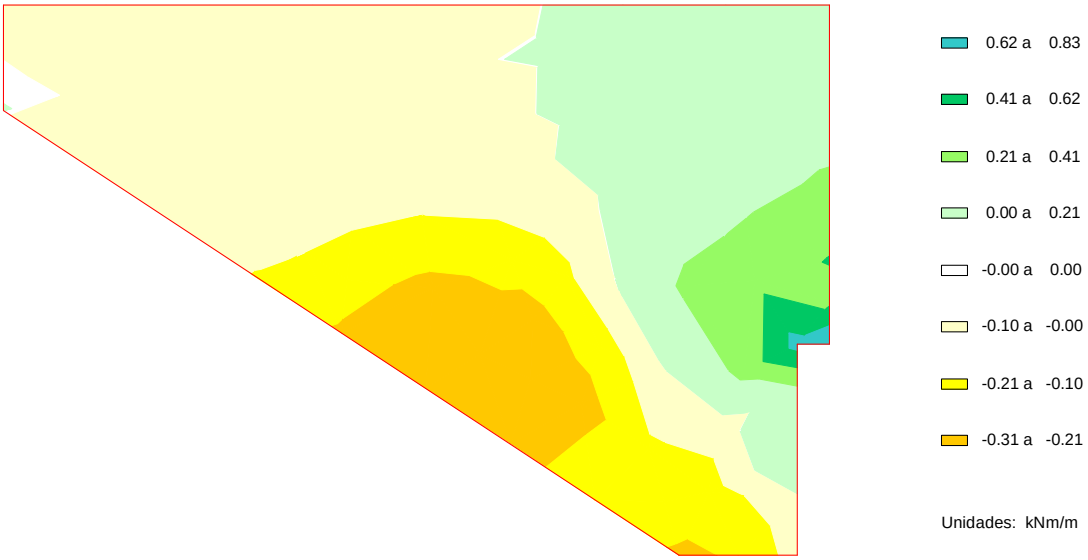
-0.05 a -0.00

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Momento de eje horizontal (armado vertical)

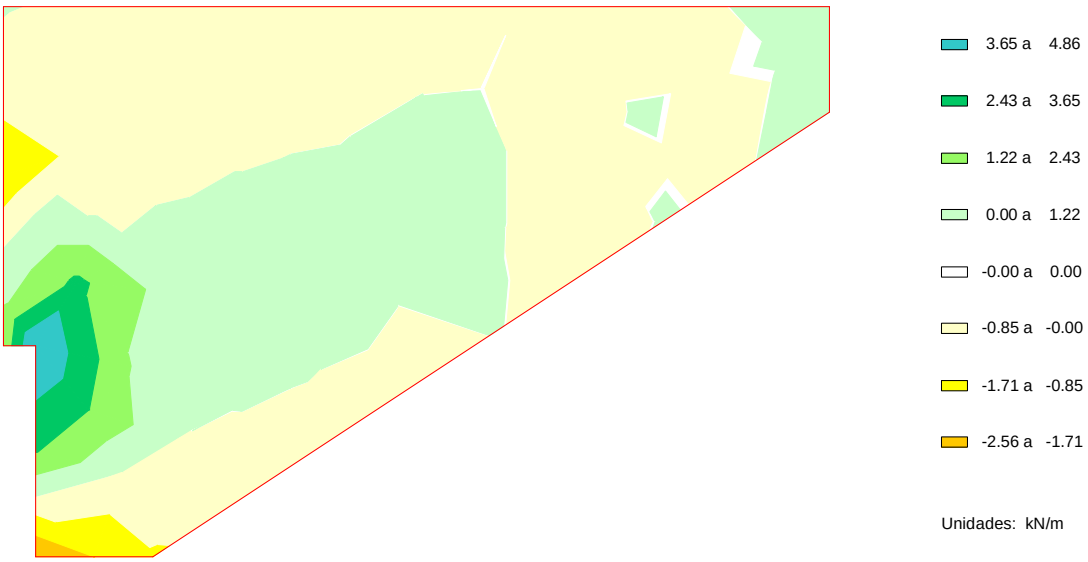


4.2.5 Aleta 2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

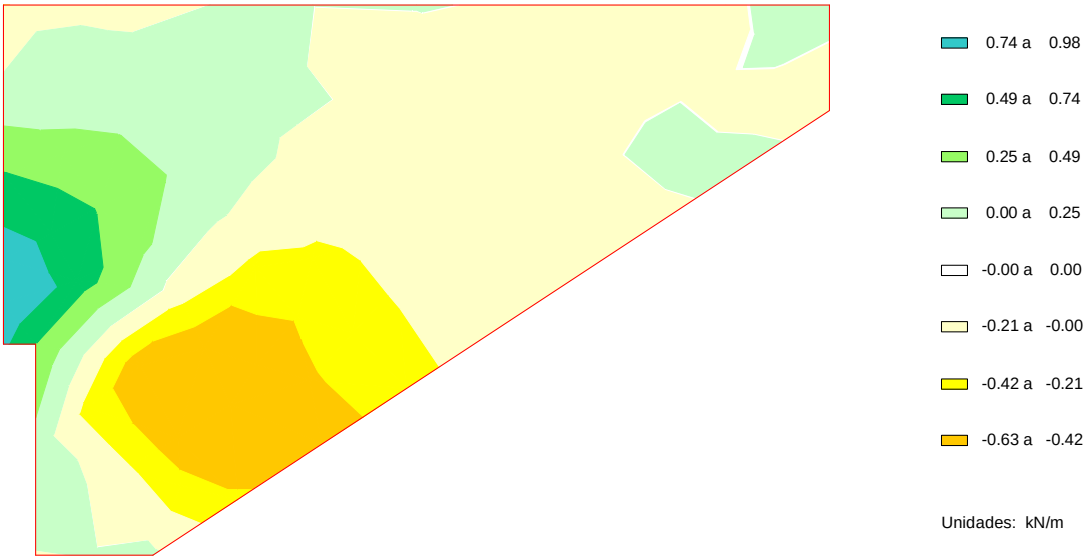
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

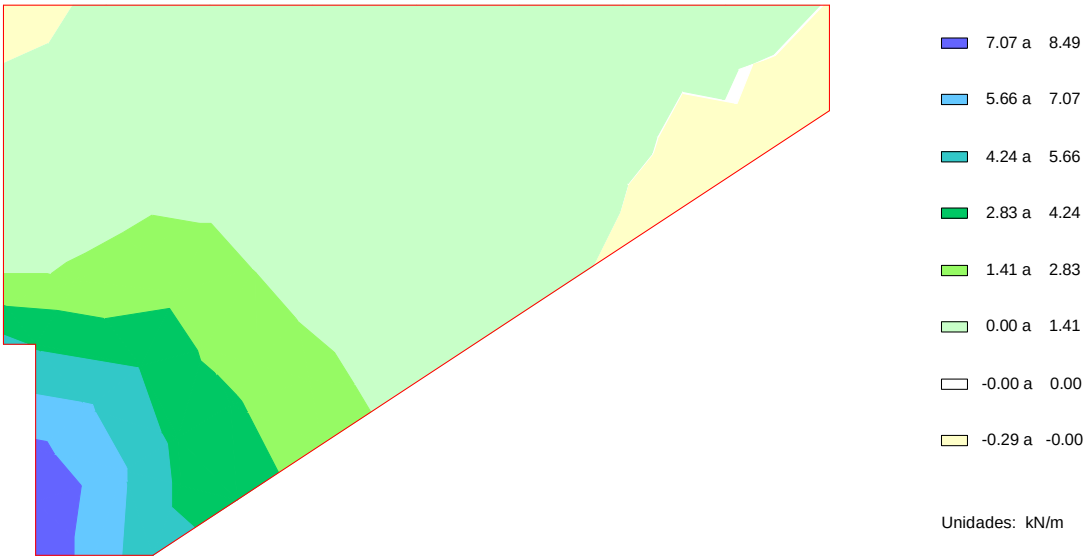
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

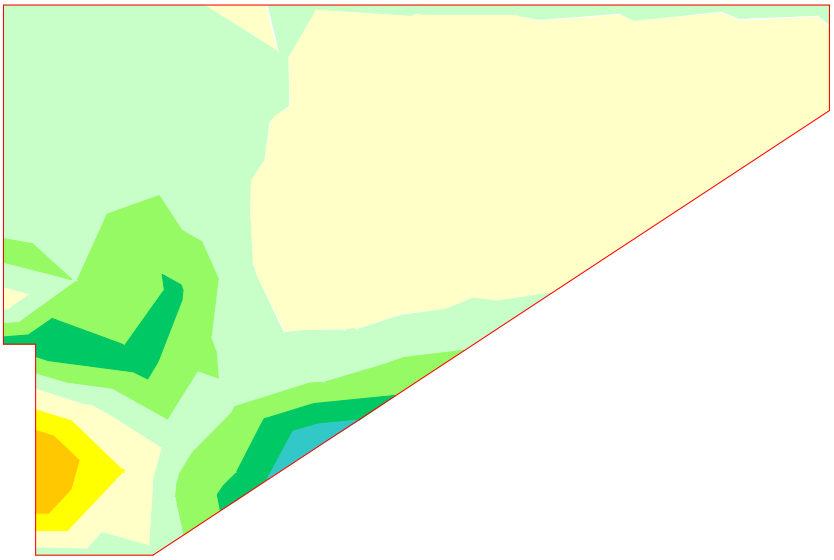
Cortante eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

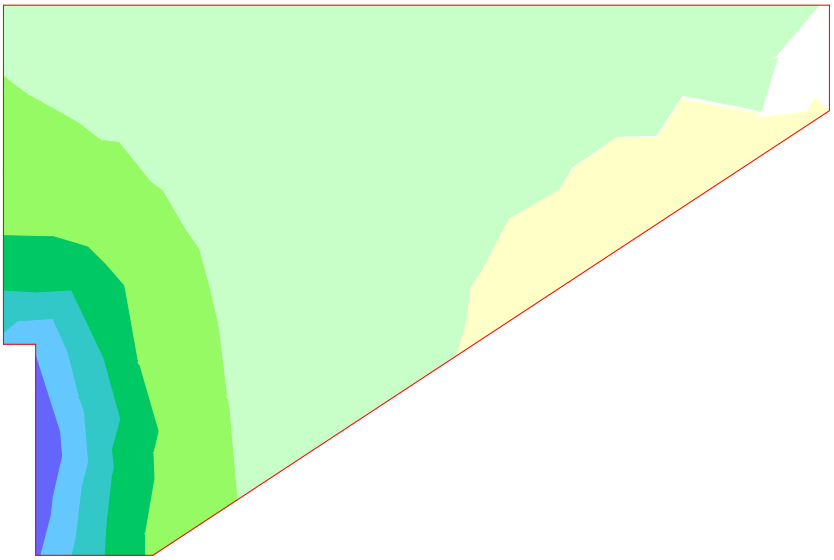
Cortante eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

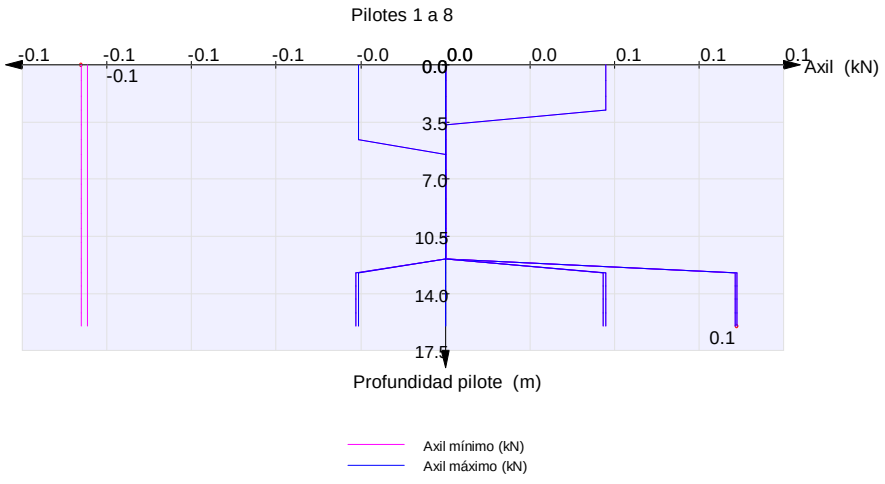
Momento de eje horizontal (armado vertical)

4.3 Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

4.3.1 Pilotes

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

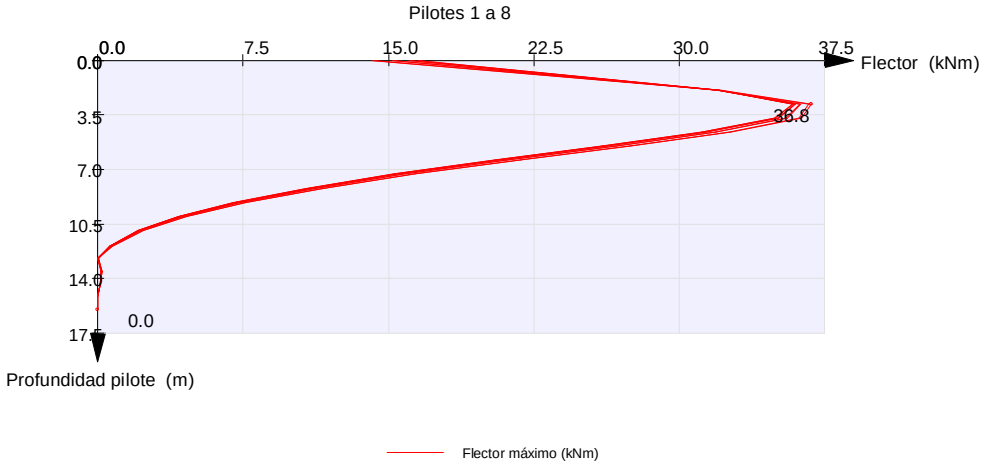


ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

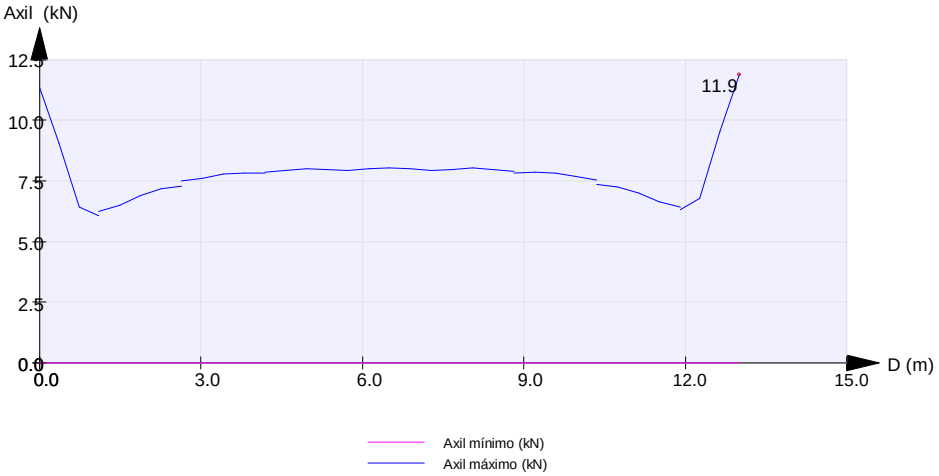
Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje



4.3.2 Cargadero

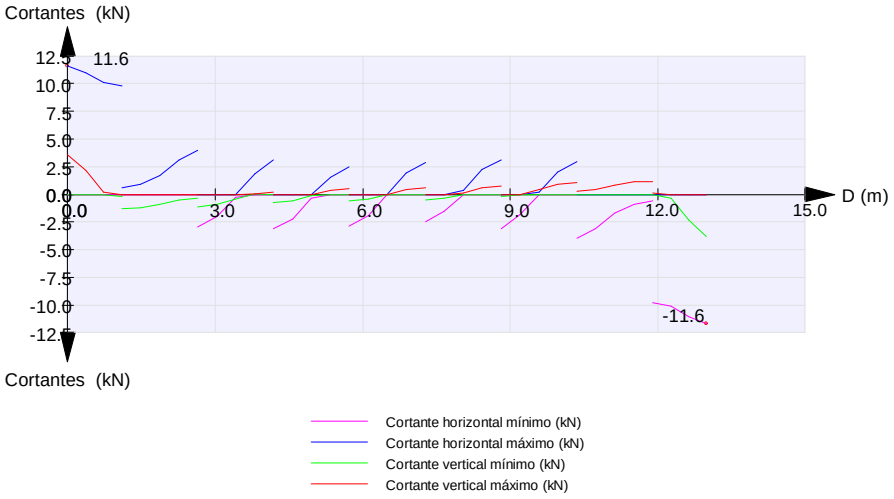
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje



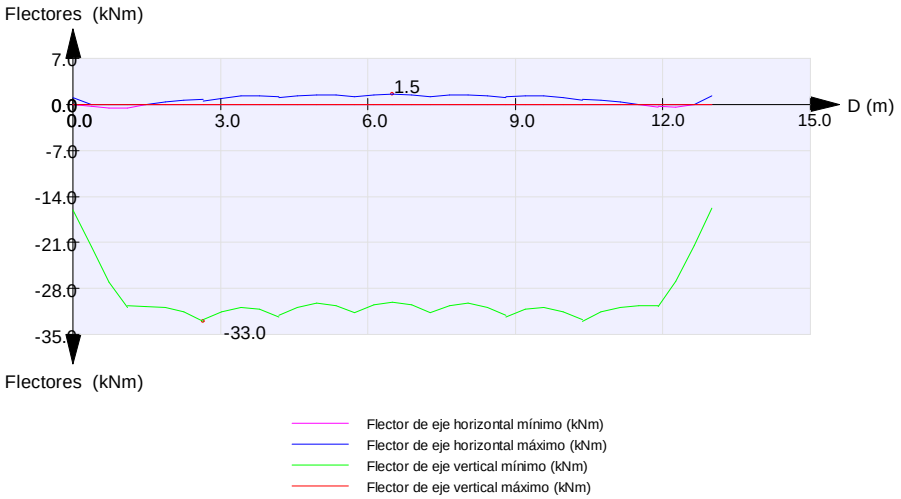
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

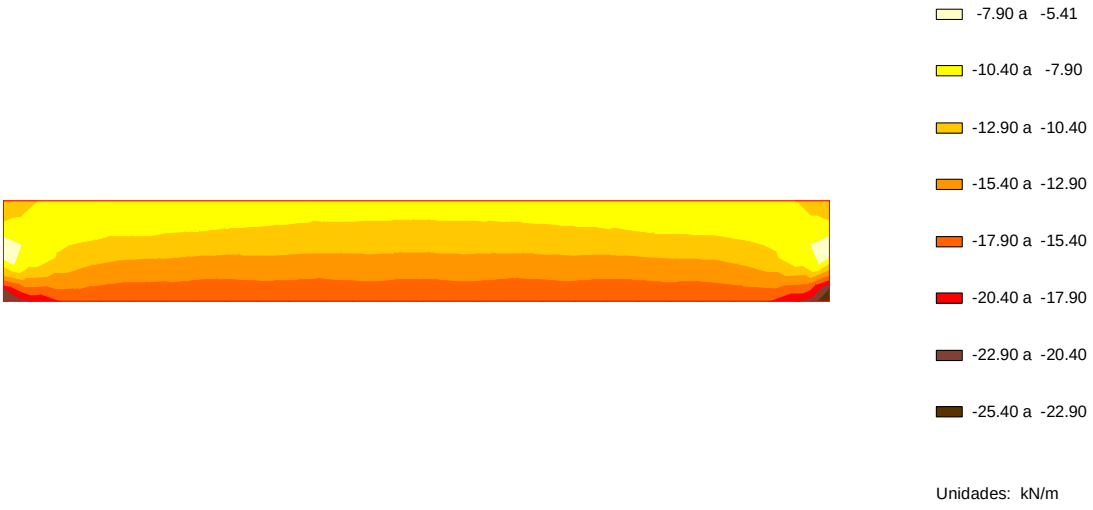


4.3.3 Espaldón

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Axil eje vertical

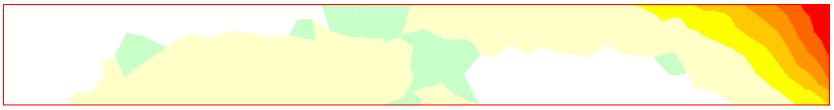
0.00 a 0.10
-0.00 a 0.00
-0.26 a -0.00
-0.51 a -0.26
-0.77 a -0.51
-1.02 a -0.77
-1.28 a -1.02
-1.53 a -1.28

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Cortante eje horizontal



0.00 a 0.09
-0.00 a 0.00
-1.53 a -0.00
-3.06 a -1.53
-4.59 a -3.06
-6.12 a -4.59
-7.65 a -6.12
-9.19 a -7.65

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Cortante eje vertical

0.00 a 0.08

-0.00 a 0.00

-0.23 a -0.00

-0.46 a -0.23

-0.69 a -0.46

-0.92 a -0.69

-1.15 a -0.92

-1.38 a -1.15

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Momento de eje vertical (armado horizontal)

-0.00 a 0.00

-0.05 a -0.00

-0.11 a -0.05

-0.16 a -0.11

-0.22 a -0.16

-0.27 a -0.22

-0.33 a -0.27

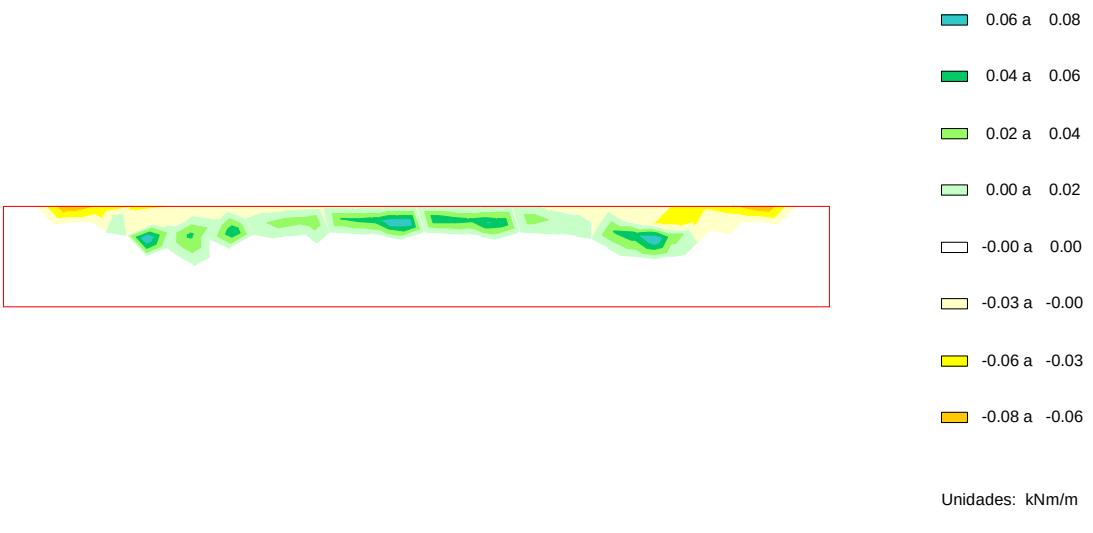
-0.38 a -0.33

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Momento de eje horizontal (armado vertical)

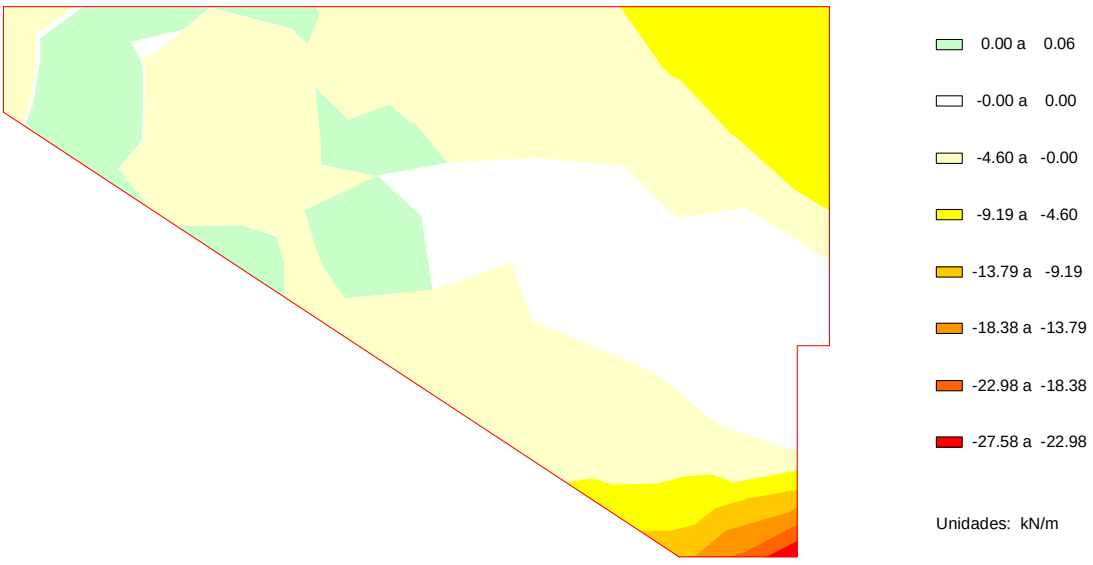


4.3.4 Aleta 1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

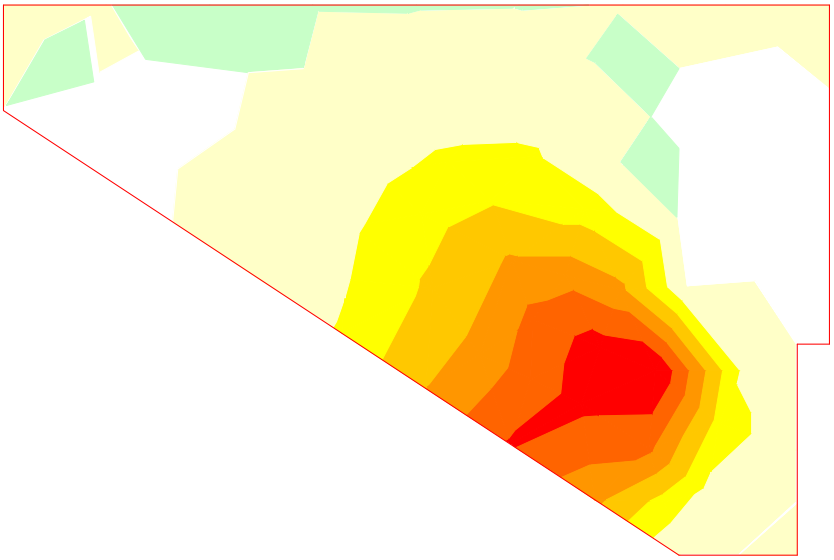
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Axil eje vertical



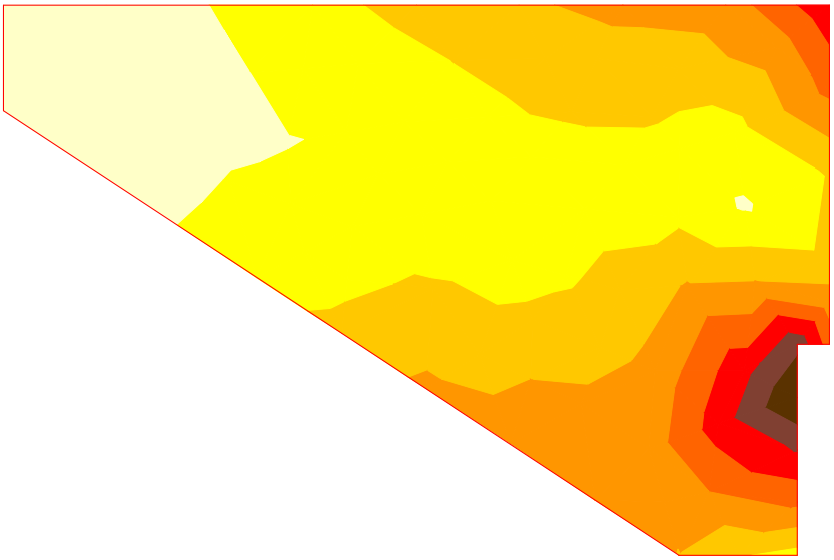
0.00 a 0.04
-0.00 a 0.00
-1.24 a -0.00
-2.47 a -1.24
-3.71 a -2.47
-4.94 a -3.71
-6.18 a -4.94
-7.41 a -6.18

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Cortante eje horizontal



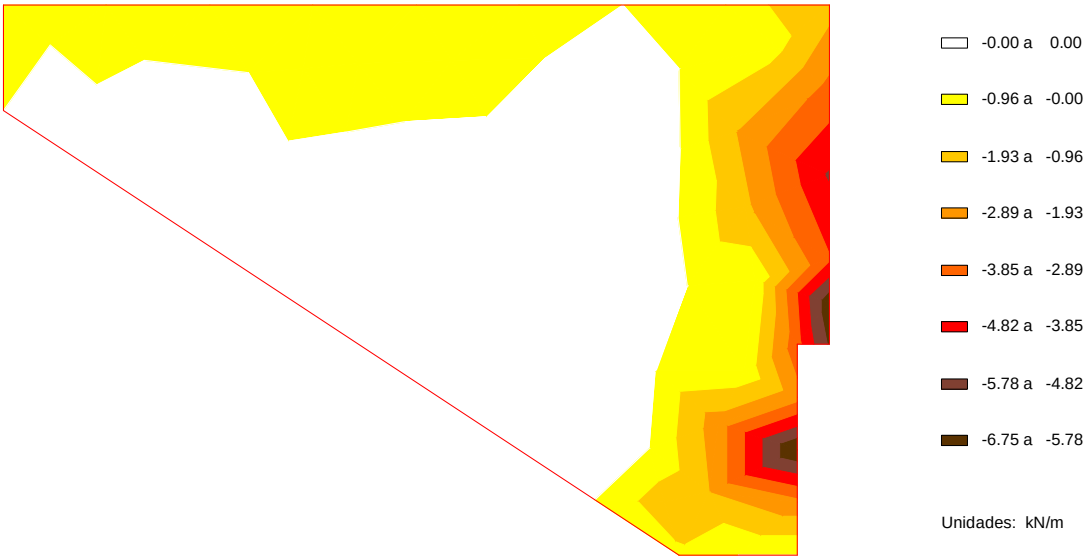
-2.21 a -0.13
-4.29 a -2.21
-6.36 a -4.29
-8.44 a -6.36
-10.52 a -8.44
-12.60 a -10.52
-14.68 a -12.60
-16.76 a -14.68

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

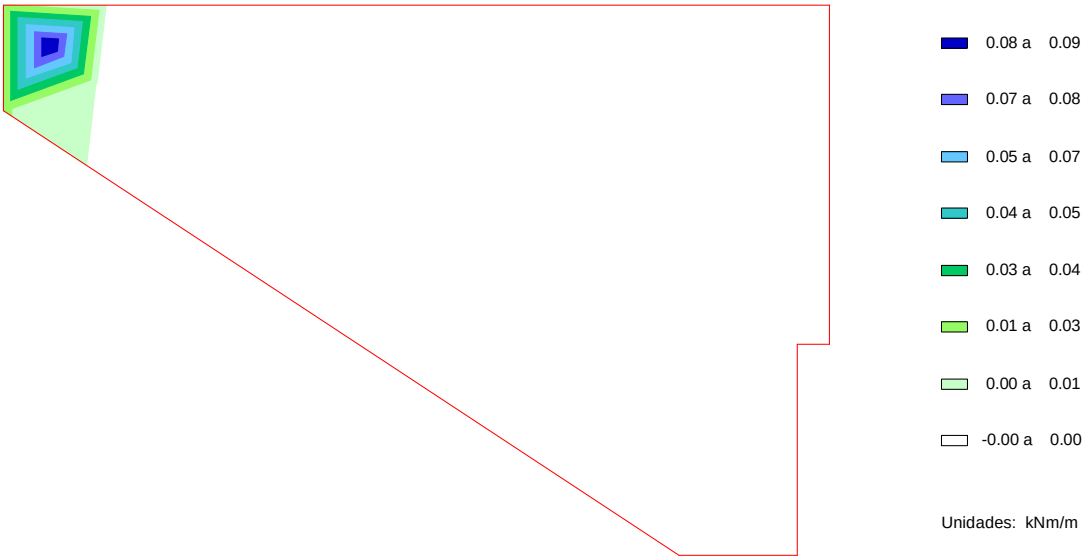
Cortante eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

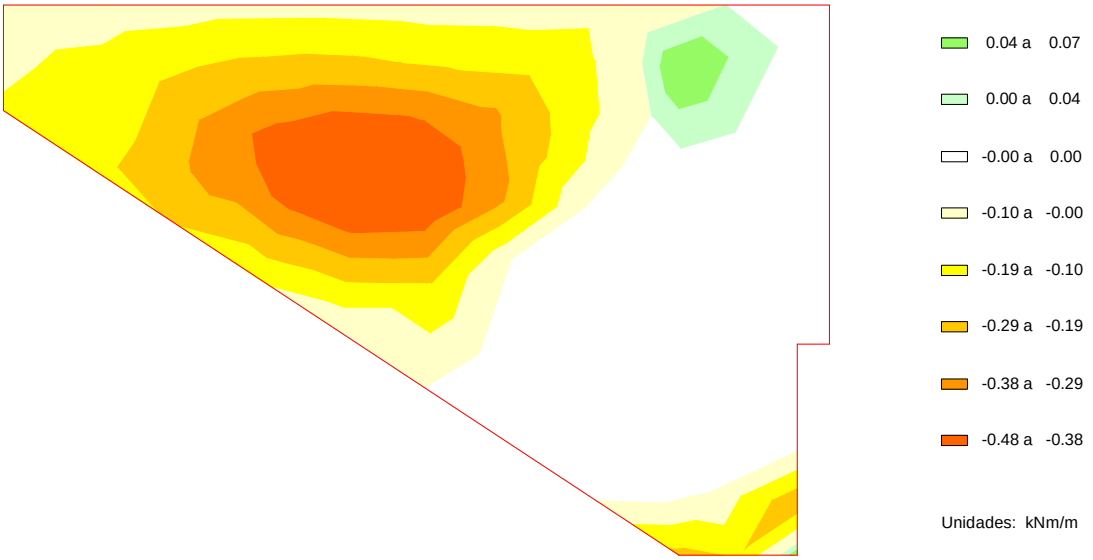
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Momento de eje horizontal (armado vertical)

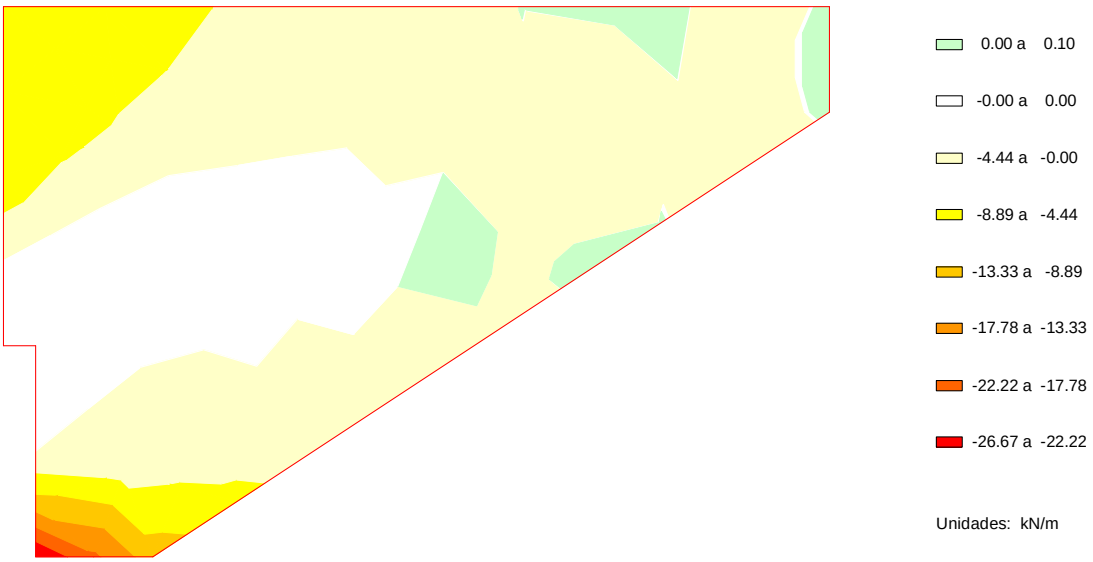


4.3.5 Aleta 2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

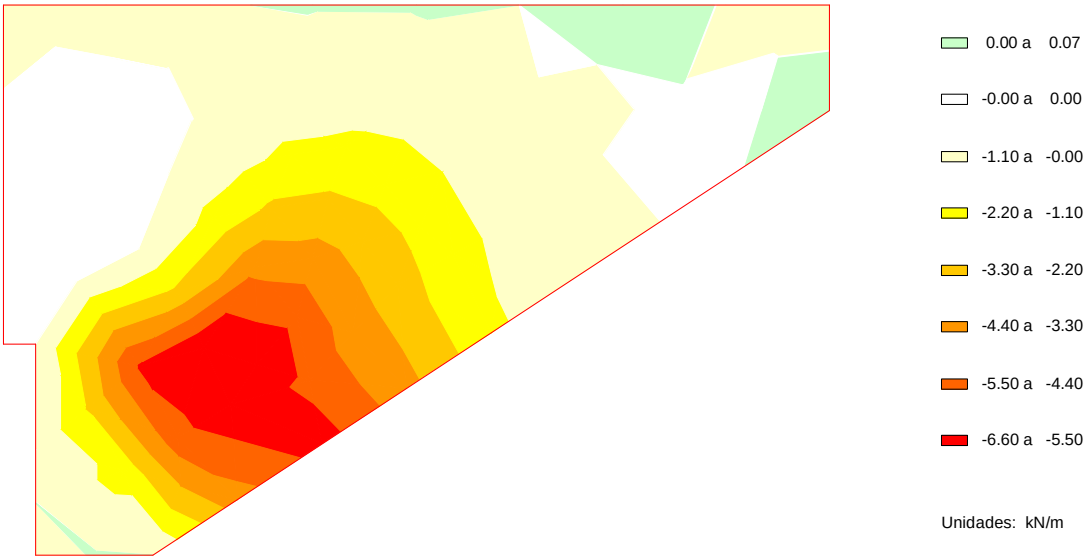
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

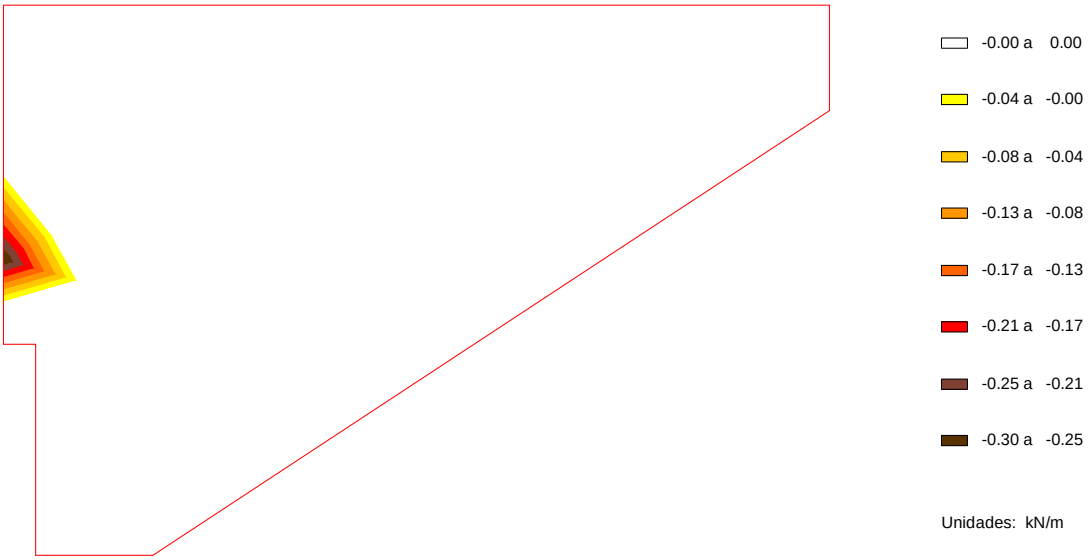
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

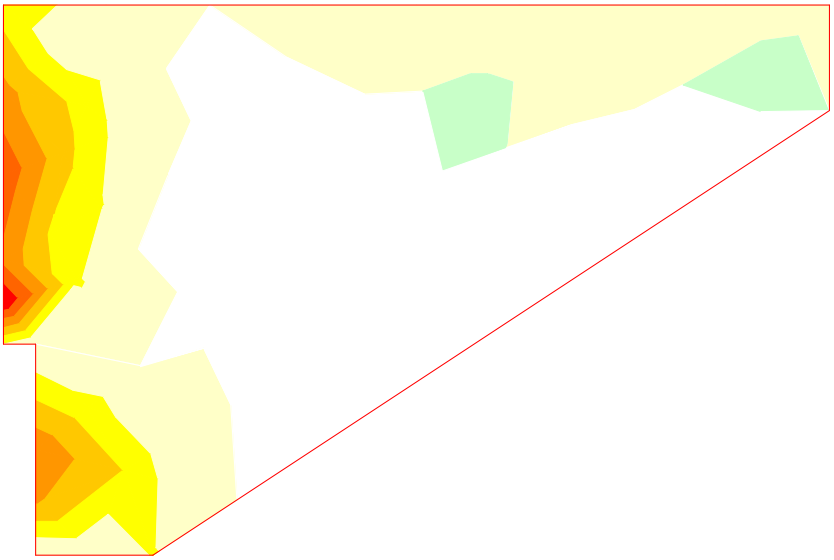
Cortante eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Cortante eje vertical



0.00 a 0.07

-0.00 a 0.00

-1.05 a -0.00

-2.10 a -1.05

-3.16 a -2.10

-4.21 a -3.16

-5.26 a -4.21

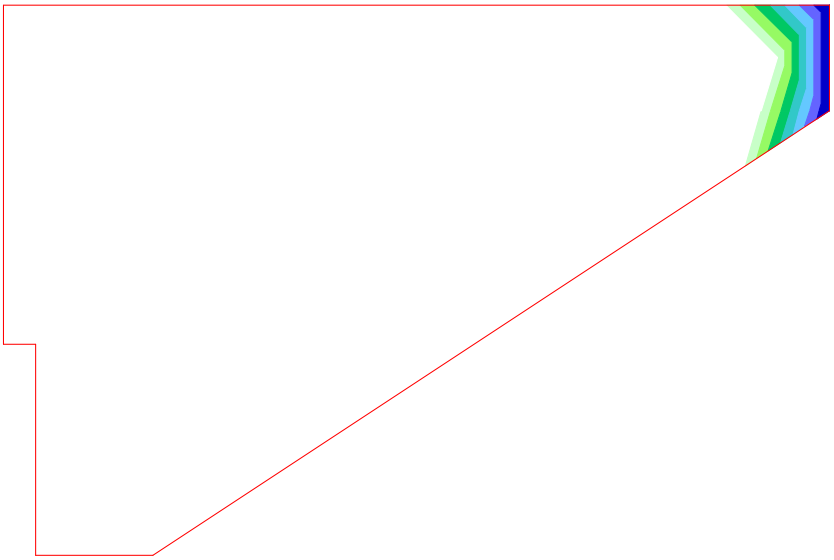
-6.31 a -5.26

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Momento de eje vertical (armado horizontal)



0.01 a 0.02

0.01 a 0.01

0.01 a 0.01

0.01 a 0.01

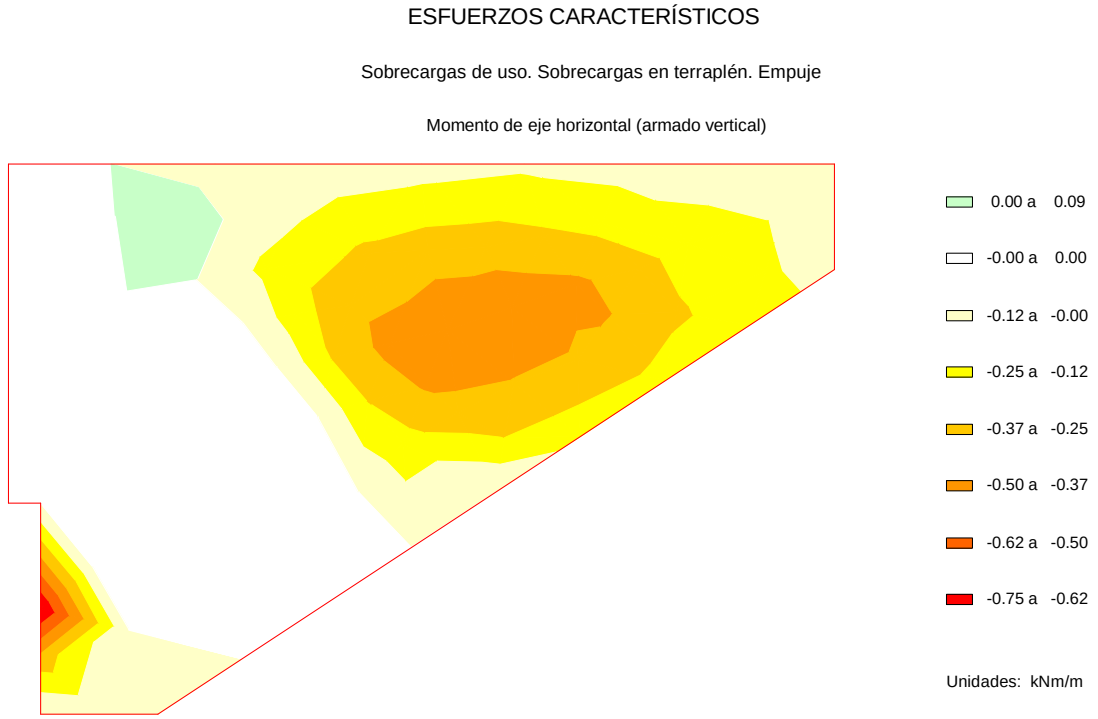
0.00 a 0.01

0.00 a 0.00

0.00 a 0.00

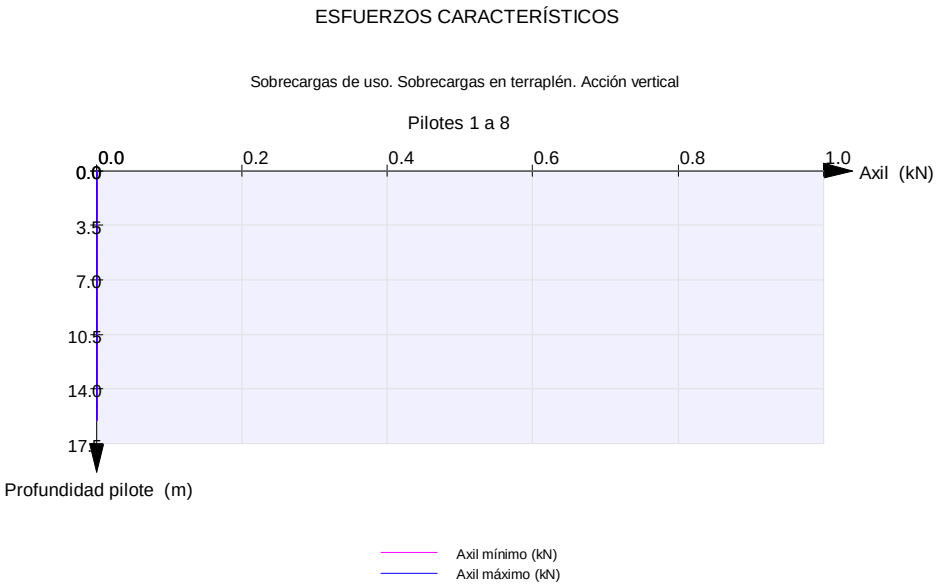
-0.00 a 0.00

Unidades: kNm/m



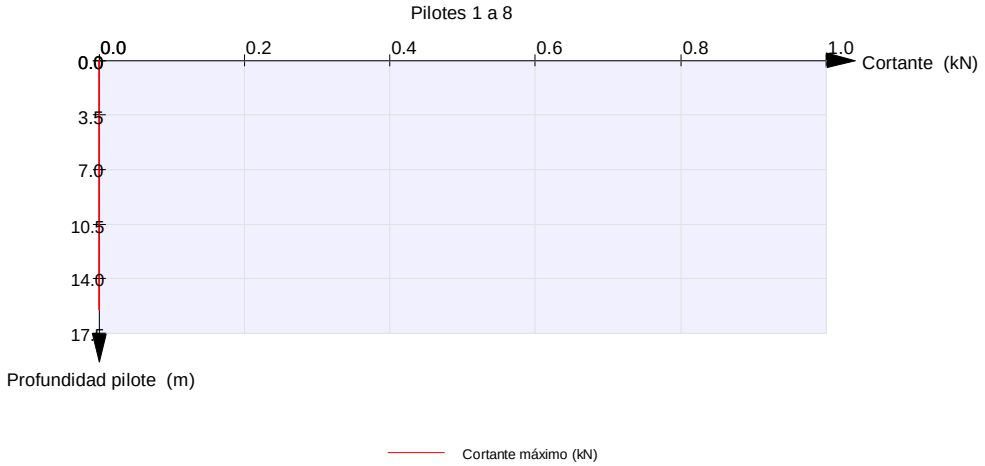
4.4 Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

4.4.1 Pilotes



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical



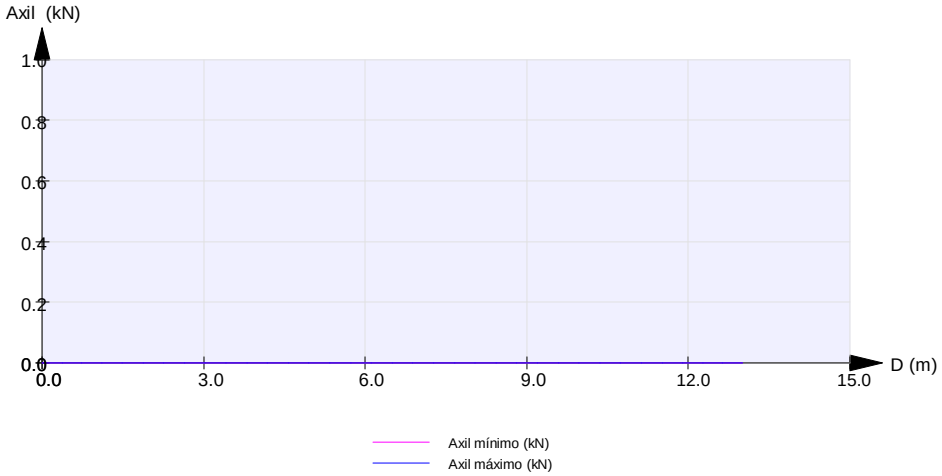
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

4.4.2 Cargadero

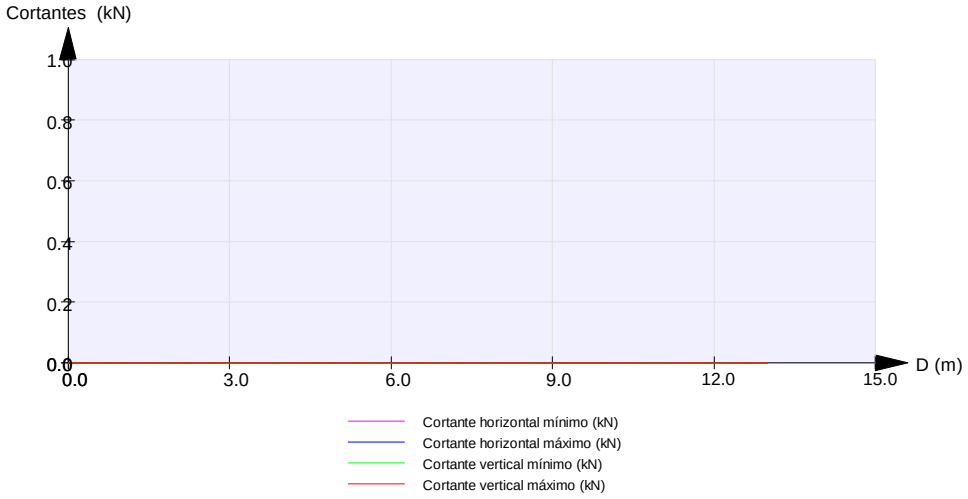
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical



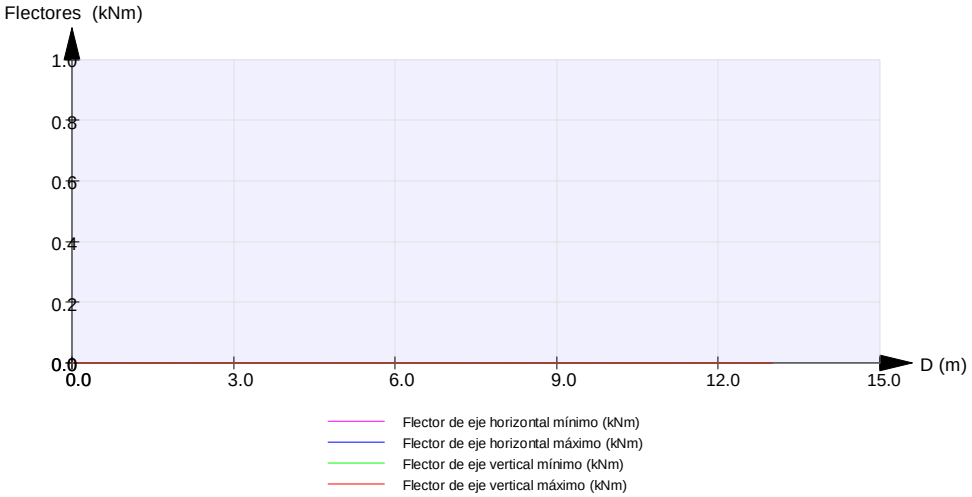
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

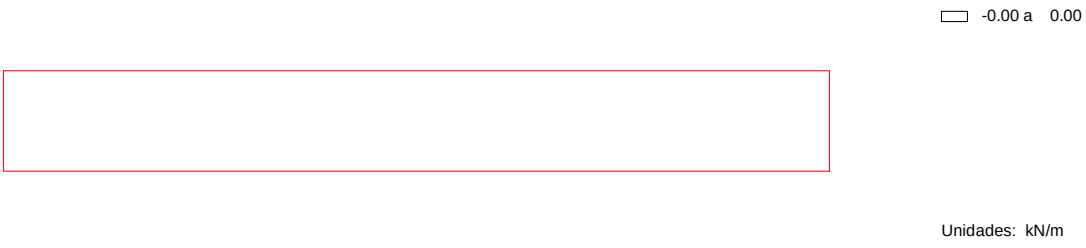


4.4.3 Espaldón

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Axil eje vertical

-0.00 a 0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Cortante eje horizontal

-0.00 a 0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Cortante eje vertical

-0.00 a 0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Momento de eje vertical (armado horizontal)

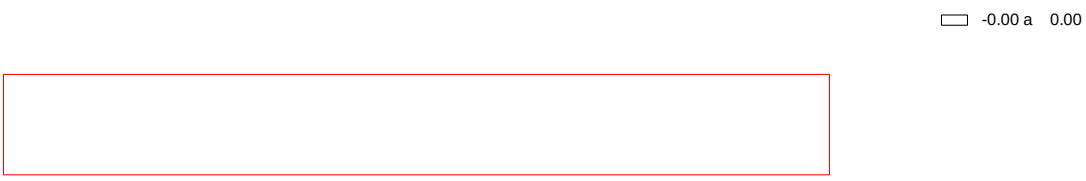
-0.00 a 0.00

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Momento de eje horizontal (armado vertical)



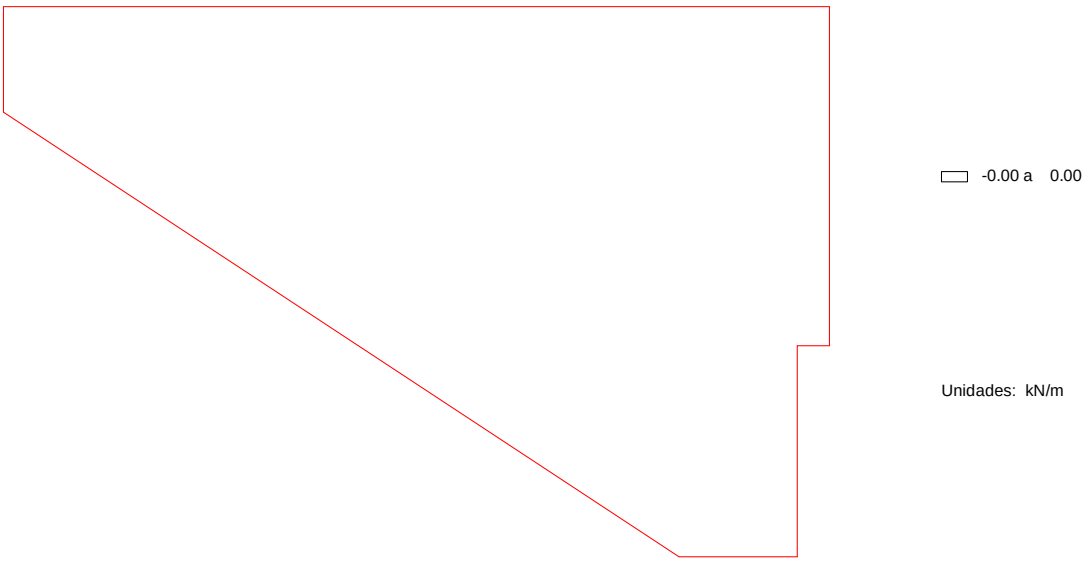
Unidades: kNm/m

4.4.4 Aleta 1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Axil eje horizontal

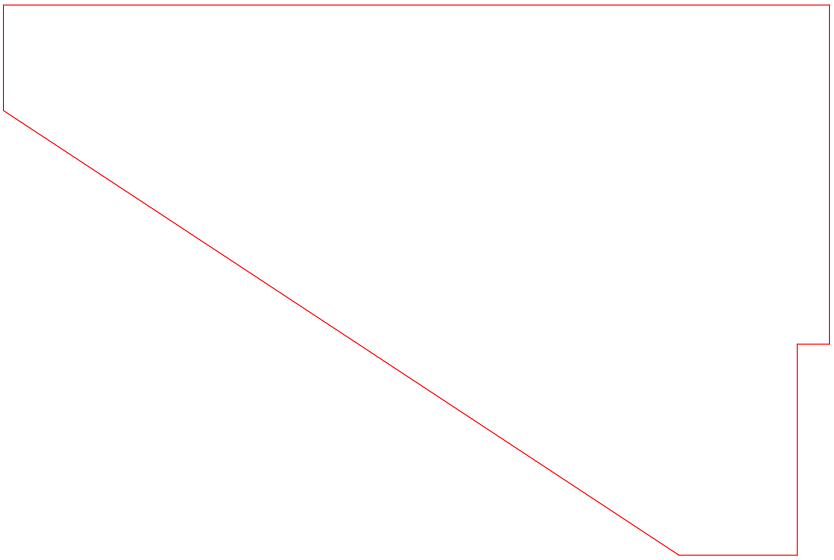


Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Axil eje vertical



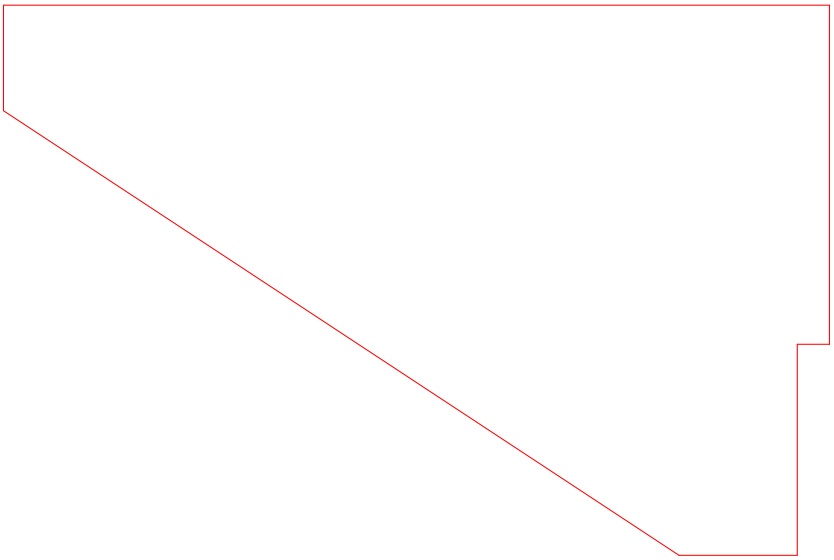
-0.00 a 0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Cortante eje horizontal



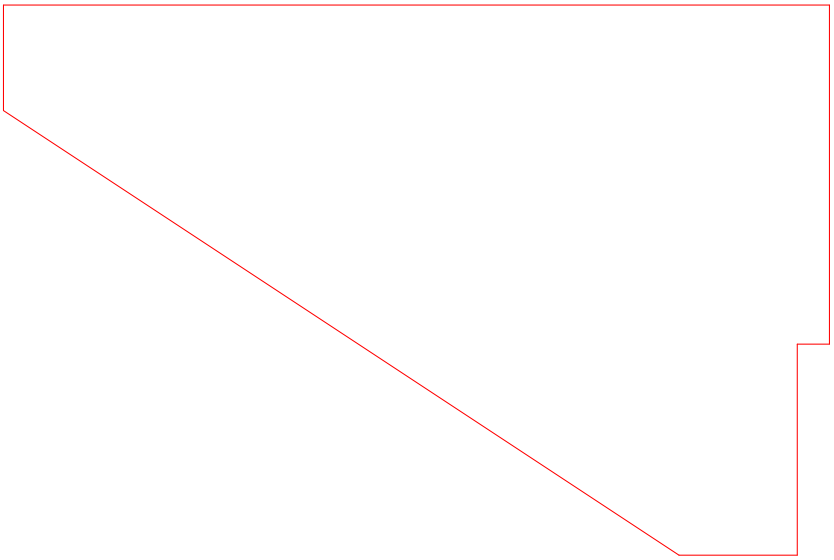
-0.00 a 0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Cortante eje vertical



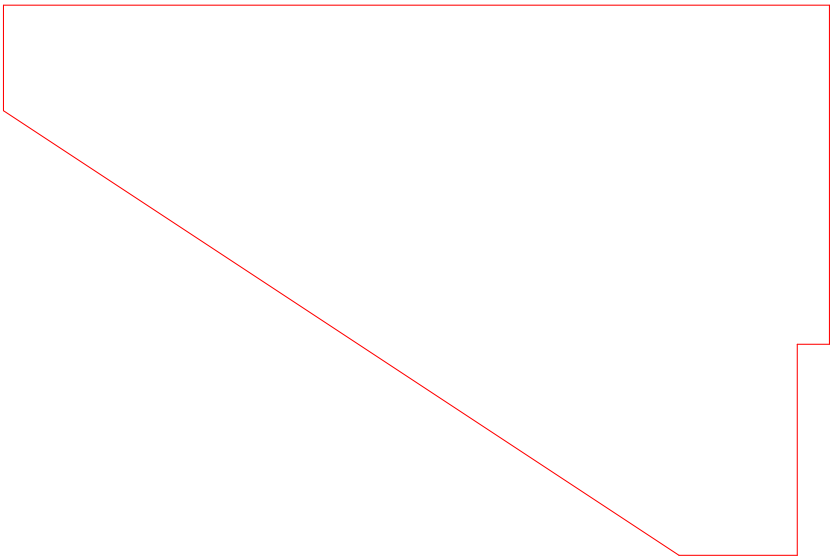
-0.00 a 0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Momento de eje vertical (armado horizontal)



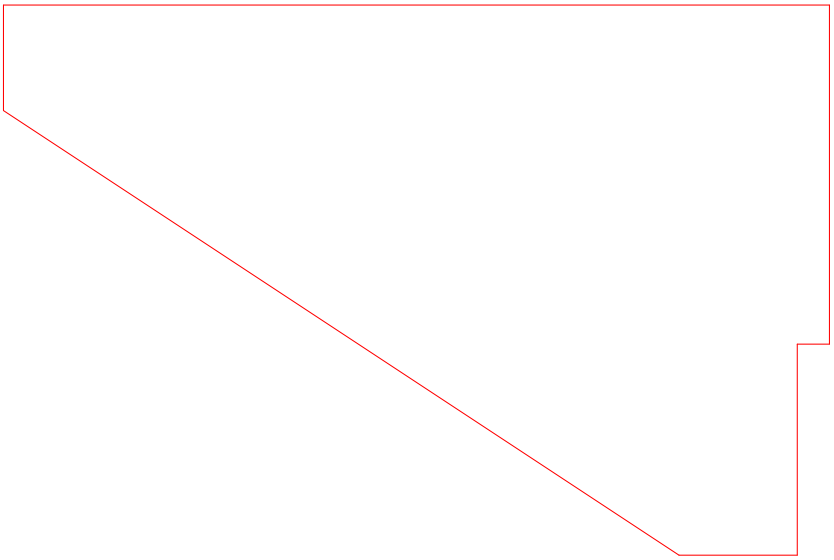
-0.00 a 0.00

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Momento de eje horizontal (armado vertical)



-0.00 a 0.00

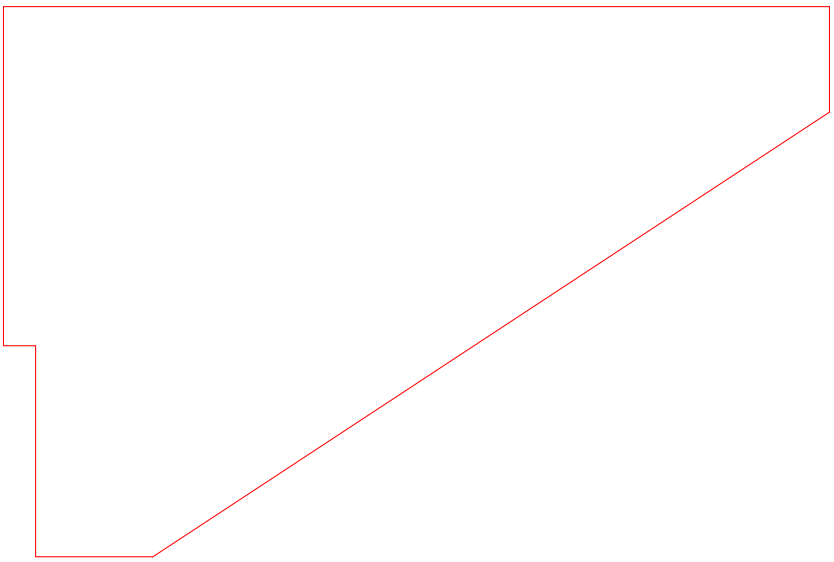
Unidades: kNm/m

4.4.5 Aleta 2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Axil eje horizontal



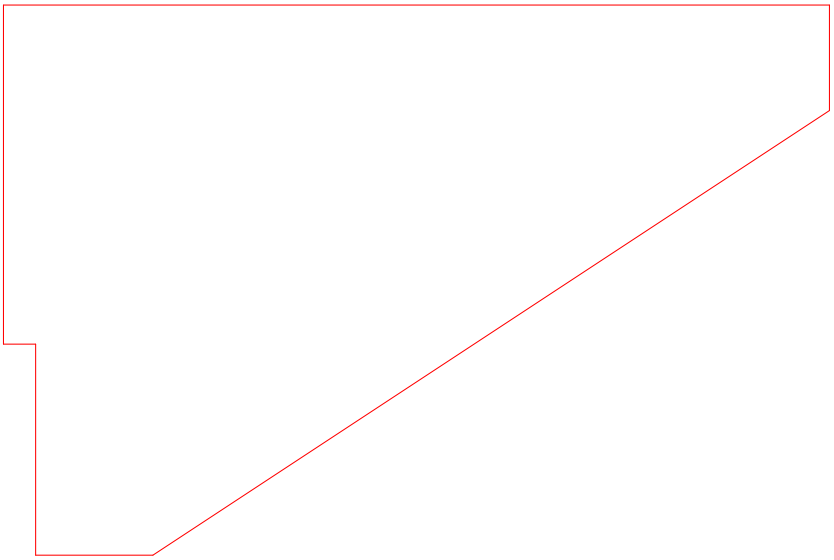
-0.00 a 0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Axil eje vertical



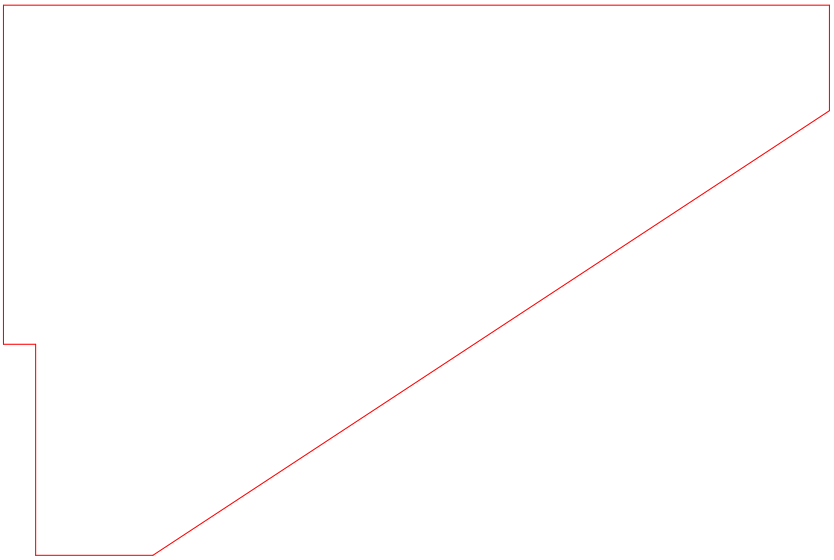
-0.00 a 0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Cortante eje horizontal



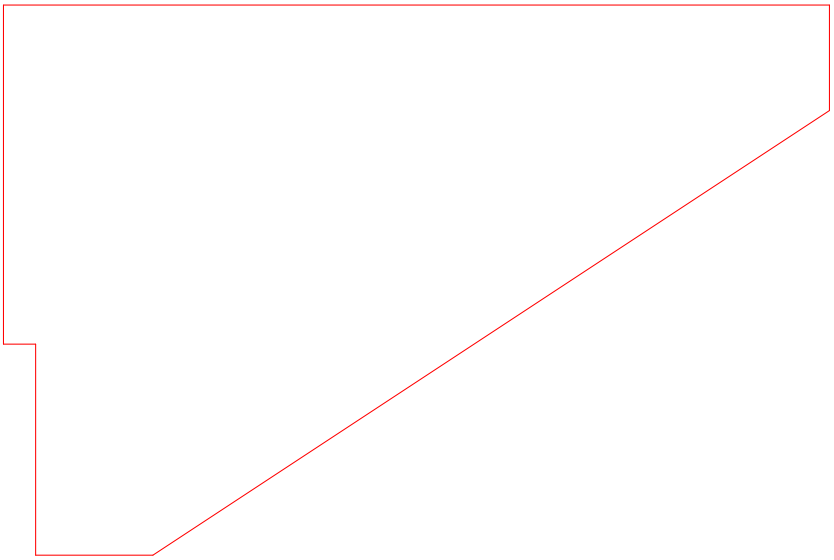
-0.00 a 0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Cortante eje vertical



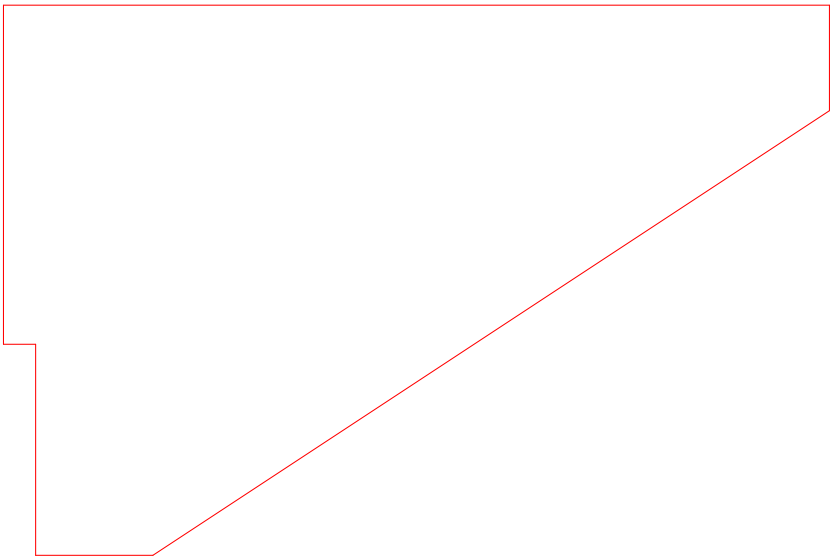
-0.00 a 0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Momento de eje vertical (armado horizontal)



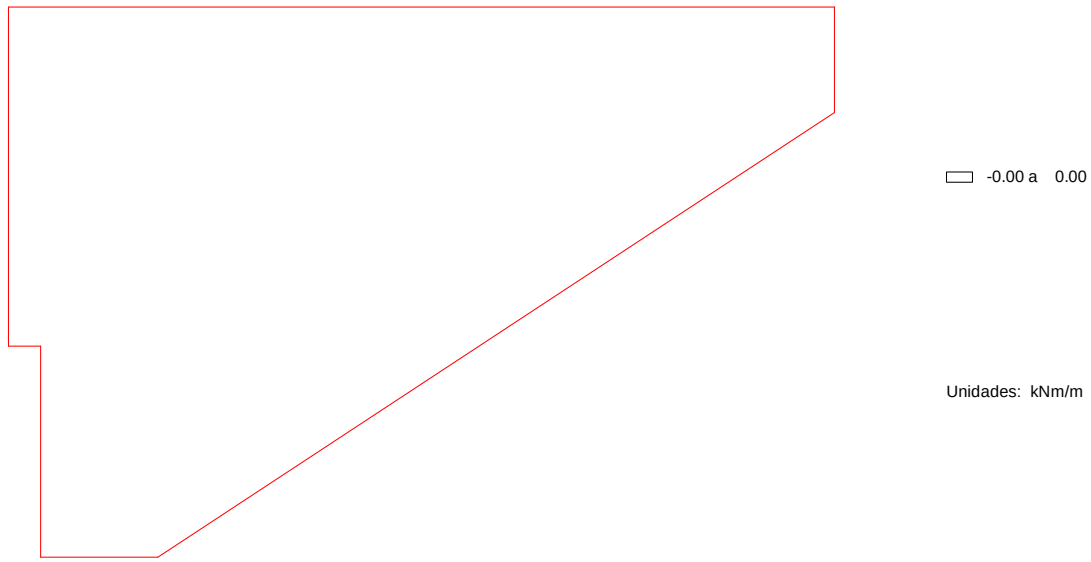
-0.00 a 0.00

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Momento de eje horizontal (armado vertical)



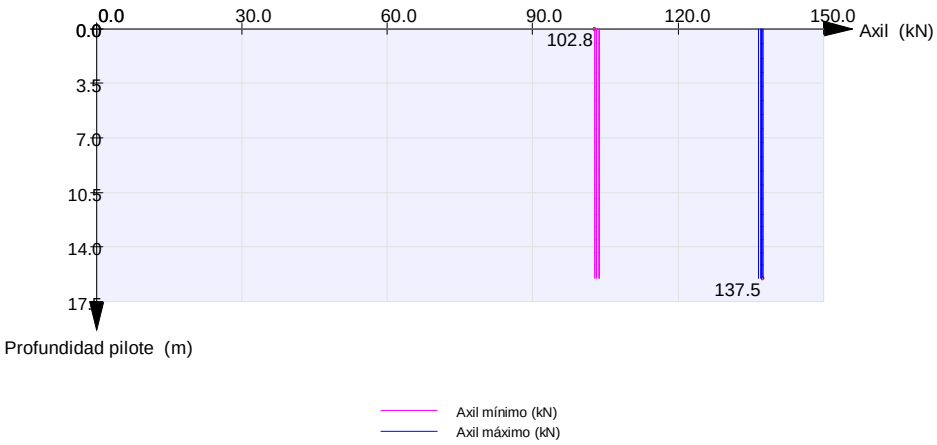
4.5 Peso propio. Tablero

4.5.1 Pilotes

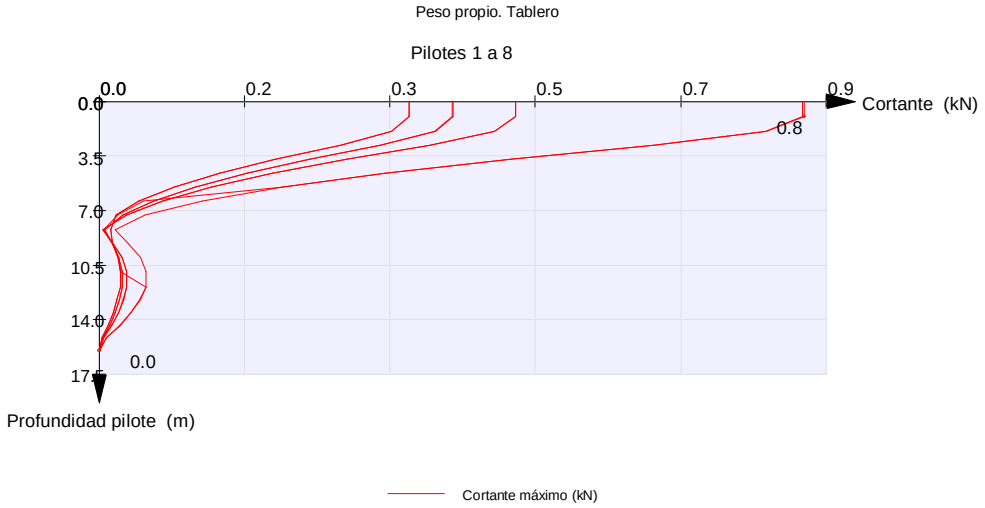
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

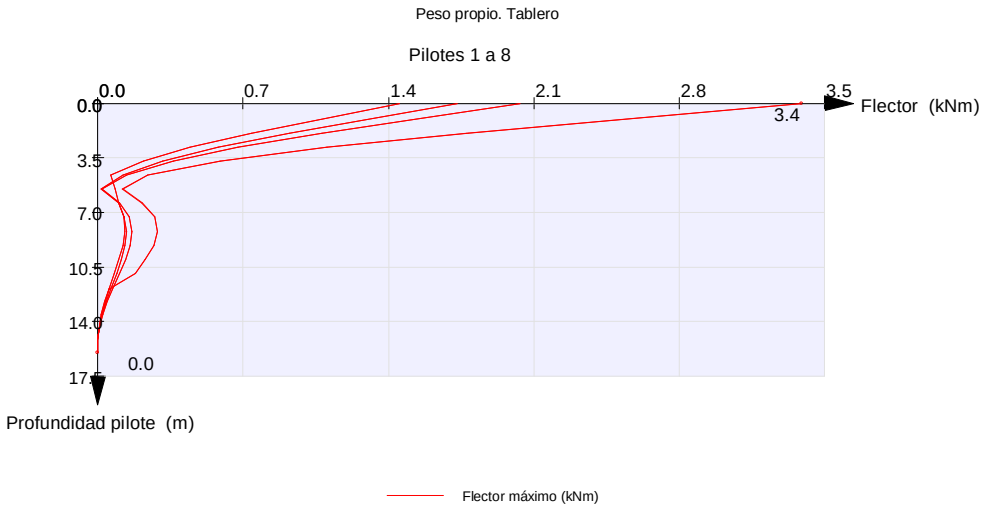
Pilotes 1 a 8



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS



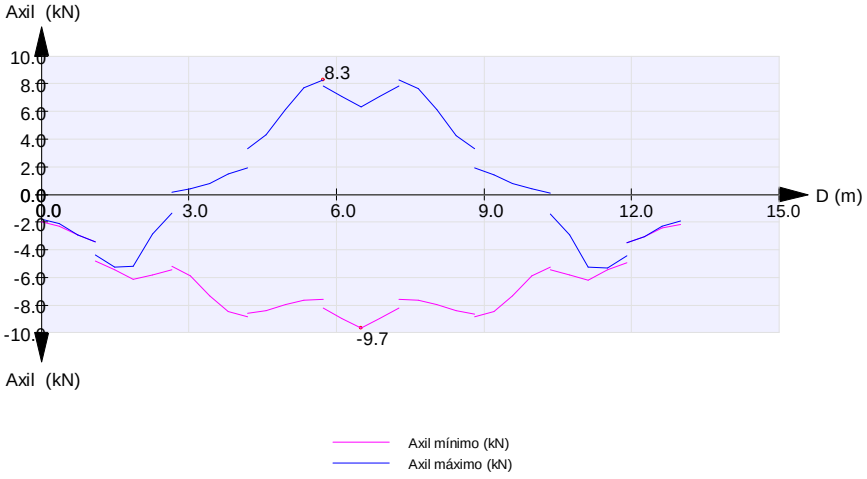
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS



4.5.2 Cargadero

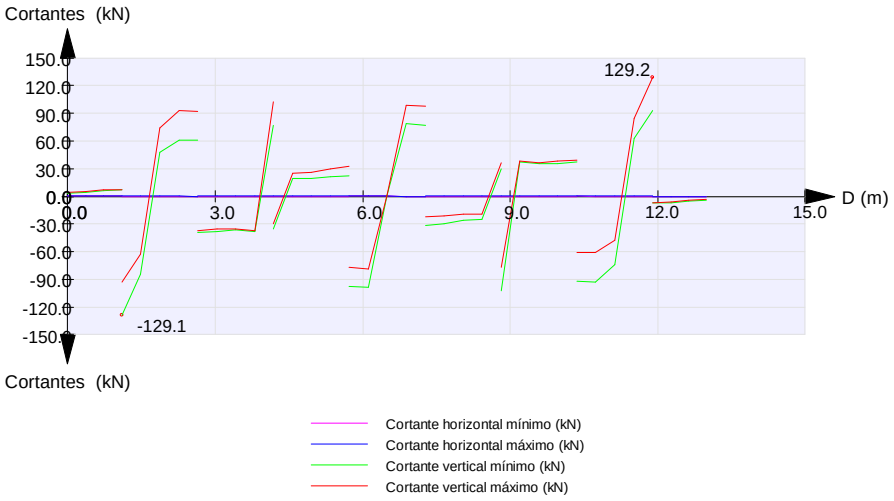
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

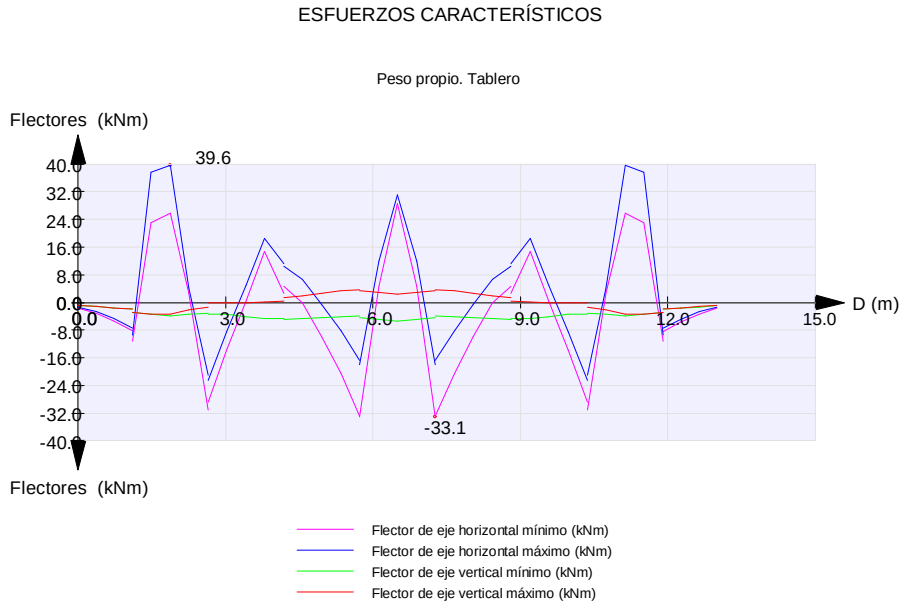
Peso propio. Tablero



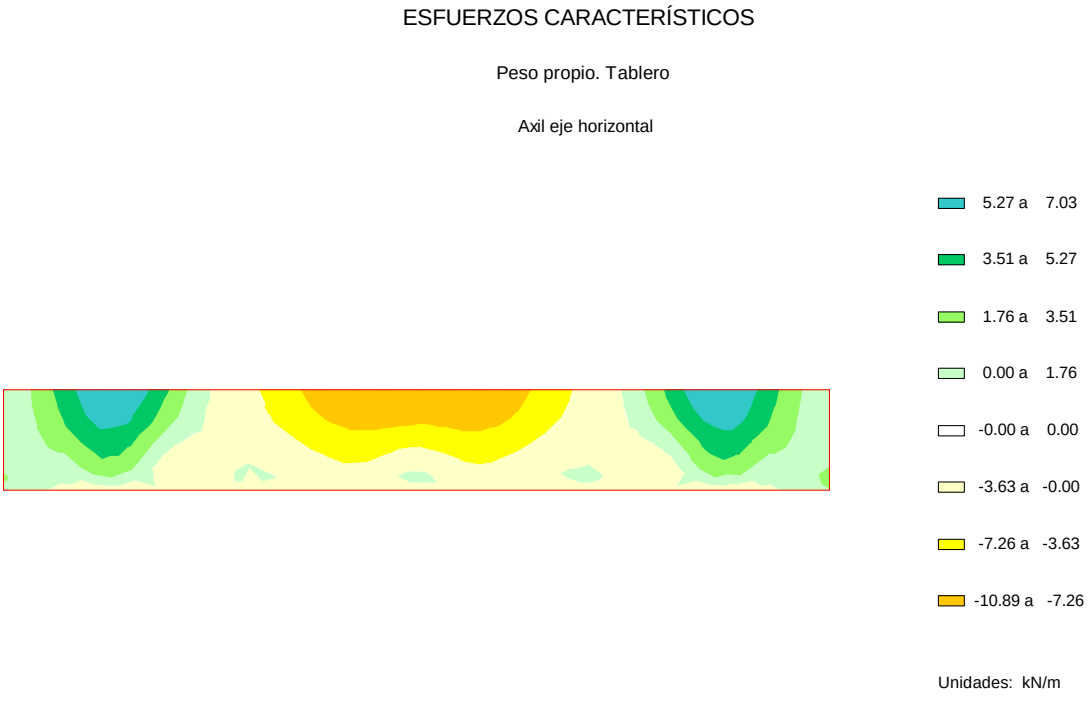
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero





4.5.3 Espaldón



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

Axil eje vertical

2.58 a 3.87

1.29 a 2.58

0.00 a 1.29

-0.00 a 0.00

-2.63 a -0.00

-5.25 a -2.63

-7.88 a -5.25

-10.51 a -7.88

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

Cortante eje horizontal

0.22 a 0.29

0.15 a 0.22

0.07 a 0.15

0.00 a 0.07

-0.00 a 0.00

-0.09 a -0.00

-0.18 a -0.09

-0.27 a -0.18

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

Cortante eje vertical

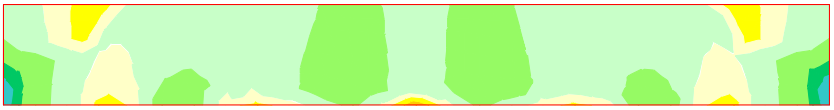
0.07 a 0.10
0.03 a 0.07
0.00 a 0.03
-0.00 a 0.00
-0.08 a -0.00
-0.15 a -0.08
-0.23 a -0.15
-0.30 a -0.23

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

Momento de eje vertical (armado horizontal)



0.10 a 0.13
0.07 a 0.10
0.03 a 0.07
0.00 a 0.03
-0.00 a 0.00
-0.02 a -0.00
-0.05 a -0.02
-0.07 a -0.05

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

Momento de eje horizontal (armado vertical)

0.06 a 0.08

0.04 a 0.06

0.02 a 0.04

0.00 a 0.02

-0.00 a 0.00

-0.03 a -0.00

-0.05 a -0.03

-0.08 a -0.05

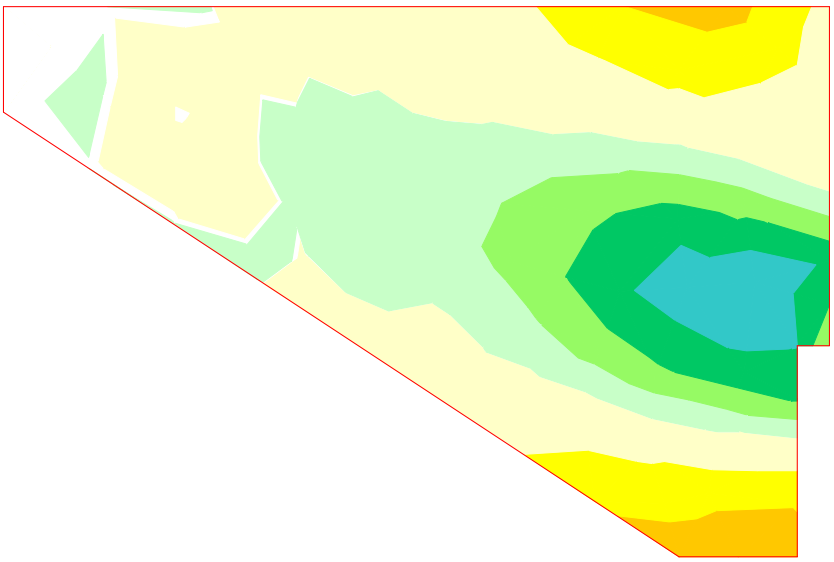
Unidades: kNm/m

4.5.4 Aleta 1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

Axil eje horizontal



0.68 a 0.91

0.45 a 0.68

0.23 a 0.45

0.00 a 0.23

-0.00 a 0.00

-0.36 a -0.00

-0.72 a -0.36

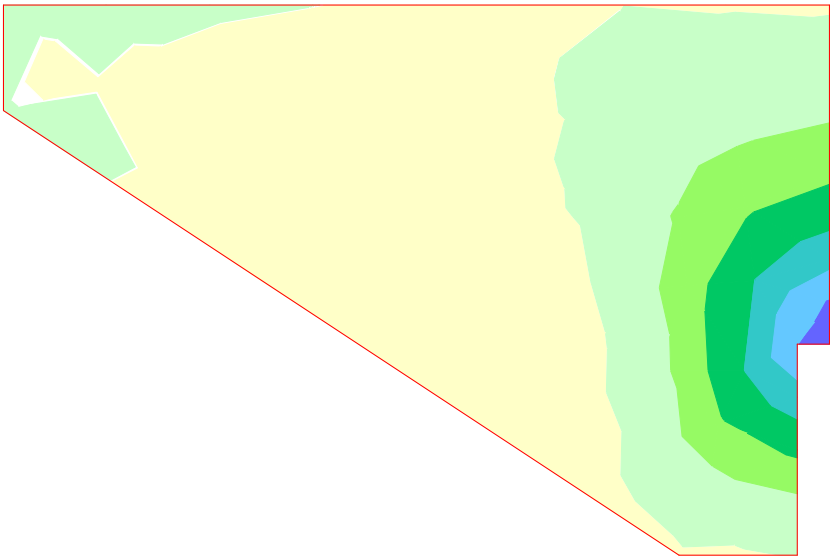
-1.08 a -0.72

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

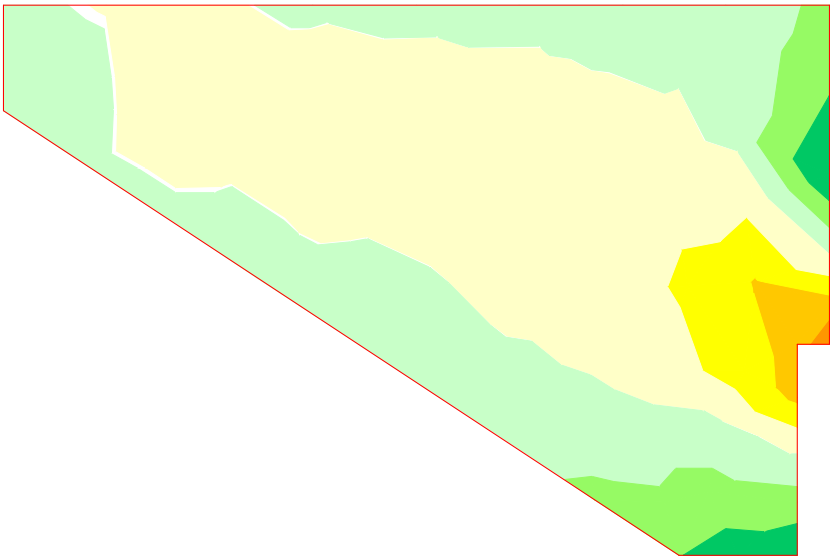
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

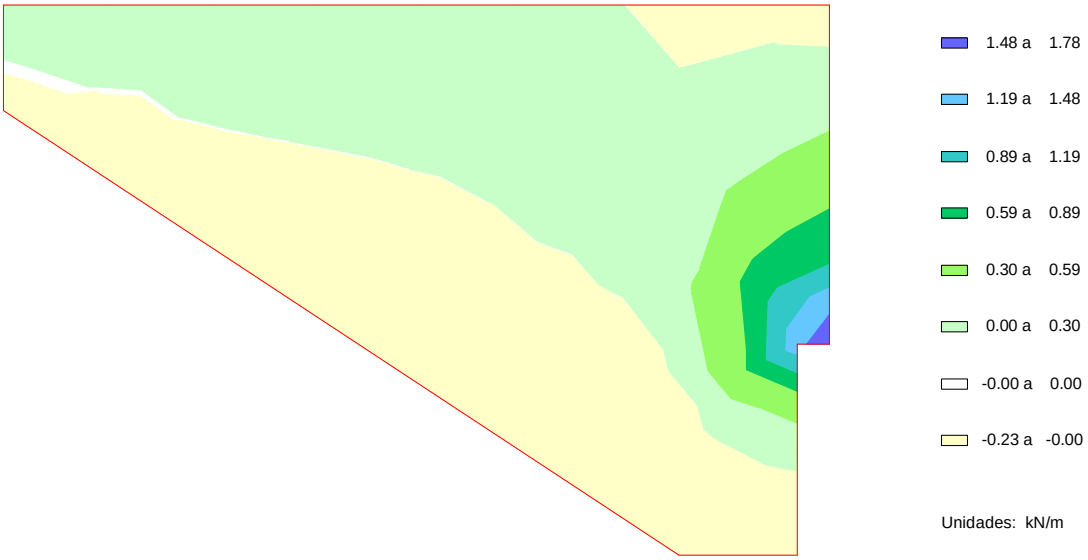
Cortante eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

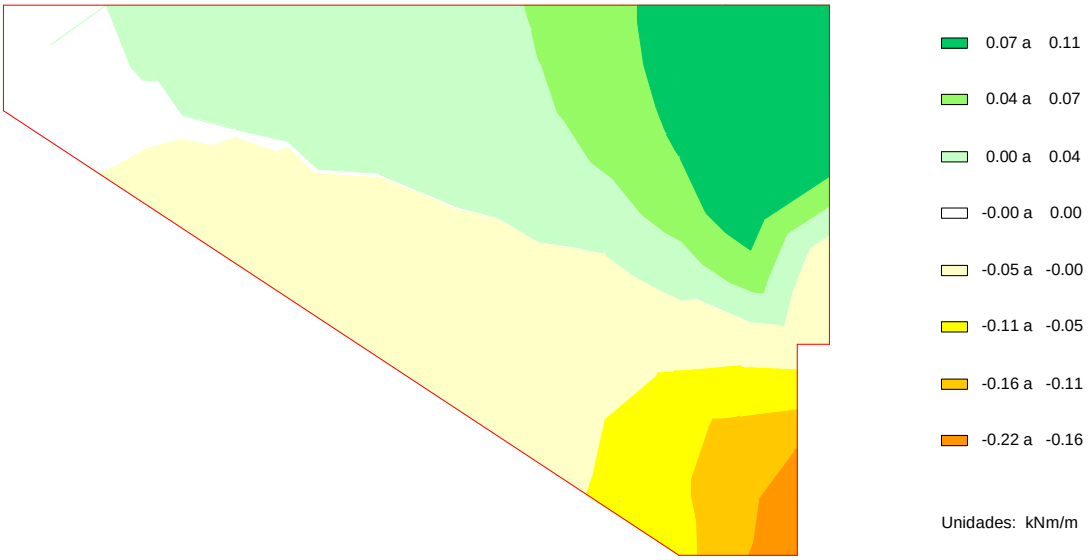
Cortante eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

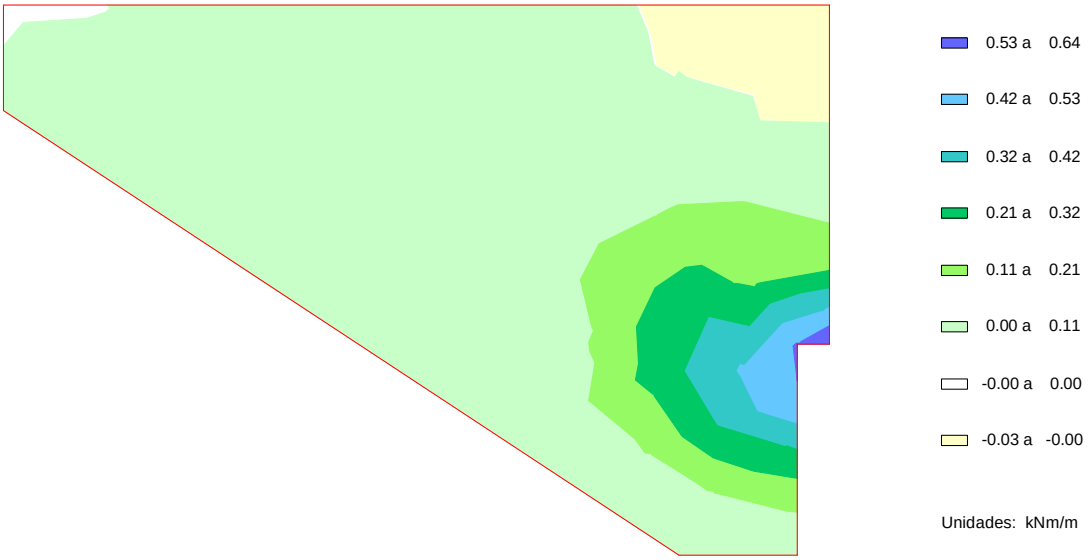
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

Momento de eje horizontal (armado vertical)

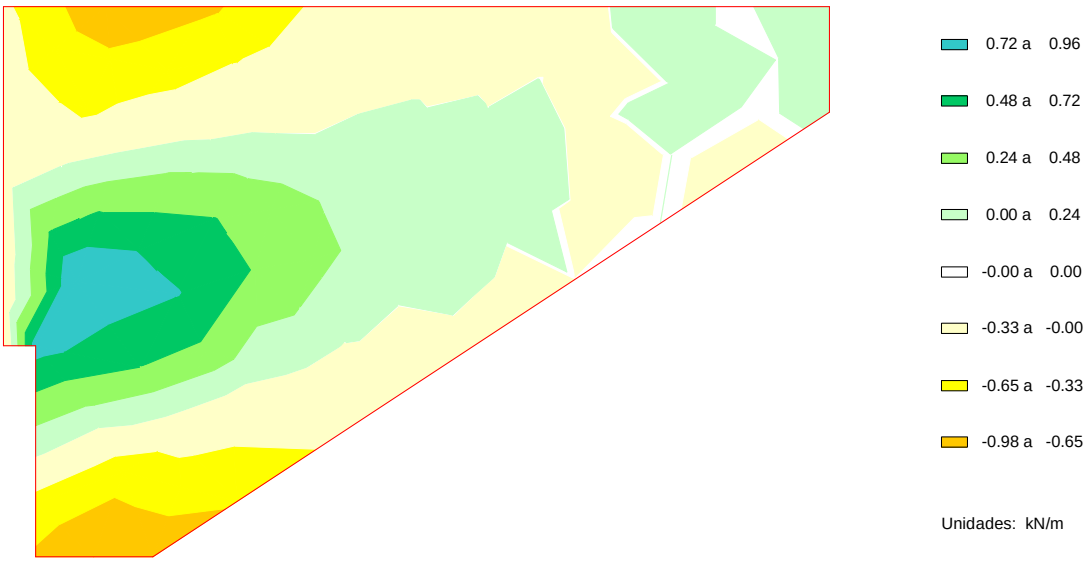


4.5.5 Aleta 2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

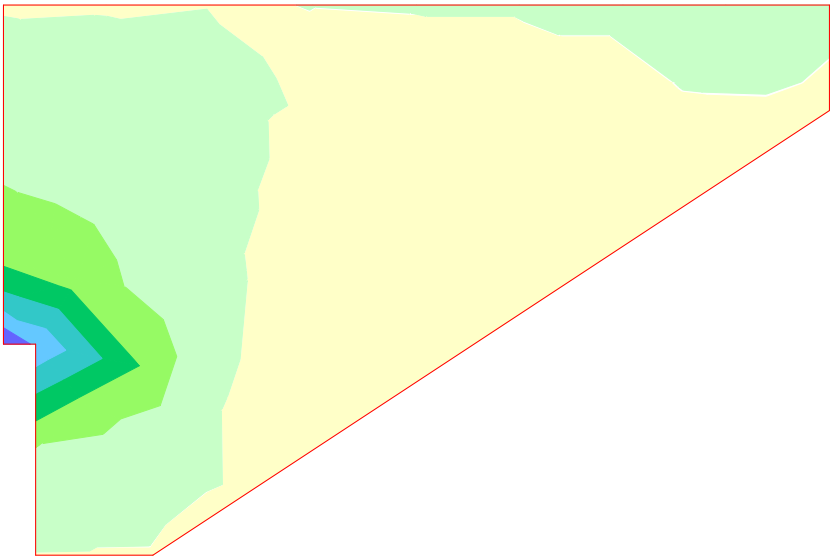
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

Axil eje vertical



8.66 a 10.39

6.93 a 8.66

5.20 a 6.93

3.46 a 5.20

1.73 a 3.46

0.00 a 1.73

-0.00 a 0.00

-0.45 a -0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

Cortante eje horizontal

1.06 a 1.41

0.71 a 1.06

0.35 a 0.71

0.00 a 0.35

-0.00 a 0.00

-0.22 a -0.00

-0.44 a -0.22

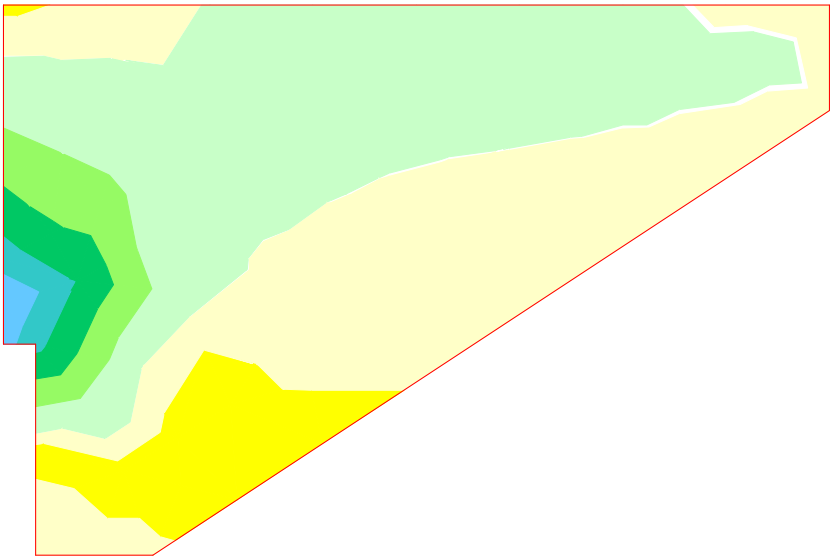
-0.66 a -0.44

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

Cortante eje vertical



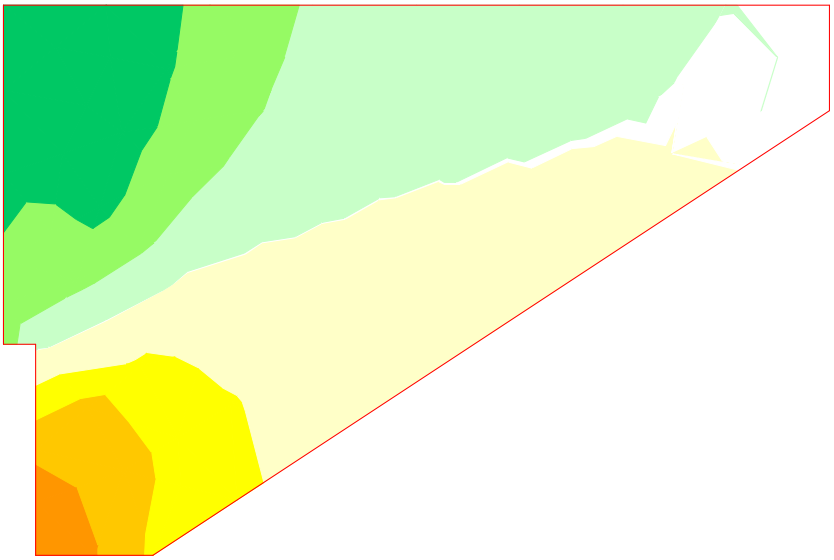
1.00 a 1.25
0.75 a 1.00
0.50 a 0.75
0.25 a 0.50
0.00 a 0.25
-0.00 a 0.00
-0.11 a -0.00
-0.21 a -0.11

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

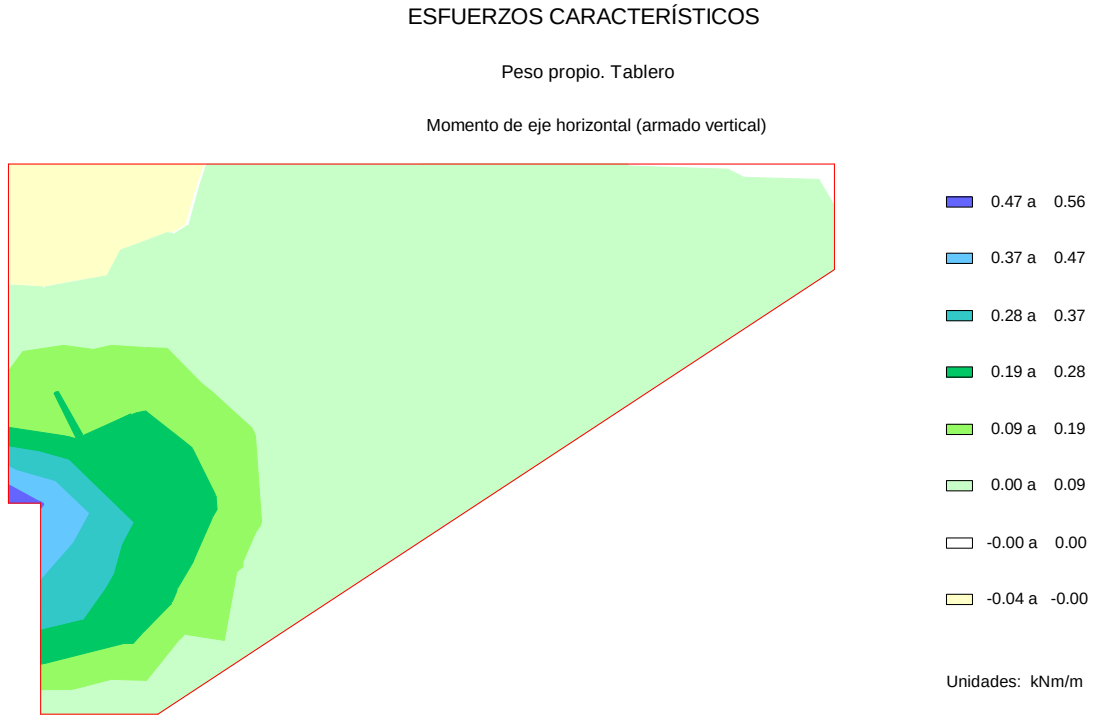
Peso propio. Tablero

Momento de eje vertical (armado horizontal)



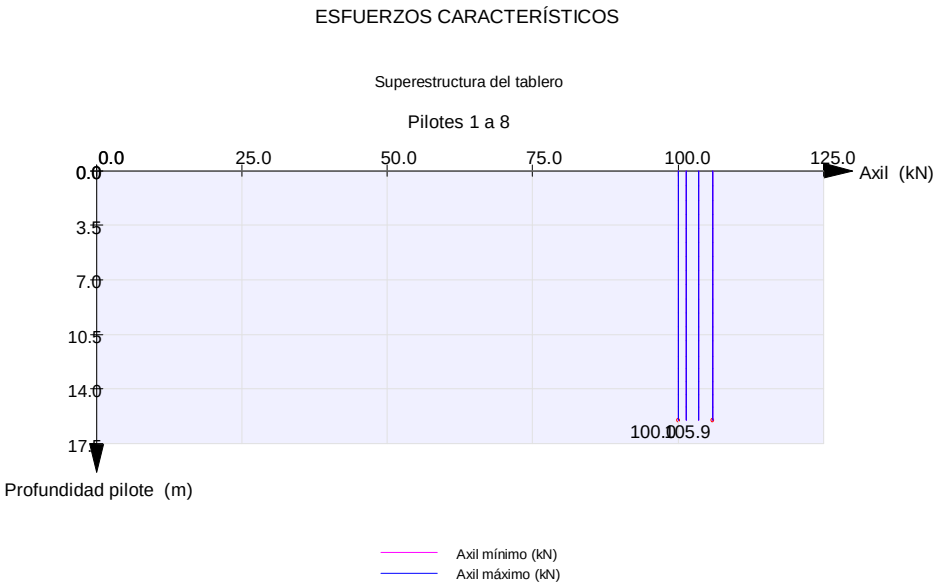
0.08 a 0.11
0.04 a 0.08
0.00 a 0.04
-0.00 a 0.00
-0.05 a -0.00
-0.09 a -0.05
-0.14 a -0.09
-0.19 a -0.14

Unidades: kNm/m

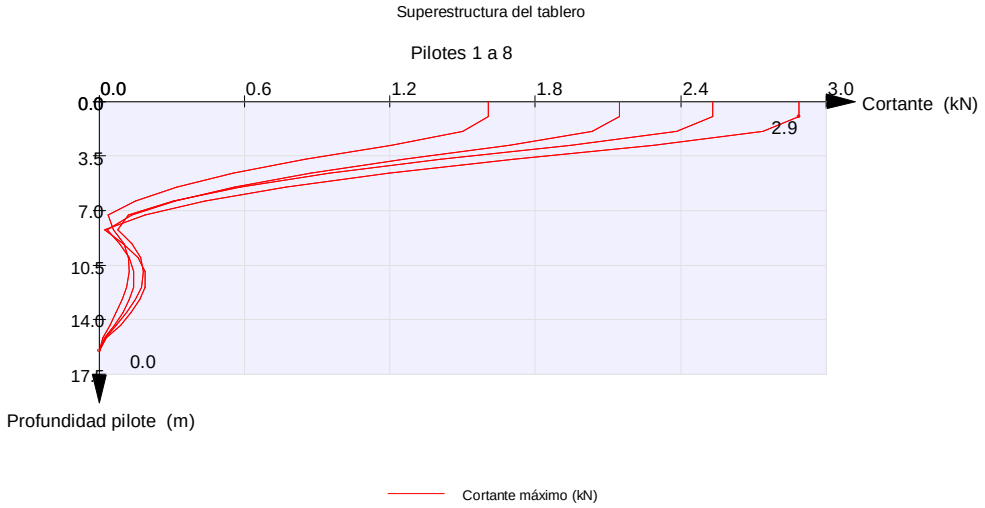


4.6 Superestructura del tablero

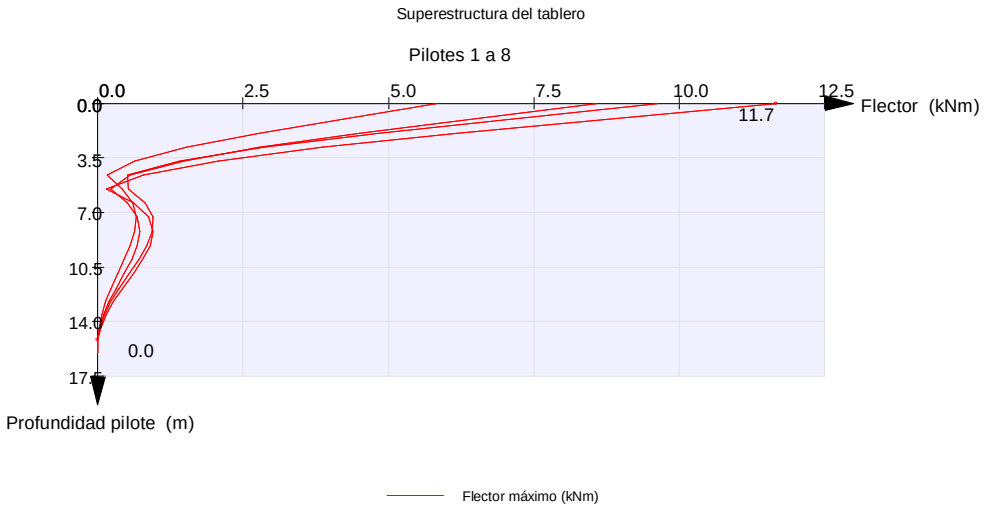
4.6.1 Pilotes



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS



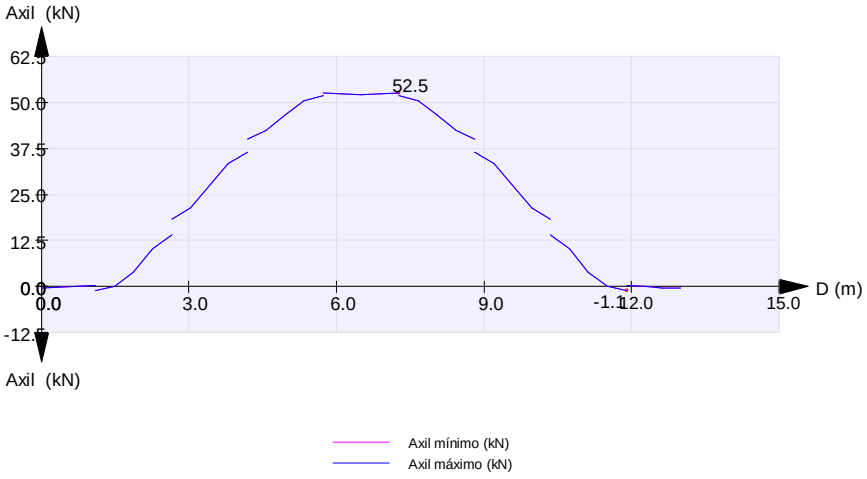
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS



4.6.2 Cargadero

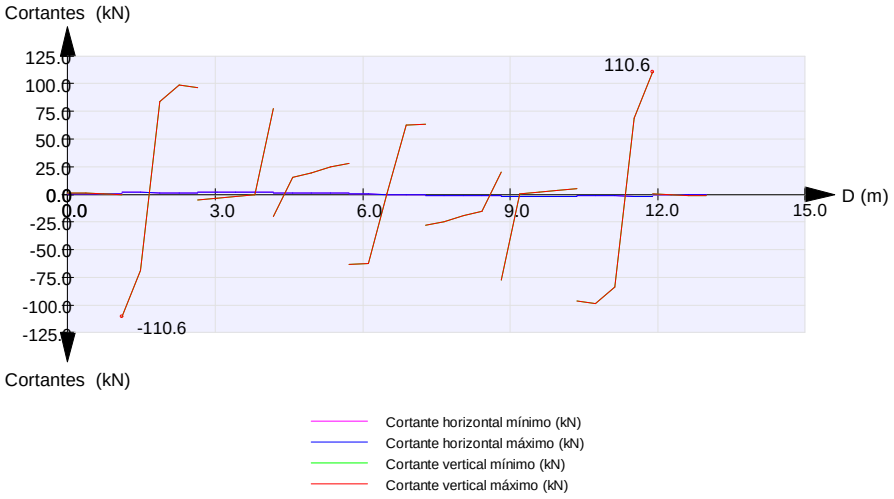
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

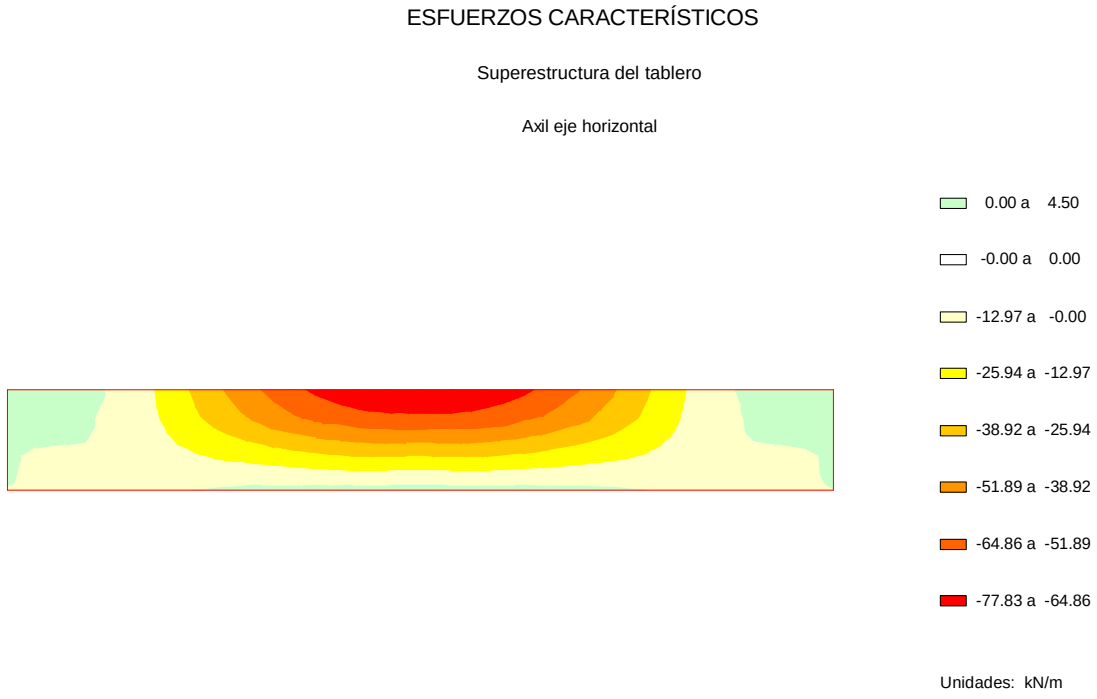


ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero



4.6.3 Espaldón



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

Axil eje vertical

7.18 a 10.76

3.59 a 7.18

0.00 a 3.59

-0.00 a 0.00

-4.57 a -0.00

-9.15 a -4.57

-13.72 a -9.15

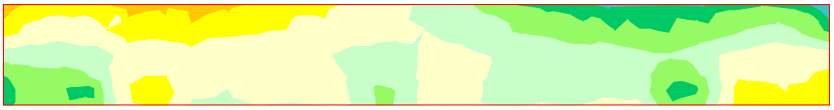
-18.29 a -13.72

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

Cortante eje horizontal



0.34 a 0.45

0.23 a 0.34

0.11 a 0.23

0.00 a 0.11

-0.00 a 0.00

-0.16 a -0.00

-0.32 a -0.16

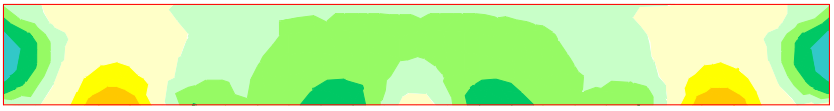
-0.48 a -0.32

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

Cortante eje vertical



0.15 a 0.19

0.10 a 0.15

0.05 a 0.10

0.00 a 0.05

-0.00 a 0.00

-0.10 a -0.00

-0.19 a -0.10

-0.29 a -0.19

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

Momento de eje vertical (armado horizontal)

0.02 a 0.04

0.00 a 0.02

-0.00 a 0.00

-0.05 a -0.00

-0.10 a -0.05

-0.15 a -0.10

-0.20 a -0.15

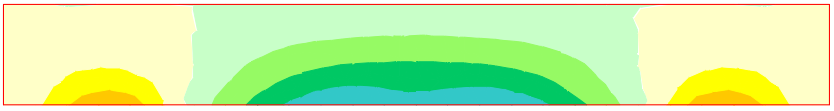
-0.25 a -0.20

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

Momento de eje horizontal (armado vertical)



0.16 a 0.22
0.11 a 0.16
0.05 a 0.11
0.00 a 0.05
-0.00 a 0.00
-0.07 a -0.00
-0.14 a -0.07
-0.20 a -0.14

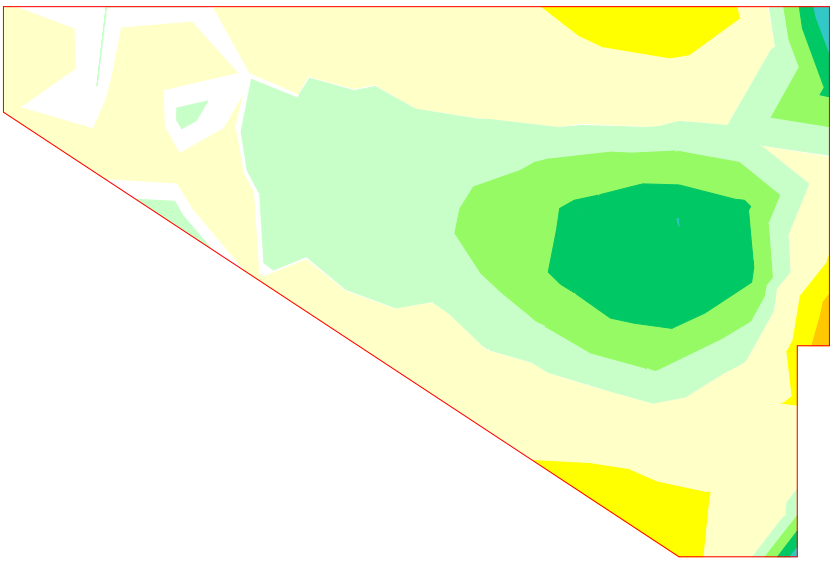
Unidades: kNm/m

4.6.4 Aleta 1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

Axil eje horizontal



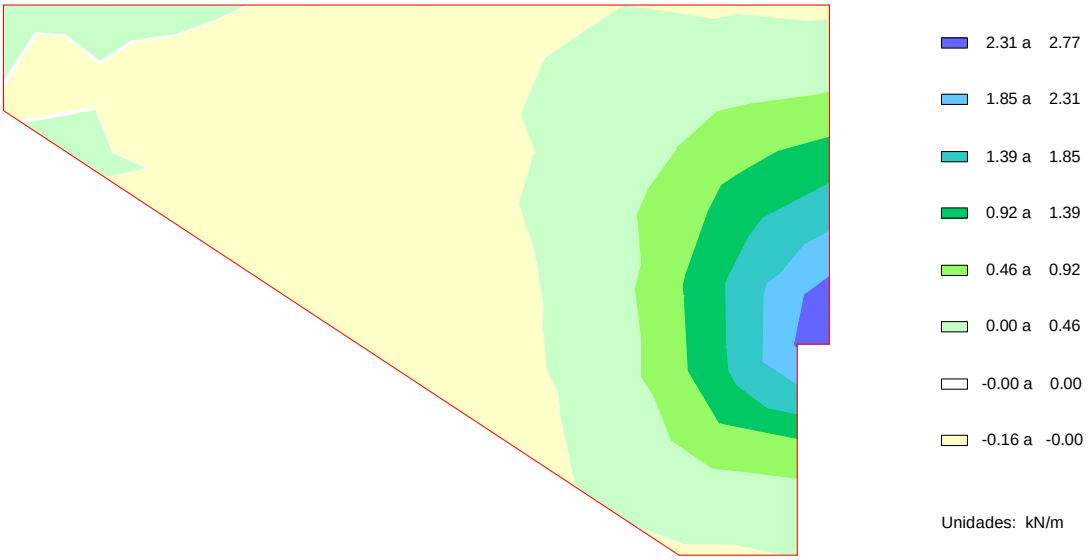
0.26 a 0.34
0.17 a 0.26
0.09 a 0.17
0.00 a 0.09
-0.00 a 0.00
-0.17 a -0.00
-0.34 a -0.17
-0.52 a -0.34

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

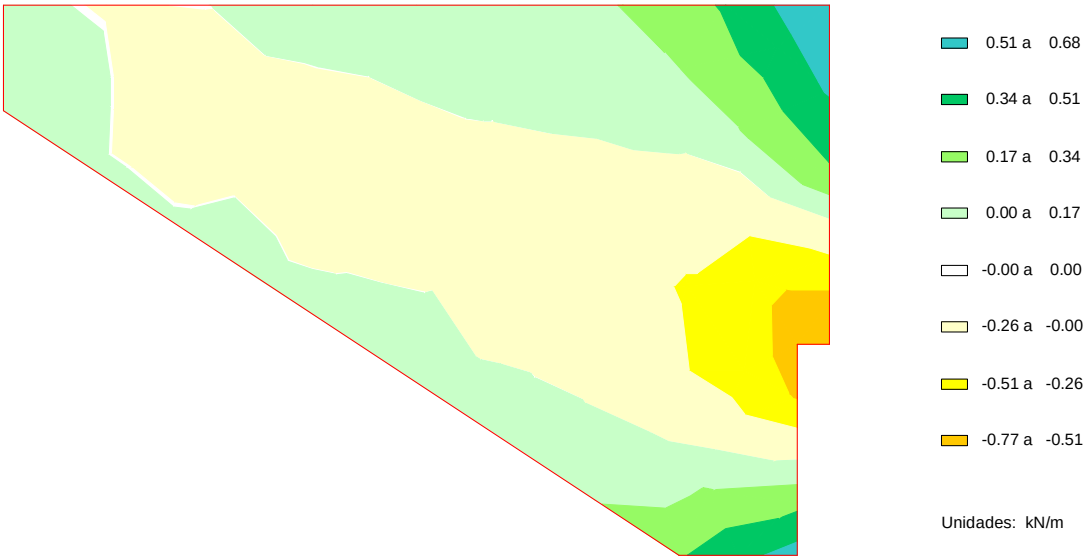
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

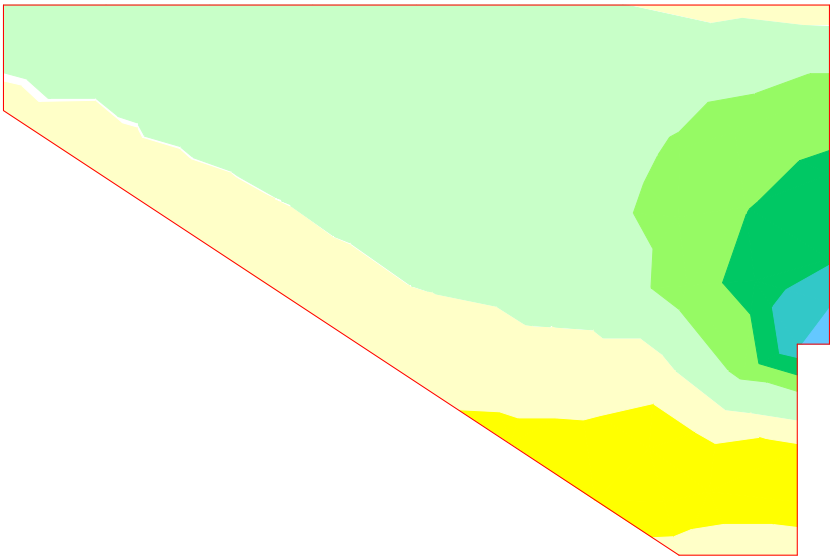
Cortante eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

Cortante eje vertical



0.93 a 1.16

0.70 a 0.93

0.47 a 0.70

0.23 a 0.47

0.00 a 0.23

-0.00 a 0.00

-0.15 a -0.00

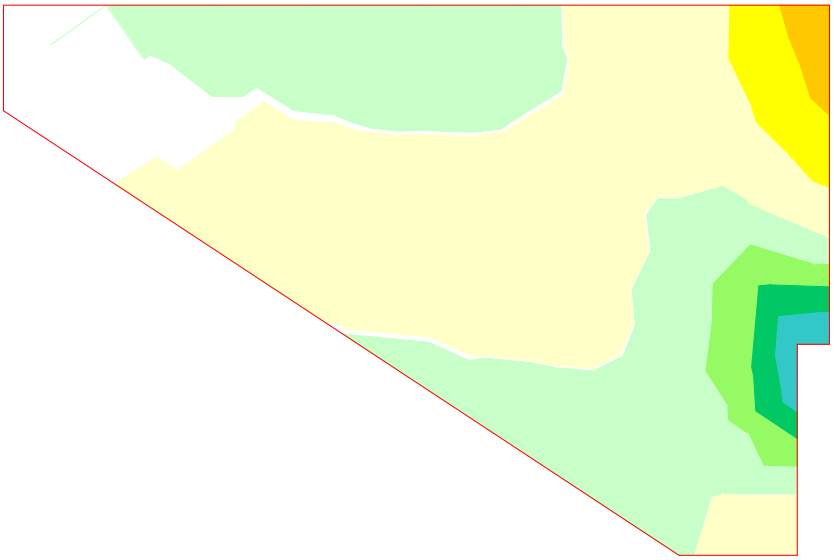
-0.30 a -0.15

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

Momento de eje vertical (armado horizontal)



0.13 a 0.17

0.08 a 0.13

0.04 a 0.08

0.00 a 0.04

-0.00 a 0.00

-0.08 a -0.00

-0.16 a -0.08

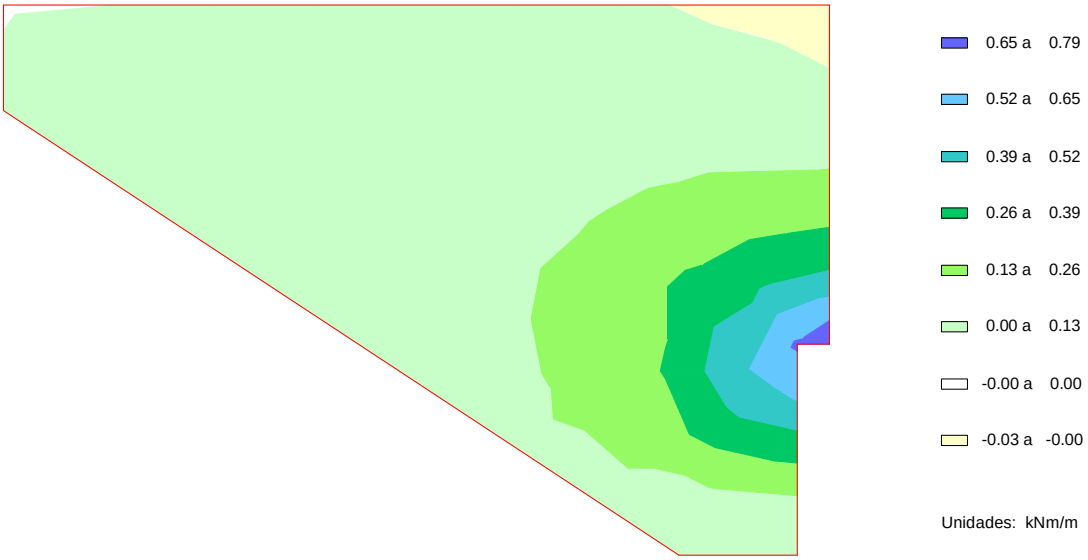
-0.24 a -0.16

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

Momento de eje horizontal (armado vertical)

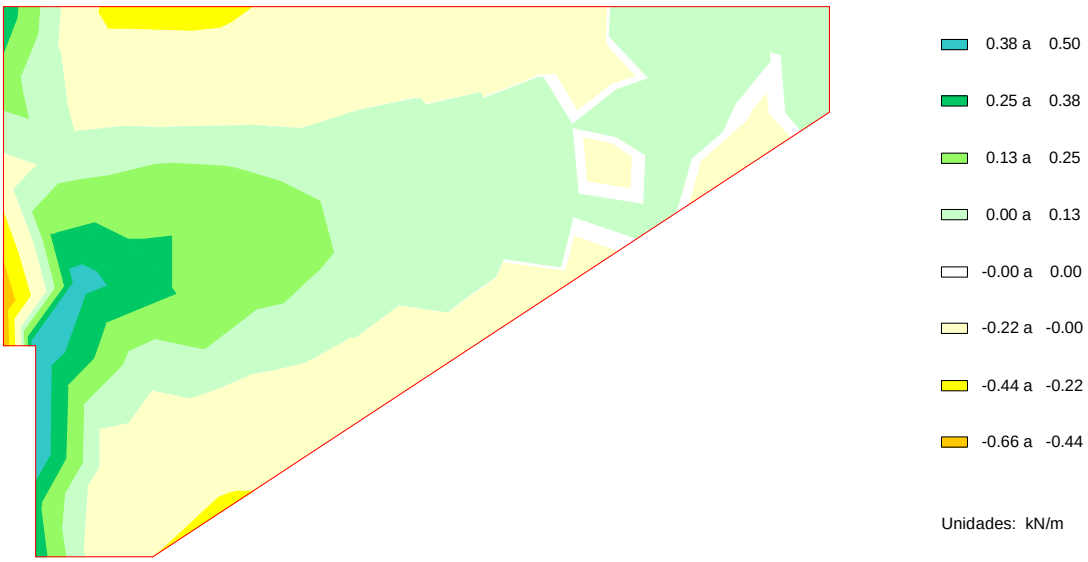


4.6.5 Aleta 2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

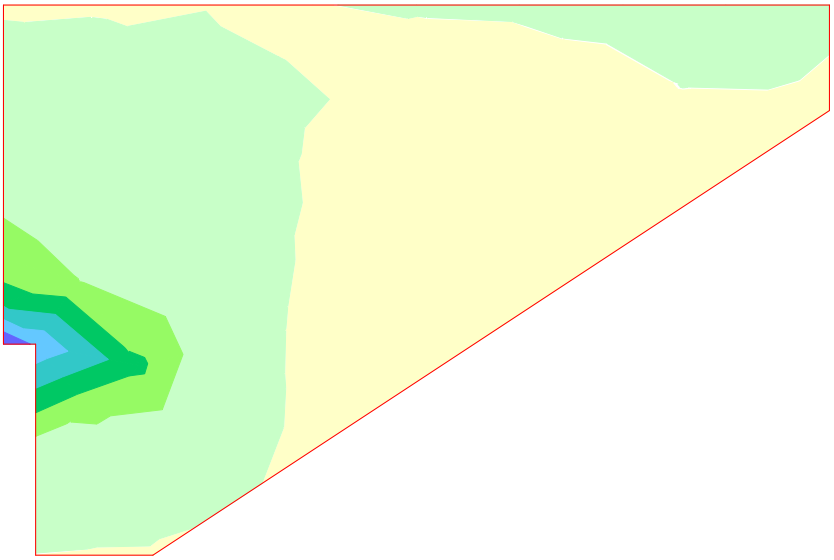
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

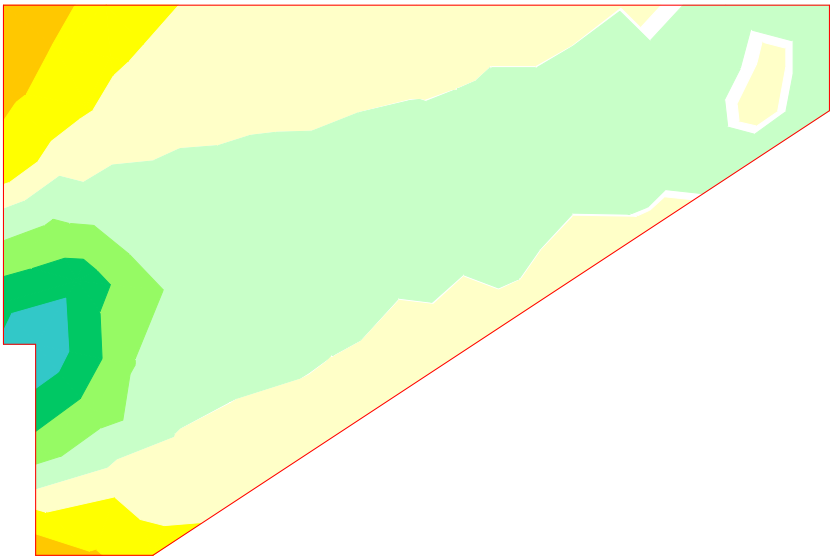
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

Cortante eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

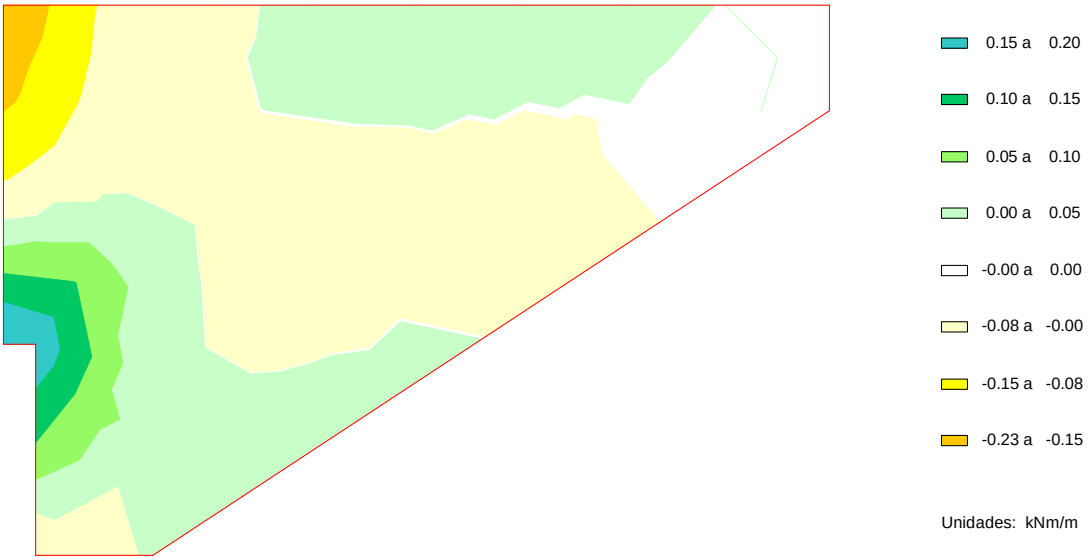
Superestructura del tablero

Cortante eje vertical

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

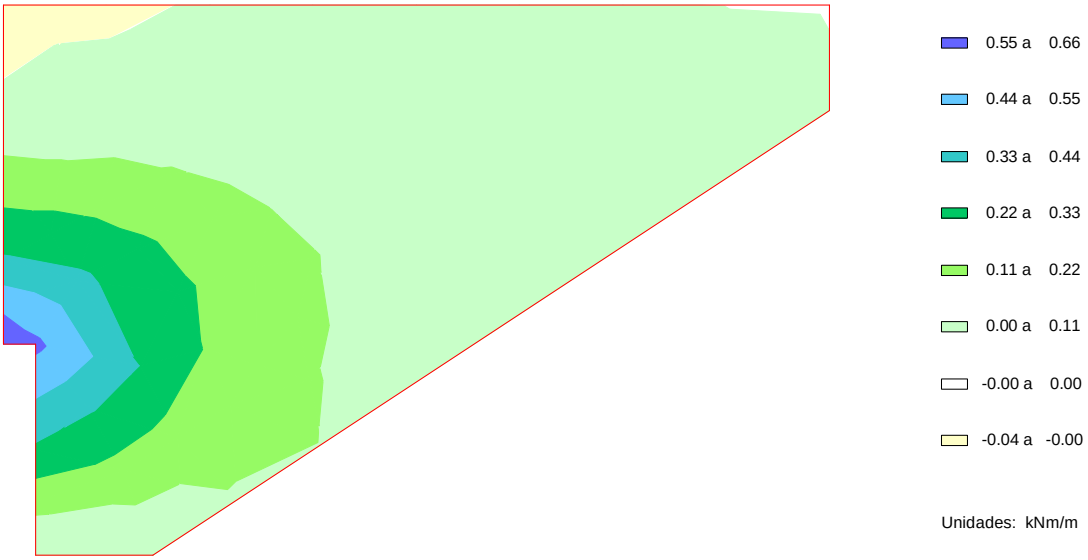
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

Momento de eje horizontal (armado vertical)



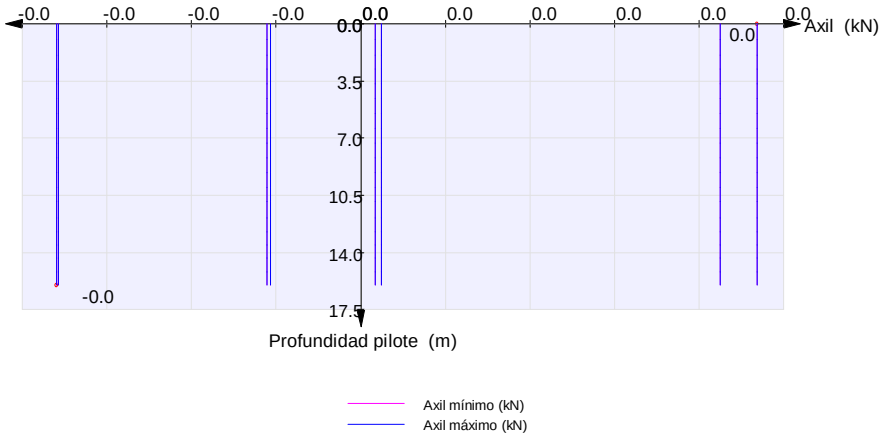
4.7 Reología. Retracción

4.7.1 Pilotes

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

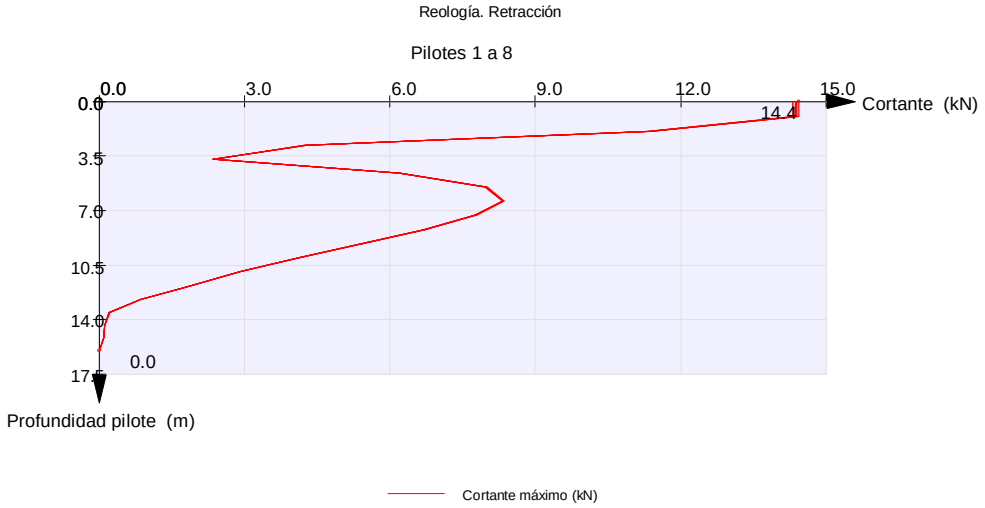
Reología. Retracción

Pilotes 1 a 8

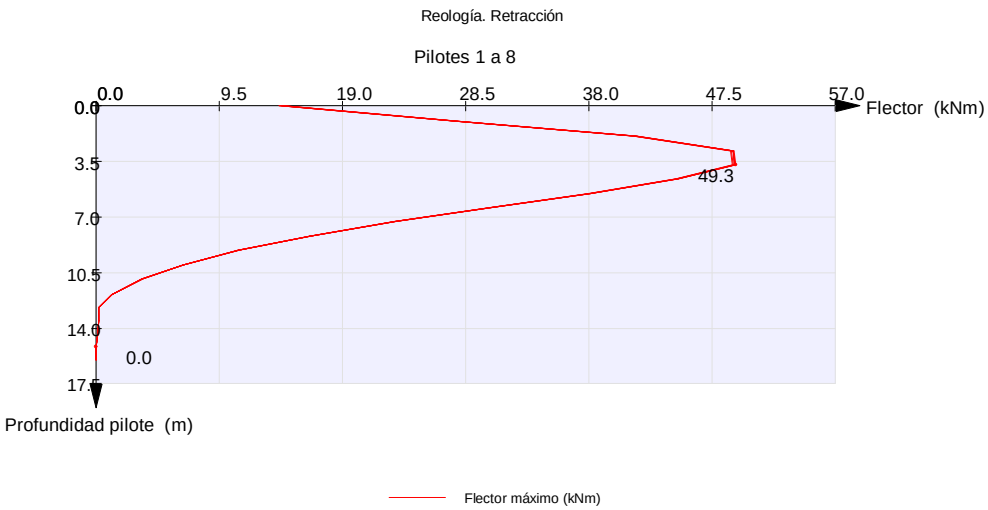


Axil mínimo (kN)
Axil máximo (kN)

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

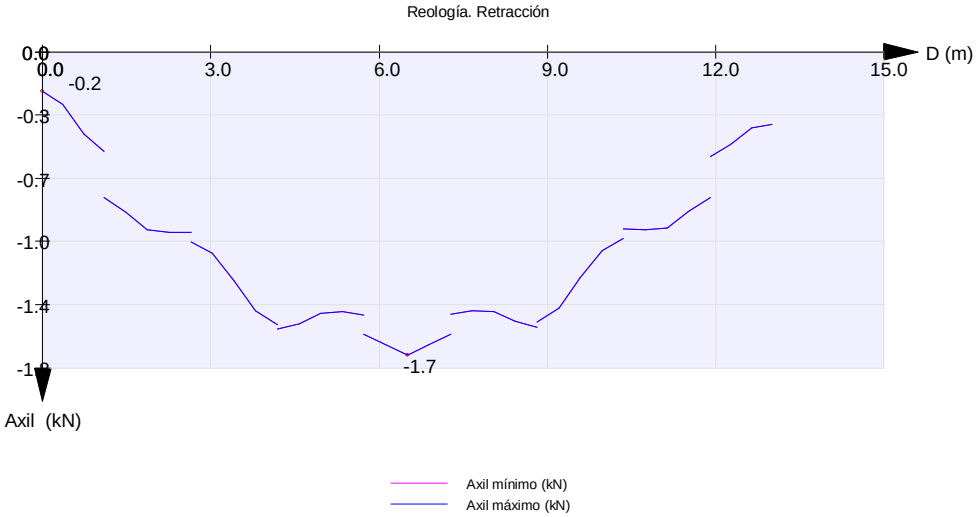


ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

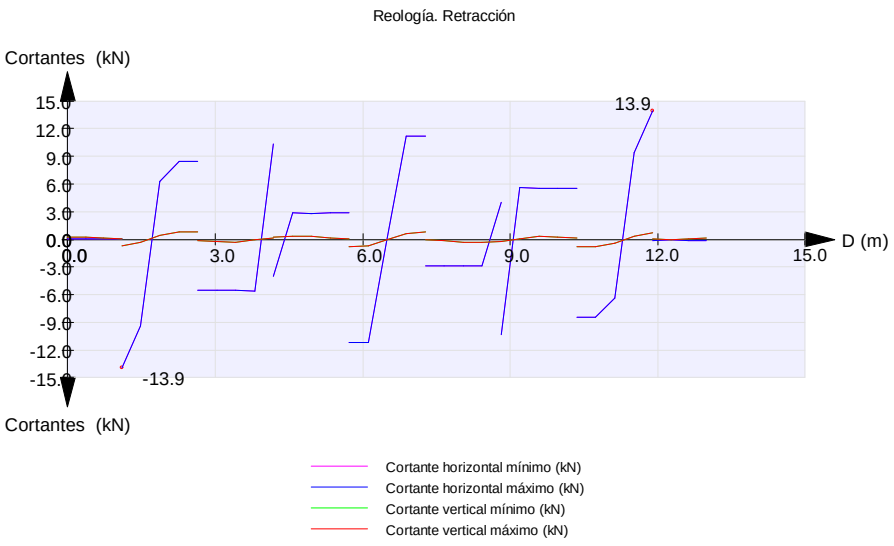


4.7.2 Cargadero

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

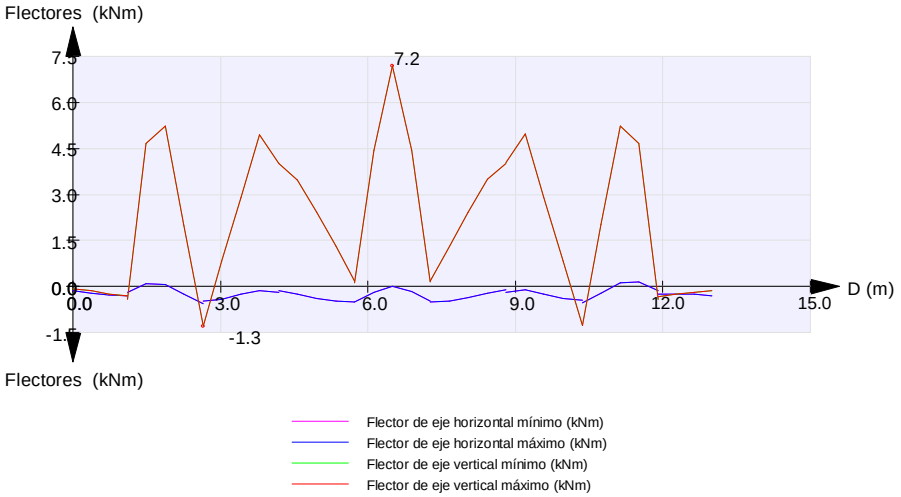


ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

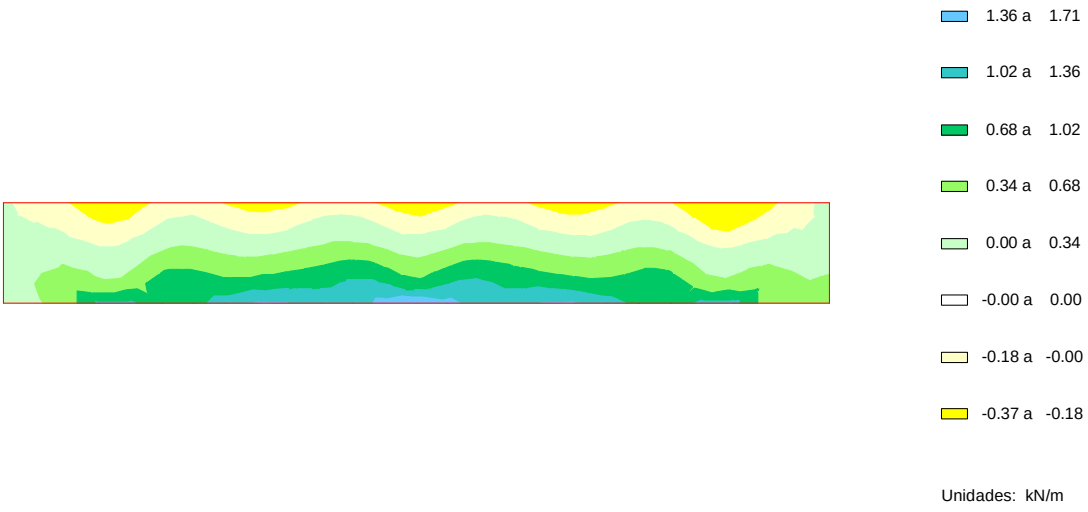


4.7.3 Espaldón

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

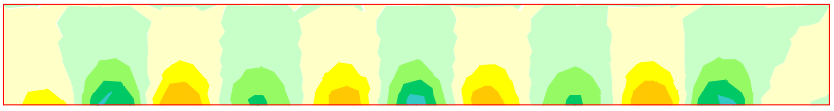
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

Axil eje vertical



0.64 a 0.86

0.43 a 0.64

0.21 a 0.43

0.00 a 0.21

-0.00 a 0.00

-0.21 a -0.00

-0.43 a -0.21

-0.64 a -0.43

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

Cortante eje horizontal

0.20 a 0.26

0.13 a 0.20

0.07 a 0.13

0.00 a 0.07

-0.00 a 0.00

-0.08 a -0.00

-0.17 a -0.08

-0.25 a -0.17

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

Cortante eje vertical

0.04 a 0.06
0.02 a 0.04
0.00 a 0.02
-0.00 a 0.00
-0.03 a -0.00
-0.06 a -0.03
-0.09 a -0.06
-0.11 a -0.09

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

Momento de eje vertical (armado horizontal)

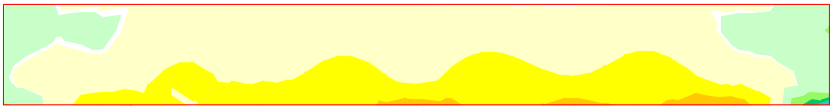
0.04 a 0.06
0.02 a 0.04
0.00 a 0.02
-0.00 a 0.00
-0.03 a -0.00
-0.06 a -0.03
-0.09 a -0.06
-0.12 a -0.09

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

Momento de eje horizontal (armado vertical)



0.02 a 0.03
0.01 a 0.02
0.01 a 0.01
0.00 a 0.01
-0.00 a 0.00
-0.01 a -0.00
-0.02 a -0.01
-0.03 a -0.02

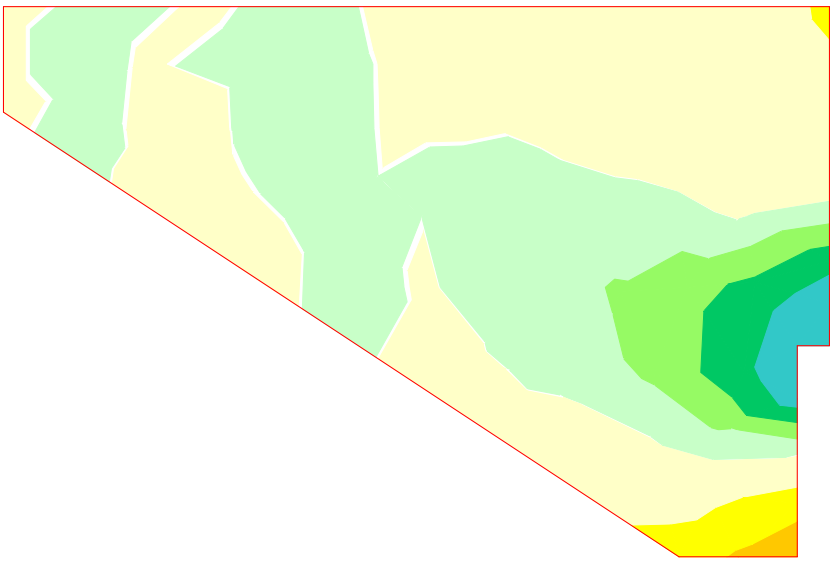
Unidades: kNm/m

4.7.4 Aleta 1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

Axil eje horizontal



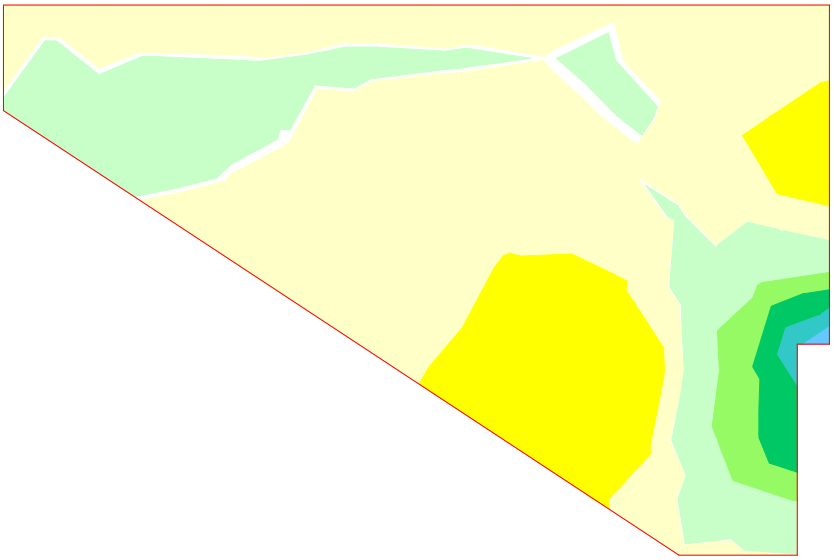
0.09 a 0.12
0.06 a 0.09
0.03 a 0.06
0.00 a 0.03
-0.00 a 0.00
-0.05 a -0.00
-0.10 a -0.05
-0.15 a -0.10

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

Axil eje vertical



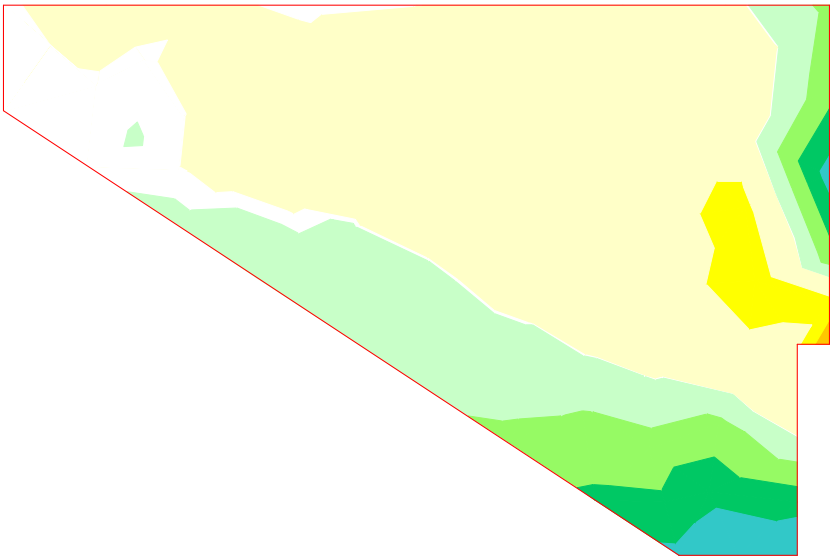
0.15 a 0.19
0.12 a 0.15
0.08 a 0.12
0.04 a 0.08
0.00 a 0.04
-0.00 a 0.00
-0.02 a -0.00
-0.04 a -0.02

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

Cortante eje horizontal



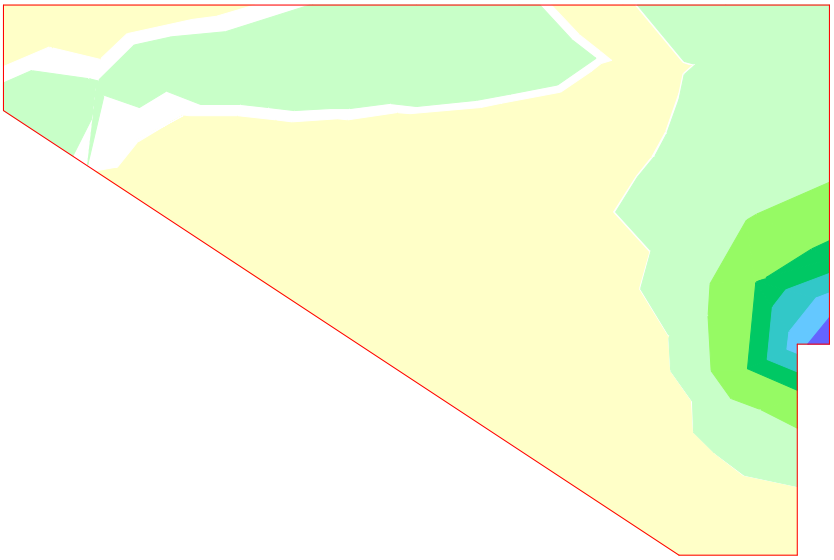
0.03 a 0.04
0.02 a 0.03
0.01 a 0.02
0.00 a 0.01
-0.00 a 0.00
-0.02 a -0.00
-0.03 a -0.02
-0.05 a -0.03

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

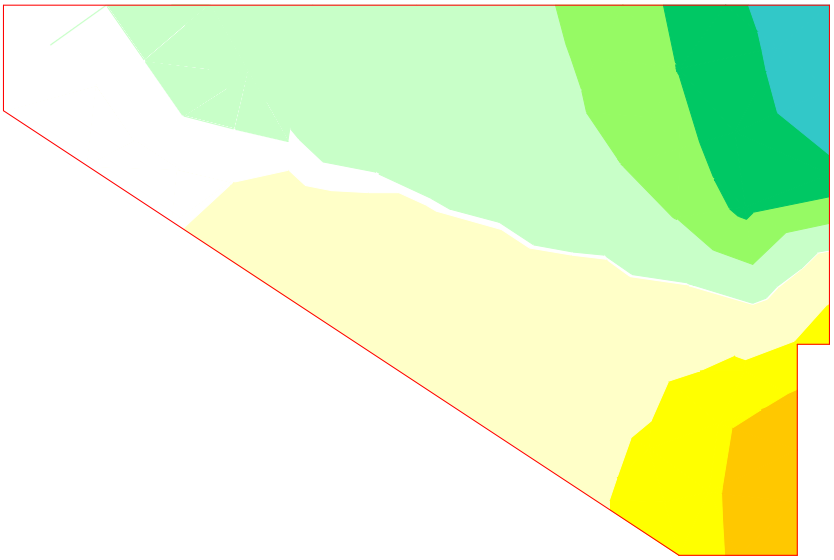
Cortante eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

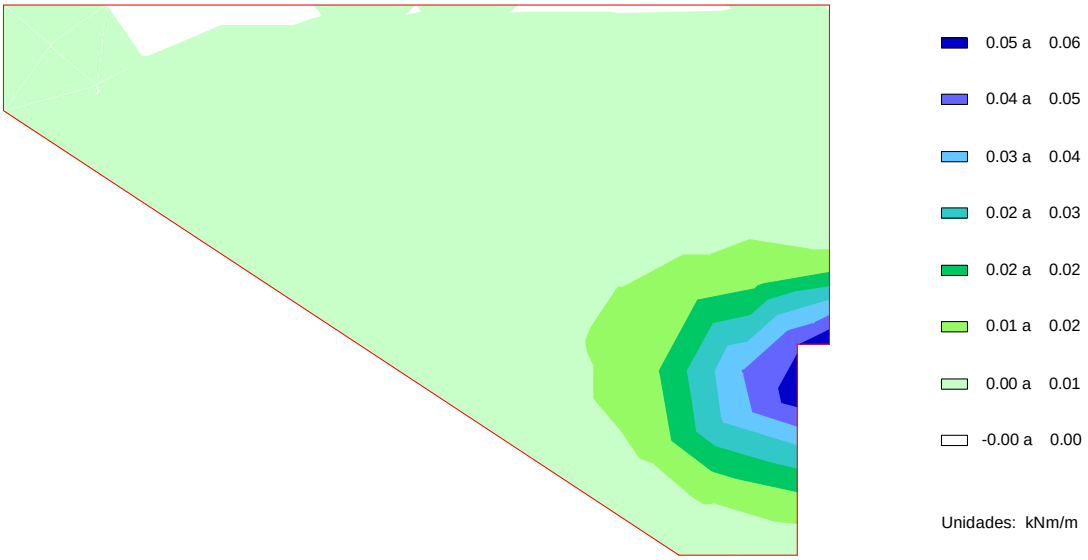
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

Momento de eje horizontal (armado vertical)

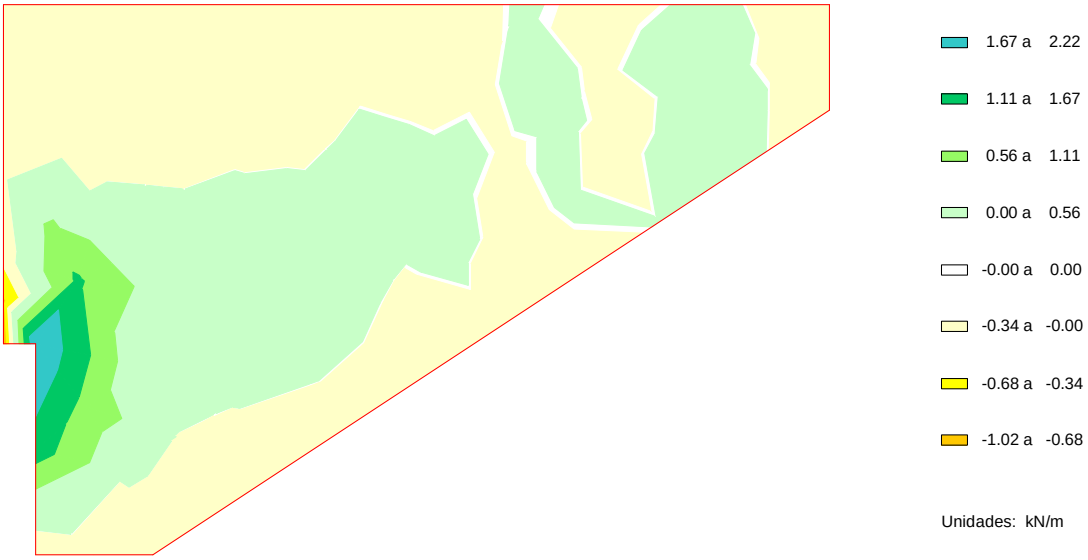


4.7.5 Aleta 2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

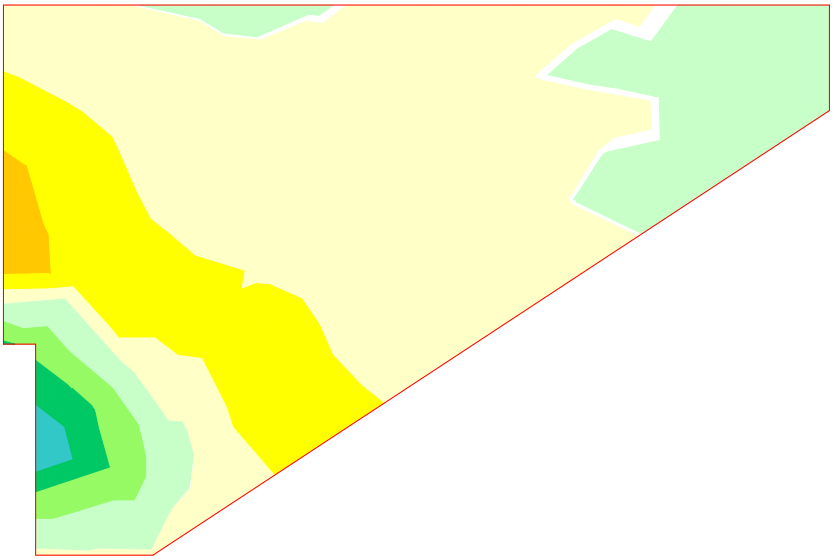
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

Axil eje vertical



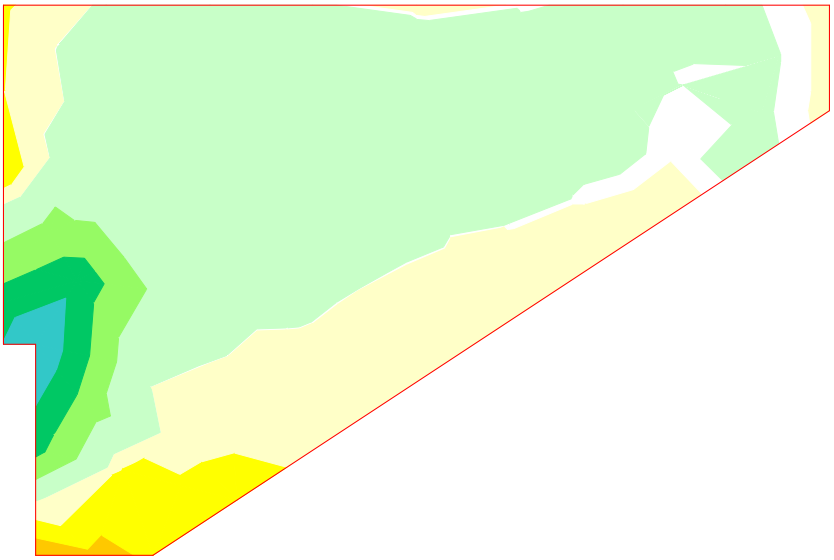
0.27 a 0.36
0.18 a 0.27
0.09 a 0.18
0.00 a 0.09
-0.00 a 0.00
-0.04 a -0.00
-0.08 a -0.04
-0.13 a -0.08

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

Cortante eje horizontal



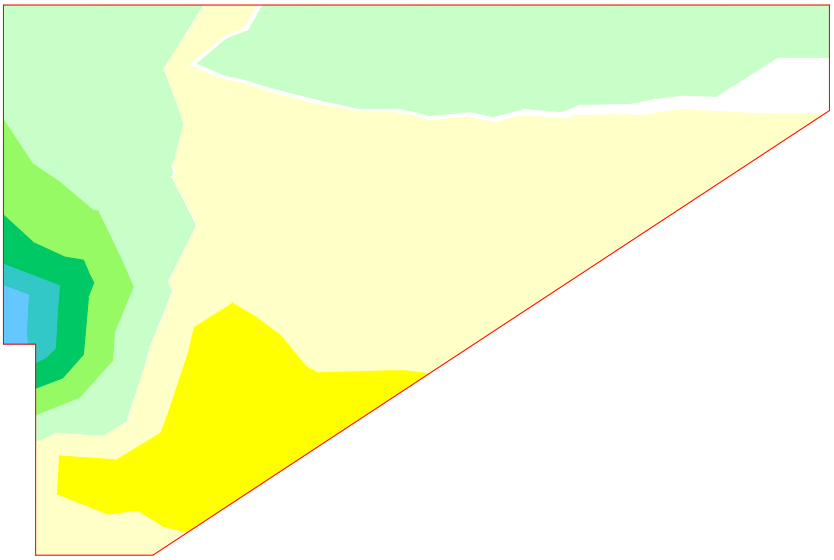
0.22 a 0.30
0.15 a 0.22
0.07 a 0.15
0.00 a 0.07
-0.00 a 0.00
-0.03 a -0.00
-0.07 a -0.03
-0.10 a -0.07

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

Cortante eje vertical



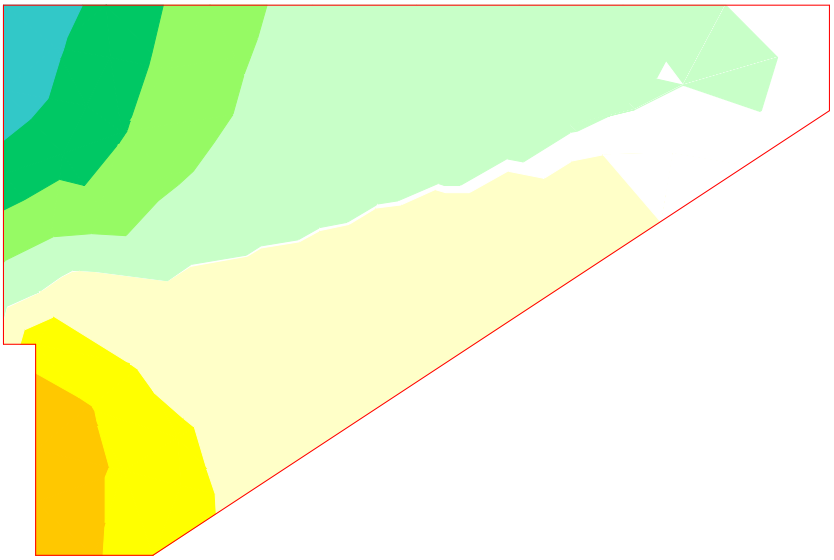
0.24 a 0.30
0.18 a 0.24
0.12 a 0.18
0.06 a 0.12
0.00 a 0.06
-0.00 a 0.00
-0.02 a -0.00
-0.05 a -0.02

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

Momento de eje vertical (armado horizontal)



0.05 a 0.07
0.03 a 0.05
0.02 a 0.03
0.00 a 0.02
-0.00 a 0.00
-0.02 a -0.00
-0.05 a -0.02
-0.07 a -0.05

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

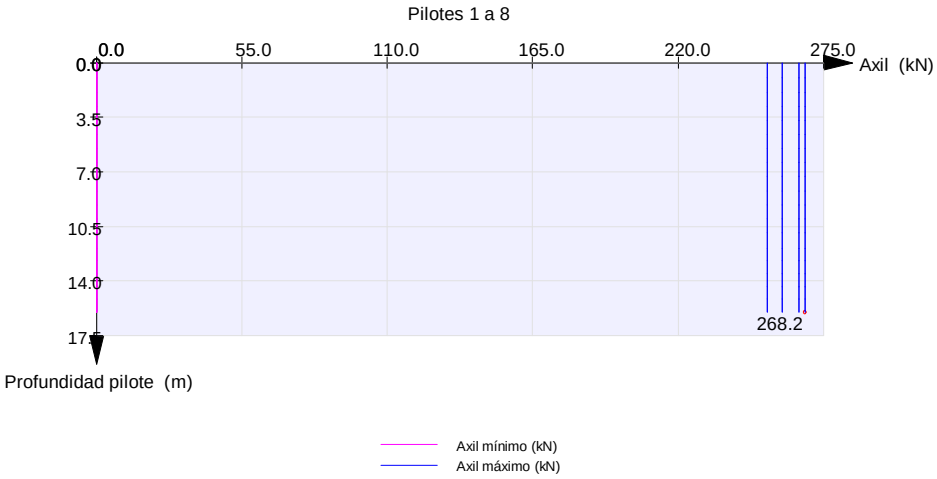
Momento de eje horizontal (armado vertical)

4.8 Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

4.8.1 Pilotes

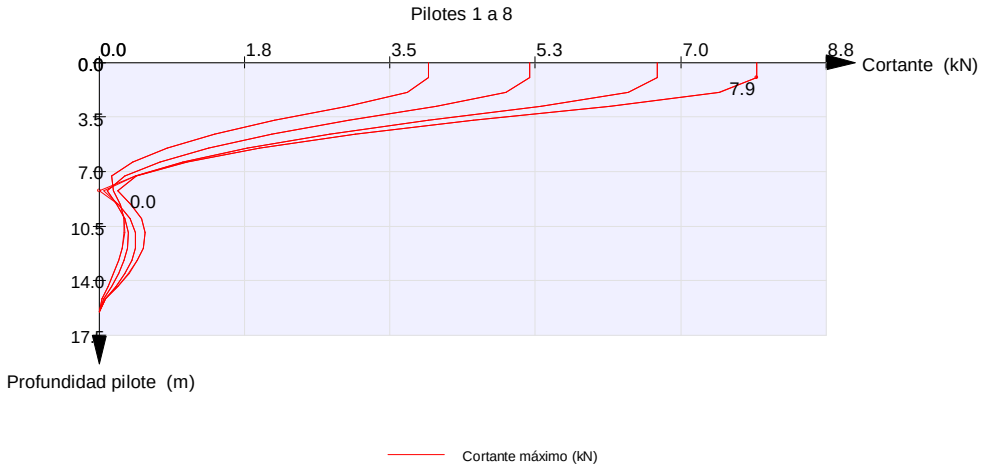
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1



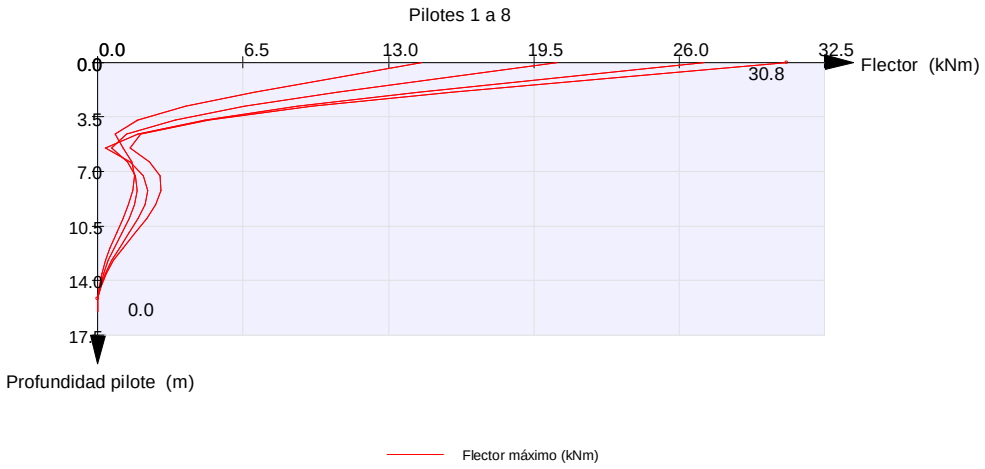
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

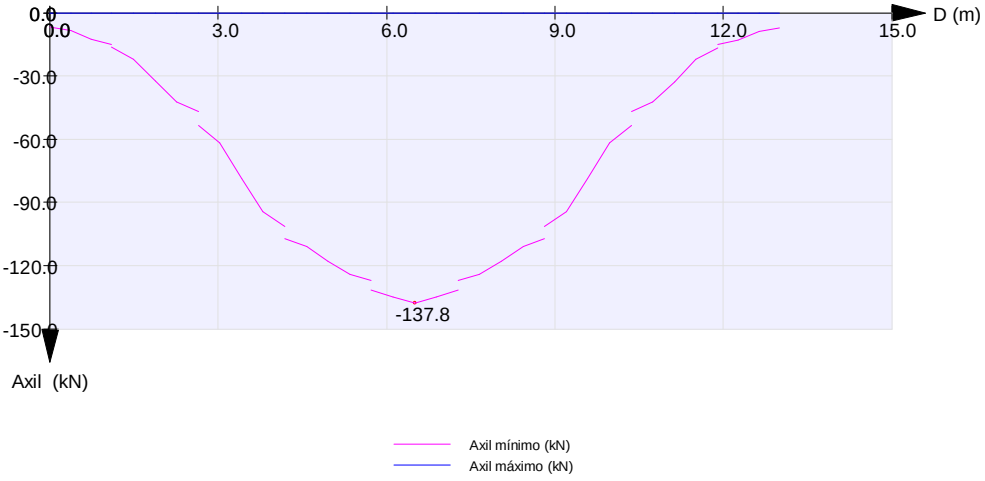
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1



4.8.2 Cargadero

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

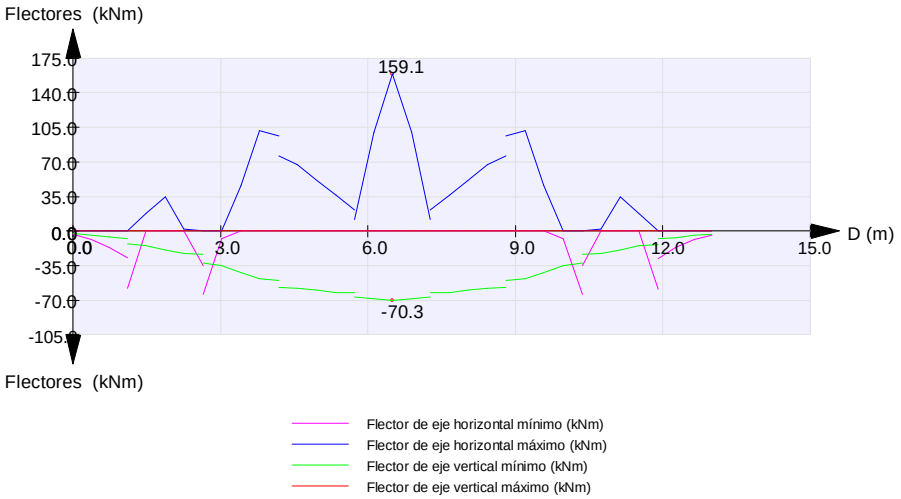


ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

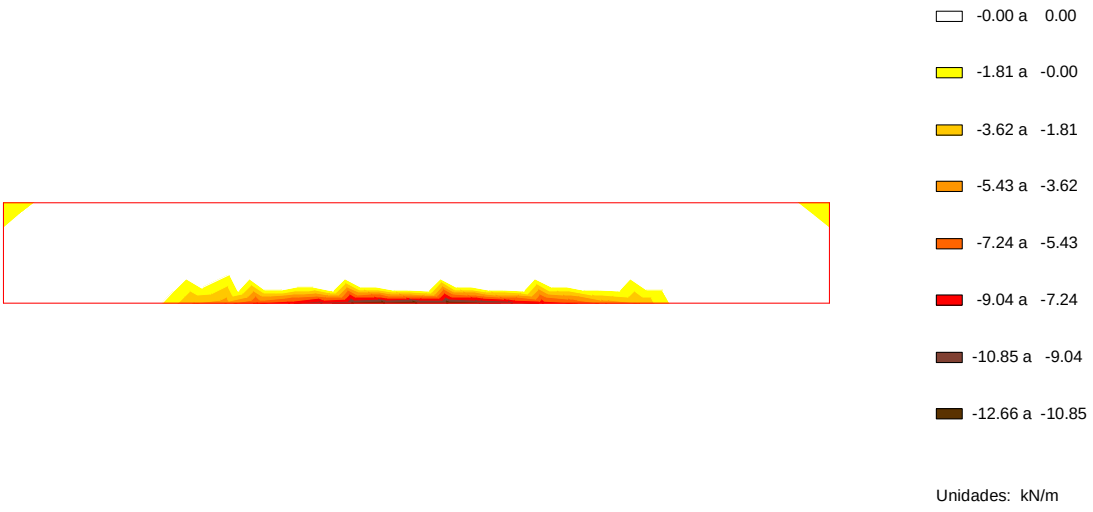


4.8.3 Espaldón

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

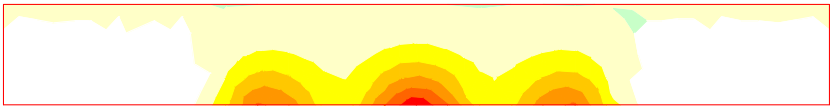
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Axil eje vertical



0.00 a 0.09

-0.00 a 0.00

-5.48 a -0.00

-10.97 a -5.48

-16.45 a -10.97

-21.93 a -16.45

-27.42 a -21.93

-32.90 a -27.42

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Cortante eje horizontal

0.00 a 0.09

-0.00 a 0.00

-0.23 a -0.00

-0.46 a -0.23

-0.69 a -0.46

-0.93 a -0.69

-1.16 a -0.93

-1.39 a -1.16

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Cortante eje vertical

0.00 a 0.09

-0.00 a 0.00

-0.20 a -0.00

-0.40 a -0.20

-0.60 a -0.40

-0.80 a -0.60

-1.00 a -0.80

-1.20 a -1.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Momento de eje vertical (armado horizontal)

-0.00 a 0.00

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Momento de eje horizontal (armado vertical)

0.05 a 0.10

0.00 a 0.05

-0.00 a 0.00

-0.12 a -0.00

-0.24 a -0.12

-0.36 a -0.24

-0.48 a -0.36

-0.60 a -0.48

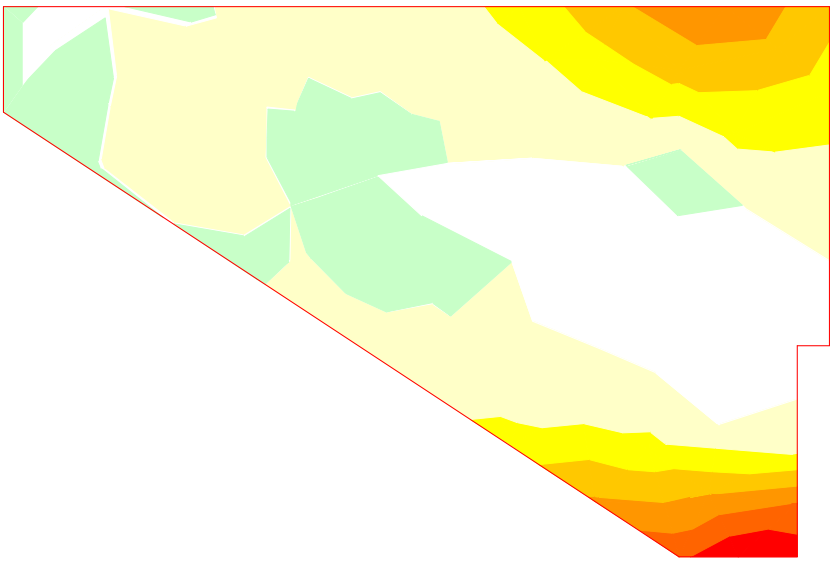
Unidades: kNm/m

4.8.4 Aleta 1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Axil eje horizontal



0.00 a 0.06

-0.00 a 0.00

-0.73 a -0.00

-1.46 a -0.73

-2.19 a -1.46

-2.92 a -2.19

-3.64 a -2.92

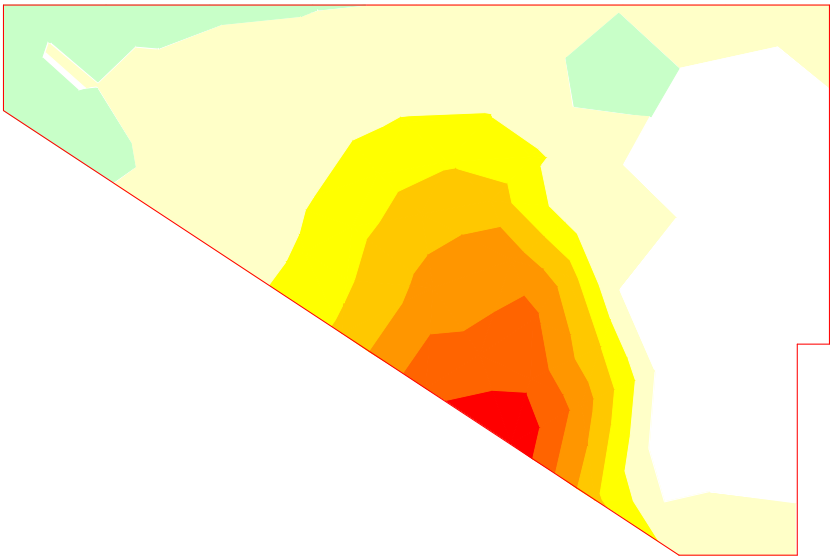
-4.37 a -3.64

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Axil eje vertical



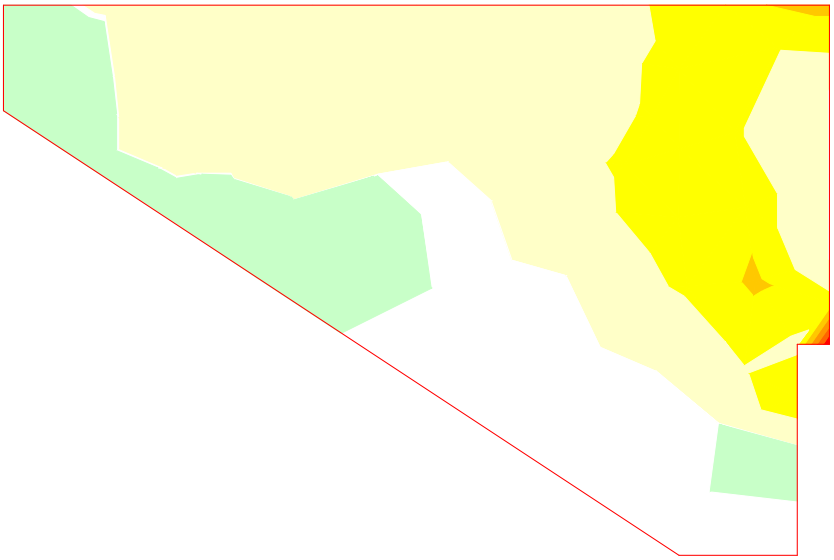
0.00 a 0.06
-0.00 a 0.00
-0.31 a -0.00
-0.62 a -0.31
-0.93 a -0.62
-1.24 a -0.93
-1.56 a -1.24
-1.87 a -1.56

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Cortante eje horizontal



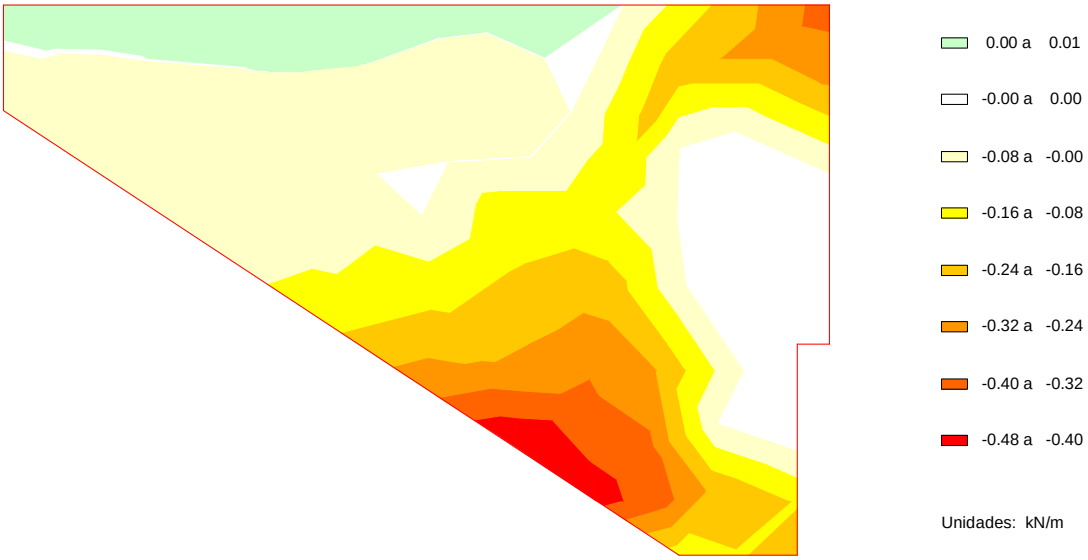
0.00 a 0.03
-0.00 a 0.00
-0.18 a -0.00
-0.37 a -0.18
-0.55 a -0.37
-0.74 a -0.55
-0.92 a -0.74
-1.11 a -0.92

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

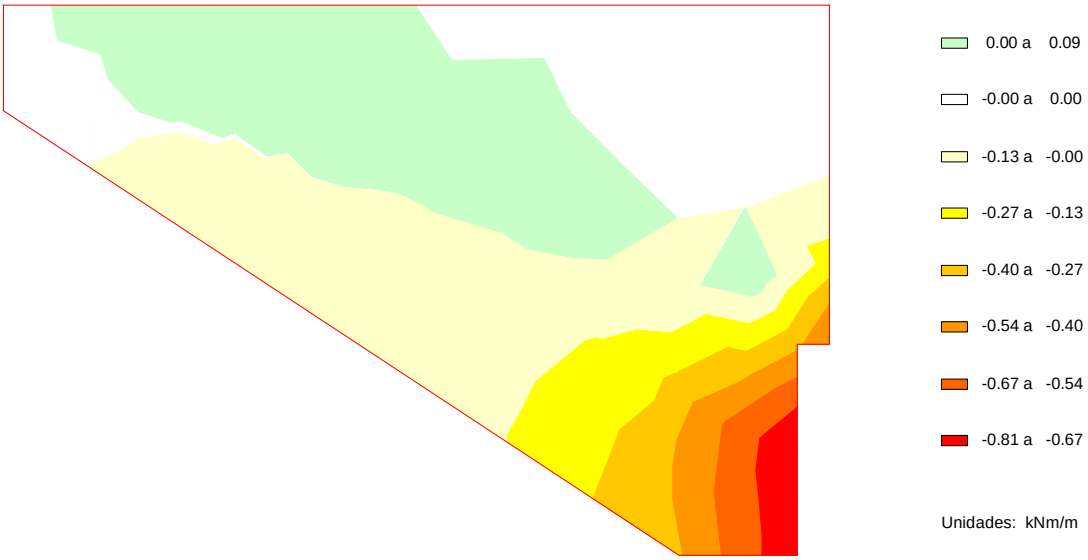
Cortante eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

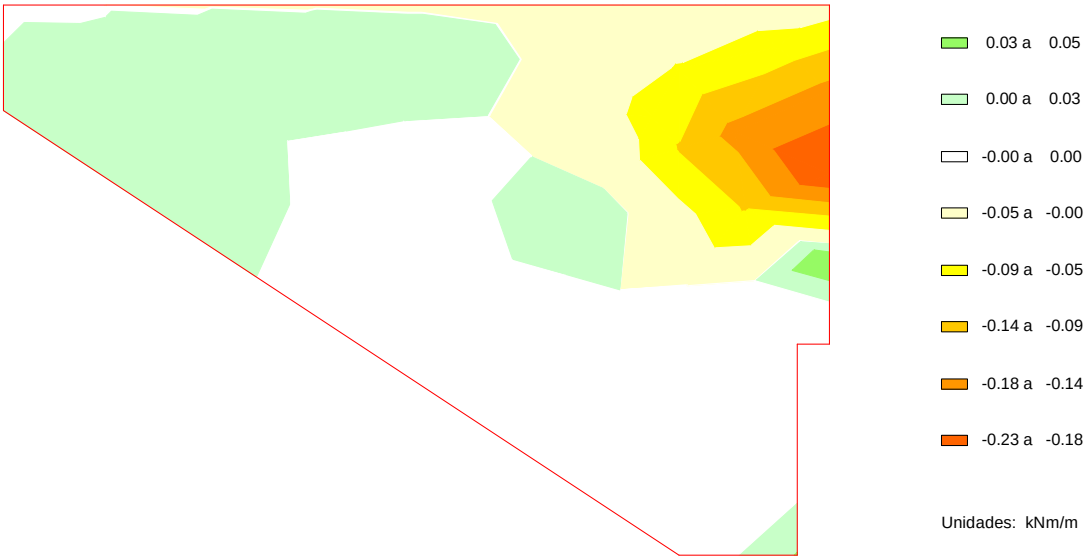
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Momento de eje horizontal (armado vertical)

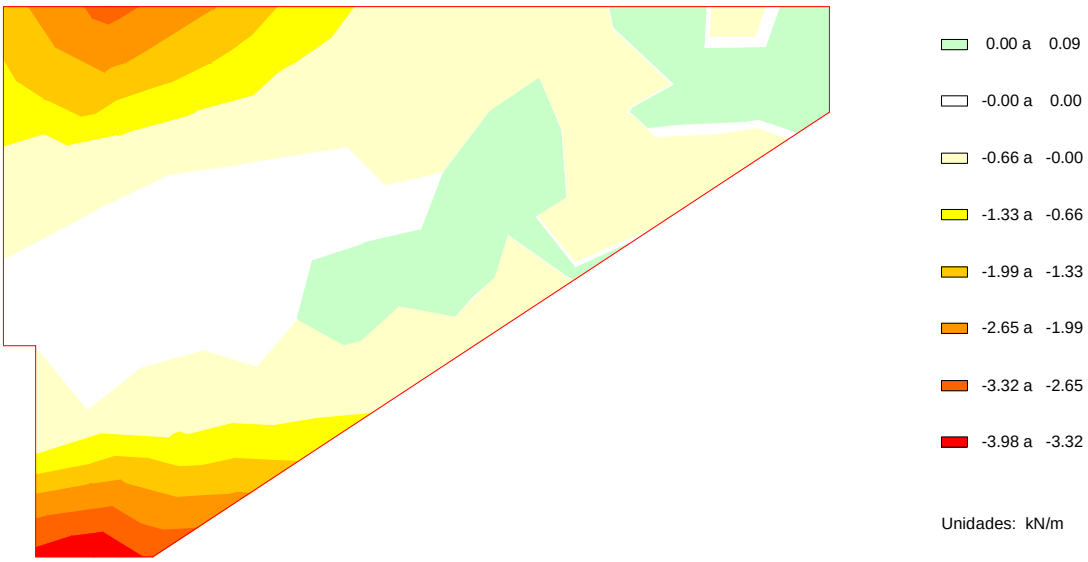


4.8.5 Aleta 2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

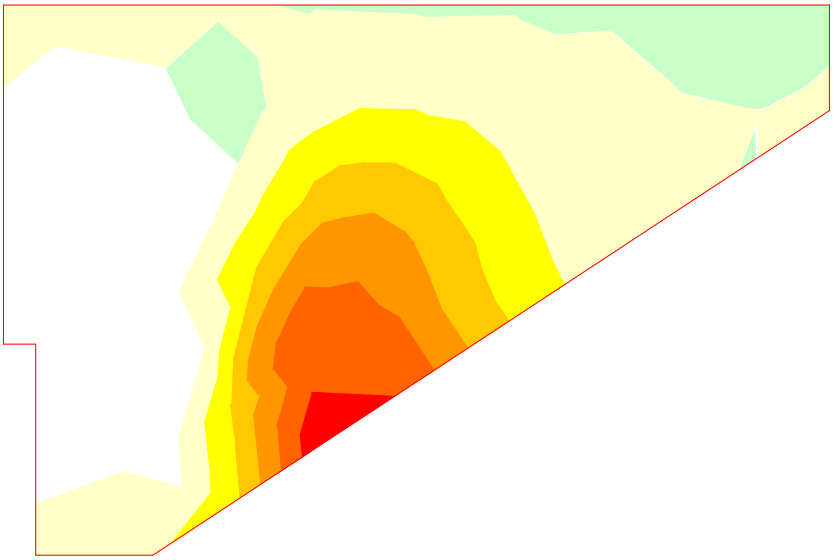
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Axil eje vertical



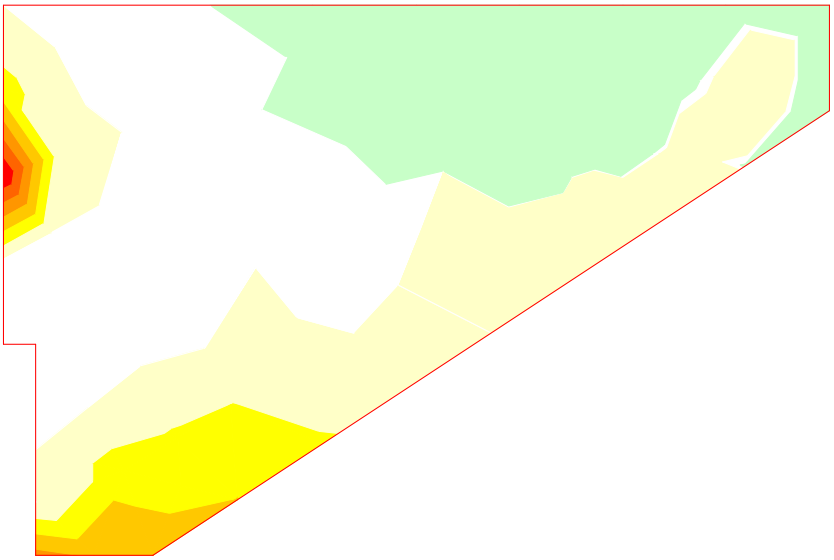
0.00 a 0.04
-0.00 a 0.00
-0.28 a -0.00
-0.57 a -0.28
-0.85 a -0.57
-1.14 a -0.85
-1.42 a -1.14
-1.71 a -1.42

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Cortante eje horizontal



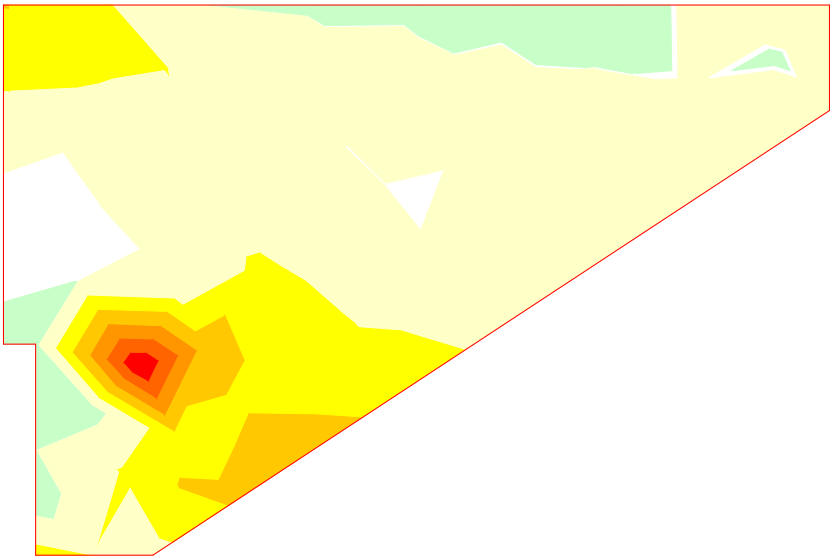
0.00 a 0.07
-0.00 a 0.00
-0.23 a -0.00
-0.46 a -0.23
-0.69 a -0.46
-0.91 a -0.69
-1.14 a -0.91
-1.37 a -1.14

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Cortante eje vertical



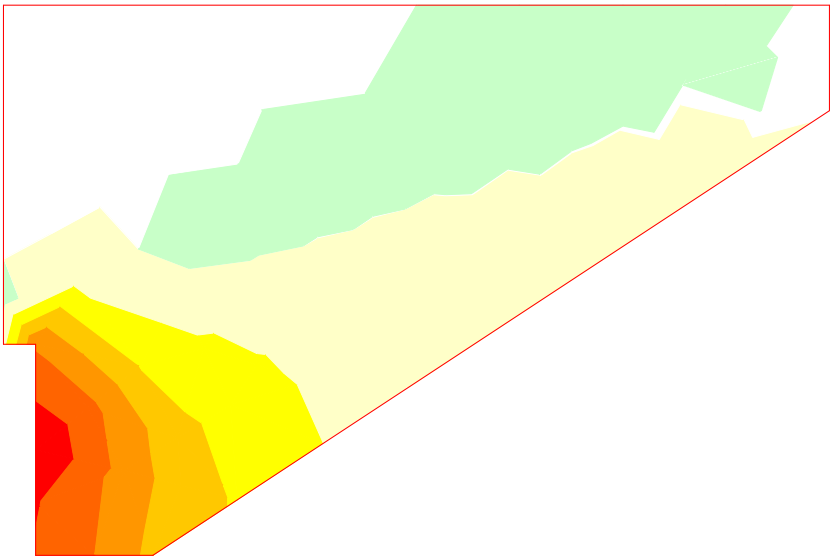
0.00 a 0.08
-0.00 a 0.00
-0.18 a -0.00
-0.36 a -0.18
-0.55 a -0.36
-0.73 a -0.55
-0.91 a -0.73
-1.09 a -0.91

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Momento de eje vertical (armado horizontal)



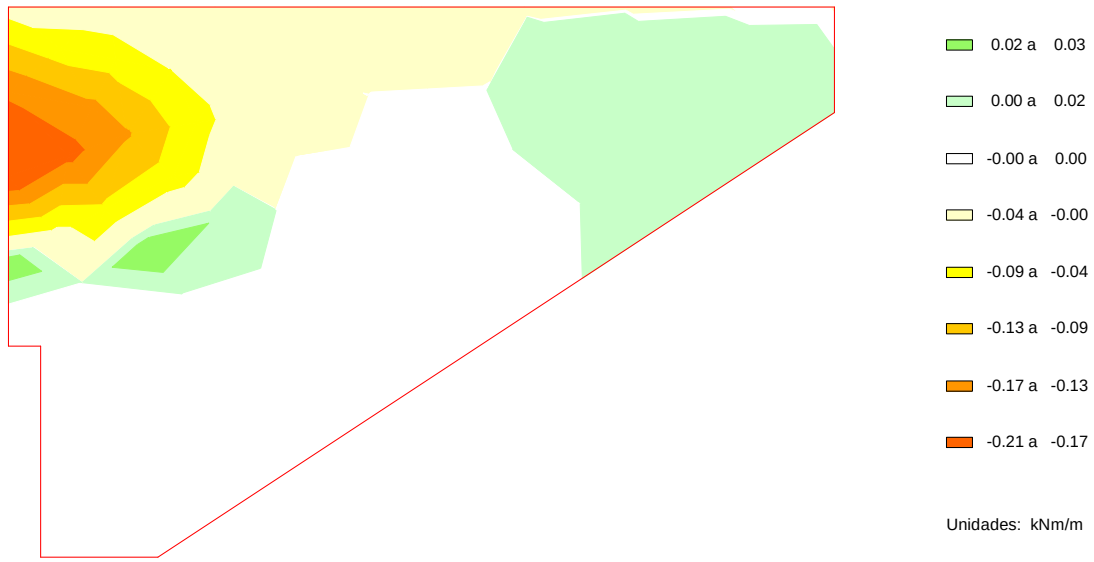
0.00 a 0.10
-0.00 a 0.00
-0.14 a -0.00
-0.28 a -0.14
-0.42 a -0.28
-0.55 a -0.42
-0.69 a -0.55
-0.83 a -0.69

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Momento de eje horizontal (armado vertical)

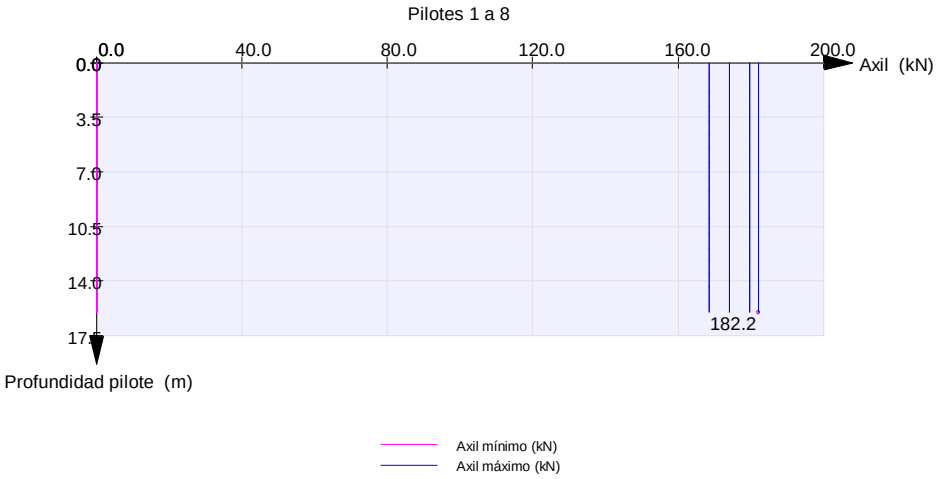


4.9 Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

4.9.1 Pilotes

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

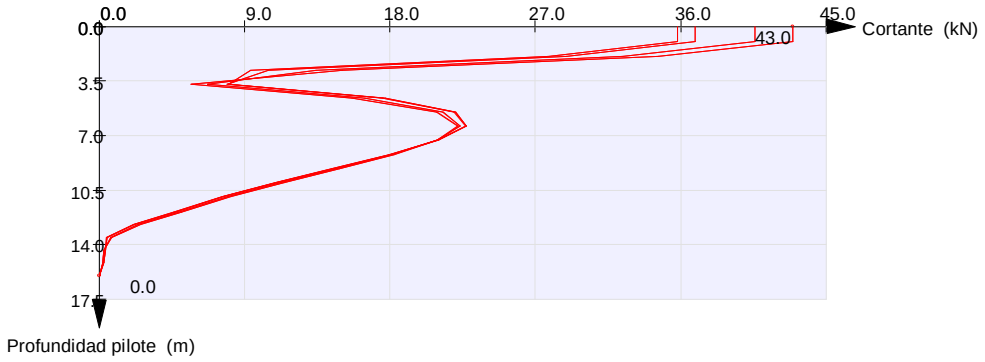
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Pilotes 1 a 8

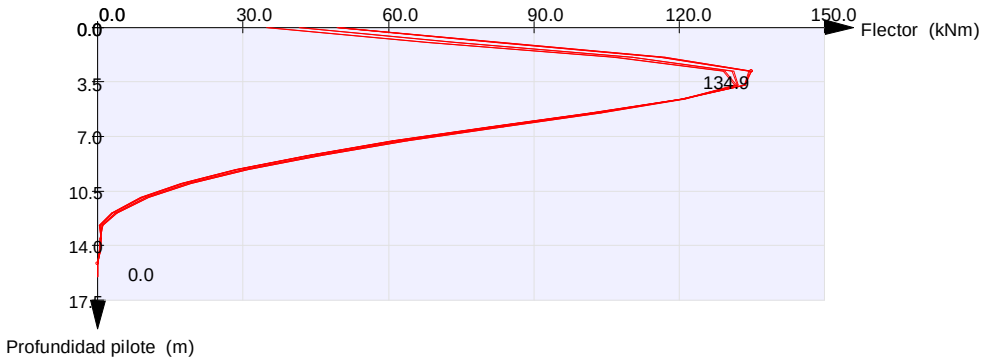


Cortante máximo (kN)

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Pilotes 1 a 8

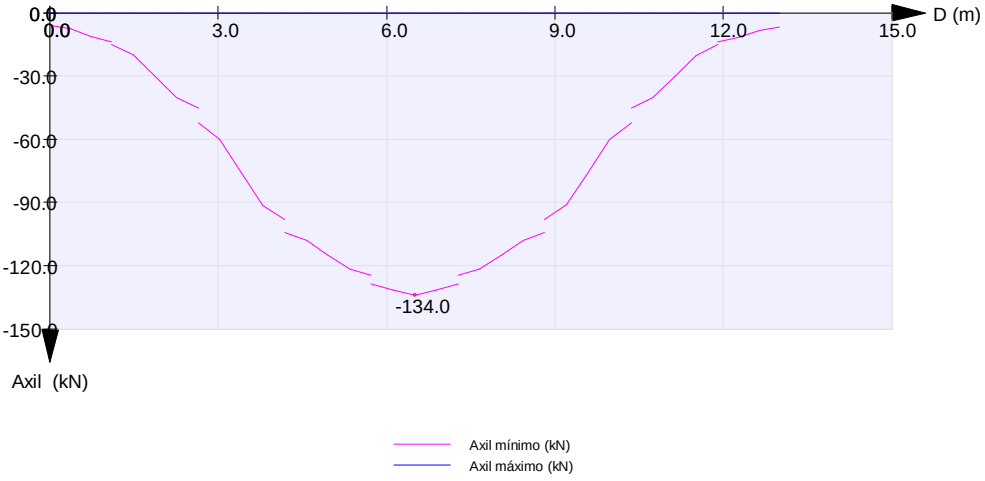


Flector máximo (kNm)

4.9.2 Cargadero

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

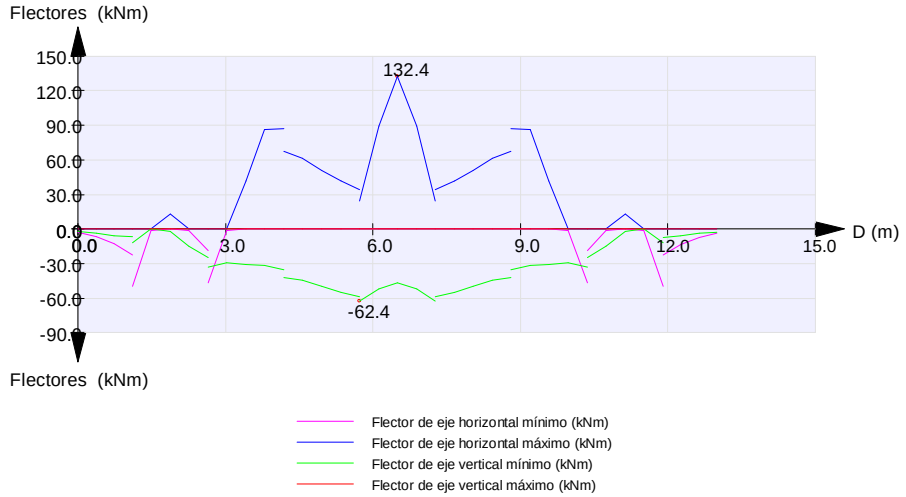


ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

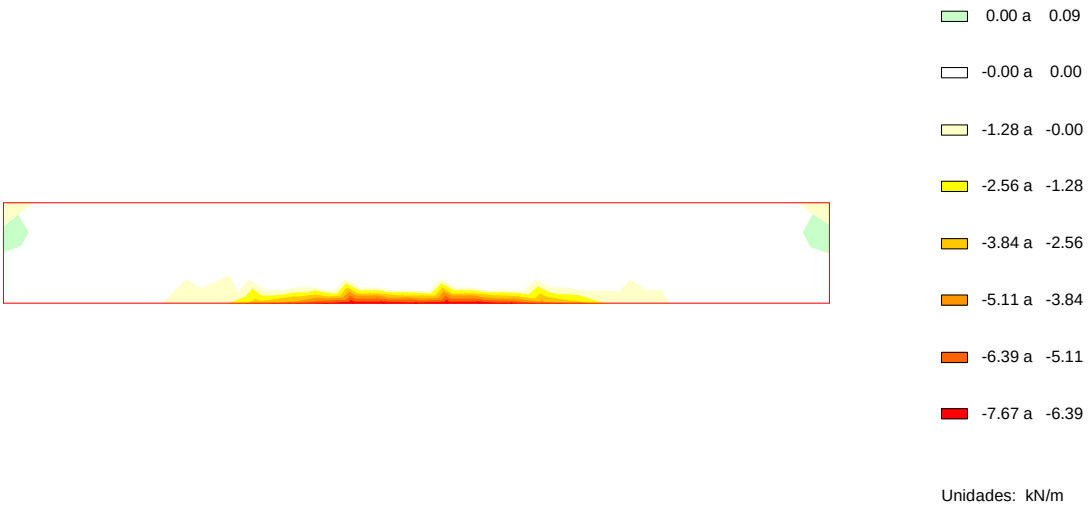


4.9.3 Espaldón

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

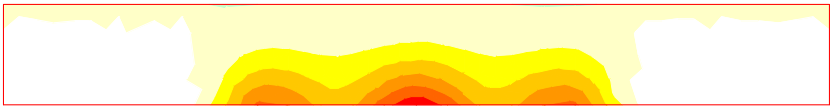
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Axil eje vertical



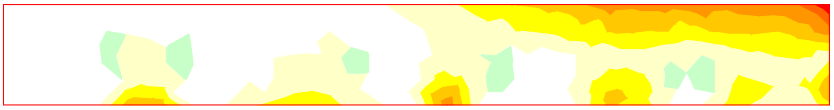
0.00 a 0.09
-0.00 a 0.00
-4.36 a -0.00
-8.72 a -4.36
-13.08 a -8.72
-17.44 a -13.08
-21.80 a -17.44
-26.16 a -21.80

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Cortante eje horizontal



0.00 a 0.10
-0.00 a 0.00
-0.27 a -0.00
-0.53 a -0.27
-0.80 a -0.53
-1.07 a -0.80
-1.34 a -1.07
-1.60 a -1.34

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Cortante eje vertical

0.00 a 0.08

-0.00 a 0.00

-0.19 a -0.00

-0.39 a -0.19

-0.58 a -0.39

-0.78 a -0.58

-0.97 a -0.78

-1.17 a -0.97

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Momento de eje vertical (armado horizontal)

0.06 a 0.08

0.04 a 0.06

0.02 a 0.04

0.00 a 0.02

-0.00 a 0.00

-0.01 a -0.00

-0.02 a -0.01

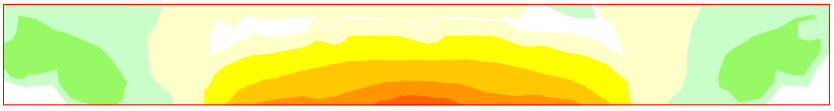
-0.03 a -0.02

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Momento de eje horizontal (armado vertical)

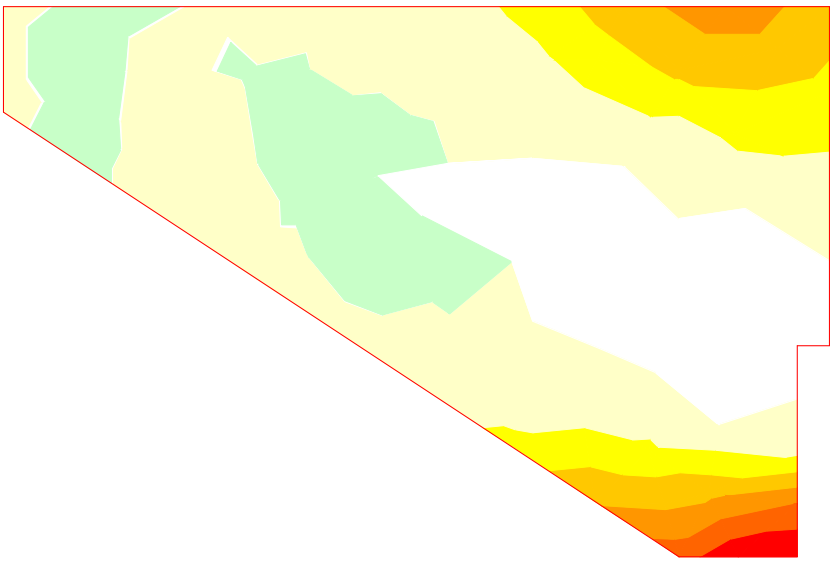


4.9.4 Aleta 1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

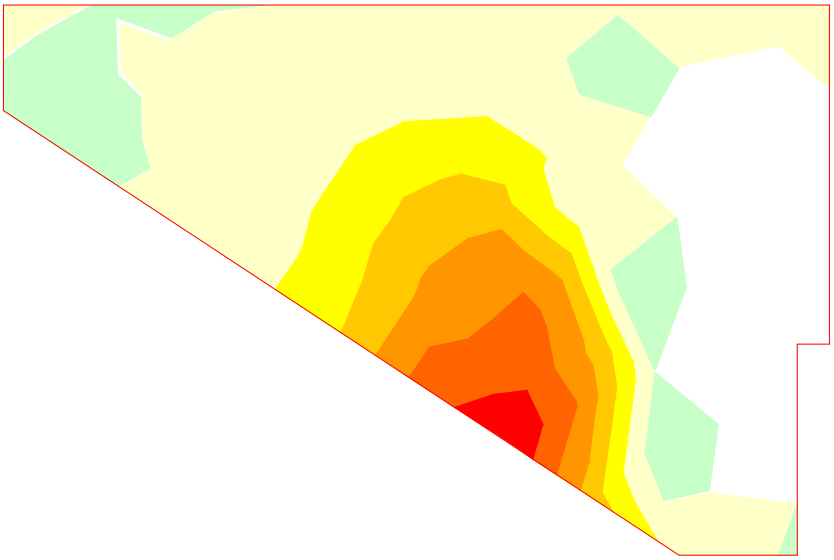
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Axil eje vertical



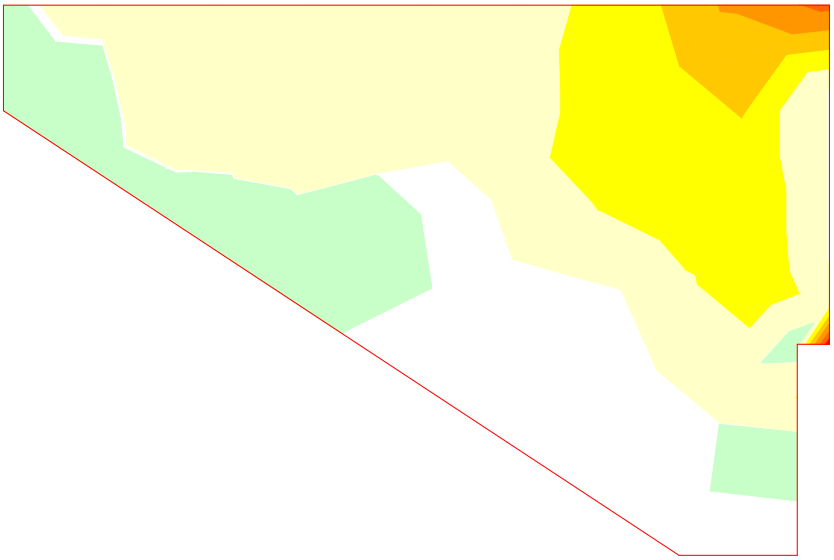
0.00 a 0.08
-0.00 a 0.00
-0.26 a -0.00
-0.52 a -0.26
-0.78 a -0.52
-1.04 a -0.78
-1.30 a -1.04
-1.57 a -1.30

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Cortante eje horizontal



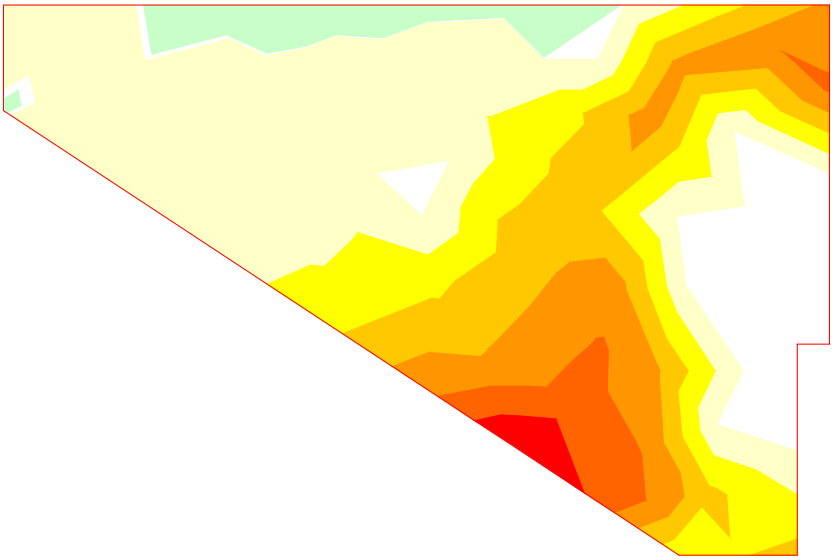
0.00 a 0.06
-0.00 a 0.00
-0.13 a -0.00
-0.25 a -0.13
-0.38 a -0.25
-0.50 a -0.38
-0.63 a -0.50
-0.76 a -0.63

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Cortante eje vertical



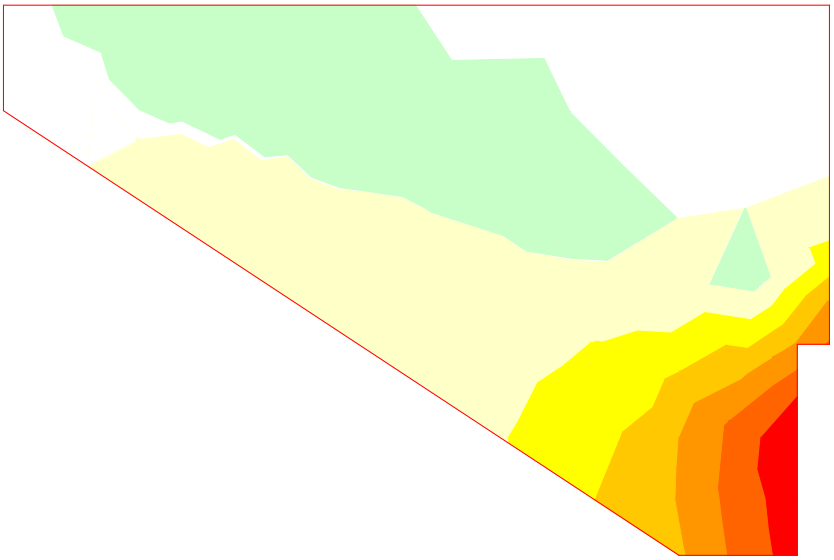
0.00 a 0.01
-0.00 a 0.00
-0.06 a -0.00
-0.13 a -0.06
-0.19 a -0.13
-0.25 a -0.19
-0.31 a -0.25
-0.38 a -0.31

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Momento de eje vertical (armado horizontal)



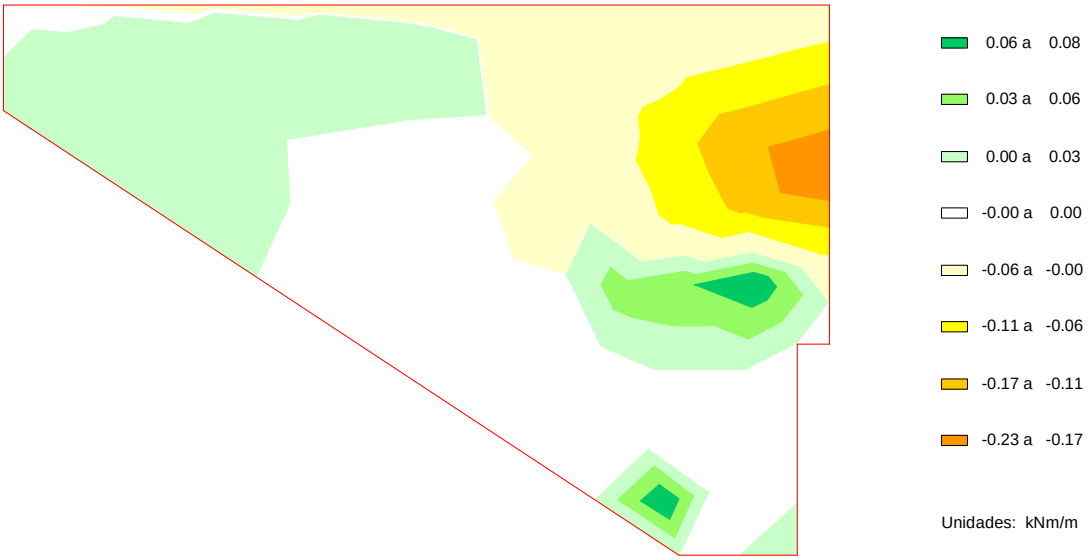
0.00 a 0.08
-0.00 a 0.00
-0.13 a -0.00
-0.25 a -0.13
-0.38 a -0.25
-0.50 a -0.38
-0.63 a -0.50
-0.75 a -0.63

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Momento de eje horizontal (armado vertical)

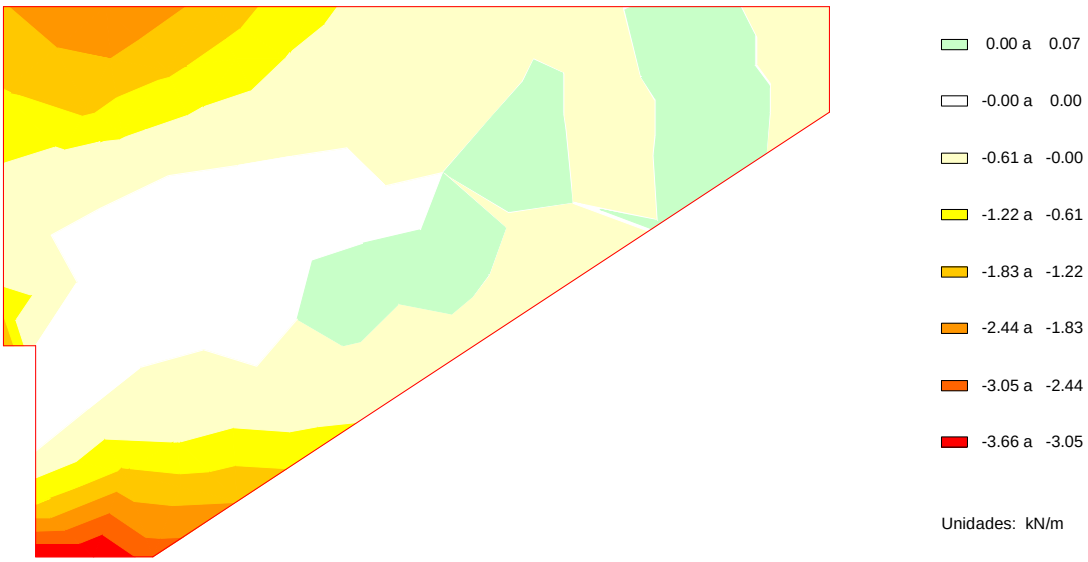


4.9.5 Aleta 2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

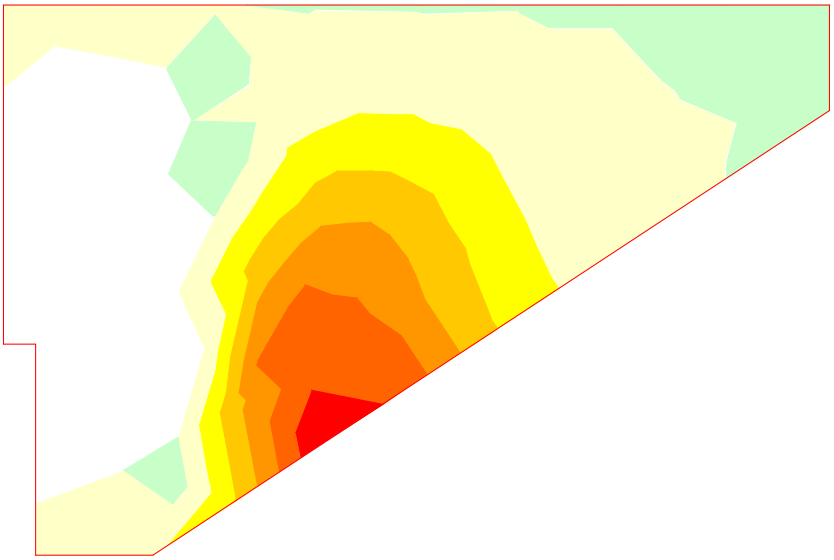
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Axil eje vertical



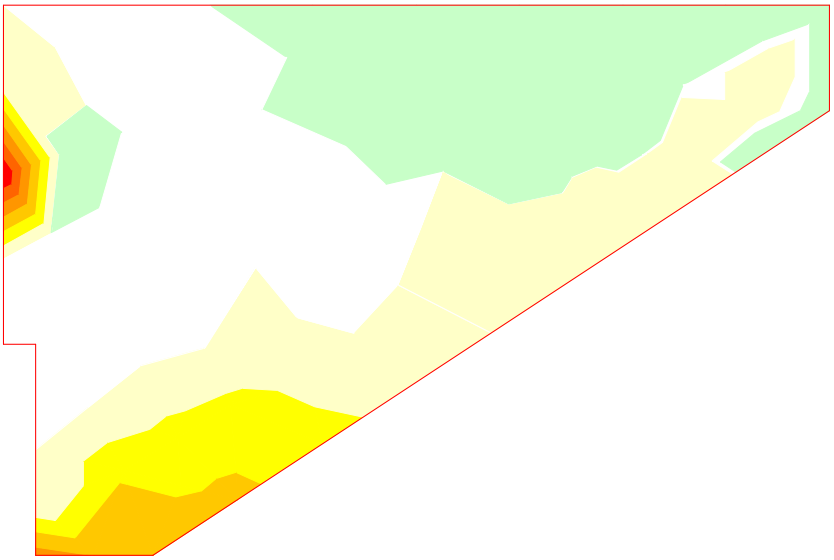
0.00 a 0.07
-0.00 a 0.00
-0.25 a -0.00
-0.50 a -0.25
-0.75 a -0.50
-1.00 a -0.75
-1.25 a -1.00
-1.50 a -1.25

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Cortante eje horizontal



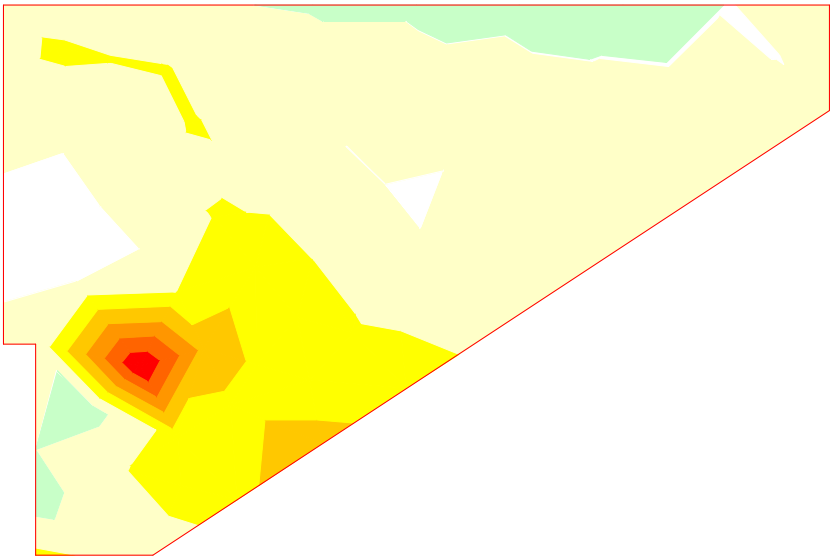
0.00 a 0.09
-0.00 a 0.00
-0.19 a -0.00
-0.39 a -0.19
-0.58 a -0.39
-0.77 a -0.58
-0.97 a -0.77
-1.16 a -0.97

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Cortante eje vertical



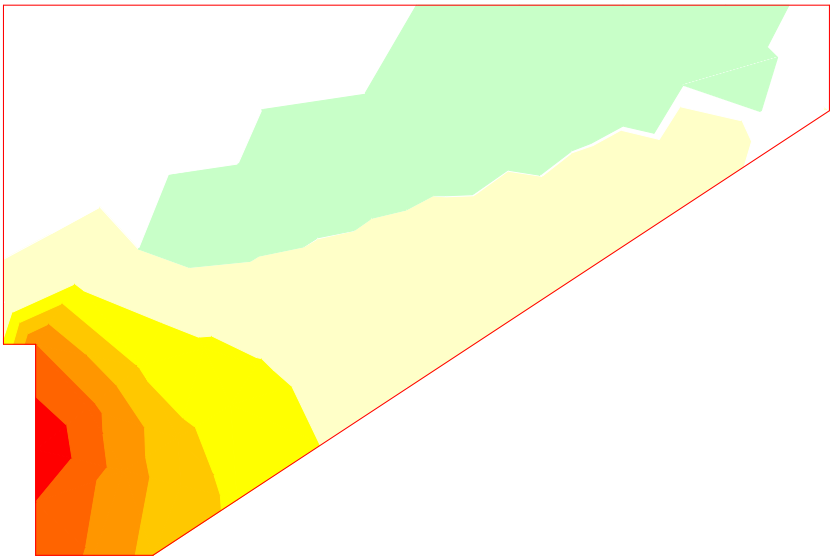
0.00 a 0.08
-0.00 a 0.00
-0.18 a -0.00
-0.36 a -0.18
-0.54 a -0.36
-0.73 a -0.54
-0.91 a -0.73
-1.09 a -0.91

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Momento de eje vertical (armado horizontal)



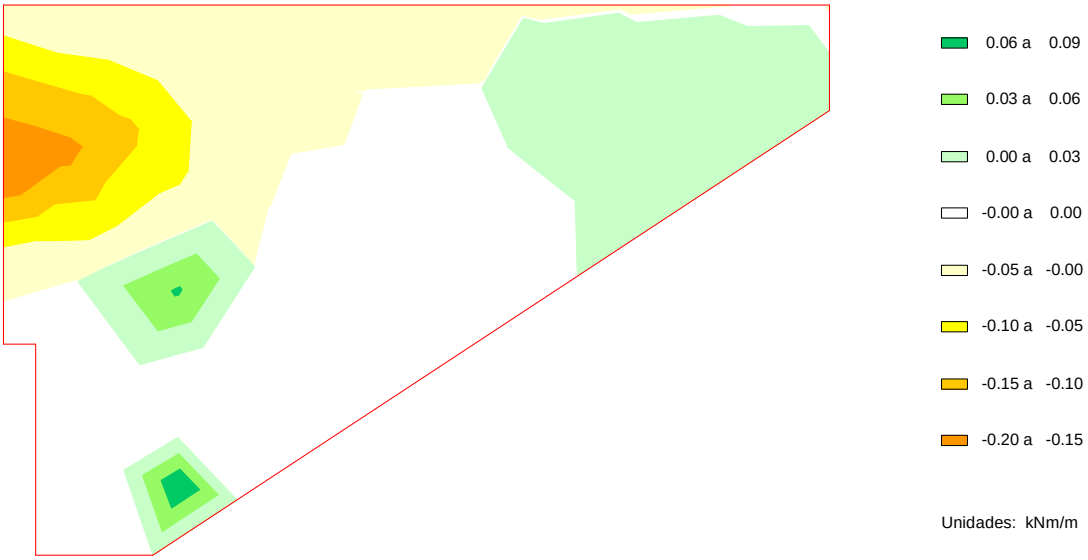
0.00 a 0.10
-0.00 a 0.00
-0.15 a -0.00
-0.30 a -0.15
-0.44 a -0.30
-0.59 a -0.44
-0.74 a -0.59
-0.89 a -0.74

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Momento de eje horizontal (armado vertical)



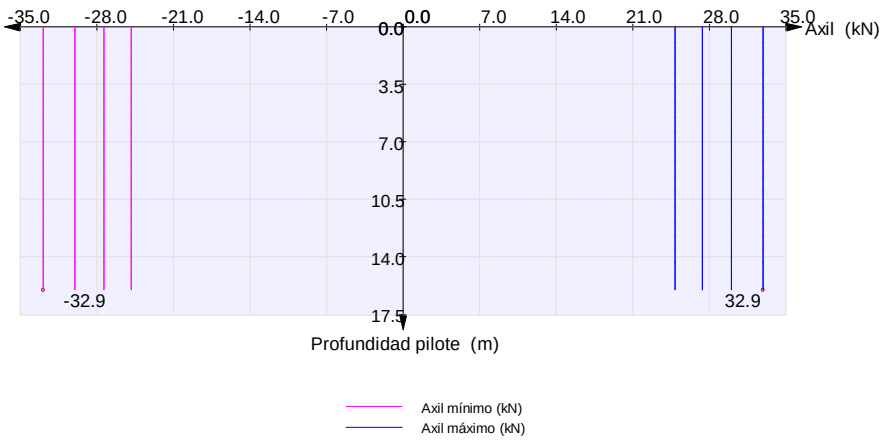
4.10 Viento. Con sobrecarga de uso

4.10.1 Pilotes

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

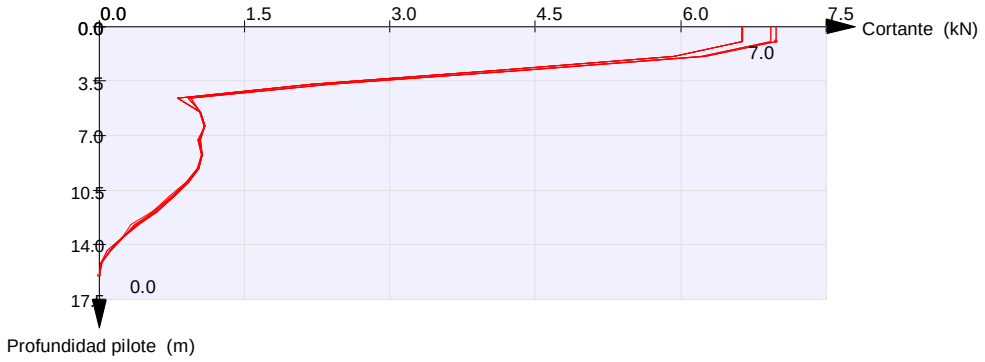
Pilotes 1 a 8



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Pilotes 1 a 8

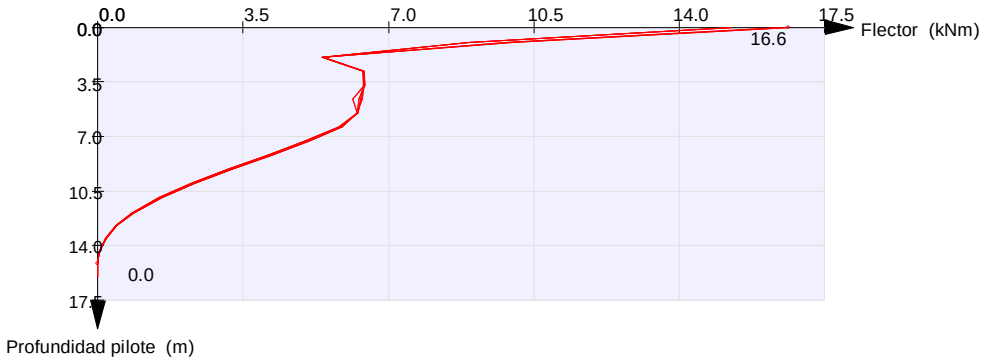


Cortante máximo (kN)

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Pilotes 1 a 8

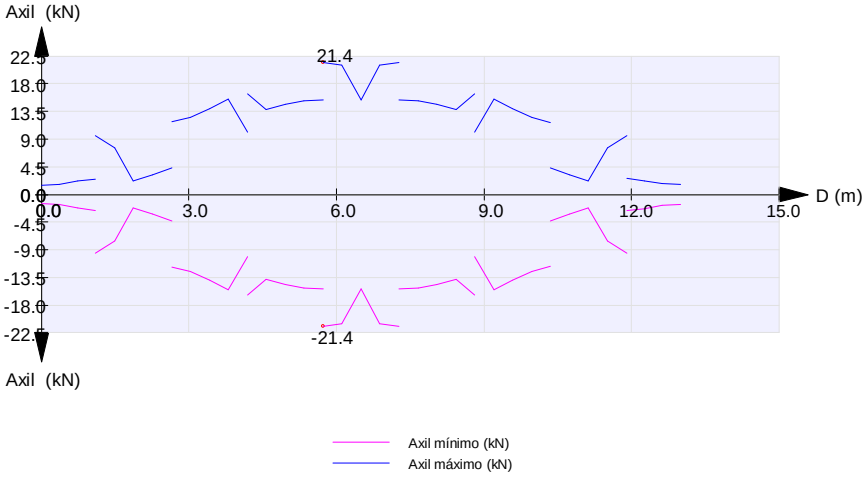


Flector máximo (kNm)

4.10.2 Cargadero

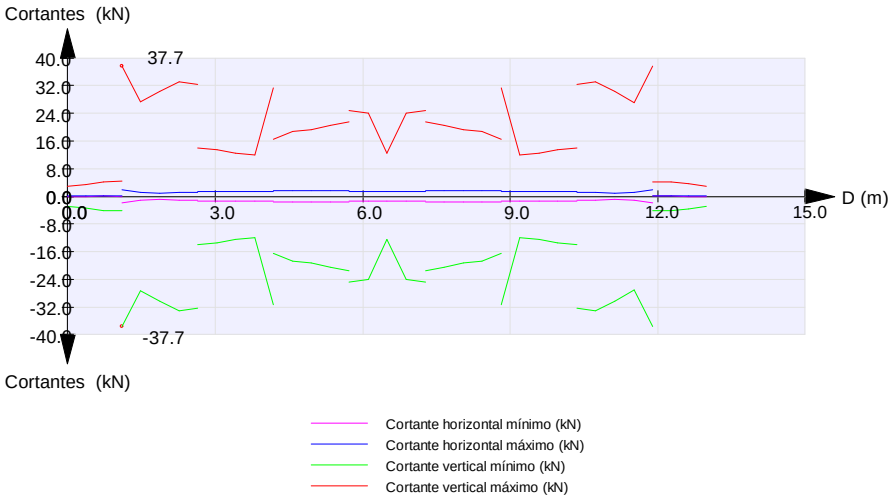
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

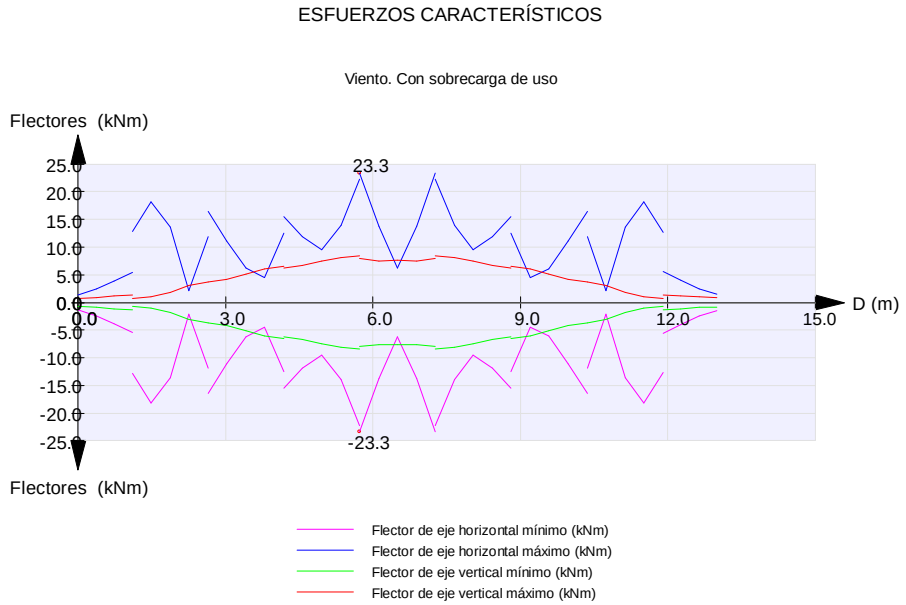
Viento. Con sobrecarga de uso



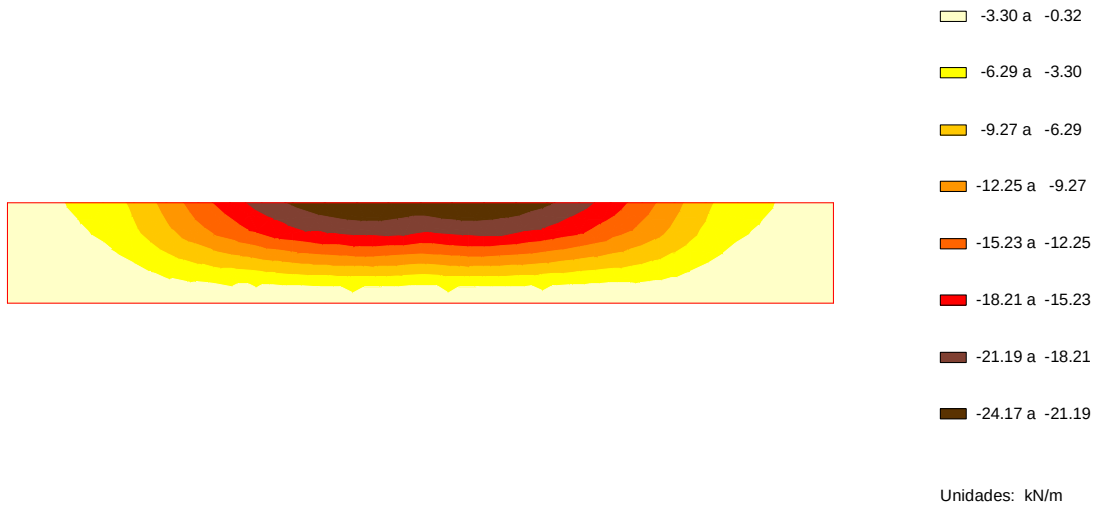
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso





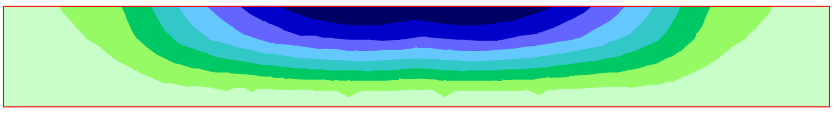
4.10.3 Espaldón



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Axil eje horizontal. Valor máximo



21.19 a 24.17

18.21 a 21.19

15.23 a 18.21

12.25 a 15.23

9.27 a 12.25

6.29 a 9.27

3.30 a 6.29

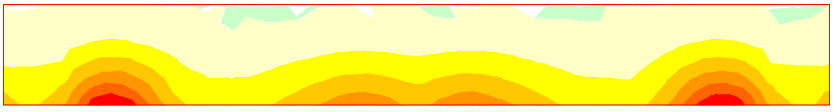
0.32 a 3.30

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Axil eje vertical. Valor mínimo



0.00 a 0.00

-0.00 a 0.00

-0.99 a -0.00

-1.99 a -0.99

-2.98 a -1.99

-3.98 a -2.98

-4.97 a -3.98

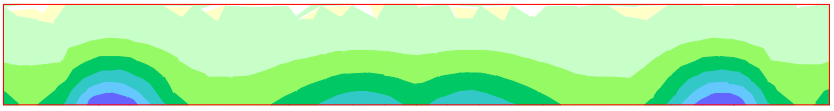
-5.96 a -4.97

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Axil eje vertical. Valor máximo



4.97 a 5.96

3.98 a 4.97

2.98 a 3.98

1.99 a 2.98

0.99 a 1.99

0.00 a 0.99

-0.00 a 0.00

-0.00 a -0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Cortante eje horizontal. Valor mínimo

0.04 a 0.07

0.00 a 0.04

-0.00 a 0.00

-0.06 a -0.00

-0.11 a -0.06

-0.17 a -0.11

-0.22 a -0.17

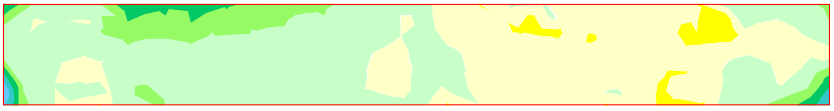
-0.28 a -0.22

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Cortante eje horizontal. Valor máximo



0.22 a 0.28

0.17 a 0.22

0.11 a 0.17

0.06 a 0.11

0.00 a 0.06

-0.00 a 0.00

-0.04 a -0.00

-0.07 a -0.04

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Cortante eje vertical. Valor mínimo

0.02 a 0.04

0.00 a 0.02

-0.00 a 0.00

-0.04 a -0.00

-0.07 a -0.04

-0.11 a -0.07

-0.15 a -0.11

-0.18 a -0.15

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Cortante eje vertical. Valor máximo

0.16 a 0.21

0.12 a 0.16

0.08 a 0.12

0.04 a 0.08

0.00 a 0.04

-0.00 a 0.00

-0.02 a -0.00

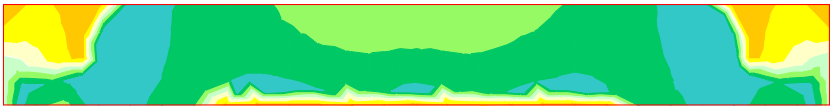
-0.04 a -0.02

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor mínimo



0.03 a 0.05

0.02 a 0.03

0.01 a 0.02

0.00 a 0.01

-0.00 a 0.00

-0.02 a -0.00

-0.03 a -0.02

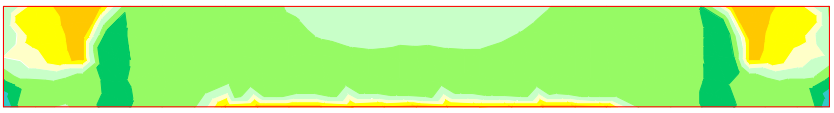
-0.05 a -0.03

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor máximo



0.07 a 0.09

0.04 a 0.07

0.02 a 0.04

0.00 a 0.02

-0.00 a 0.00

-0.02 a -0.00

-0.03 a -0.02

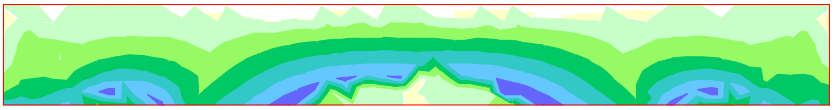
-0.05 a -0.03

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor mínimo



0.05 a 0.06

0.04 a 0.05

0.03 a 0.04

0.02 a 0.03

0.01 a 0.02

0.00 a 0.01

-0.00 a 0.00

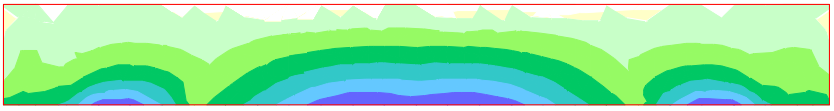
-0.00 a -0.00

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor máximo



0.06 a 0.08
0.05 a 0.06
0.04 a 0.05
0.03 a 0.04
0.01 a 0.03
0.00 a 0.01
-0.00 a 0.00
-0.00 a -0.00

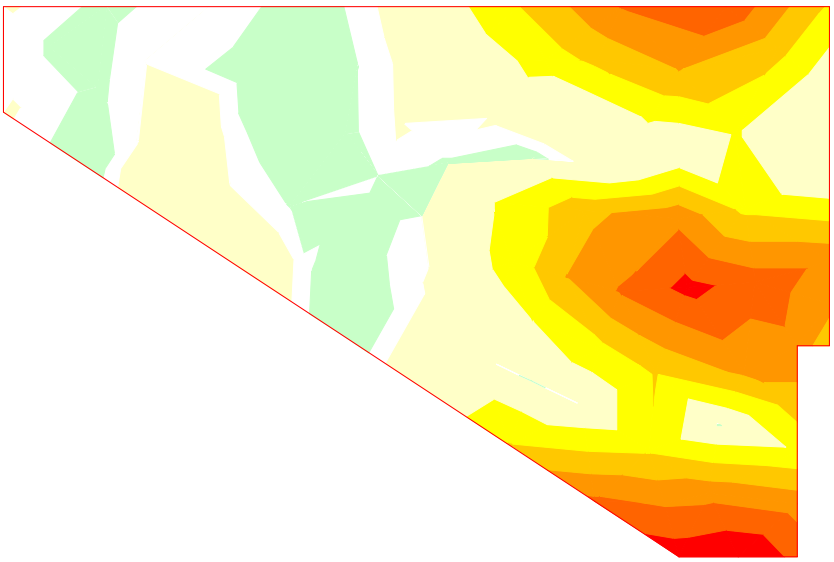
Unidades: kNm/m

4.10.4 Aleta 1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Axil eje horizontal. Valor mínimo



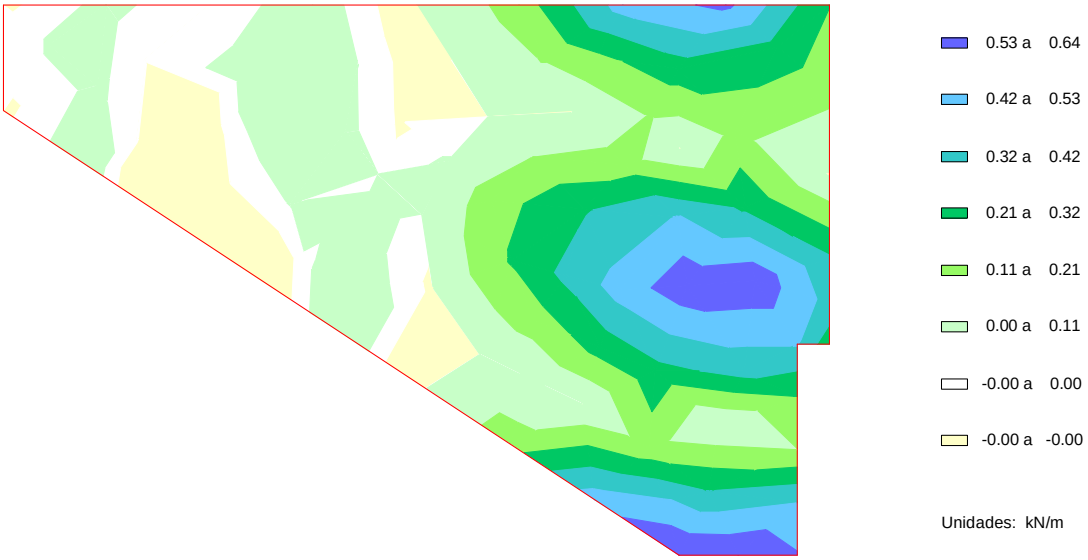
0.00 a 0.00
-0.00 a 0.00
-0.11 a -0.00
-0.23 a -0.11
-0.34 a -0.23
-0.46 a -0.34
-0.57 a -0.46
-0.69 a -0.57

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

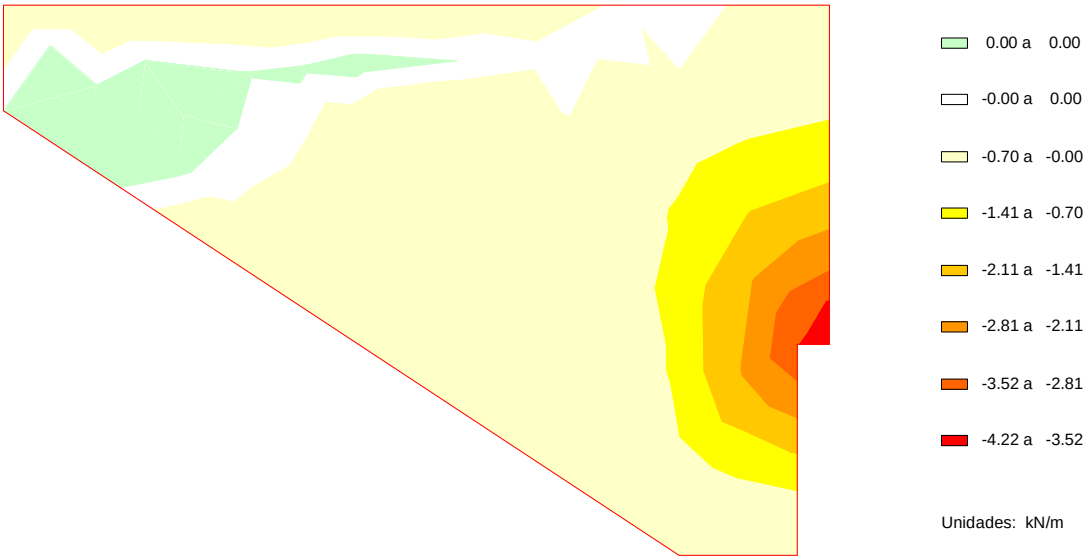
Axil eje horizontal. Valor máximo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

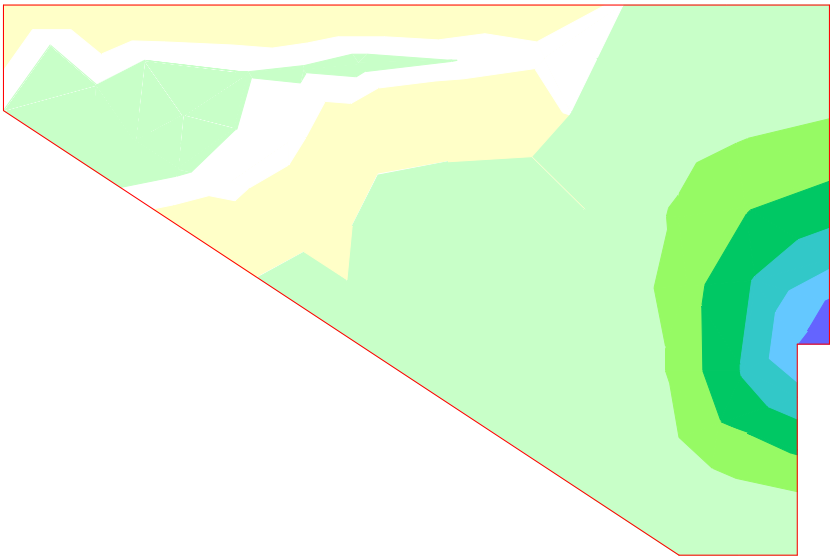
Axil eje vertical. Valor mínimo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

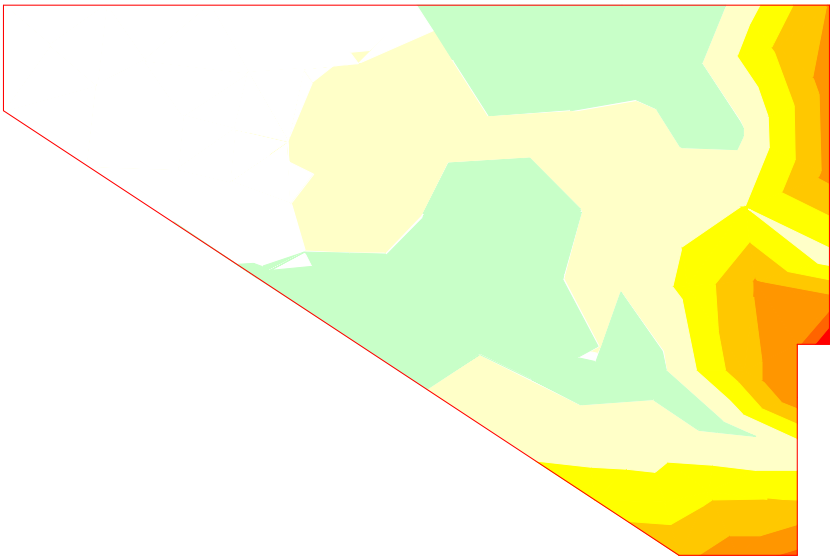
Axil eje vertical. Valor máximo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

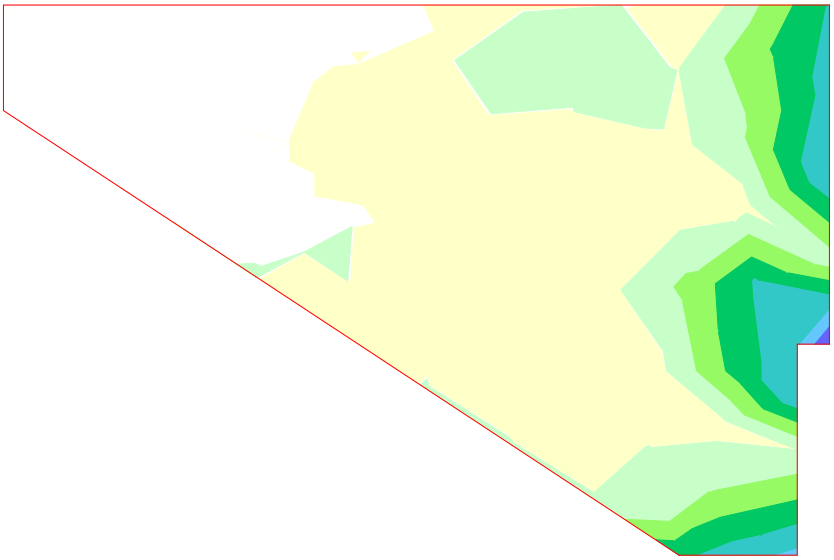
Cortante eje horizontal. Valor mínimo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Cortante eje horizontal. Valor máximo



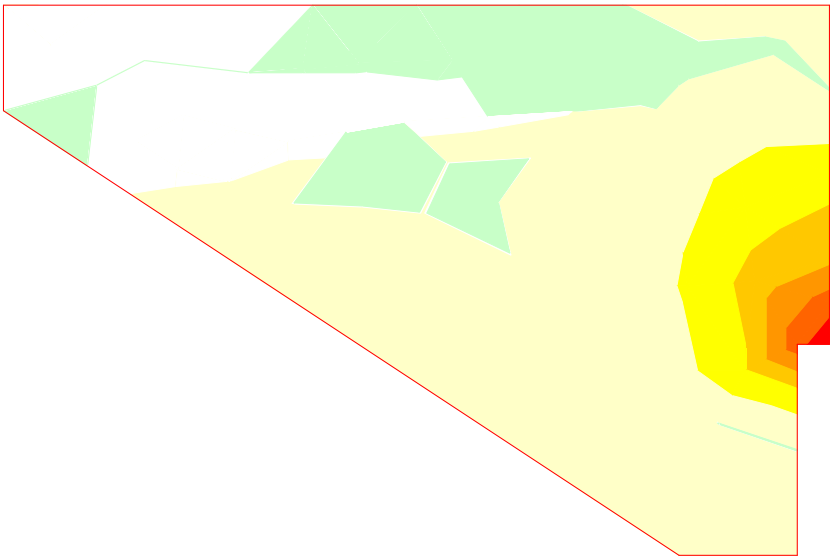
0.59 a 0.71
0.47 a 0.59
0.35 a 0.47
0.24 a 0.35
0.12 a 0.24
0.00 a 0.12
-0.00 a 0.00
-0.06 a -0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Cortante eje vertical. Valor mínimo



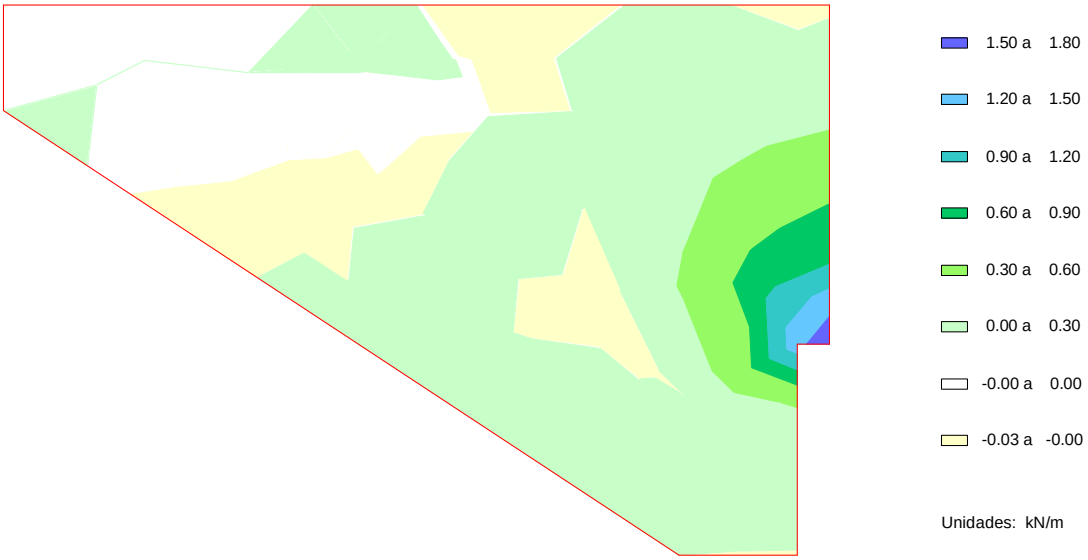
0.00 a 0.04
-0.00 a 0.00
-0.30 a -0.00
-0.60 a -0.30
-0.90 a -0.60
-1.20 a -0.90
-1.50 a -1.20
-1.80 a -1.50

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

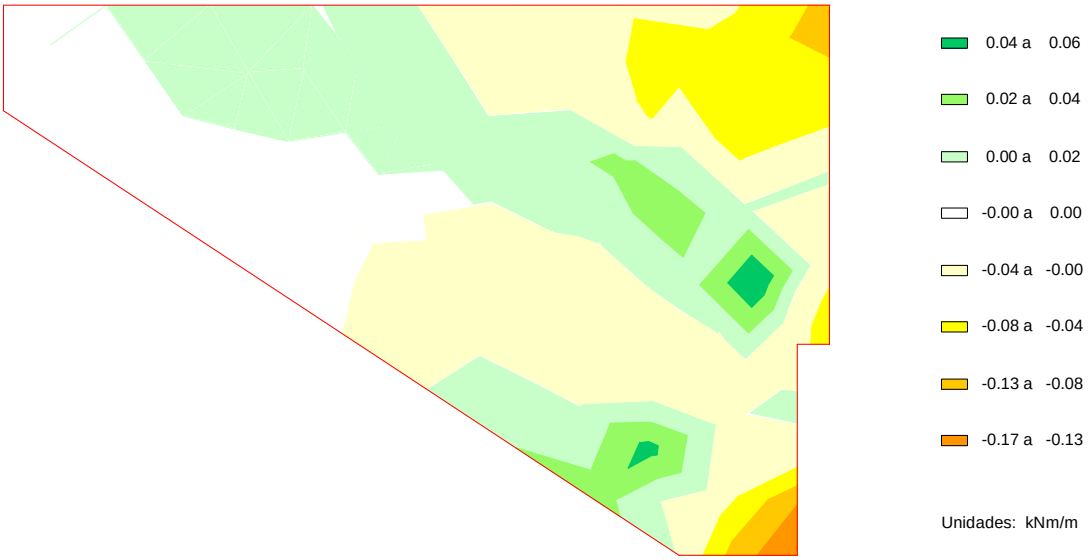
Cortante eje vertical. Valor máximo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

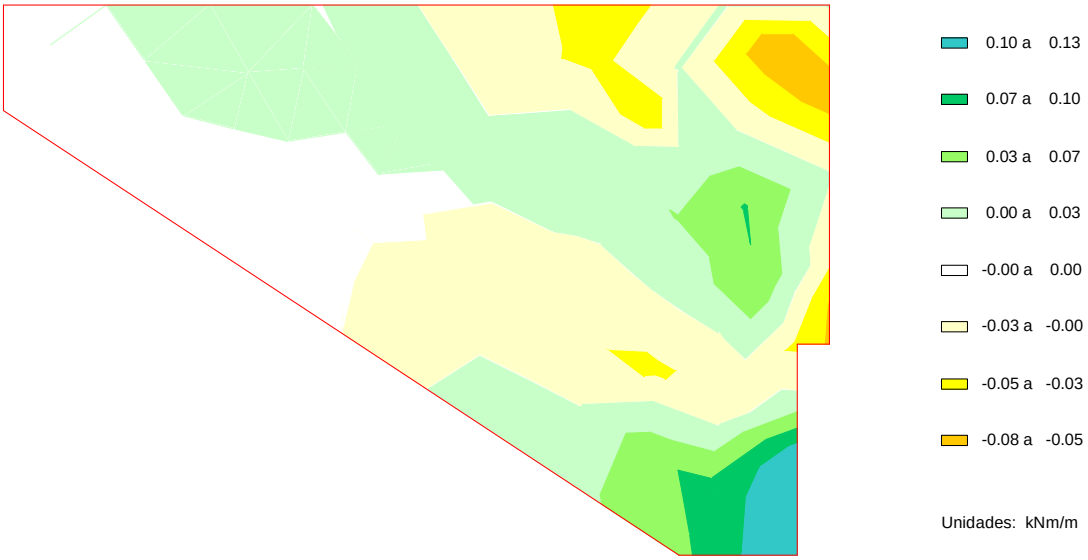
Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor mínimo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

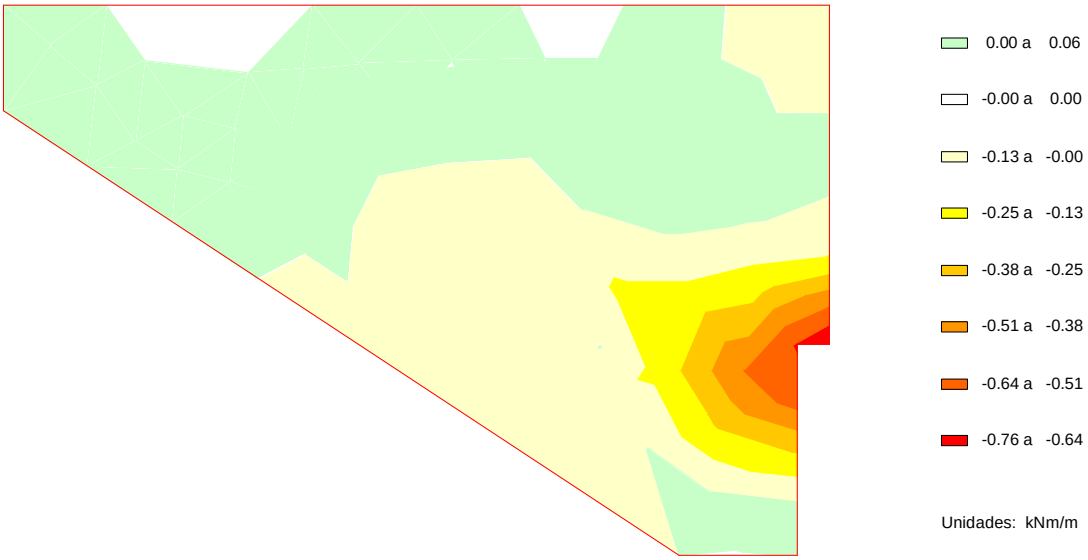
Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor máximo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

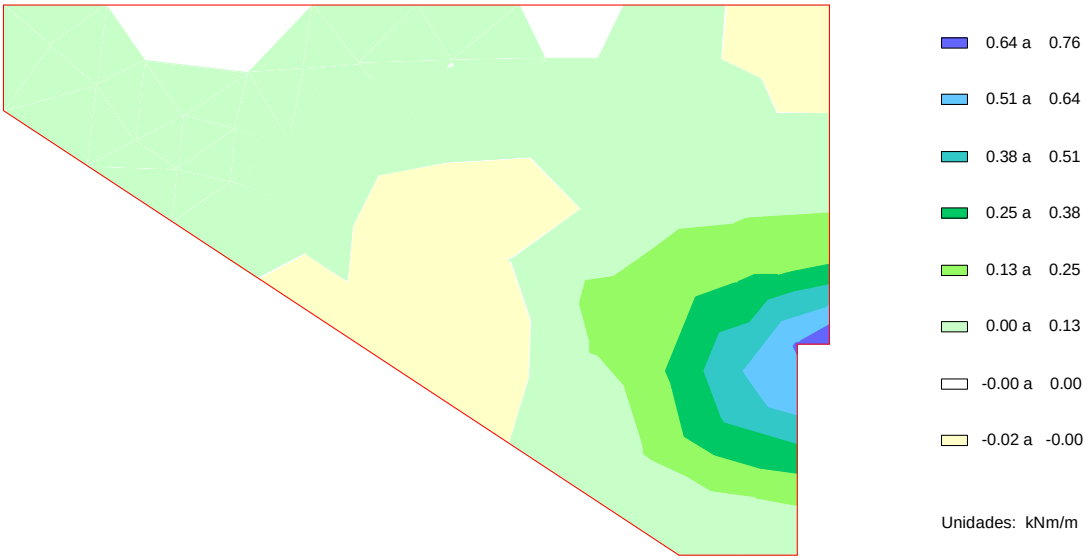
Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor mínimo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor máximo

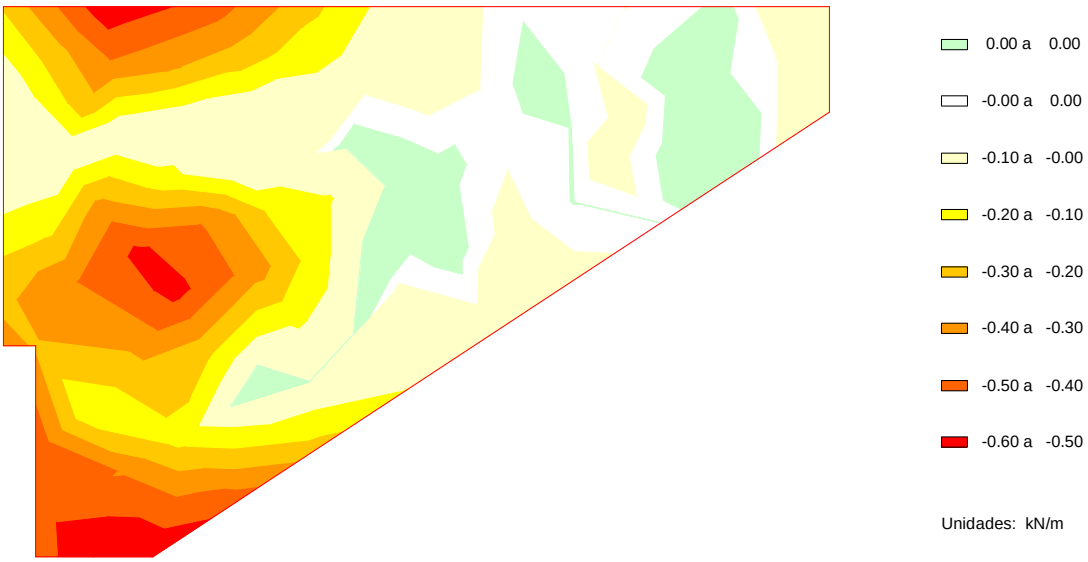


4.10.5 Aleta 2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

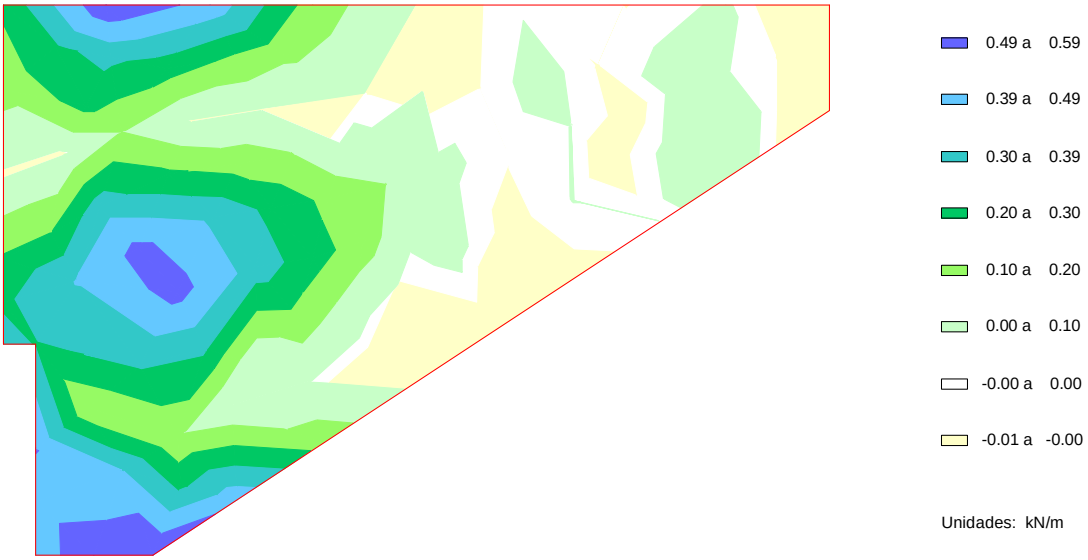
Axil eje horizontal. Valor mínimo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

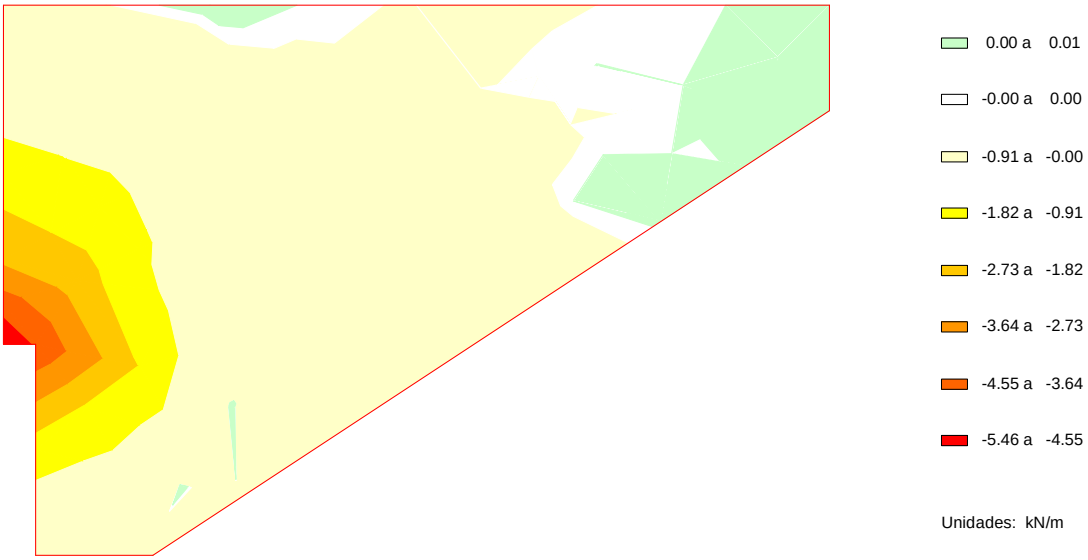
Axil eje horizontal. Valor máximo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

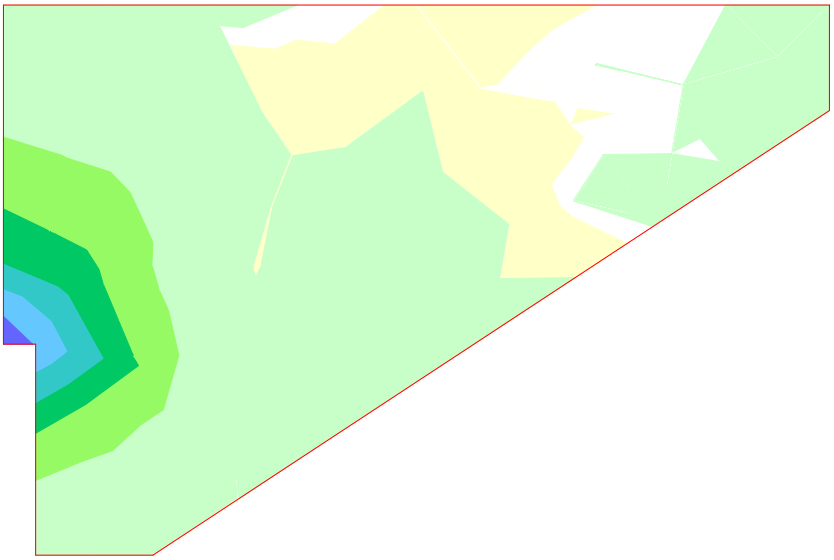
Axil eje vertical. Valor mínimo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Axil eje vertical. Valor máximo



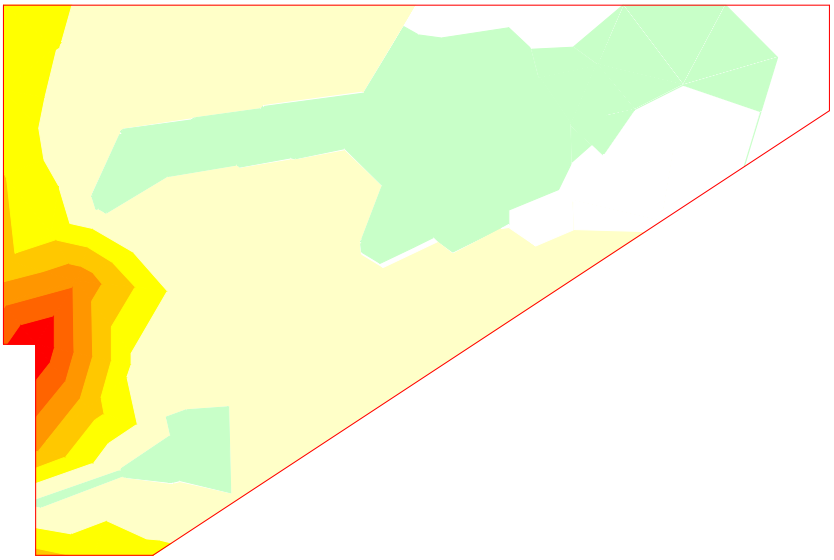
4.55 a 5.46
3.64 a 4.55
2.73 a 3.64
1.82 a 2.73
0.91 a 1.82
0.00 a 0.91
-0.00 a 0.00
-0.01 a -0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Cortante eje horizontal. Valor mínimo



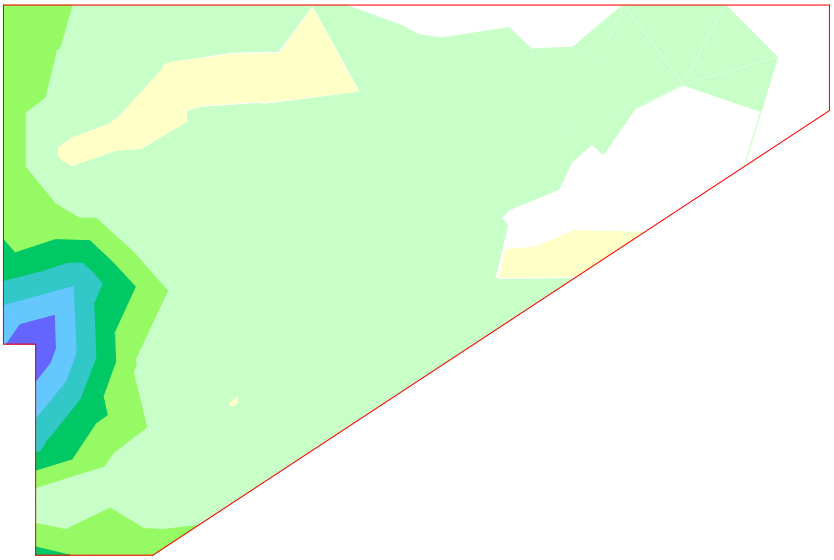
0.00 a 0.05
-0.00 a 0.00
-0.24 a -0.00
-0.48 a -0.24
-0.72 a -0.48
-0.96 a -0.72
-1.20 a -0.96
-1.44 a -1.20

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Cortante eje horizontal. Valor máximo



1.20 a 1.44

0.96 a 1.20

0.72 a 0.96

0.48 a 0.72

0.24 a 0.48

0.00 a 0.24

-0.00 a 0.00

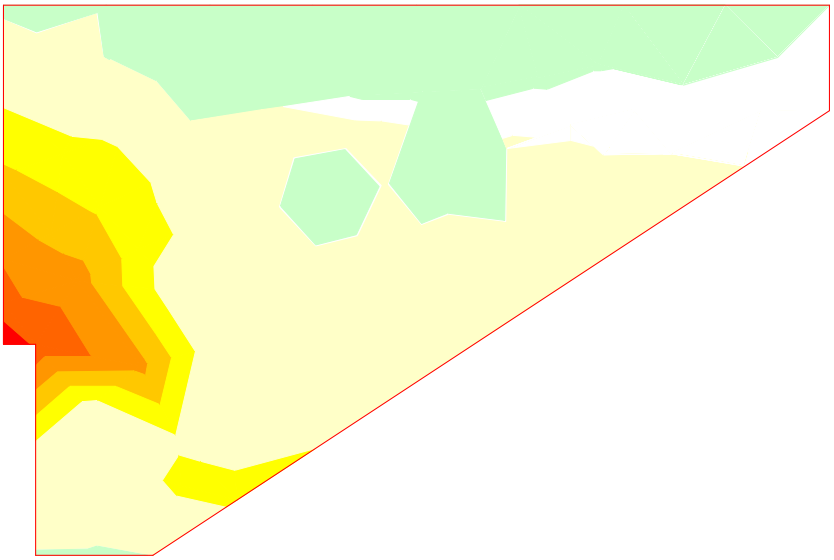
-0.04 a -0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Cortante eje vertical. Valor mínimo



0.00 a 0.04

-0.00 a 0.00

-0.22 a -0.00

-0.44 a -0.22

-0.66 a -0.44

-0.89 a -0.66

-1.11 a -0.89

-1.33 a -1.11

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Cortante eje vertical. Valor máximo

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

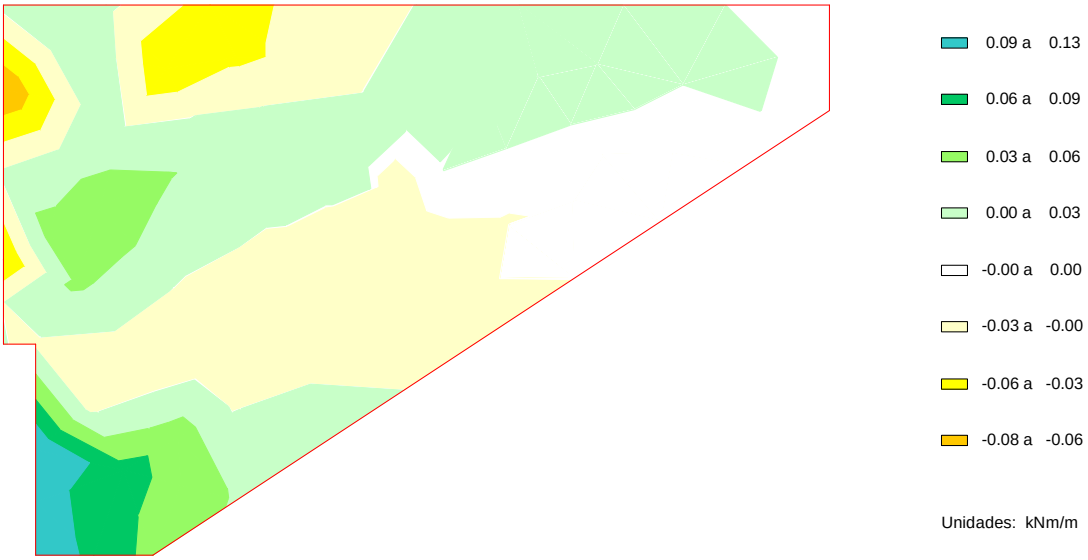
Viento. Con sobrecarga de uso

Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor mínimo

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

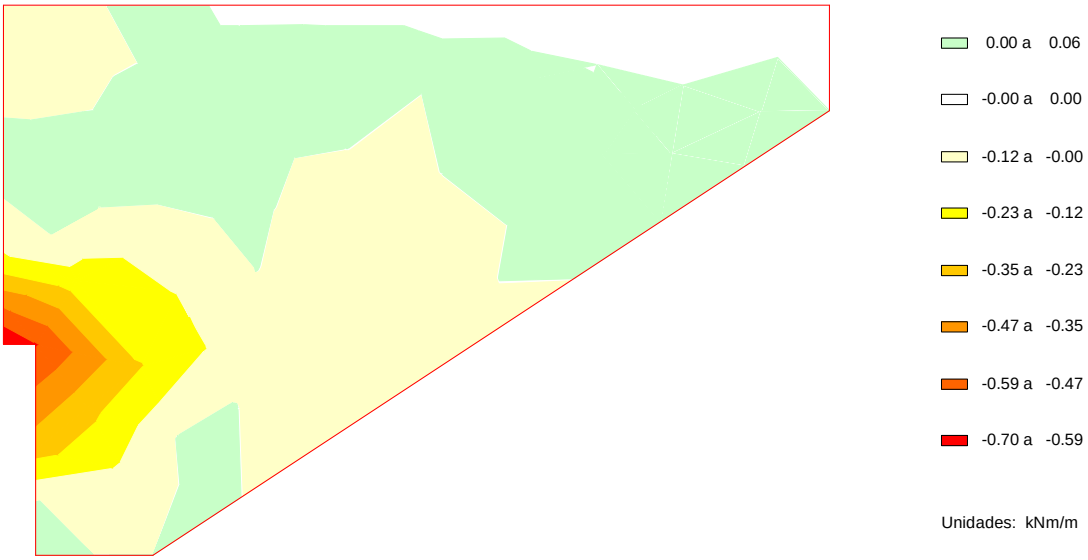
Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor máximo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

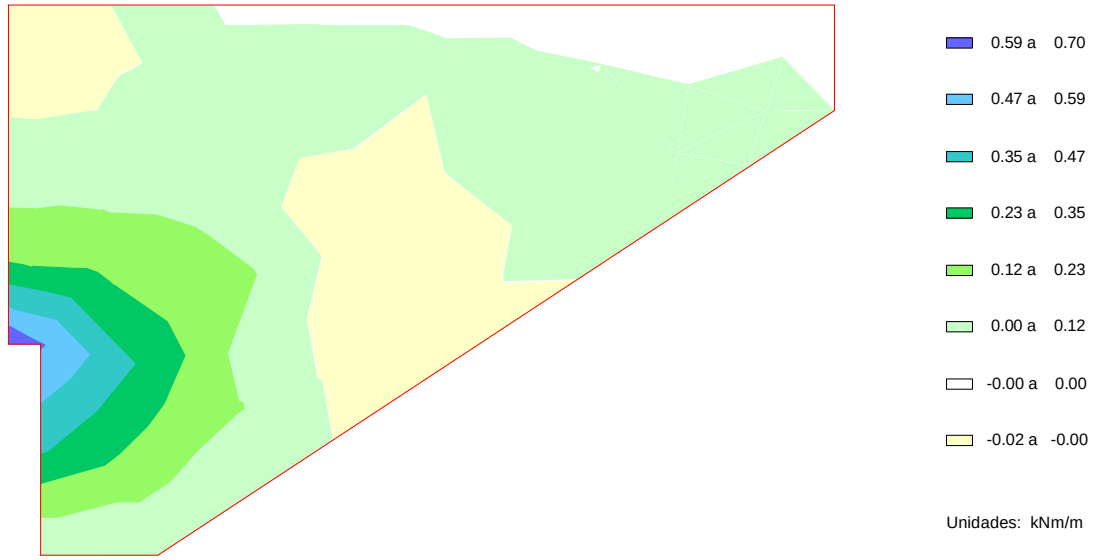
Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor mínimo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor máximo



5 ESTADO LíMITE DE HUNDIMIENTO

5.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Pilote más cargado : 1.

Coordenadas pilote más cargado :
X : 1.100 m
Y : -0.600 m

Carga máxima	:	574.46	kN
Carga de hundimiento por fuste	:	1220.35	kN
Carga de hundimiento por punta	:	1038.43	kN
Carga de hundimiento	:	2258.79	kN
Factor de seguridad admisible	:	3.000	
Carga admisible, Q_{adm}	:	752.93	kN
Factor de seguridad , FS	:	3.932	

FS = 3.932 >= FS_{adm} = 3.000 -> Cumple

5.2 Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio

Pilote más cargado : 8.

Coordenadas pilote más cargado :
X : 11.900 m
Y : -0.600 m

Carga máxima	:	847.95	kN
Carga de hundimiento por fuste	:	1220.35	kN

Carga de hundimiento por punta	:	1038.43	kN
Carga de hundimiento	:	2258.79	kN
Factor de seguridad admisible	:	2.600	
Carga admisible, Q_{adm}	:	868.76	kN
Factor de seguridad , FS	:	2.664	

FS = 2.664 >= FS_{adm} = 2.600 -> Cumple

5.3 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Verifica la comprobación.

Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio. Verifica la comprobación.

6 ESTADO LÍMITE DE ASIENTOS

6.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Asiento máximo	:	10.6	mm
Asiento admisible	:	25.0	mm

6.2 Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio

Asiento máximo	:	15.7	mm
Asiento admisible	:	25.0	mm

6.3 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Verifica la comprobación.

Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio. Verifica la comprobación.

7 ESTADO LÍMITE DE ARRANQUE DE LOS PILOTES

7.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Pilote más traccionado : 4.

Coordenadas pilote más traccionado :

X	:	5.729	m
Y	:	-0.600	m

Carga mínima	:	526.23	kN
Carga de arranque	:	-852.64	kN
Factor de seguridad admisible	:	3.000	
Carga admisible, Q_{adm}	:	-284.21	kN
Factor de seguridad , FS	:	100.000	

FS = 100.000 >= FS_{adm} = 3.000 -> Cumple

7.2 Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio

Pilote más traccionado : 4.

Coordenadas pilote más traccionado :
X : 5.729 m
Y : -0.600 m

Carga mínima	:	511.31	kN
Carga de arranque	:	-852.64	kN
Factor de seguridad admisible	:	2.600	
Carga admisible, Q_{adm}	:	-327.94	kN
Factor de seguridad , FS	:	100.000	

FS = 100.000 >= FS_{adm} = 2.600 -> Cumple

7.3 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Verifica la comprobación.

Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio. Verifica la comprobación.

8 ESTADO LíMITE DE FLEXIóN

8.1 Pilotes

8.1.1 Esfuerzos de cálculo

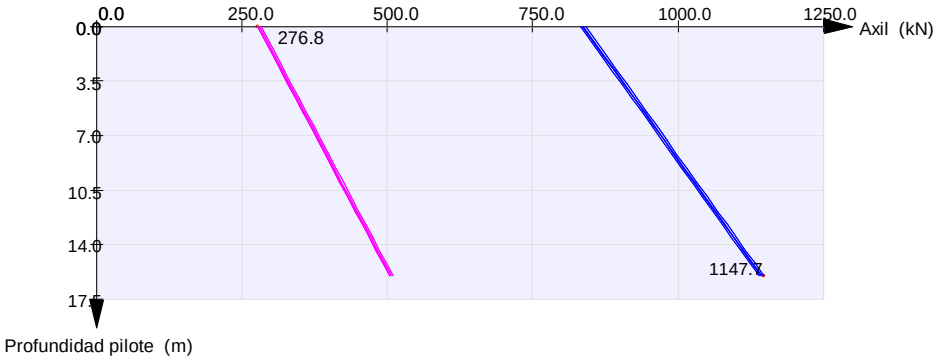
Criterio de signos:

Los axiles positivos comprimen al pilote.

ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Pilotes 1 a 8

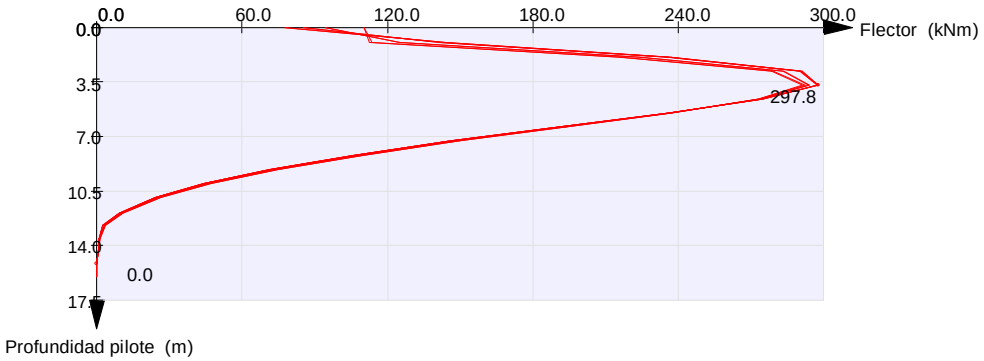


Axil mínimo (kN)
Axil máximo (kN)

ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Pilotes 1 a 8



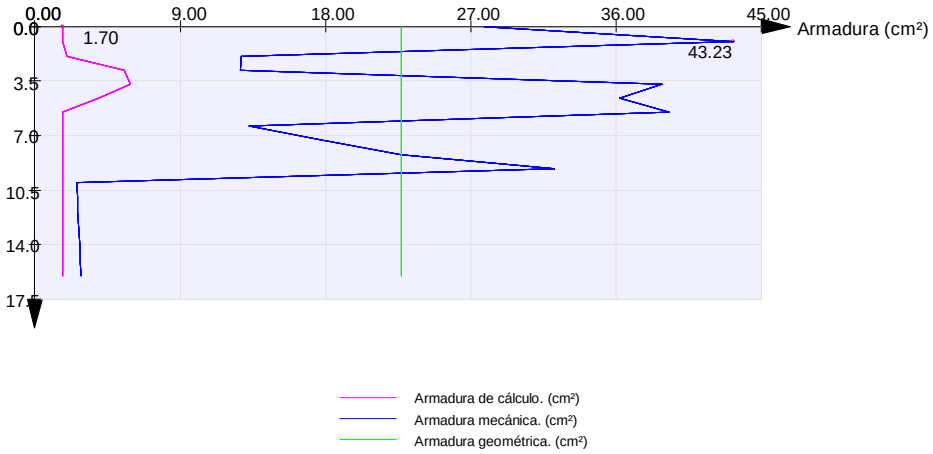
Flector máximo (kNm)

8.1.2 Armaduras

ARMADURA. EL Rotura por flexión

Envolvente global

Pilotes 1 a 8



8.2 Espaldón

8.2.1 Esfuerzos de cálculo

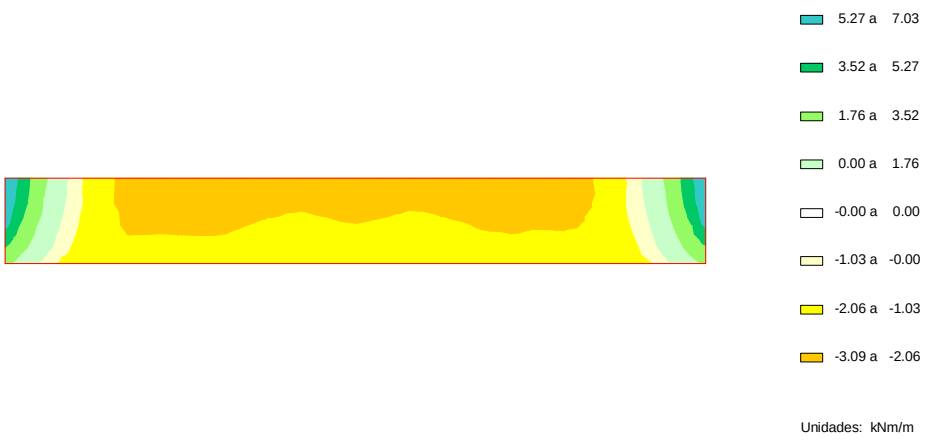
Criterio de signos:

Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores positivos traccionan el trasdós del espaldón.

ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

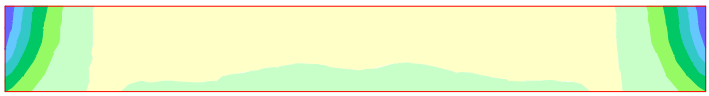
Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor máximo



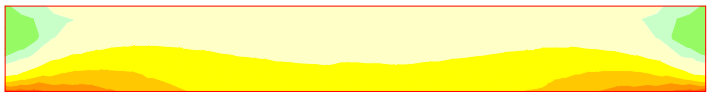
19.05 a 22.87
15.24 a 19.05
11.43 a 15.24
7.62 a 11.43
3.81 a 7.62
0.00 a 3.81
-0.00 a 0.00
-1.52 a -0.00

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor mínimo



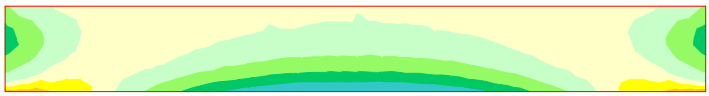
0.50 a 1.01
0.00 a 0.50
-0.00 a 0.00
-1.36 a -0.00
-2.71 a -1.36
-4.07 a -2.71
-5.43 a -4.07
-6.78 a -5.43

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor máximo



4.14 a 5.52
2.76 a 4.14
1.38 a 2.76
0.00 a 1.38
-0.00 a 0.00
-0.92 a -0.00
-1.83 a -0.92
-2.75 a -1.83

Unidades: kNm/m

8.2.2 Armaduras

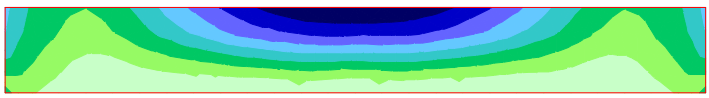
Cuantías de cálculo :

EL Rotura por flexión

Envolvente global

Espaldón. Armadura horizontal interior. cm²/m

Armaduras de cálculo



3.7 a 4.2
3.2 a 3.7
2.7 a 3.2
2.2 a 2.7
1.7 a 2.2
1.3 a 1.7
0.8 a 1.3
0.3 a 0.8

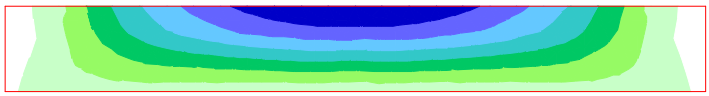
Unidades: cm²/m

EL Rotura por flexión

Envolvente global

Espaldón. Armadura horizontal exterior. cm²/m

Armaduras de cálculo



4.0 a 4.7
3.3 a 4.0
2.7 a 3.3
2.0 a 2.7
1.3 a 2.0
0.7 a 1.3
0.0 a 0.7
-0.0 a 0.0

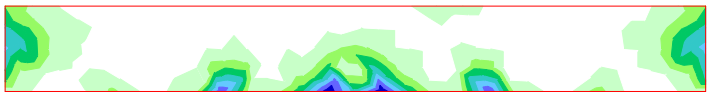
Unidades: cm²/m

EL Rotura por flexión

Envolvente global

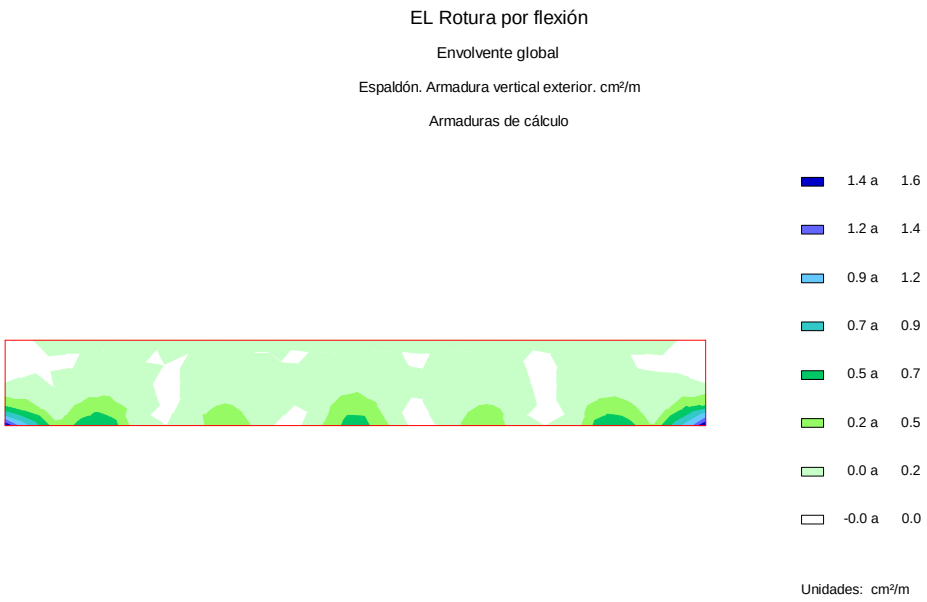
Espaldón. Armadura vertical interior. cm²/m

Armaduras de cálculo



0.5 a 0.6
0.4 a 0.5
0.3 a 0.4
0.3 a 0.3
0.2 a 0.3
0.1 a 0.2
0.0 a 0.1
-0.0 a 0.0

Unidades: cm²/m



Cuantías máximas de cálculo :

Armadura horizontal en cara interior	:	4.2 cm^2/m
Armadura horizontal en cara exterior	:	4.7 cm^2/m
Armadura vertical en cara interior	:	0.6 cm^2/m
Armadura vertical en cara exterior	:	1.6 cm^2/m

Cuantías mecánicas :

Armadura horizontal en cara interior	:	5.4 cm^2/m
Armadura horizontal en cara exterior	:	5.3 cm^2/m
Armadura vertical en cara interior	:	5.8 cm^2/m
Armadura vertical en cara exterior	:	5.8 cm^2/m

Cuantías geométricas :

Armadura horizontal en cara interior	:	1.4 cm^2/m
Armadura horizontal en cara exterior	:	1.4 cm^2/m
Armadura vertical en cara interior	:	2.7 cm^2/m
Armadura vertical en cara exterior	:	2.7 cm^2/m

8.3 Cargadero

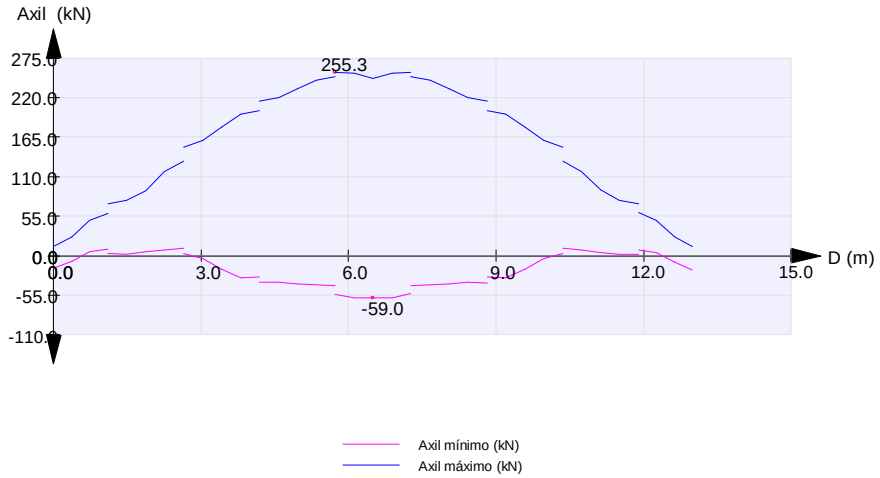
8.3.1 Esfuerzos de cálculo

Criterio de signos:

Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores de eje vertical positivos comprimen la cara posterior del cargadero.
Los flectores de eje horizontal positivos comprimen la cara superior del cargadero.

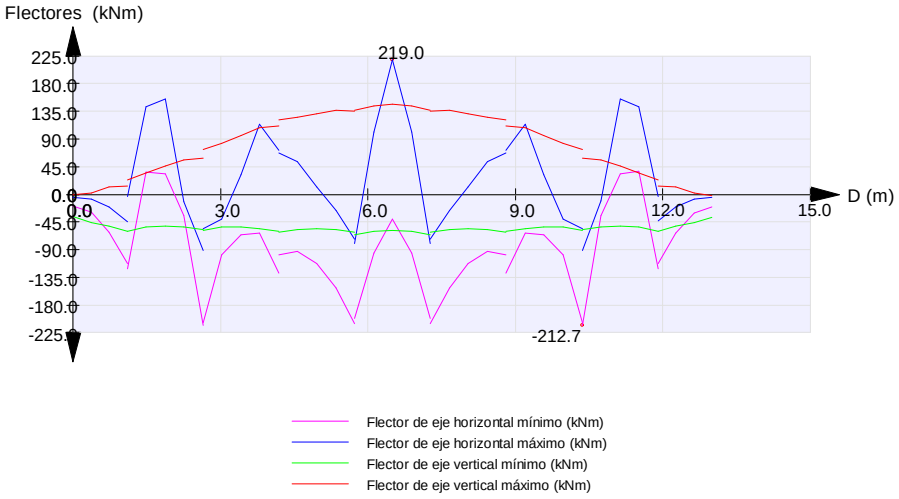
ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global



ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

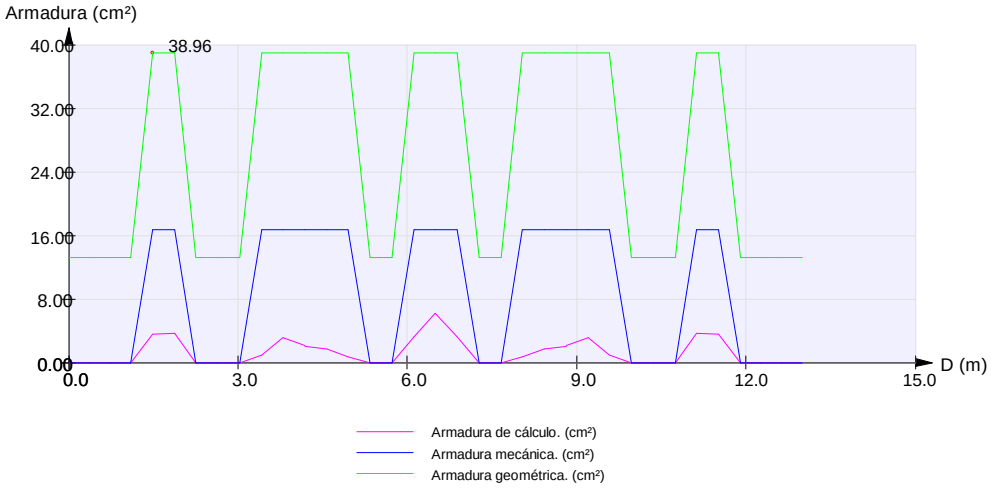


8.3.2 Armaduras

ARMADURA. EL Rotura por flexión

Envolvente global

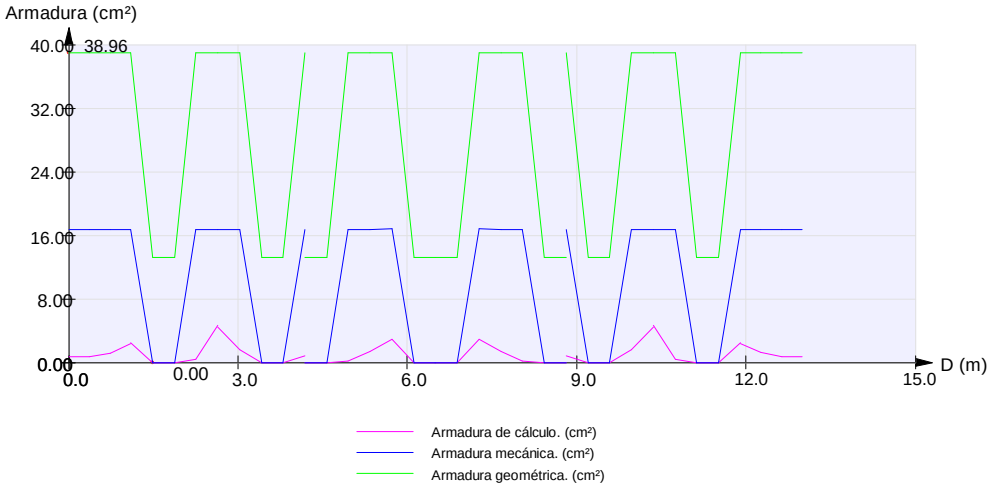
Armadura en la cara inferior

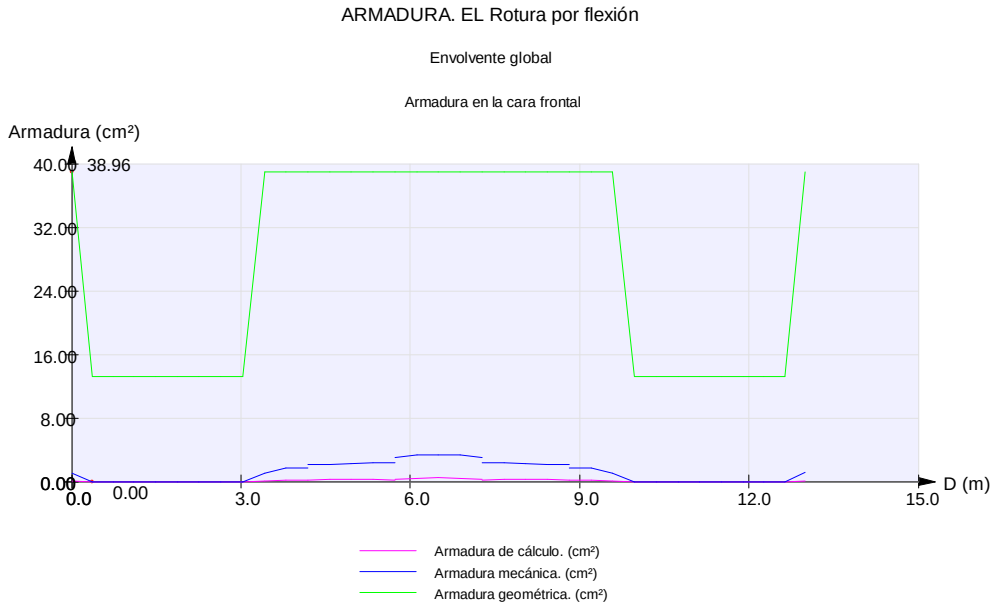


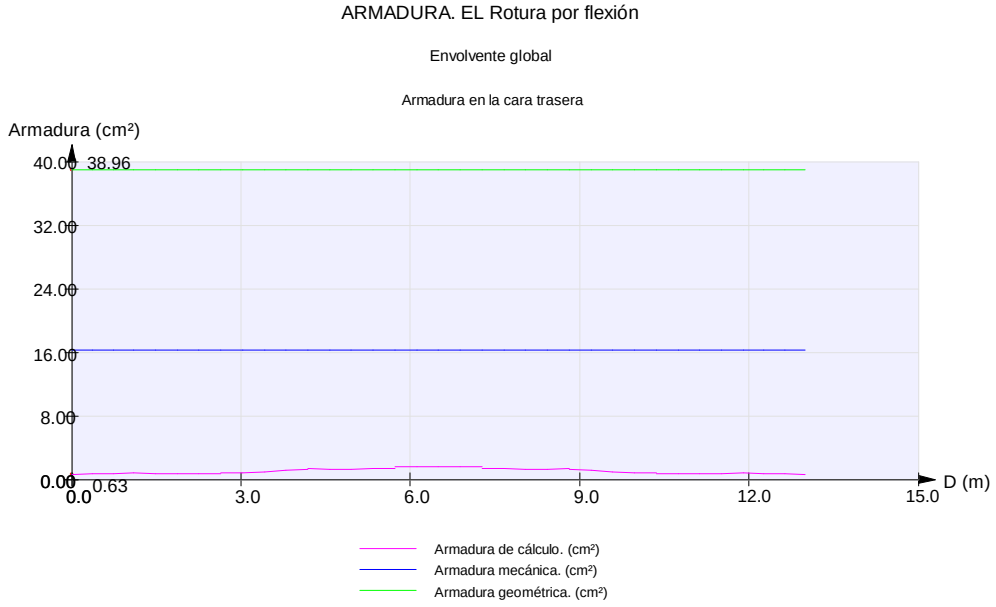
ARMADURA. EL Rotura por flexión

Envolvente global

Armadura en la cara superior







8.4 Aleta 1

8.4.1 Esfuerzos de cálculo

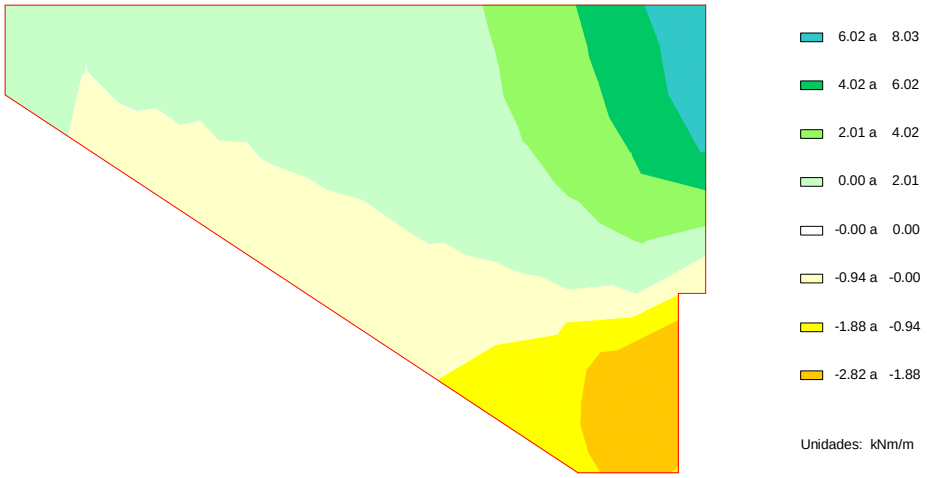
Criterio de signos:

Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores positivos traccionan la cara interior de la aleta.

ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

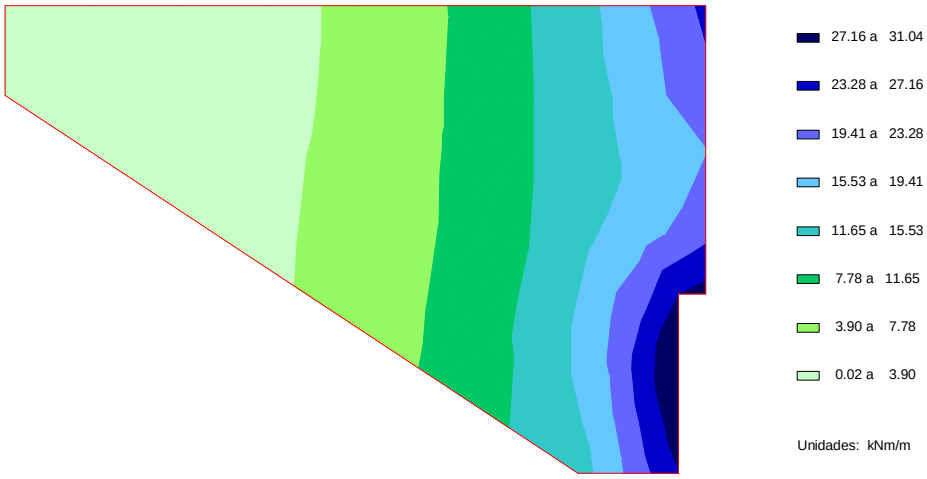
Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

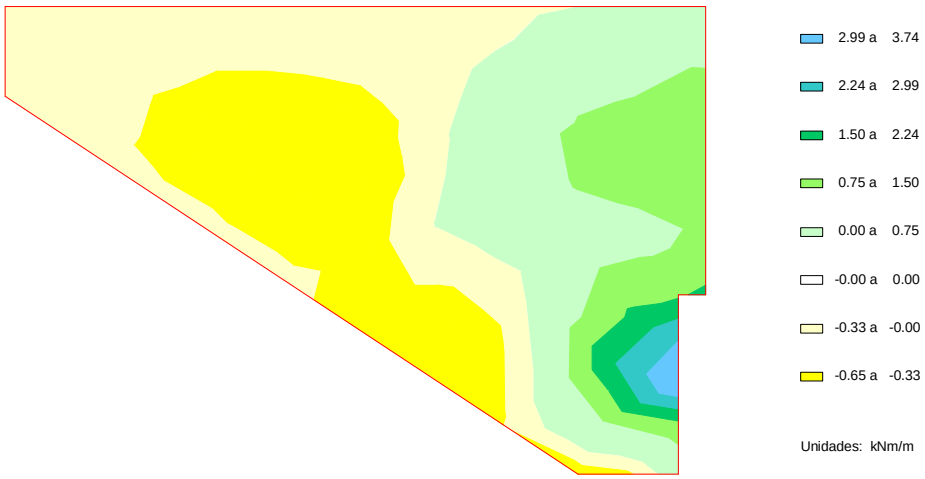
Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor máximo



ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

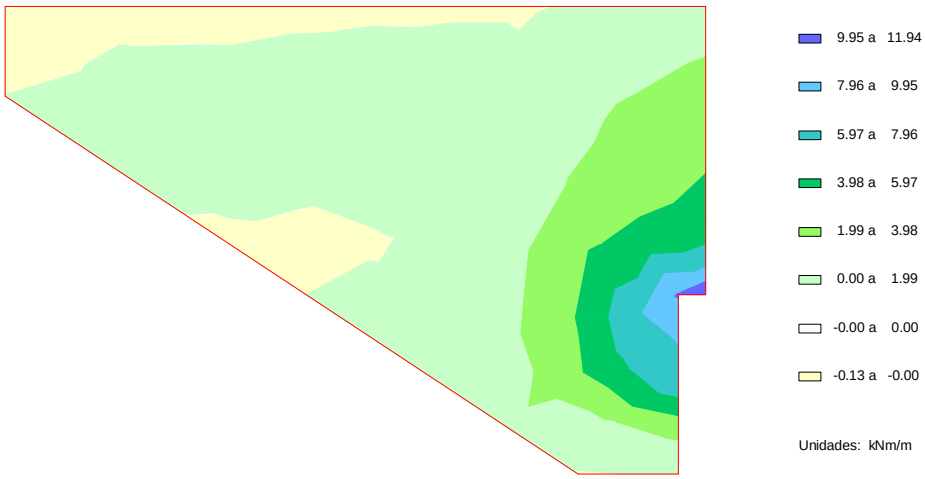
Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor máximo



8.4.2 Armaduras

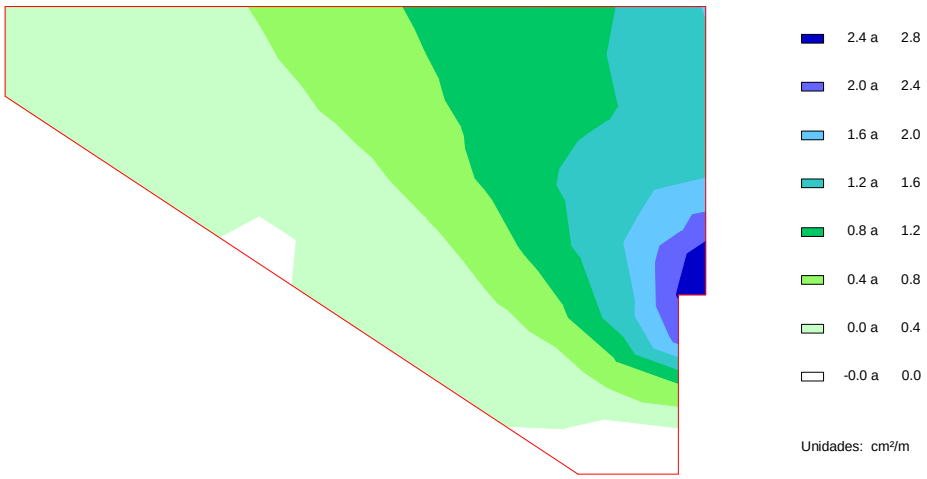
Cuantías de cálculo :

EL Rotura por flexión

Envolvente global

Aletas. Armadura horizontal interior. cm²/m

Armaduras de cálculo

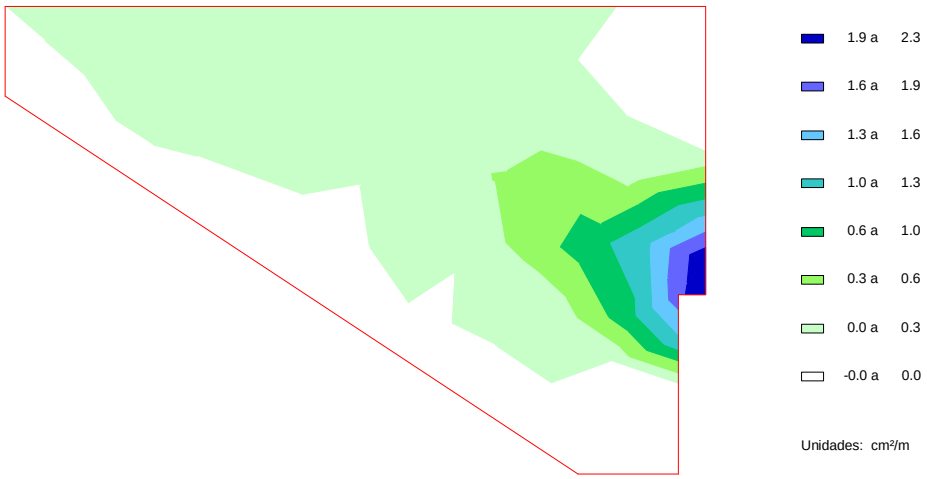


EL Rotura por flexión

Envolvente global

Aletas. Armadura horizontal exterior. cm²/m

Armaduras de cálculo

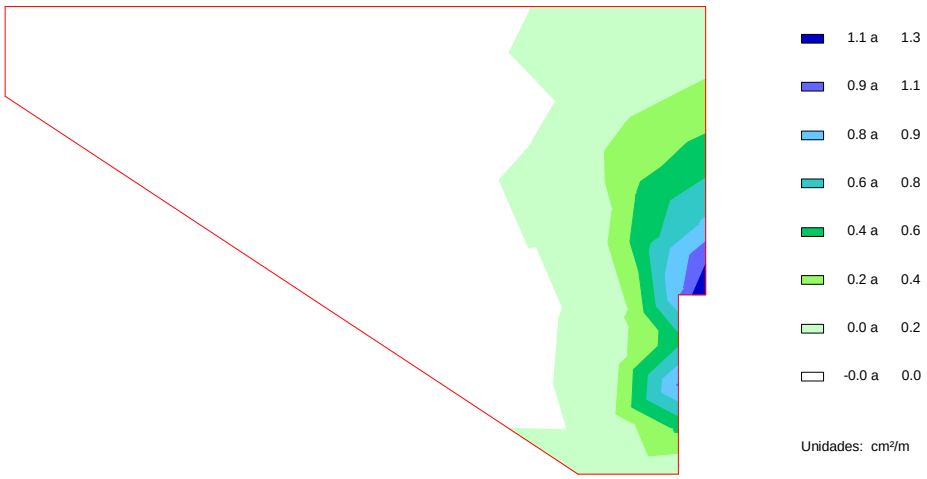


EL Rotura por flexión

Envolvente global

Aletas. Armadura vertical interior. cm²/m

Armaduras de cálculo

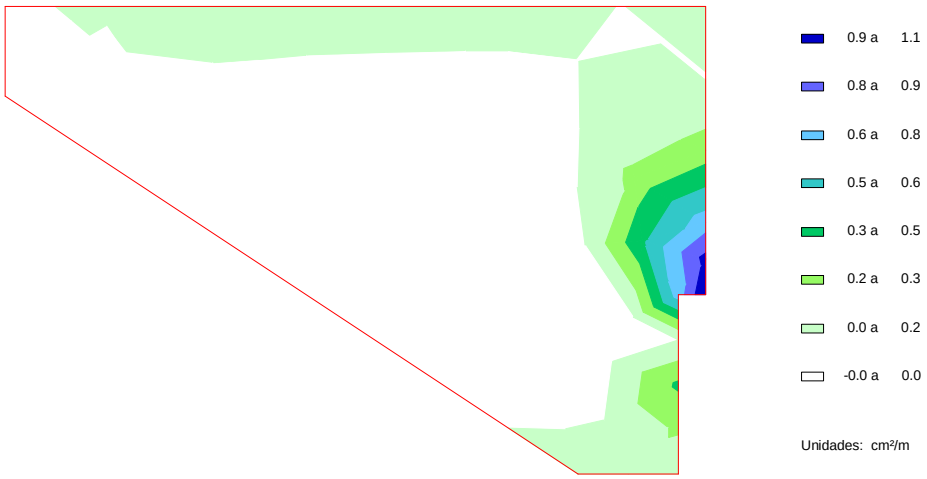


EL Rotura por flexión

Envolvente global

Aletas. Armadura vertical exterior. cm²/m

Armaduras de cálculo



Cuantías máximas de cálculo :

Voladizo aleta 1

Armadura horizontal en cara interior	:	2.8 cm^2/m
Armadura horizontal en cara exterior	:	2.3 cm^2/m
Armadura vertical en cara interior	:	1.3 cm^2/m
Armadura vertical en cara exterior	:	1.1 cm^2/m

Cuantías mecánicas :

Voladizo aleta 1

Armadura horizontal en cara interior	:	6.9 cm^2/m
Armadura horizontal en cara exterior	:	6.9 cm^2/m
Armadura vertical en cara interior	:	7.2 cm^2/m
Armadura vertical en cara exterior	:	7.2 cm^2/m

Cuantías geométricas :

Voladizo aleta 1

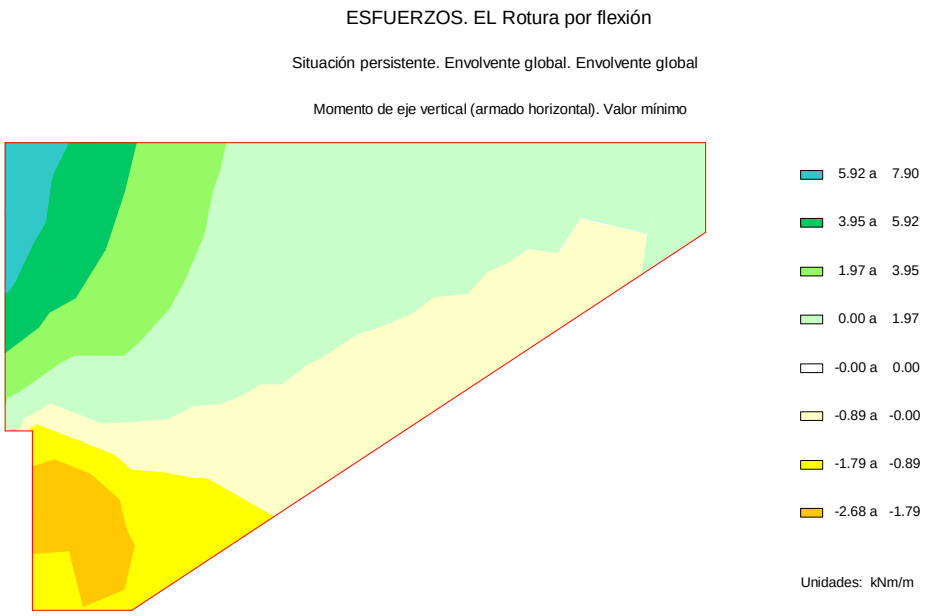
Armadura horizontal en cara interior	:	2.5 cm^2/m
Armadura horizontal en cara exterior	:	2.5 cm^2/m
Armadura vertical en cara interior	:	4.5 cm^2/m
Armadura vertical en cara exterior	:	4.5 cm^2/m

8.5 Aleta2

8.5.1 Esfuerzos de cálculo

Criterio de signos:

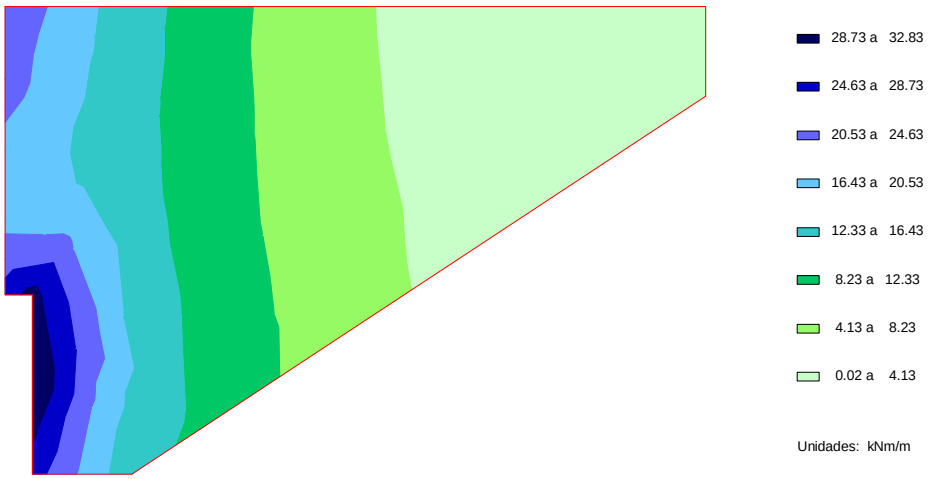
Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores positivos traccionan la cara interior de la aleta.



ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

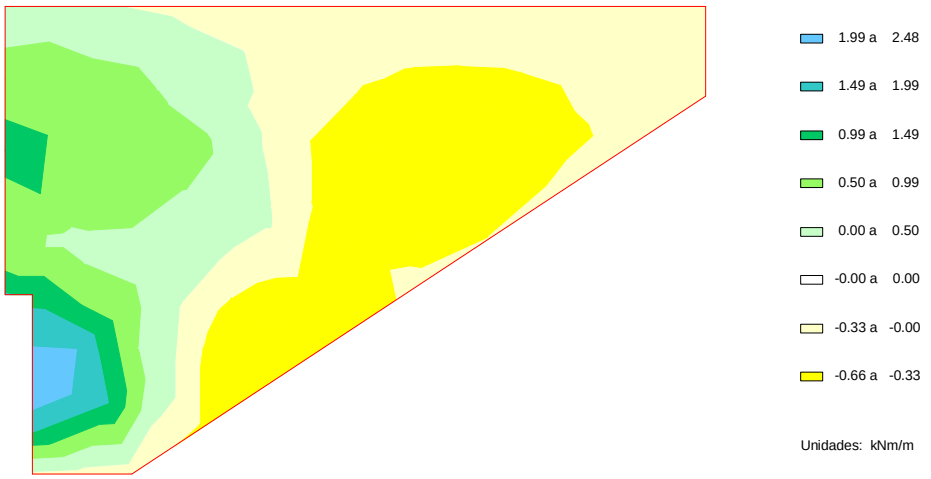
Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor máximo



ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

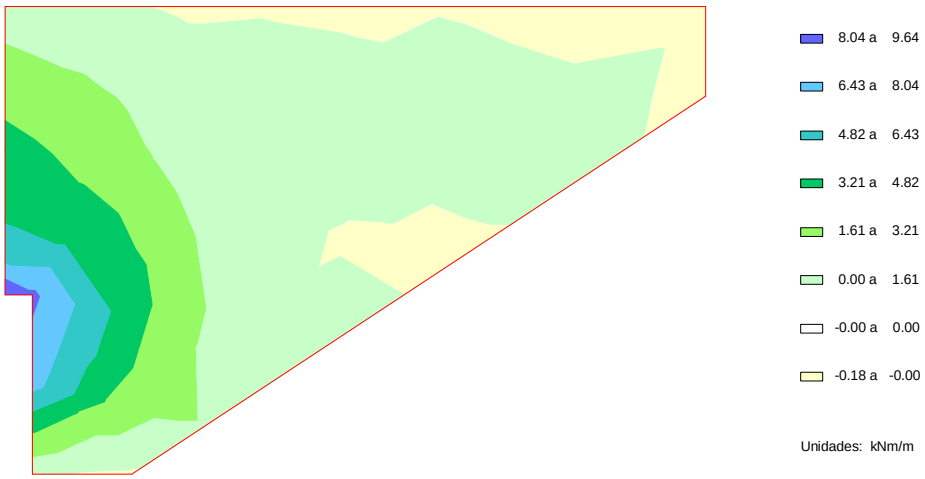
Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor máximo



8.5.2 Armaduras

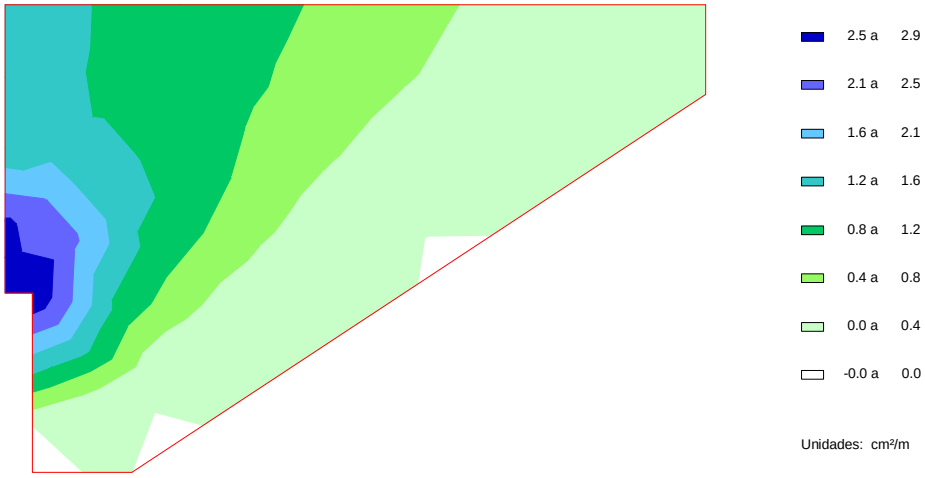
Cuantías de cálculo :

EL Rotura por flexión

Envolvente global

Aletas. Armadura horizontal interior. cm²/m

Armaduras de cálculo

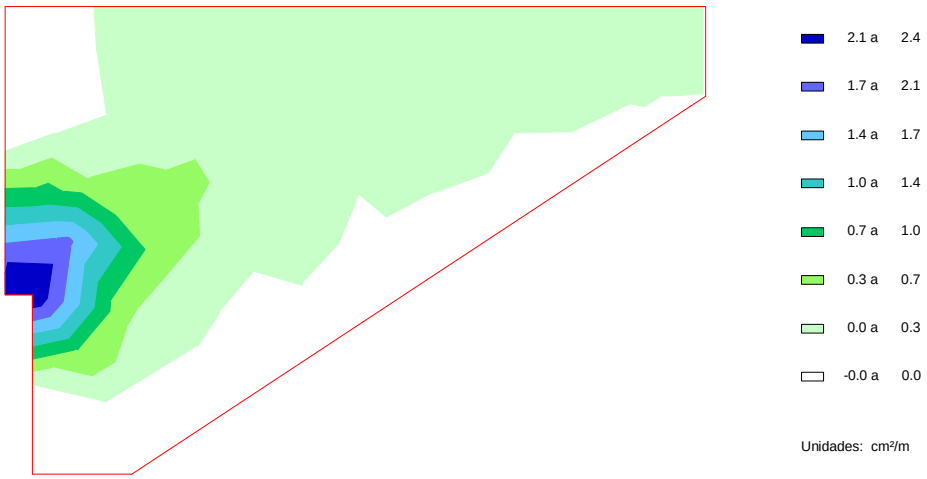


EL Rotura por flexión

Envolvente global

Aletas. Armadura horizontal exterior. cm²/m

Armaduras de cálculo

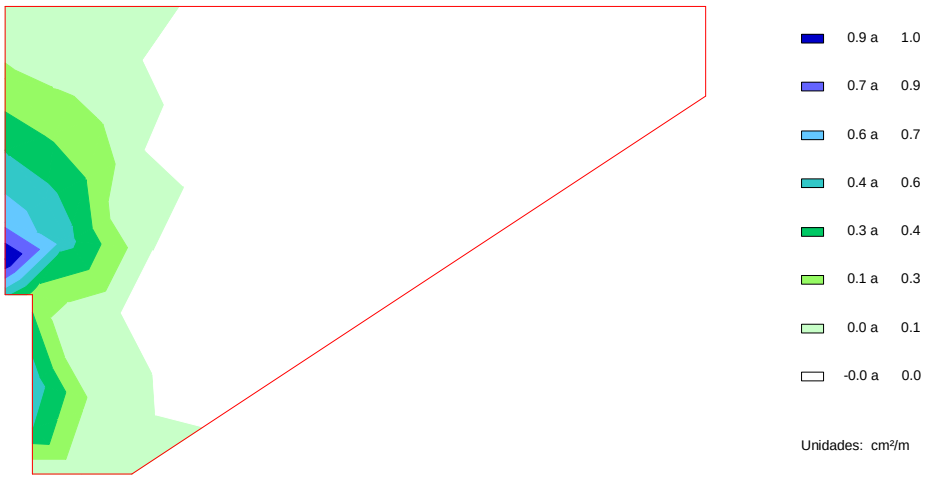


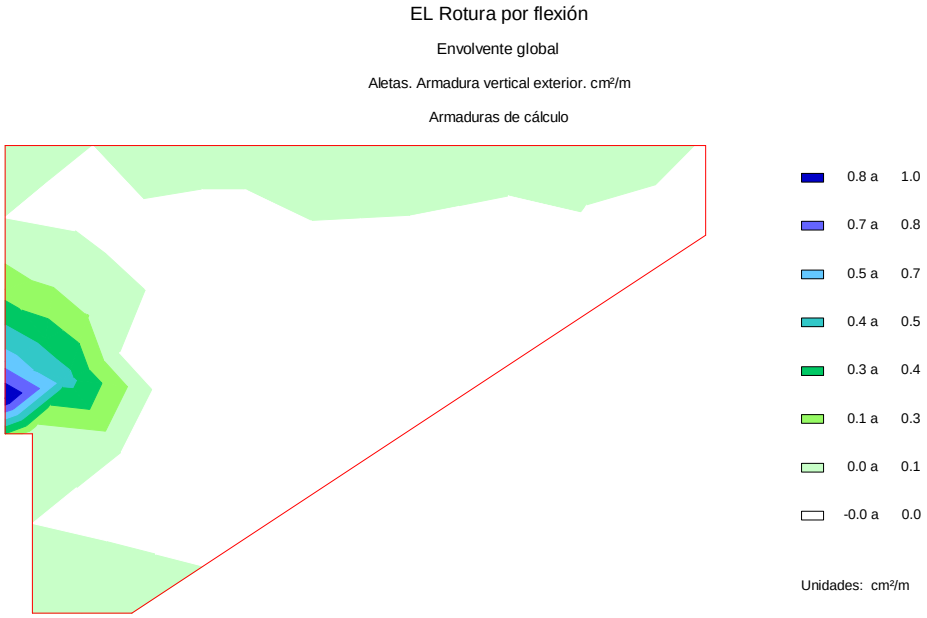
EL Rotura por flexión

Envolvente global

Aletas. Armadura vertical interior. cm²/m

Armaduras de cálculo





Cuantías máximas de cálculo :

Voladizo aleta 2

Armadura horizontal en cara interior	:	2.9 cm^2/m
Armadura horizontal en cara exterior	:	2.4 cm^2/m
Armadura vertical en cara interior	:	1.0 cm^2/m
Armadura vertical en cara exterior	:	1.0 cm^2/m

Cuantías mecánicas :

Voladizo aleta 2

Armadura horizontal en cara interior	:	6.9 cm^2/m
Armadura horizontal en cara exterior	:	0.0 cm^2/m
Armadura vertical en cara interior	:	7.2 cm^2/m
Armadura vertical en cara exterior	:	7.2 cm^2/m

Cuantías geométricas :

Voladizo aleta 2

Armadura horizontal en cara interior	:	2.5 cm^2/m
Armadura horizontal en cara exterior	:	2.5 cm^2/m
Armadura vertical en cara interior	:	4.5 cm^2/m
Armadura vertical en cara exterior	:	4.5 cm^2/m

8.6 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Aleta 1. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Aleta 2. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Cargadero. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Pilotes. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Espaldón. Verifica la comprobación.

Pilotes :

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Pilotes. Verifica la comprobación.

Espaldón

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Espaldón. Verifica la comprobación.

Cargadero

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Cargadero. Verifica la comprobación.

Aleta 1 :

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Aleta 1. Verifica la comprobación.

Aleta 2 :

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Aleta 2. Verifica la comprobación.

9 ESTADO LíMITE DE TORSIóN

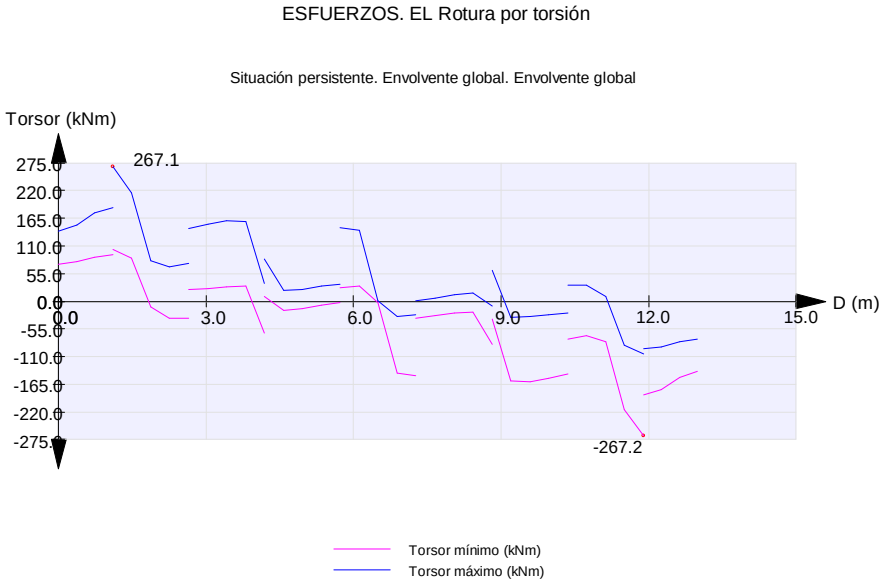
9.1 Cargadero

9.1.1 Esfuerzos de cálculo

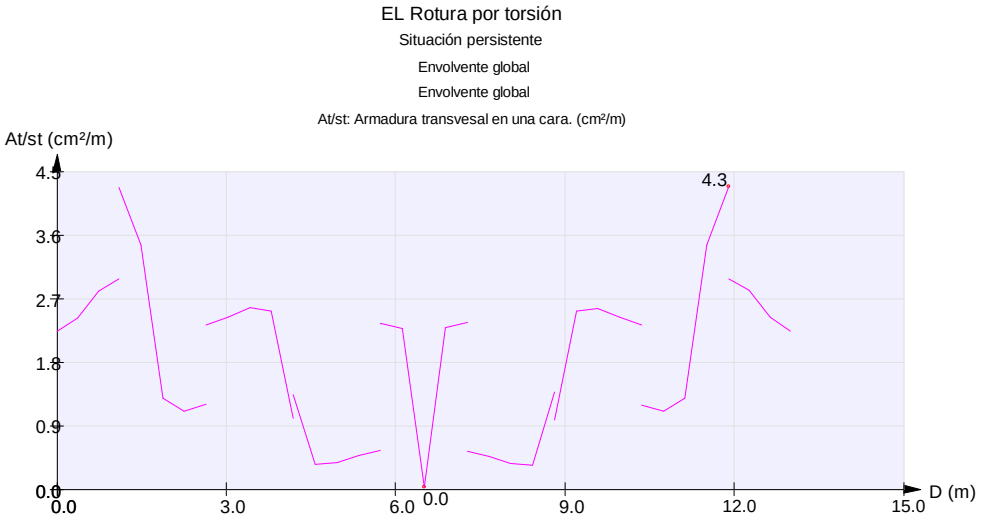
D : Distancia al inicio del cargadero (m)

Criterio de signos:

Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores de eje vertical positivos comprimen la cara posterior del cargadero.
Los flectores de eje horizontal positivos comprimen la cara superior del cargadero.



9.1.2 Dimensionamiento de armaduras



9.2 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Cargadero. Verifica la comprobación.

Muro frontal :

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Cargadero. Verifica la comprobación.

10 ESTADO LíMITE DE FISURACIóN

10.1 Pilotes

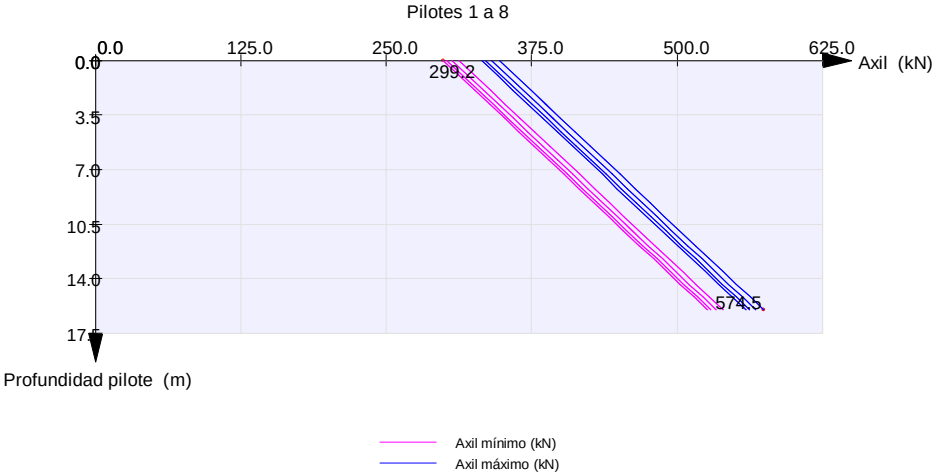
10.1.1 Esfuerzos de cálculo

Criterio de signos:

Los axiles positivos comprimen al pilote.

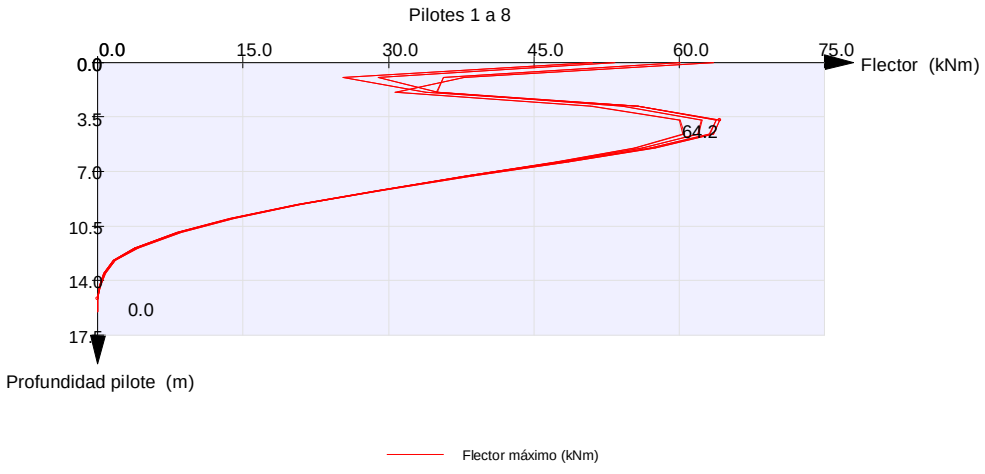
ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio



ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio



10.1.2 Cálculo de E.L. de fisuración

Pilotes. Armadura longitudinal principal

Recubrimiento geométrico: 0.070 m

Capa	Recubrimiento mecánico (m)
1	0.100

Zona A

Hipótesis	Axil (kN)	Flector (kNm)	Arm. dispuesta	Abertura de fisura (mm)	Abertura admisible (mm)	Cumple
1	299.2	49.3	9 Ø25 a 0.250 m	0.00	0.30	Sí
2	574.5	0.0	9 Ø25 a 0.250 m	0.00	0.30	Sí
3	351.7	64.2	9 Ø25 a 0.250 m	0.00	0.30	Sí

10.2 Espaldón

10.2.1 Esfuerzos de cálculo

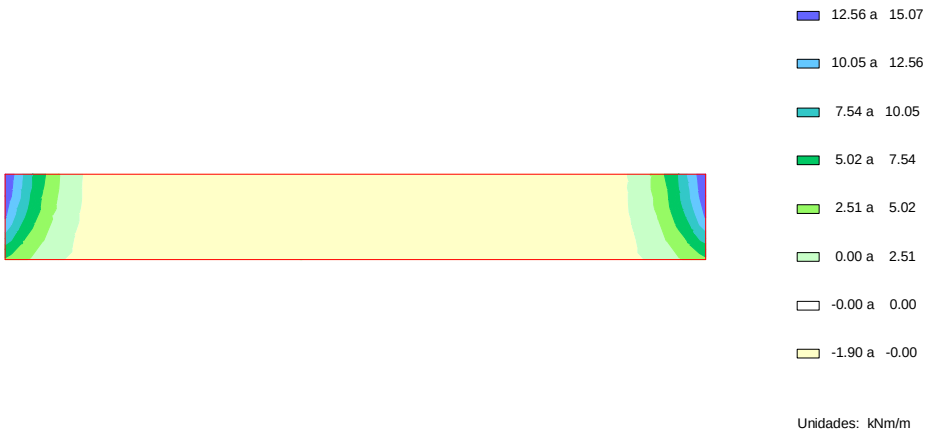
Criterio de signos:

Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores positivos traccionan el trasdós del espaldón.

ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

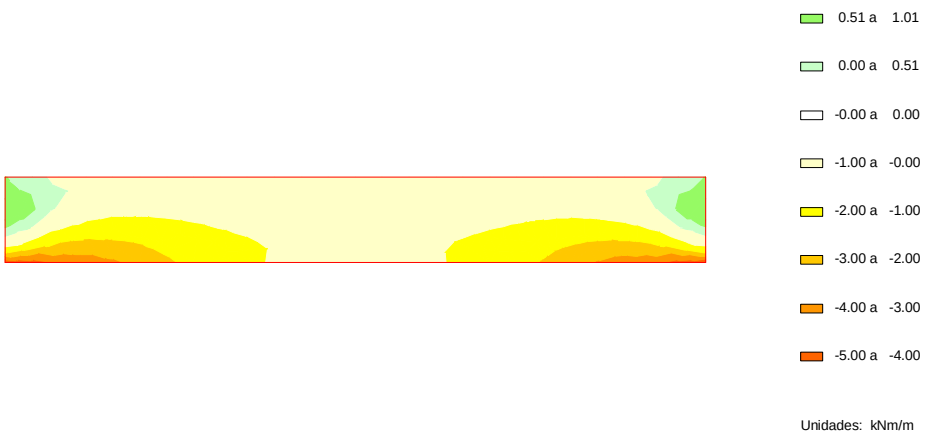
Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor máximo



ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

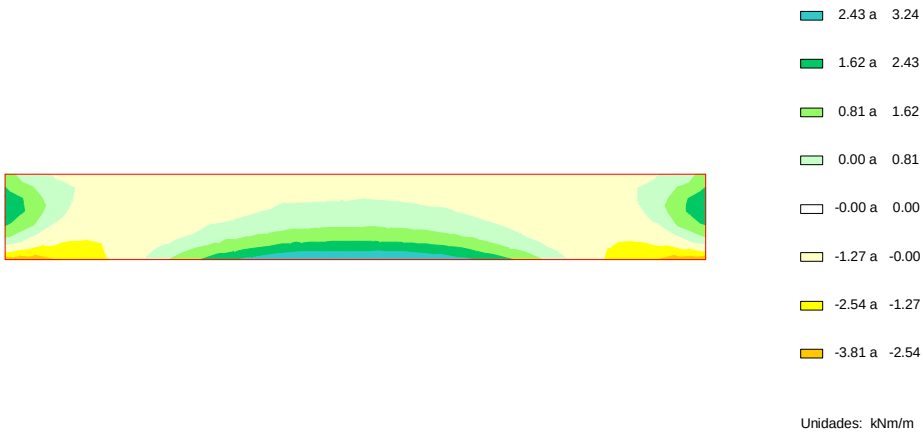
Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor máximo



10.2.2 Cálculo de E.L. de fisuración

Espaldón. Armadura vertical. Cara trasera

Recubrimiento mecánico: 0.075 m
Recubrimiento geométrico: 0.065 m

Hipótesis	Ancho (m)	Canto (m)	As. flexión Vertical interior (cm^2)	As. flexión Vertical exterior (cm^2)	Arm. dispuesta	N_k (kN)	M_k (kNm)	w_k (mm)	w_{ac} (mm)
1	1.000	0.300	5.80	5.79	6 Ø12 a 0.175 m	-42.1	-5.0	0.01	0.3
2	1.000	0.300	5.80	5.79	6 Ø12 a 0.175 m	36.1	3.2	0.00	0.3
3	1.000	0.300	5.80	5.79	6 Ø12 a 0.175 m	25.1	3.2	0.00	0.3
4	1.000	0.300	5.80	5.79	6 Ø12 a 0.175 m	27.6	3.2	0.00	0.3

w_k: abertura de fisura en la fibra de la vertical interior

El momento positivo comprime la fibra de la vertical exterior

Sí cumple.

Espaldón. Armadura horizontal. Cara trasera

Recubrimiento mecánico: 0.055 m
Recubrimiento geométrico: 0.045 m

Hipótesis	Ancho (m)	Canto (m)	As. flexión Horizontal interior (cm^2)	As. flexión Horizontal exterior (cm^2)	Arm. dispuesta	N_k (kN)	M_k (kNm)	w_k (mm)
1	1.000	0.300	5.35	5.31	5 Ø12 a 0.200 m	-267.9	-1.6	0.20
2	1.000	0.300	5.35	5.31	5 Ø12 a 0.200 m	17.7	-1.4	0.00
3	1.000	0.300	5.35	5.31	5 Ø12 a 0.200 m	-6.8	15.1	0.08
4	1.000	0.300	5.35	5.31	5 Ø12 a 0.200 m	-6.6	15.1	0.08

w_k: abertura de fisura en la fibra de la horizontal interior

El momento positivo comprime la fibra de la horizontal exterior

Sí cumple.

Espaldón. Armadura vertical. Cara frontal

Recubrimiento mecánico:	0.075	m
Recubrimiento geométrico:	0.065	m

Hipótesis	Ancho (m)	Canto (m)	As. flexión Vertical interior (cm^2)	As. flexión Vertical exterior (cm^2)	Arm. dispuesta	N_k (kN)	M_k (kNm)	w_k (mm)	w_{ac} (mm)
1	1.000	0.300	5.80	5.79	6 Ø12 a 0.175 m	-42.1	-5.0	0.06	0.3
2	1.000	0.300	5.80	5.79	6 Ø12 a 0.175 m	36.1	-0.8	0.00	0.3
3	1.000	0.300	5.80	5.79	6 Ø12 a 0.175 m	-42.1	-5.0	0.06	0.3
4	1.000	0.300	5.80	5.79	6 Ø12 a 0.175 m	-41.9	-5.0	0.06	0.3

w_k: abertura de fisura en la fibra de la vertical exterior

El momento positivo comprime la fibra de la vertical exterior

Sí cumple.

Espaldón. Armadura horizontal. Cara frontal

Recubrimiento mecánico:	0.055	m
Recubrimiento geométrico:	0.045	m

Hipótesis	Ancho (m)	Canto (m)	As. flexión Horizontal interior (cm^2)	As. flexión Horizontal exterior (cm^2)	Arm. dispuesta	N_k (kN)	M_k (kNm)	w_k (mm)
1	1.000	0.300	5.35	5.31	5 Ø12 a 0.200 m	-267.9	-1.6	0.21
2	1.000	0.300	5.35	5.31	5 Ø12 a 0.200 m	17.7	-1.4	0.00
3	1.000	0.300	5.35	5.31	5 Ø12 a 0.200 m	-165.7	-2.3	0.13
4	1.000	0.300	5.35	5.31	5 Ø12 a 0.200 m	-157.1	-2.3	0.13

w_k: abertura de fisura en la fibra de la horizontal exterior

El momento positivo comprime la fibra de la horizontal exterior

Sí cumple.

10.3 Cargadero

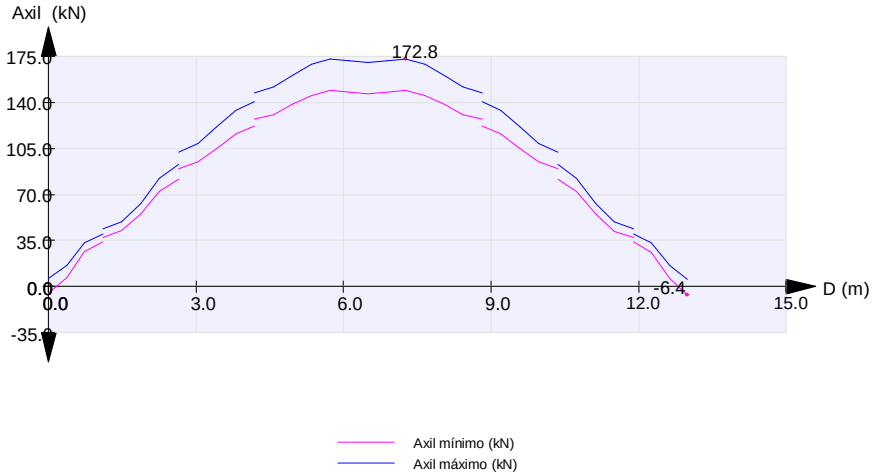
10.3.1 Esfuerzos de cálculo

Criterio de signos:

Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores de eje vertical positivos comprimen la cara posterior del cargadero.
Los flectores de eje horizontal positivos comprimen la cara superior del cargadero.

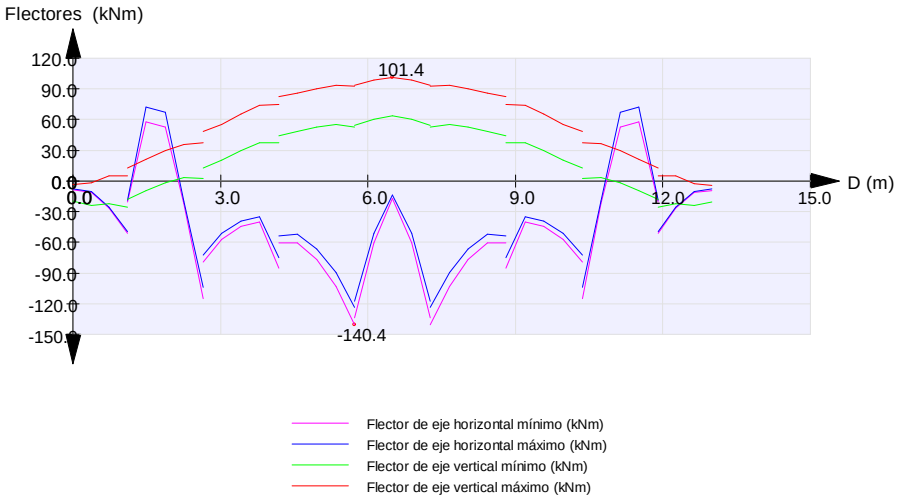
ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio



ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio



10.3.2 Cálculo de E.L. de fisuración

Armadura del despiece

Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara inferior : 9 Ø25
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara superior : 9 Ø25
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara interior : Ø25 a 0.100
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara exterior : Ø25 a 0.100

10.3.2.1 Resultados del cálculo por secciones

Hip.	Id.	N	$M_{y'}$	$M_{z'}$	w_k	w_k admisible

		(kN)	(kNm)	(kNm)	(mm)	(mm)	
1	Sec. 1	0.0	0.0	-19.8	1000000.00	0.30	No cumple
2	Sec. 2	0.0	0.0	-23.5	1000000.00	0.30	No cumple
3	Sec. 3	0.0	-26.7	-22.1	1000000.00	0.30	No cumple
4	Sec. 4	0.0	0.0	-17.9	1000000.00	0.30	No cumple
5	Sec. 5	0.0	72.3	21.0	1000000.00	0.30	No cumple
6	Sec. 6	0.0	66.3	29.2	1000000.00	0.30	No cumple
7	Sec. 7	0.0	-22.1	34.6	1000000.00	0.30	No cumple
8	Sec. 8	0.0	-79.0	48.1	1000000.00	0.30	No cumple
9	Sec. 9	0.0	-57.0	55.3	1000000.00	0.30	No cumple
10	Sec. 10	0.0	-44.6	64.9	1000000.00	0.30	No cumple
11	Sec. 11	0.0	-39.9	73.5	1000000.00	0.30	No cumple
12	Sec. 12	0.0	-60.8	82.2	1000000.00	0.30	No cumple
13	Sec. 13	143.4	-60.4	85.8	1000000.00	0.30	No cumple
14	Sec. 14	152.2	-76.8	90.2	1000000.00	0.30	No cumple
15	Sec. 15	160.6	-102.6	93.0	1000000.00	0.30	No cumple
16	Sec. 16	164.9	-133.7	93.5	1000000.00	0.30	No cumple
17	Sec. 17	163.6	-60.2	98.8	1000000.00	0.30	No cumple
18	Sec. 18	162.2	0.0	101.4	1000000.00	0.30	No cumple
19	Sec. 19	163.6	-60.2	98.8	1000000.00	0.30	No cumple
20	Sec. 20	164.5	-140.4	92.1	1000000.00	0.30	No cumple
21	Sec. 21	160.5	-102.6	93.0	1000000.00	0.30	No cumple
22	Sec. 22	152.2	-76.8	90.2	1000000.00	0.30	No cumple
23	Sec. 23	143.3	-60.4	85.8	1000000.00	0.30	No cumple
24	Sec. 24	0.0	-85.0	74.6	1000000.00	0.30	No cumple
25	Sec. 25	0.0	-39.8	73.5	1000000.00	0.30	No cumple
26	Sec. 26	0.0	-44.6	64.9	1000000.00	0.30	No cumple
27	Sec. 27	0.0	-56.9	55.3	1000000.00	0.30	No cumple
28	Sec. 28	0.0	-114.5	36.9	1000000.00	0.30	No cumple
29	Sec. 29	0.0	-22.1	34.7	1000000.00	0.30	No cumple
30	Sec. 30	0.0	66.3	29.3	1000000.00	0.30	No cumple
31	Sec. 31	0.0	72.4	21.0	1000000.00	0.30	No cumple
32	Sec. 32	0.0	-51.0	-25.6	1000000.00	0.30	No cumple
33	Sec. 33	0.0	-26.6	-22.1	1000000.00	0.30	No cumple
34	Sec. 34	0.0	0.0	-23.9	1000000.00	0.30	No cumple
35	Sec. 35	0.0	0.0	-20.5	1000000.00	0.30	No cumple

Hip.	Id.	Armadura resultante
1	Sec. 1	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
2	Sec. 2	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
3	Sec. 3	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
4	Sec. 4	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
5	Sec. 5	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
6	Sec. 6	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
7	Sec. 7	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
8	Sec. 8	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
9	Sec. 9	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
10	Sec. 10	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
11	Sec. 11	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
12	Sec. 12	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
13	Sec. 13	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
14	Sec. 14	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
15	Sec. 15	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
16	Sec. 16	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
17	Sec. 17	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
18	Sec. 18	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
19	Sec. 19	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
20	Sec. 20	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
21	Sec. 21	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
22	Sec. 22	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
23	Sec. 23	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
24	Sec. 24	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
25	Sec. 25	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
26	Sec. 26	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
27	Sec. 27	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
28	Sec. 28	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
29	Sec. 29	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25

30	Sec. 30	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
31	Sec. 31	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
32	Sec. 32	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
33	Sec. 33	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
34	Sec. 34	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
35	Sec. 35	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25

10.3.2.2 Resultados del cálculo en la sección más desfavorable

Sección más desfavorable: Sec. 20

Condicionantes de las armaduras

Armadura	$As_{flexión}$ (cm^2)	$\phi_{mín.}$ (mm)	$\phi_{máx.}$ (mm)	Sep.mín. (mm)	Sep.máx. (mm)
1	54.88	25.0	25.0	175	175
2	54.88	25.0	25.0	175	175
3	38.96	25.0	25.0	100	100
4	38.96	25.0	25.0	100	100

Esfuerzos de cálculo :

Hipótesis	N (kN)	$M_{y'}$ (kNm)	$M_{z'}$ (kNm)
1	148.6	-124.4	84.5
2	172.4	-139.2	60.5
3	164.5	-140.4	92.1
4	156.5	-123.2	52.9

Armadura de la sección

Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara inferior :	9 Ø25
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara superior :	9 Ø25
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara interior :	9 Ø25
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara exterior :	8 Ø25

Resultados de la hipótesis pésima

La hipótesis pésima es la hipótesis 3

Esfuerzos de cálculo :

N 164.5 kN
$M_{y'}$ -140.4 kNm
$M_{z'}$ 92.1 kNm

Parámetros de cálculo :

Esfuerzos de fisuración :

N_{fis} 0.0 kN
$M_{y' fis}$ 0.0 kNm
$M_{z' fis}$ 0.0 kNm

Coeficiente β	:	1.700	
Coeficiente K_1	:	0.000	
Coeficiente K_2	:	0.500	
Recubrimiento geométrico, C	:	0	mm
Separación armaduras, S	:	0	mm
Área eficaz, $A_{c, ef}$	:	0.0	mm^2

Área de armadura en $A_{c, ef}$	:	0.0	mm^2
Diámetro, ϕ	:	0	mm
Separación media fisuras, s_m	:	0	mm
Tensión en la armadura más traccionada, σ_s	:	0.00	MPa
Tensión armadura en fisuración, σ_{sr}	:	0.00	MPa
Deformación media, ε_{sm}	:	0.00000	
Abertura de fisura admisible	:	0.30	mm

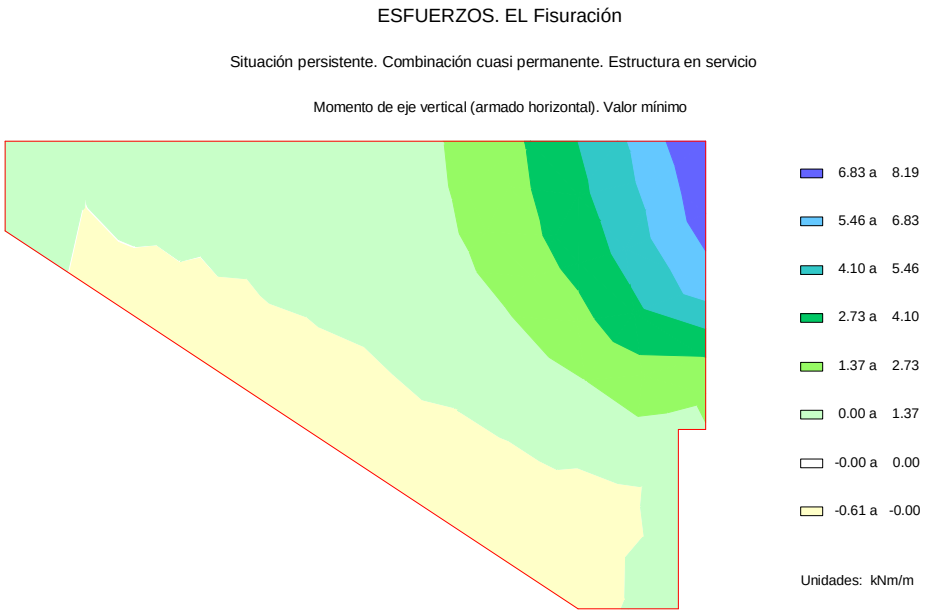
Abertura de fisura, w_k: 1000000.00 mm

10.4 Aleta 1

10.4.1 Esfuerzos de cálculo

Criterio de signos:

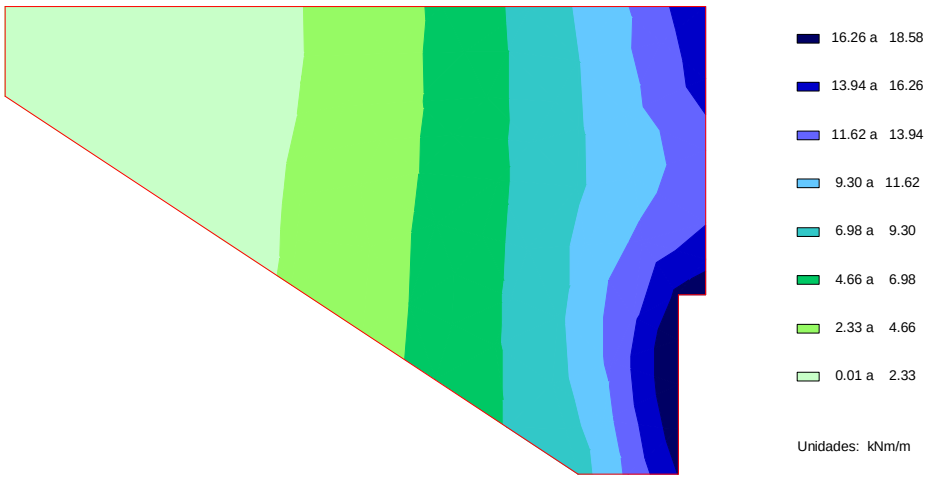
Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores positivos traccionan la cara interior de la aleta.



ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

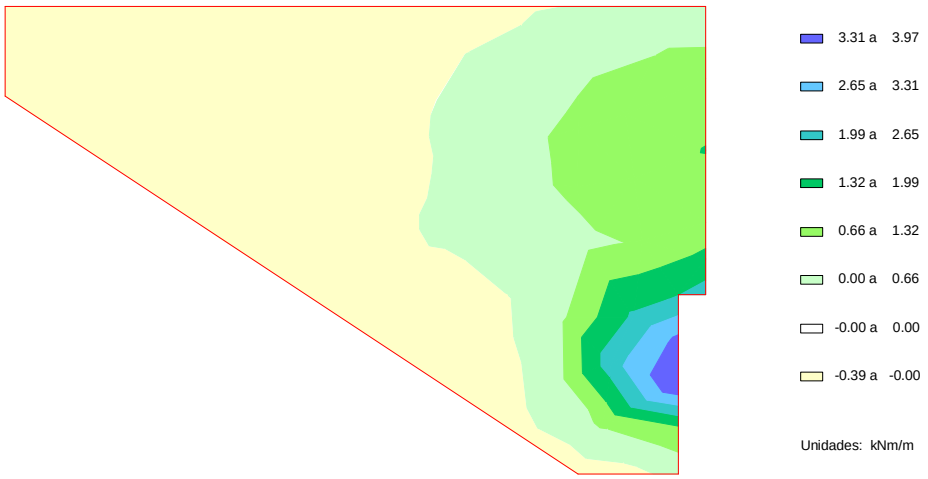
Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor máximo



ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

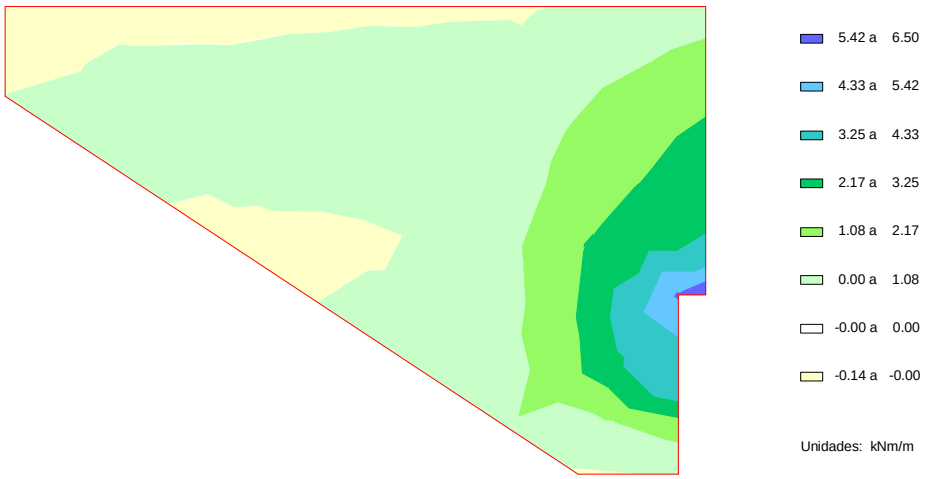
Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor máximo



10.4.2 Cálculo de E.L. de fisuración

Aleta 1. Voladizo. Armadura vertical. Cara exterior.

Recubrimiento mecánico:	0.075	m
Recubrimiento geométrico:	0.065	m

Hipótesis	Ancho (m)	Canto (m)	As. flexión Vertical interior (cm^2)	As. flexión Vertical exterior (cm^2)	Arm. dispuesta	N_k (kN)	M_k (kNm)	w_k (mm)	w_{ac} (mm)
1	1.000	0.500	7.20	7.18	7 Ø12 a 0.150 m	-69.7	2.3	0.04	0.3
2	1.000	0.500	7.20	7.18	7 Ø12 a 0.150 m	56.7	-0.4	0.00	0.3
3	1.000	0.500	7.20	7.18	7 Ø12 a 0.150 m	56.7	-0.4	0.00	0.3
4	1.000	0.500	7.20	7.18	7 Ø12 a 0.150 m	56.7	-0.4	0.00	0.3

w_k: abertura de fisura en la fibra de la vertical exterior

El momento positivo comprime la fibra de la vertical exterior

Sí cumple.

Aleta 1. Voladizo. Armadura vertical. Cara interior.

Recubrimiento mecánico:	0.075	m
Recubrimiento geométrico:	0.065	m

Hipótesis	Ancho (m)	Canto (m)	As. flexión Vertical interior (cm^2)	As. flexión Vertical exterior (cm^2)	Arm. dispuesta	N_k (kN)	M_k (kNm)	w_k (mm)	w_{ac} (mm)
1	1.000	0.500	7.20	7.18	7 Ø12 a 0.150 m	-69.7	2.3	0.06	0.3
2	1.000	0.500	7.20	7.18	7 Ø12 a 0.150 m	56.7	-0.4	0.00	0.3
3	1.000	0.500	7.20	7.18	7 Ø12 a 0.150 m	-57.3	6.5	0.06	0.3
4	1.000	0.500	7.20	7.18	7 Ø12 a 0.150 m	-57.3	6.5	0.06	0.3

w_k: abertura de fisura en la fibra de la vertical interior

El momento positivo comprime la fibra de la vertical exterior

Sí cumple.

Aleta 1. Armadura horizontal. Cara exterior.

Recubrimiento mecánico:	0.055	m
Recubrimiento geométrico:	0.045	m

Hipótesis	Ancho	Canto	As. flexión Horizontal interior	As. flexión Horizontal exterior	Arm. dispuesta	N_k	M_k	w_k
	(m)	(m)	(cm^2)	(cm^2)		(kN)	(kNm)	(mm)
1	1.000	0.500	6.90	6.86	7 Ø12 a 0.150 m	-144.8	1.4	0.10
2	1.000	0.500	6.90	6.86	7 Ø12 a 0.150 m	261.9	1.1	0.00
3	1.000	0.500	6.90	6.86	7 Ø12 a 0.150 m	80.9	-0.6	0.00
4	1.000	0.500	6.90	6.86	7 Ø12 a 0.150 m	80.9	-0.6	0.00

w_k: abertura de fisura en la fibra de la horizontal exterior

El momento positivo comprime la fibra de la horizontal exterior

Sí cumple.

Aleta 1. Armadura horizontal. Cara interior.

Recubrimiento mecánico:	0.055	m
Recubrimiento geométrico:	0.045	m

Hipótesis	Ancho	Canto	As. flexión Horizontal interior	As. flexión Horizontal exterior	Arm. dispuesta	N_k	M_k	w_k
	(m)	(m)	(cm^2)	(cm^2)		(kN)	(kNm)	(mm)
1	1.000	0.500	6.90	6.86	7 Ø12 a 0.150 m	-144.8	1.4	0.10
2	1.000	0.500	6.90	6.86	7 Ø12 a 0.150 m	261.9	1.1	0.00
3	1.000	0.500	6.90	6.86	7 Ø12 a 0.150 m	64.1	18.6	0.01
4	1.000	0.500	6.90	6.86	7 Ø12 a 0.150 m	64.1	18.6	0.01

w_k: abertura de fisura en la fibra de la horizontal interior

El momento positivo comprime la fibra de la horizontal exterior

Sí cumple.

10.5 Aleta2

10.5.1 Esfuerzos de cálculo

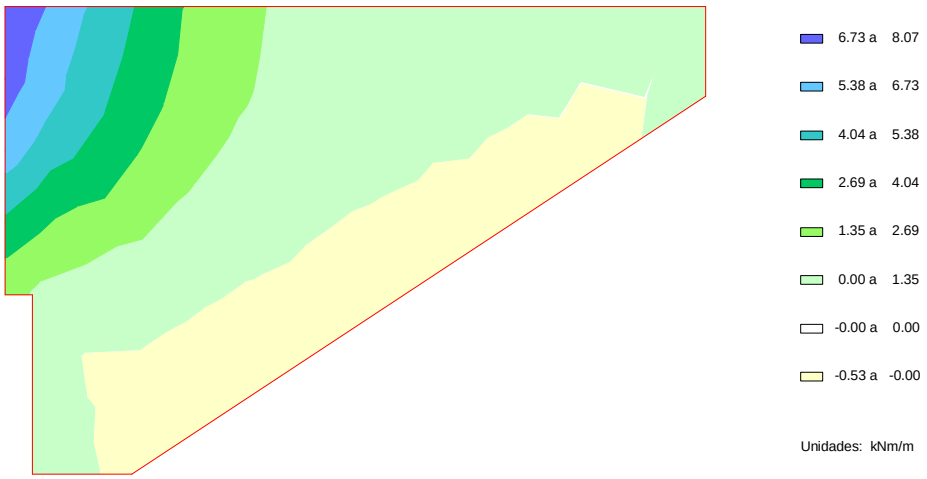
Criterio de signos:

Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores positivos traccionan la cara interior de la aleta.

ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

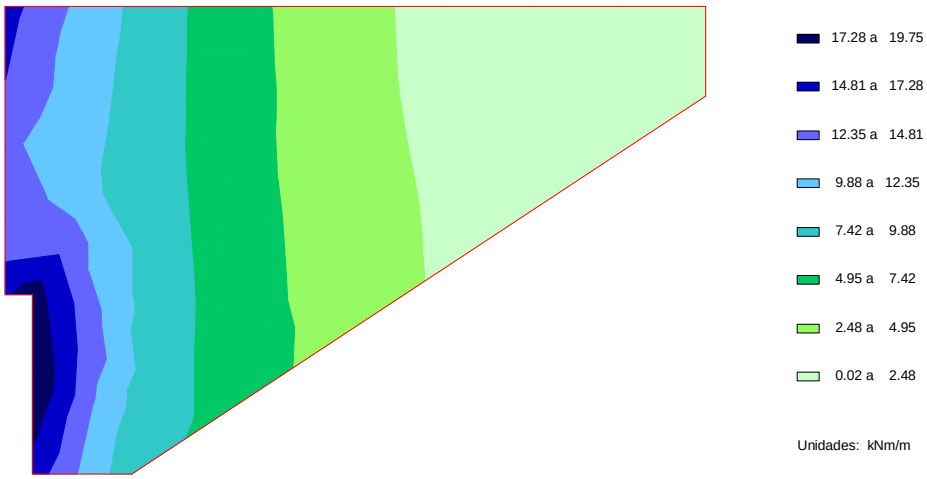
Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

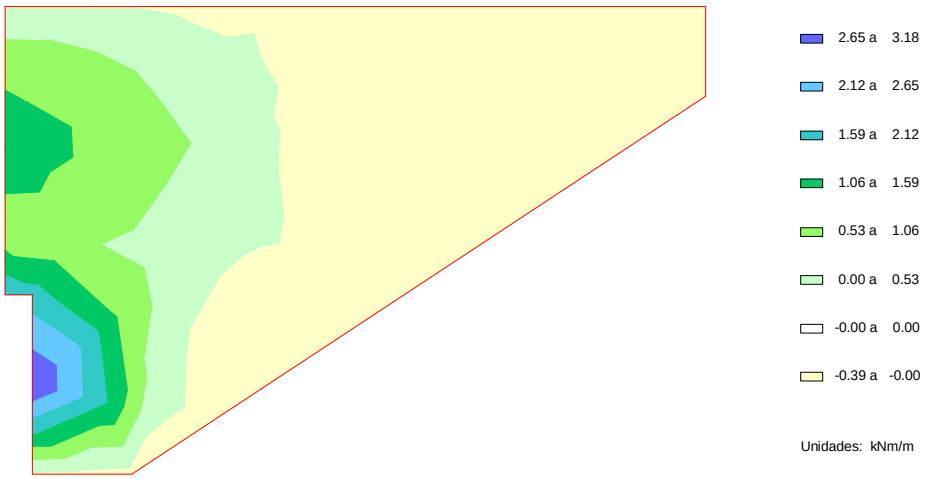
Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor máximo



ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

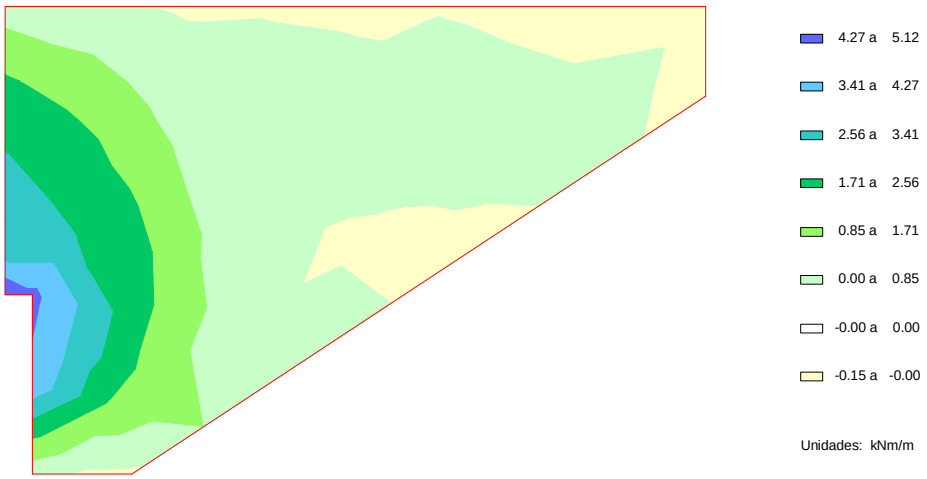
Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor máximo



10.5.2 Cálculo de E.L. de fisuración

Aleta 2. Voladizo. Armadura vertical. Cara exterior.

Recubrimiento mecánico:	0.075	m
Recubrimiento geométrico:	0.065	m

Hipótesis	Ancho (m)	Canto (m)	As. flexión Vertical interior (cm^2)	As. flexión Vertical exterior (cm^2)	Arm. dispuesta	N_k (kN)	M_k (kNm)	w_k (mm)	w_{ac} (mm)
1	1.000	0.500	7.20	7.18	7 Ø12 a 0.150 m	-58.6	1.1	0.04	0.3
2	1.000	0.500	7.20	7.18	7 Ø12 a 0.150 m	54.8	-0.4	0.00	0.3
3	1.000	0.500	7.20	7.18	7 Ø12 a 0.150 m	54.8	-0.4	0.00	0.3

4	1.000	0.500	7.20	7.18	7 Ø12 a 0.150	m	54.8	-0.4	0.00	0.

w_k: abertura de fisura en la fibra de la vertical exterior

El momento positivo comprime la fibra de la vertical exterior

Sí cumple.

Aleta 2. Voladizo. Armadura vertical. Cara interior.

Recubrimiento mecánico: 0.075 m
Recubrimiento geométrico: 0.065 m

Hipótesis	Ancho	Canto	As. flexión Vertical interior	As. flexión Vertical exterior	Arm. dispuesta		N_k	M_k	w_k	w_{ac}
	(m)	(m)	(cm^2)	(cm^2)			(kN)	(kNm)	(mm)	(mm
1	1.000	0.500	7.20	7.18	7 Ø12 a 0.150	m	-58.6	1.1	0.05	0.
2	1.000	0.500	7.20	7.18	7 Ø12 a 0.150	m	54.8	-0.4	0.00	0.
3	1.000	0.500	7.20	7.18	7 Ø12 a 0.150	m	-3.9	5.1	0.02	0.
4	1.000	0.500	7.20	7.18	7 Ø12 a 0.150	m	-3.9	5.1	0.02	0.

w_k: abertura de fisura en la fibra de la vertical interior

El momento positivo comprime la fibra de la vertical exterior

Sí cumple.

Aleta 2. Armadura horizontal. Cara exterior.

Recubrimiento mecánico: 0.055 m
Recubrimiento geométrico: 0.045 m

Hipótesis	Ancho	Canto	As. flexión Horizontal interior	As. flexión Horizontal exterior	Arm. dispuesta		N_k	M_k	w_k
	(m)	(m)	(cm^2)	(cm^2)			(kN)	(kNm)	(mm)
1	1.000	0.500	6.90	2.50	3 Ø12 a 0.350	m	-149.7	1.1	0.22
2	1.000	0.500	6.90	2.50	3 Ø12 a 0.350	m	255.4	1.3	0.00
3	1.000	0.500	6.90	2.50	3 Ø12 a 0.350	m	78.8	-0.5	0.00
4	1.000	0.500	6.90	2.50	3 Ø12 a 0.350	m	78.8	-0.5	0.00

w_k: abertura de fisura en la fibra de la horizontal exterior

El momento positivo comprime la fibra de la horizontal exterior

Sí cumple.

Aleta 2. Armadura horizontal. Cara interior.

Recubrimiento mecánico: 0.055 m
Recubrimiento geométrico: 0.045 m

Hipótesis	Ancho	Canto	As. flexión Horizontal interior	As. flexión Horizontal exterior	Arm. dispuesta		N_k	M_k	w_k
	(m)	(m)	(cm^2)	(cm^2)			(kN)	(kNm)	(mm)
1	1.000	0.500	6.90	2.50	7 Ø12 a 0.150	m	-149.7	1.1	0.09
2	1.000	0.500	6.90	2.50	7 Ø12 a 0.150	m	255.4	1.3	0.00
3	1.000	0.500	6.90	2.50	7 Ø12 a 0.150	m	45.1	19.7	0.02
4	1.000	0.500	6.90	2.50	7 Ø12 a 0.150	m	45.2	19.7	0.02

w_k: abertura de fisura en la fibra de la horizontal interior

El momento positivo comprime la fibra de la horizontal exterior

Sí cumple.

10.6 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Pilotes. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Encepado. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Cargadero. No se ha encontrado solución en el cálculo a fisuración.
Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Cargadero. No verifica la comprobación.
Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Aleta 1. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Aleta 2. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Losa de transición. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Espaldón. Verifica la comprobación.

Pilotes :

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Pilotes. Verifica la comprobación.

Espaldón

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Espaldón. Verifica la comprobación.

Cargadero

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Cargadero. No se ha encontrado solución en el cálculo a fisuración.
Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Cargadero. No verifica la comprobación.

Aleta 1 :

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Aleta 1. Verifica la comprobación.

Aleta 2 :

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Aleta 2. Verifica la comprobación.

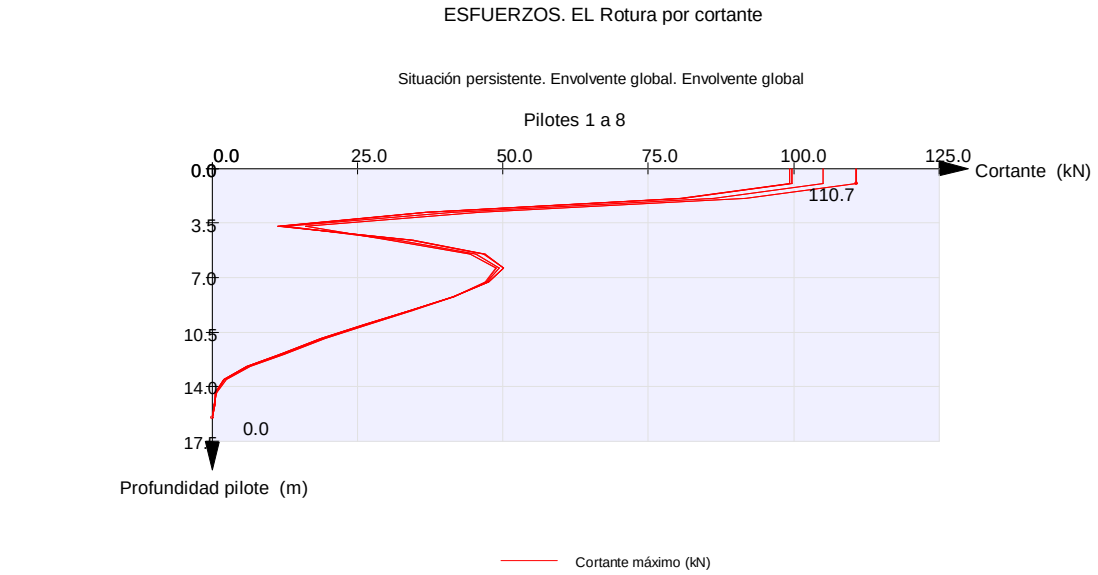
11 ESTADO LíMITE DE CORTANTE

11.1 Pilotes

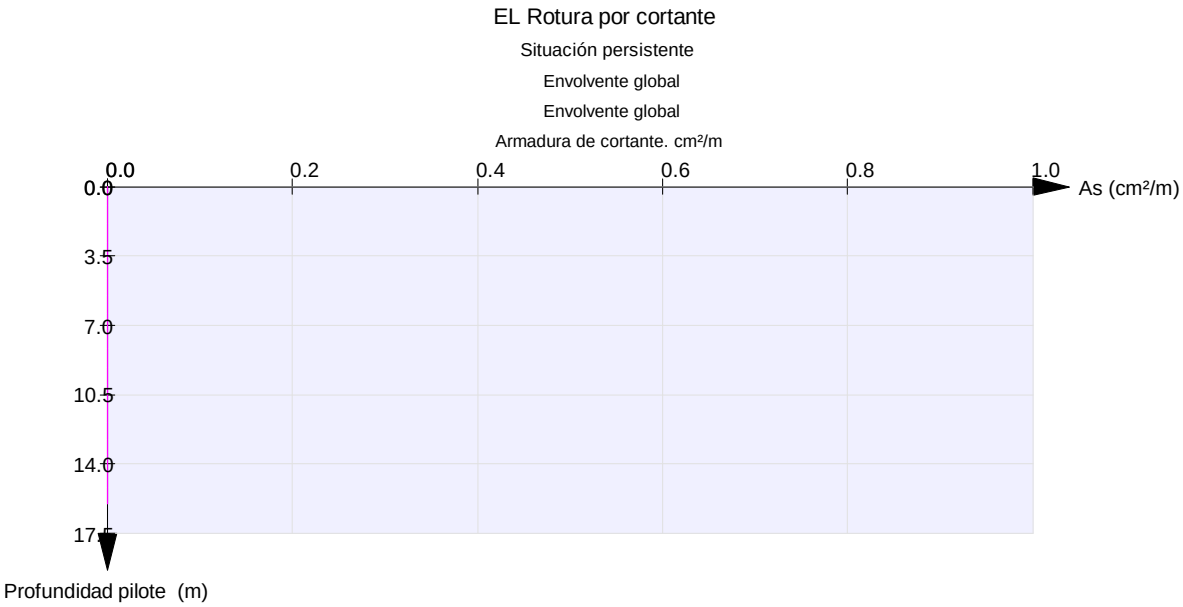
11.1.1 Esfuerzos de cálculo

Criterio de signos:

Los axiles positivos comprimen al pilote.



11.1.2 Armaduras de cortante



Comprobación de las bielas de compresión

$K = V_d / V_{u1}$

11.2 Espaldón

11.2.1 Esfuerzos de cálculo

Criterio de signos:

Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores positivos traccionan el trasdós del espaldón.

ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

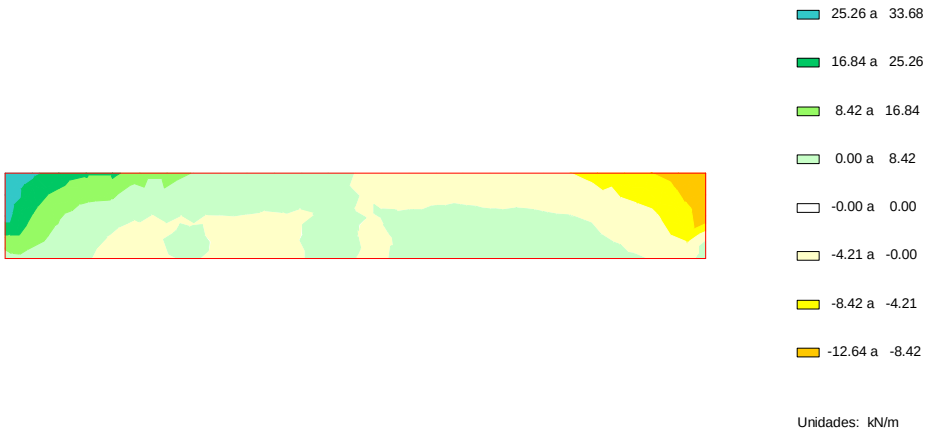
Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Cortante eje horizontal. Valor mínimo

ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

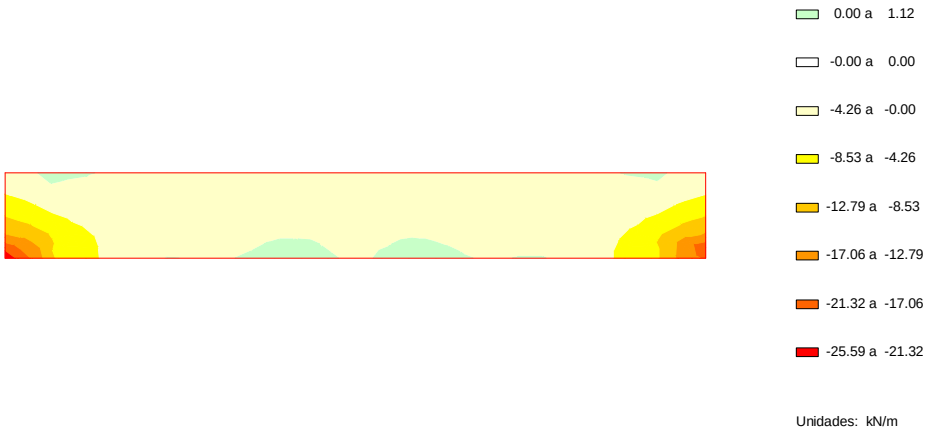
Cortante eje horizontal. Valor máximo



ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

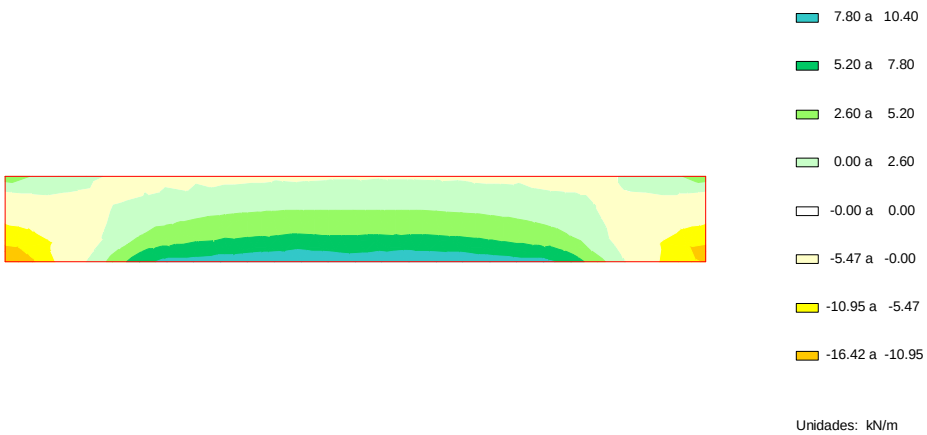
Cortante eje vertical. Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Cortante eje vertical. Valor máximo



11.2.2 Armaduras de cortante

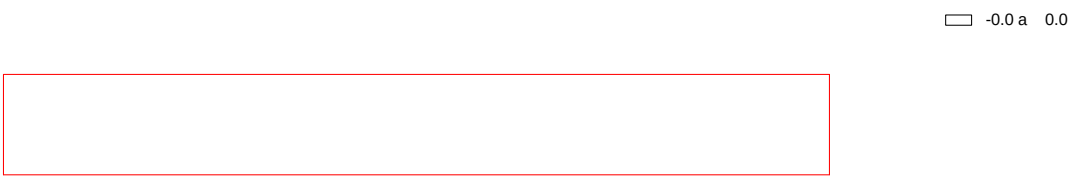
EL Rotura por cortante

Situación persistente

Envolvente global

Envolvente global

Armadura de cortante. cm²/m²



Unidades: cm²/m²

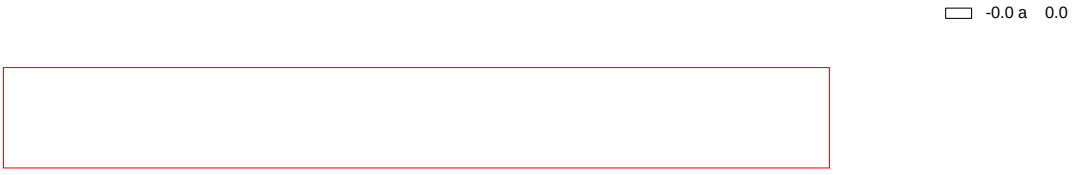
EL Rotura por cortante

Situación persistente

Envolvente global

Envolvente global

Armadura mínima de cortante. cm²/m²



Unidades: cm²/m²

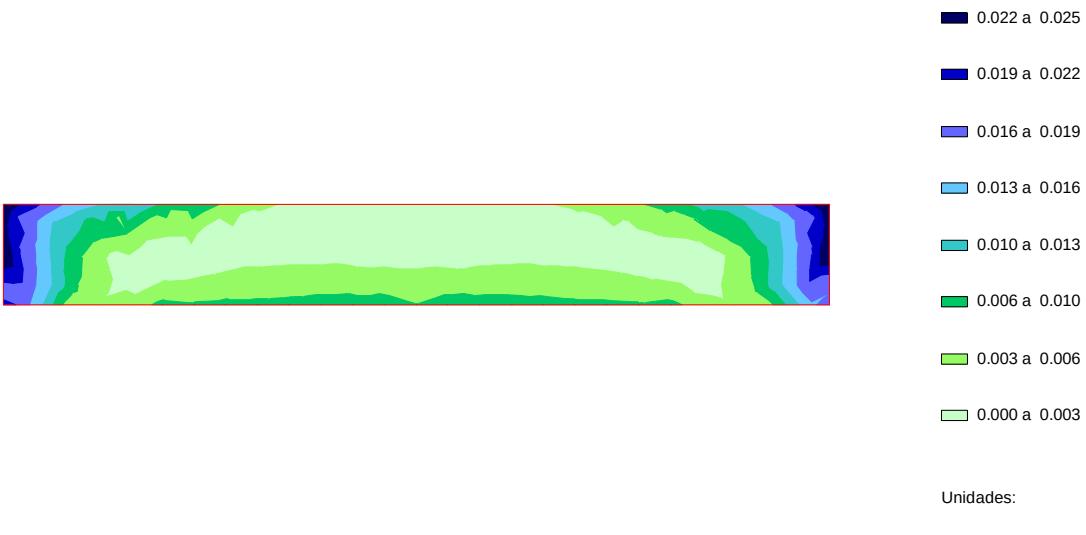
EL Rotura por cortante

Situación persistente

Envolvente global

Envolvente global

Resultado de la comprobación relativa a las bielas de compresión

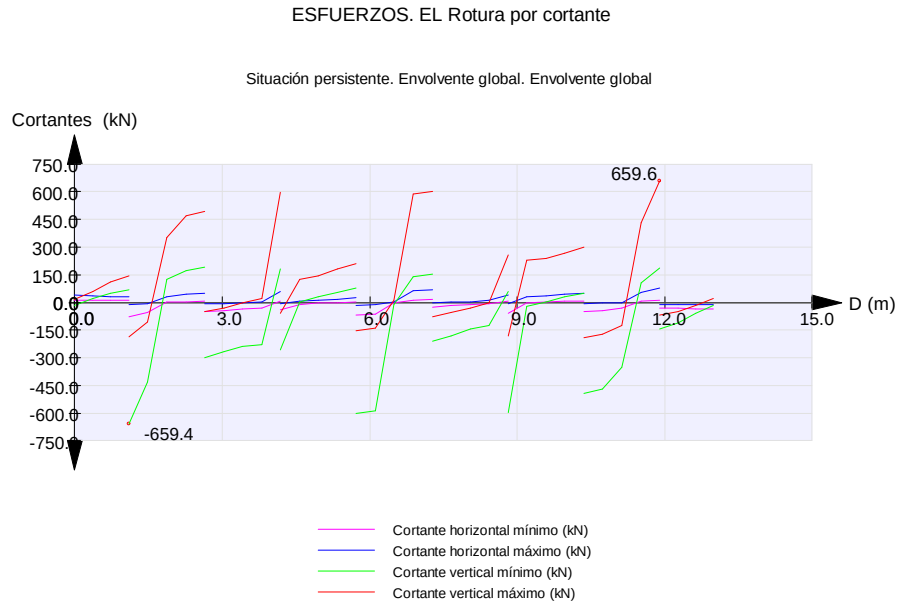


11.3 Cargadero

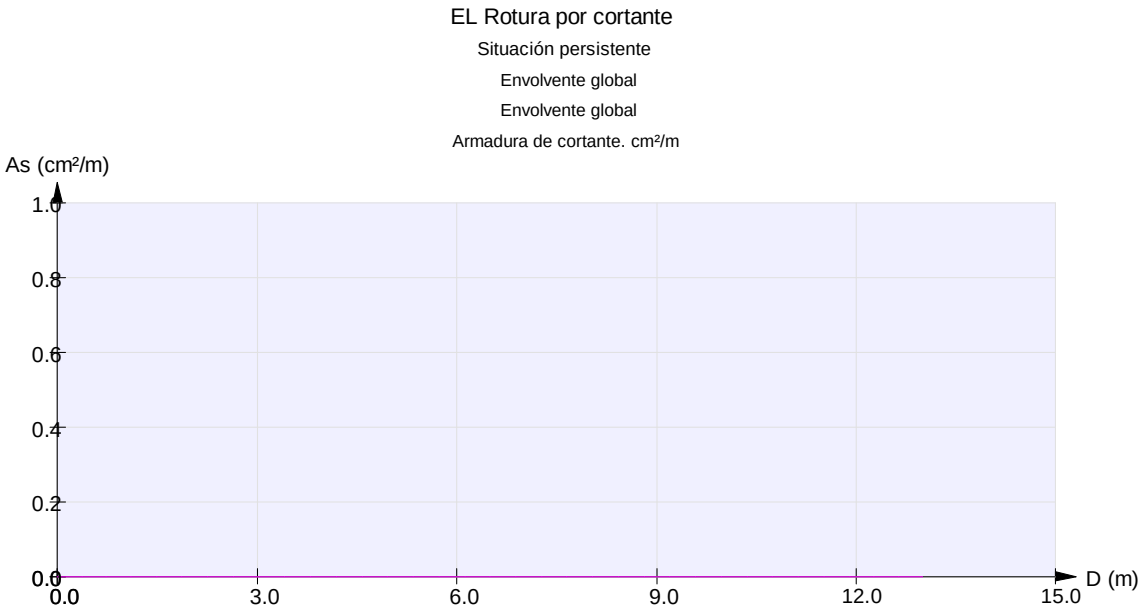
11.3.1 Esfuerzos de cálculo

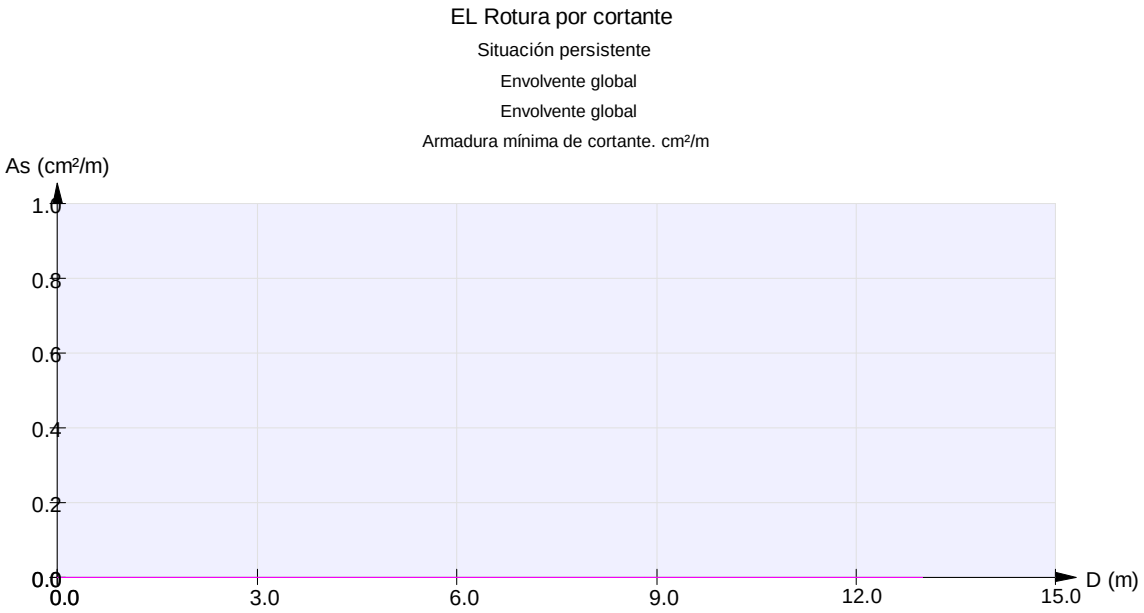
Criterio de signos:

Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores de eje vertical positivos comprimen la cara posterior del cargadero.
Los flectores de eje horizontal positivos comprimen la cara superior del cargadero.



11.3.2 Armaduras de cortante





Comprobación de las bielas de compresión

$K = ((V_{dx} / V_{u1x})^2 + (V_{dy} / V_{u1y})^2)^{1/2}$

11.4 Aleta 1

11.4.1 Esfuerzos de cálculo

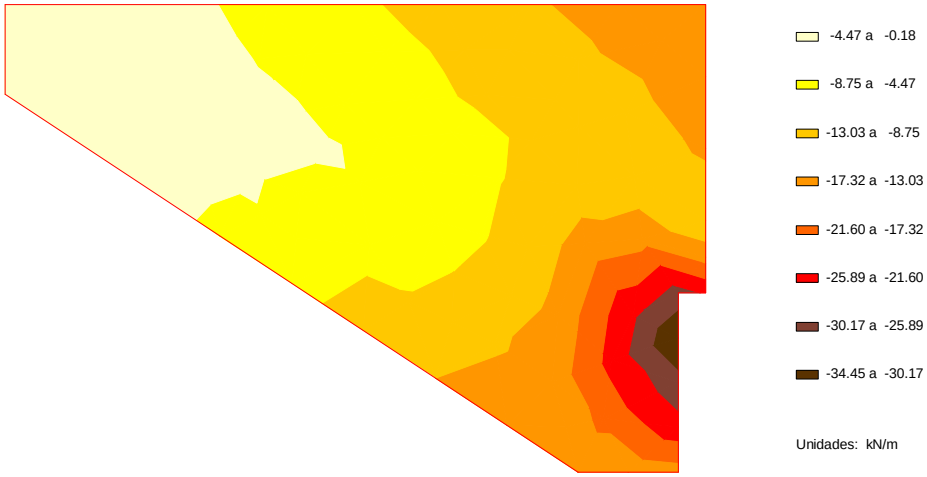
Criterio de signos:

Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores positivos traccionan la cara interior de la aleta.

ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

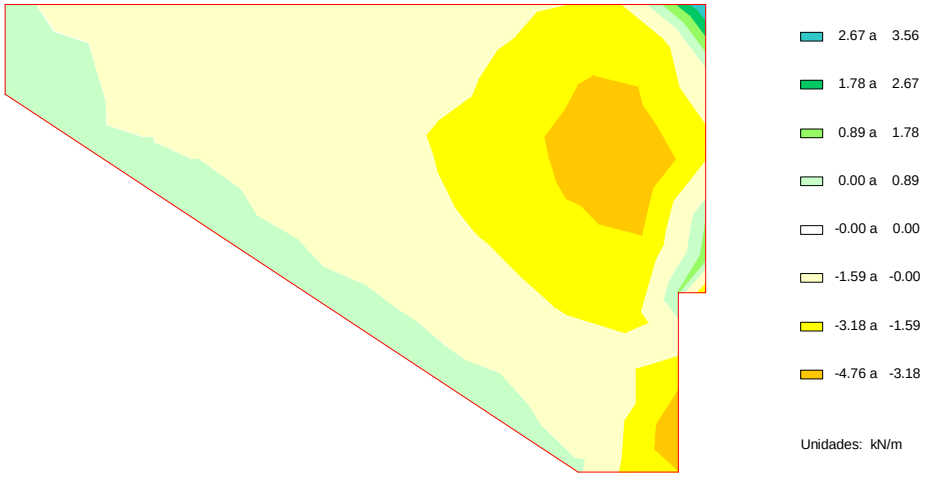
Cortante eje horizontal. Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

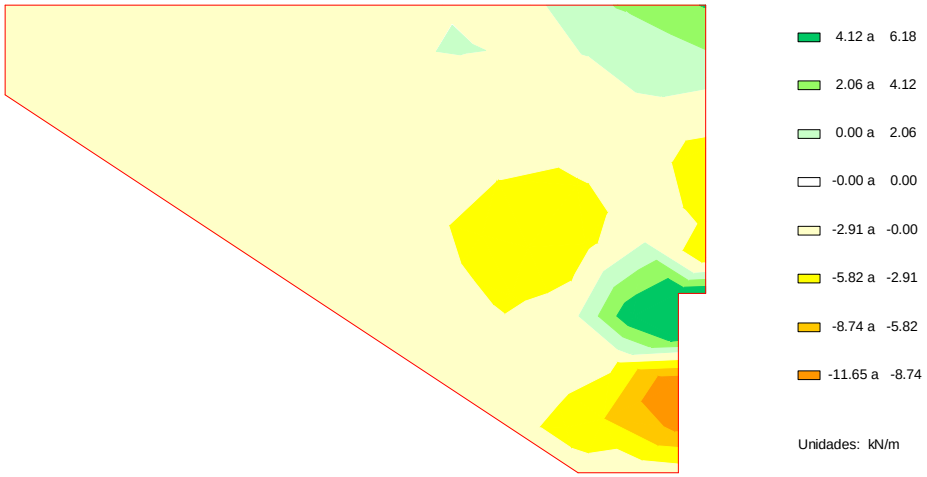
Cortante eje horizontal. Valor máximo



ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

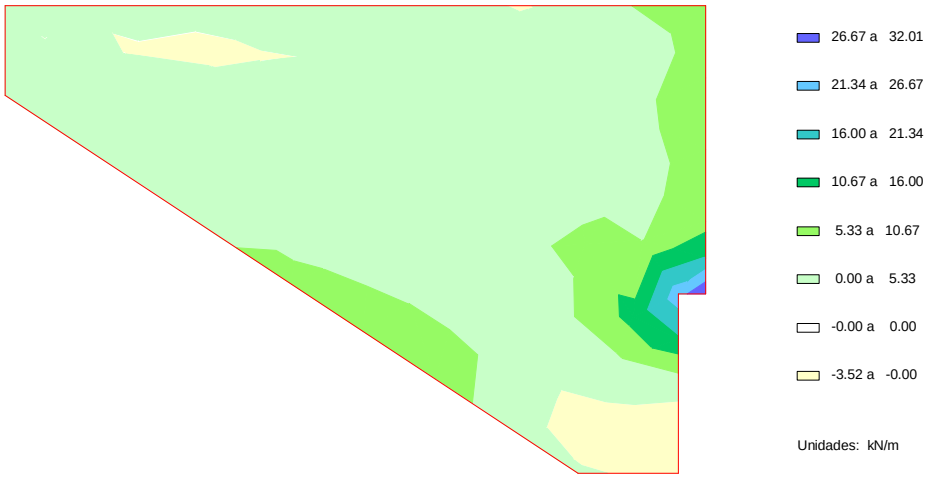
Cortante eje vertical. Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Cortante eje vertical. Valor máximo



11.4.2 Armaduras de cortante

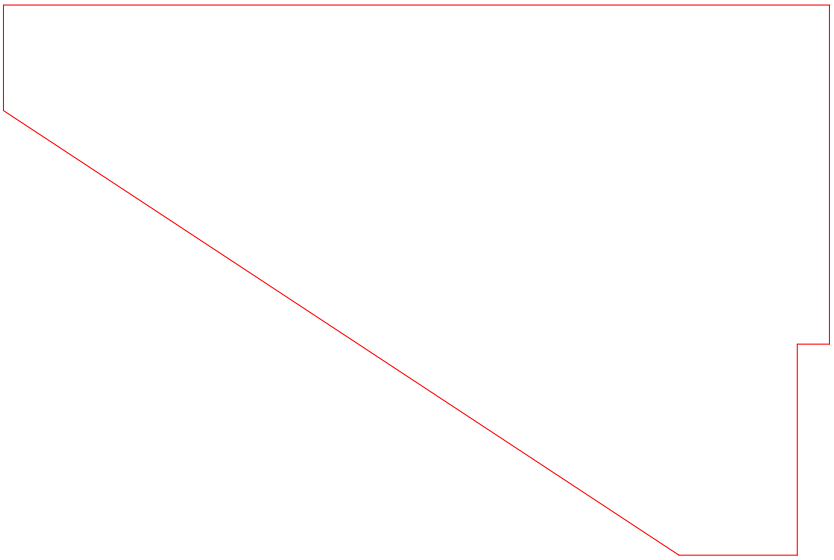
EL Rotura por cortante

Situación persistente

Envolvente global

Envolvente global

Armadura de cortante. cm²/m²



-0.0 a 0.0

Unidades: cm²/m²

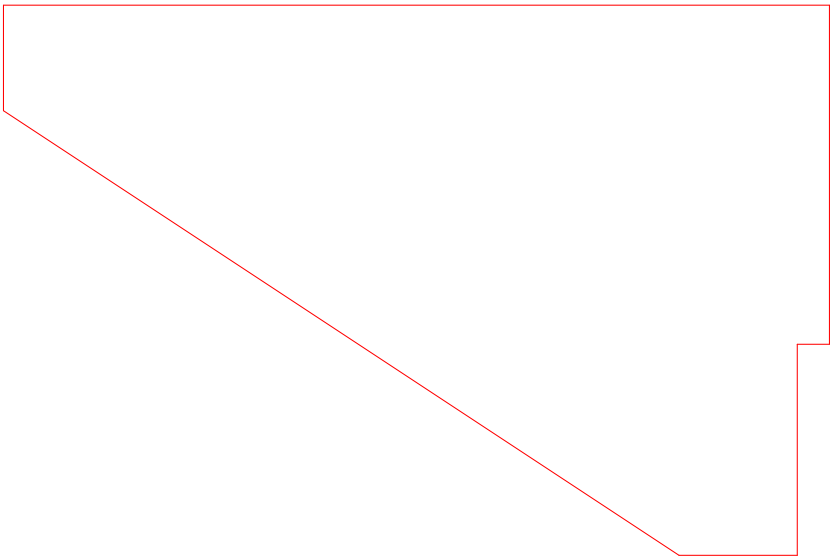
EL Rotura por cortante

Situación persistente

Envolvente global

Envolvente global

Armadura mínima de cortante. cm²/m²



-0.0 a 0.0

Unidades: cm²/m²

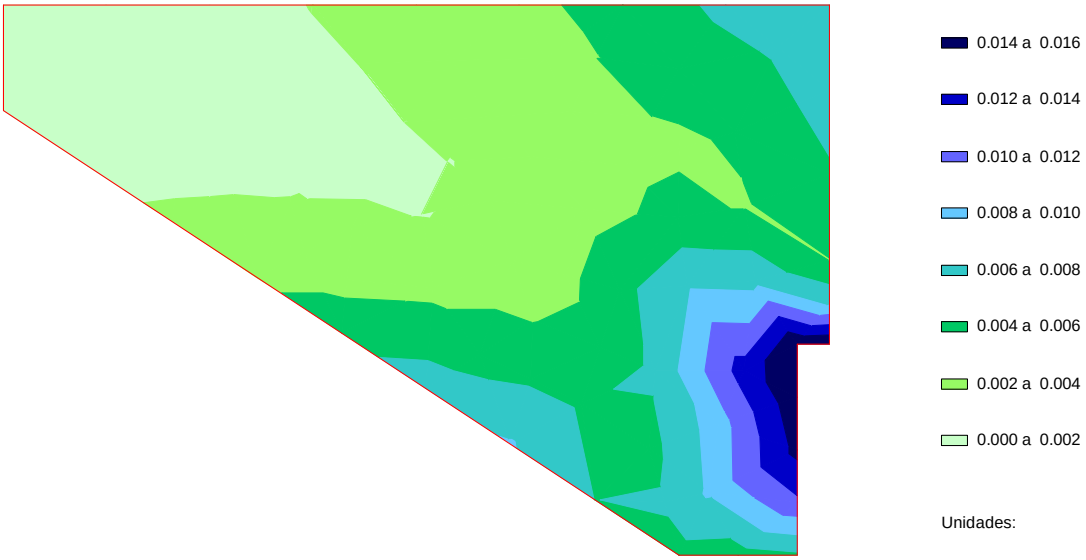
EL Rotura por cortante

Situación persistente

Envolvente global

Envolvente global

Resultado de la comprobación relativa a las bielas de compresión



11.5 Aleta2

11.5.1 Esfuerzos de cálculo

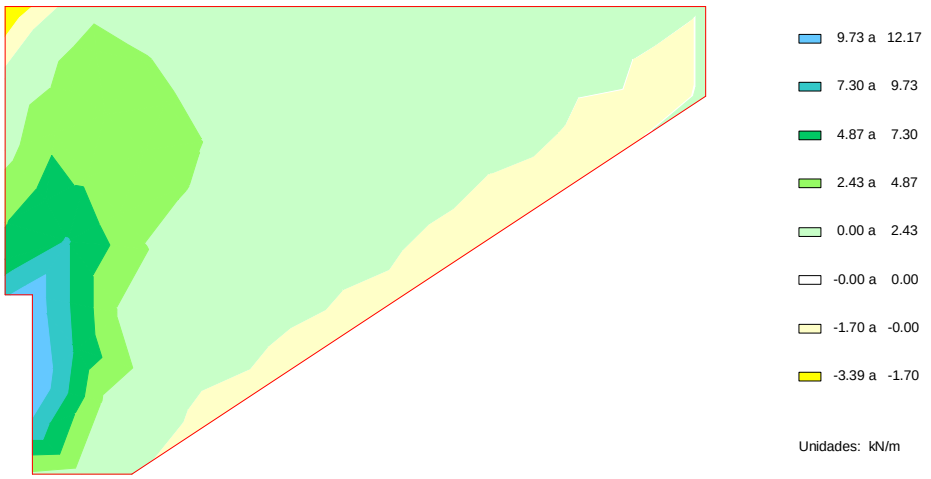
Criterio de signos:

Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores positivos traccionan la cara interior de la aleta.

ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

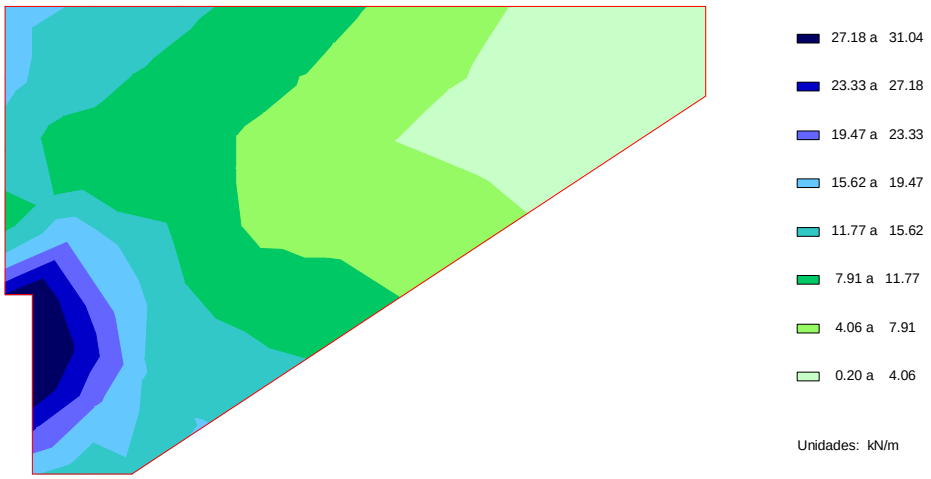
Cortante eje horizontal. Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

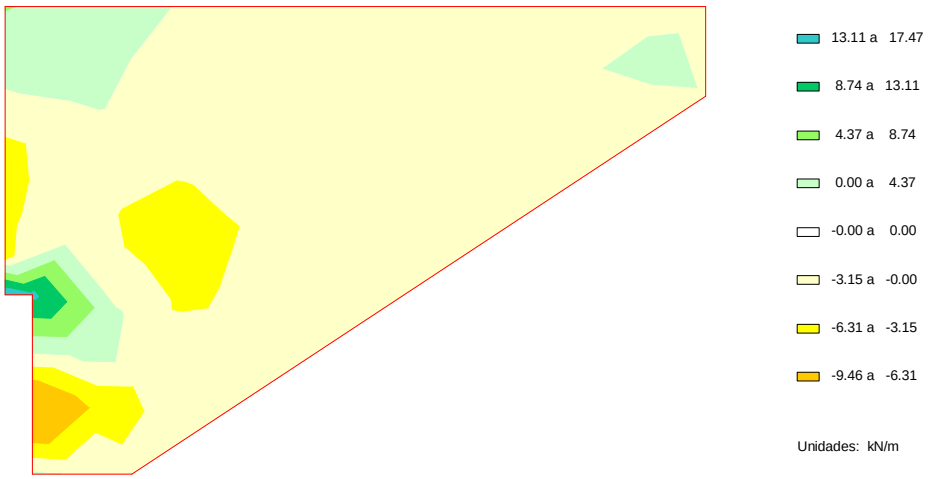
Cortante eje horizontal. Valor máximo



ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

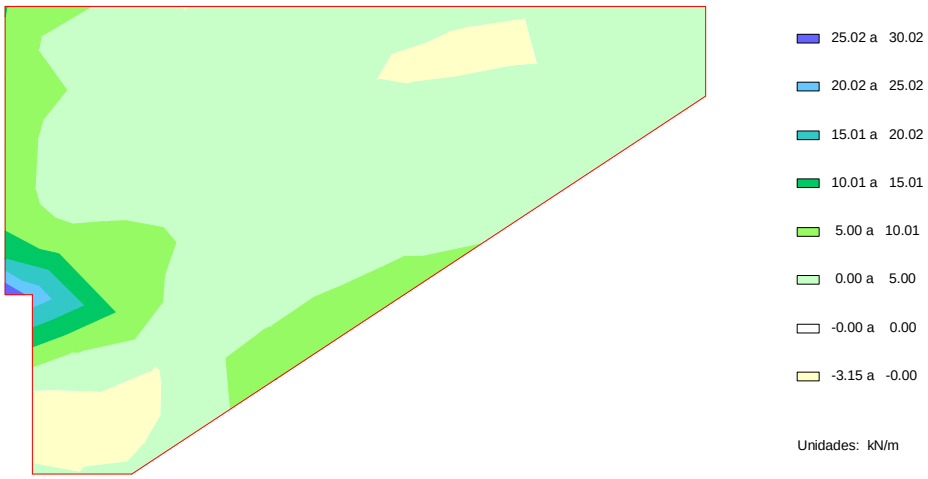
Cortante eje vertical. Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Cortante eje vertical. Valor máximo



11.5.2 Armaduras de cortante

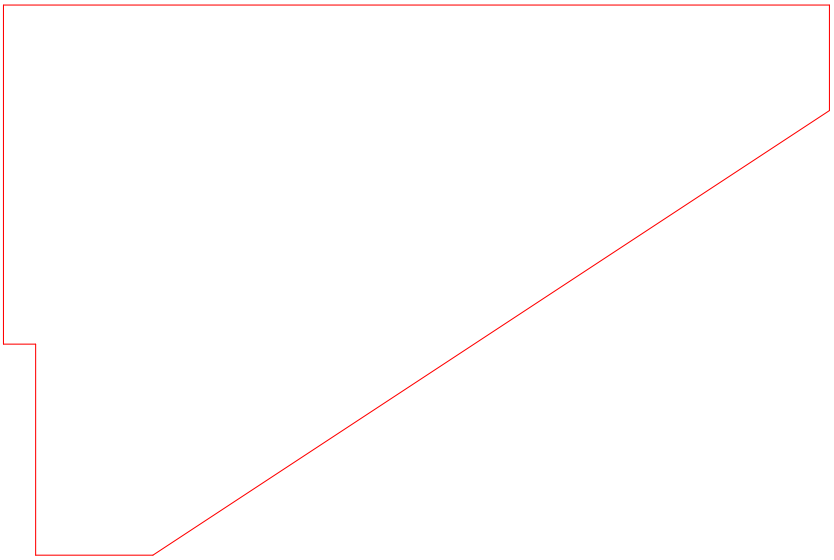
EL Rotura por cortante

Situación persistente

Envolvente global

Envolvente global

Armadura de cortante. cm²/m²



-0.0 a 0.0

Unidades: cm²/m²

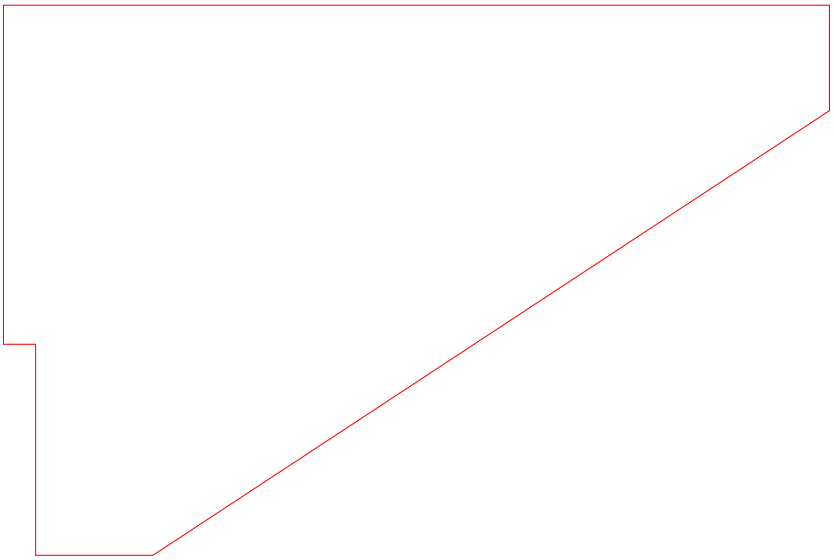
EL Rotura por cortante

Situación persistente

Envolvente global

Envolvente global

Armadura mínima de cortante. cm²/m²



-0.0 a 0.0

Unidades: cm²/m²

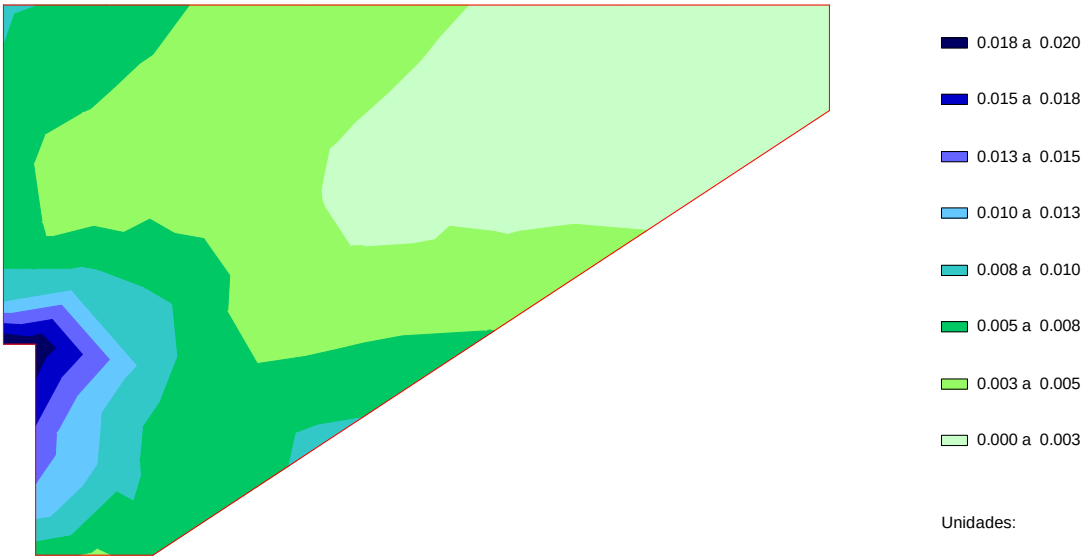
EL Rotura por cortante

Situación persistente

Envolvente global

Envolvente global

Resultado de la comprobación relativa a las bielas de compresión



11.6 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Aleta 1. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Aleta 2. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Cargadero. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Pilotes. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Espaldón. Verifica la comprobación.

Pilotes :

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Pilotes. Verifica la comprobación.

Espaldón

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Espaldón. Verifica la comprobación.

Cargadero

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Cargadero. Verifica la comprobación.

Aleta 1 :

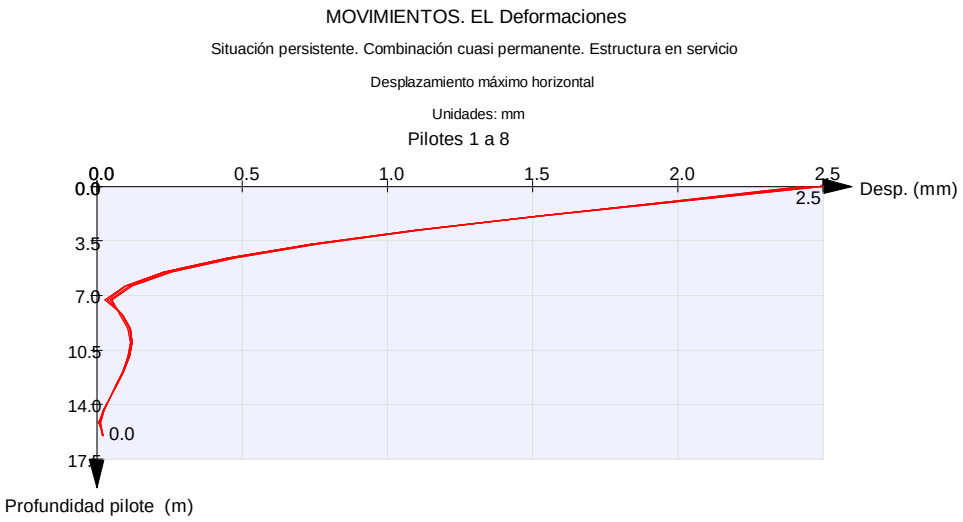
Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Aleta 1. Verifica la comprobación.

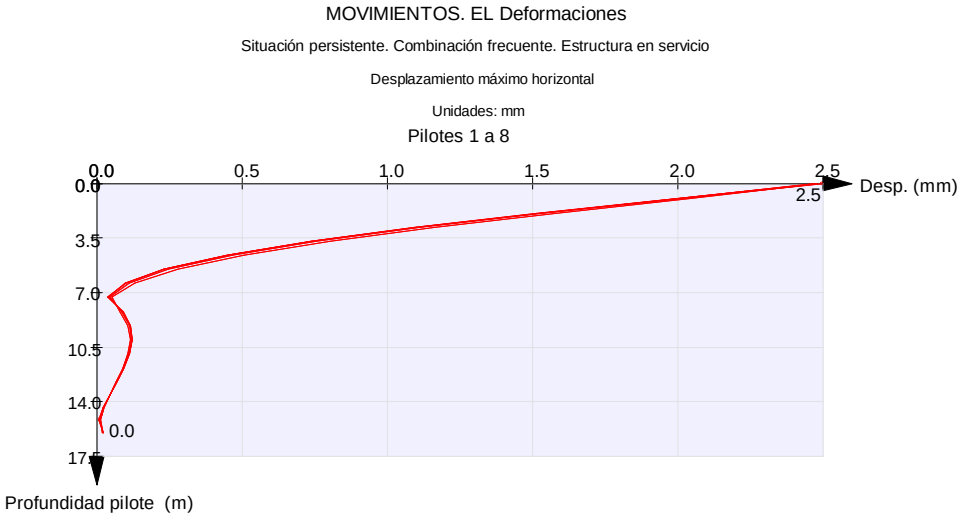
Aleta 2 :

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Aleta 2. Verifica la comprobación.

12 ESTADO LíMITE DE DEFORMACIONES

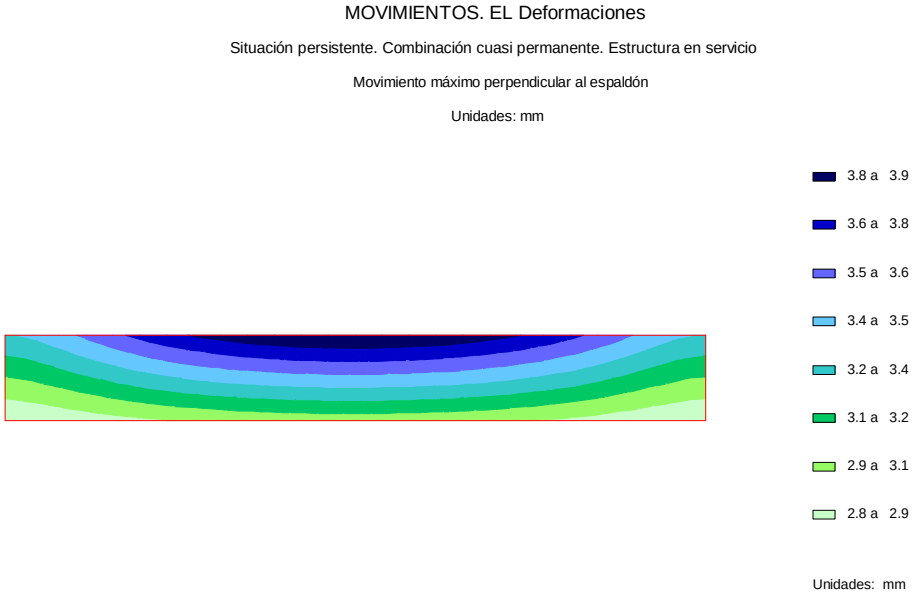
12.1 Pilotes


MOVIMIENTOS. EL Deformaciones
Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio
Desplazamiento máximo horizontal
Unidades: mm
Pilotes 1 a 8
0.0
0.5
1.0
1.5
2.0
2.5
Desp. (mm)
0.0
3.5
7.0
10.5
14.0
17.5
0.0
Profundidad pilote (m)


MOVIMIENTOS. EL Deformaciones
Situación persistente. Combinación frecuente. Estructura en servicio
Desplazamiento máximo horizontal
Unidades: mm
Pilotes 1 a 8
0.0
0.5
1.0
1.5
2.0
2.5
Desp. (mm)
0.0
3.5
7.0
10.5
14.0
17.5
0.0
Profundidad pilote (m)

12.2 Muro espaldón

12.2.1 Deformaciones

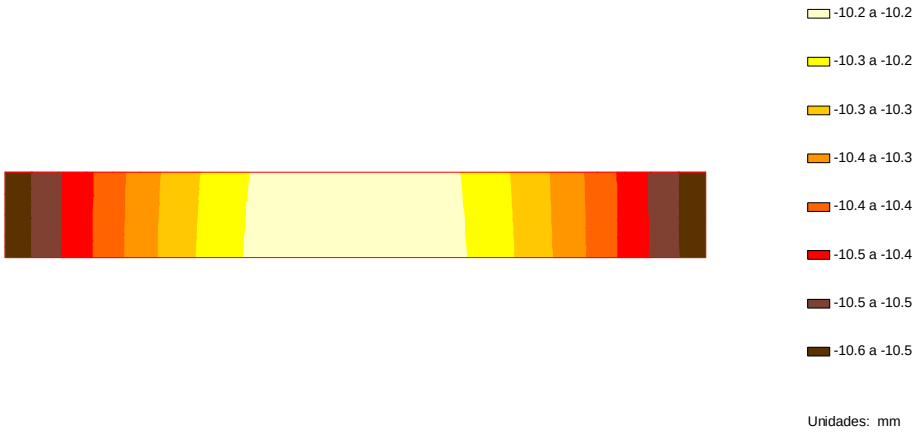


MOVIMIENTOS. EL Deformaciones

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Descenso máximo

Unidades: mm

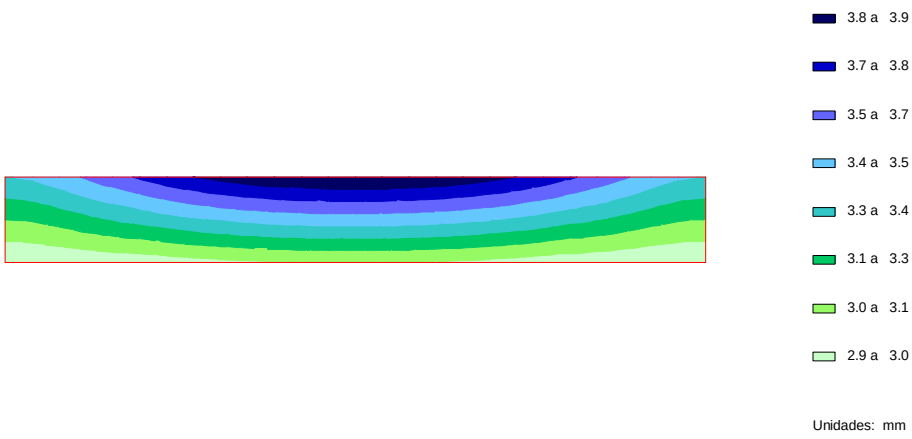


MOVIMIENTOS. EL Deformaciones

Situación persistente. Combinación frecuente. Estructura en servicio

Movimiento máximo perpendicular al espaldón

Unidades: mm

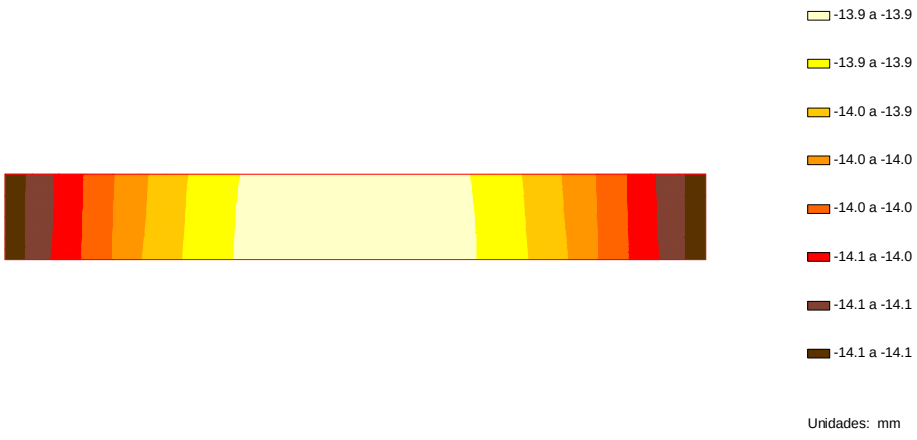


MOVIMIENTOS. EL Deformaciones

Situación persistente. Combinación frecuente. Estructura en servicio

Descenso máximo

Unidades: mm

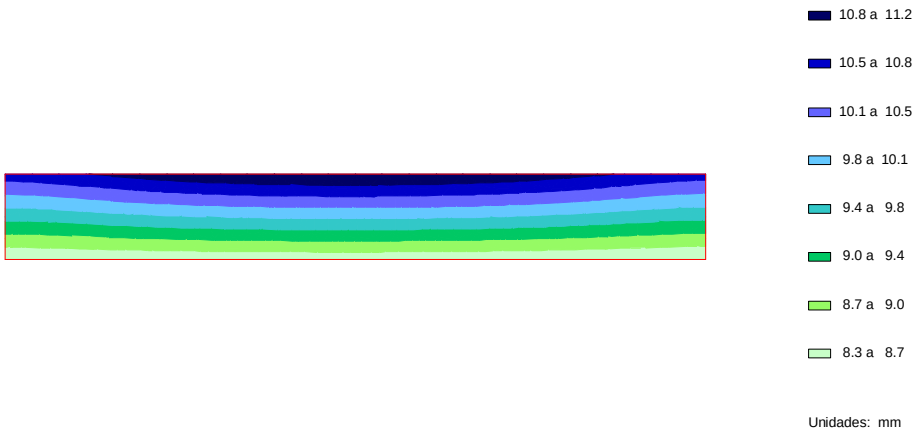


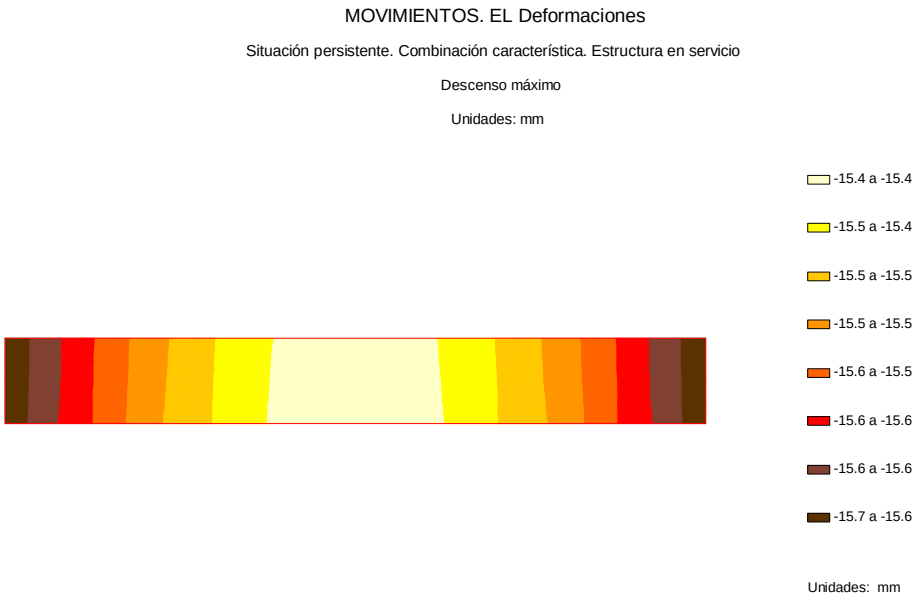
MOVIMIENTOS. EL Deformaciones

Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio

Movimiento máximo perpendicular al espaldón

Unidades: mm





12.2.2 Cálculo de E.L. de deformaciones

12.2.2.1 Desplazamientos. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Desplazamiento máximo horizontal en coronación	:	3.9	mm
Desplazamiento horizontal en coronación admisible	:	50.0	mm
Desplazamiento máximo vertical en coronación	:	10.6	mm
Desplazamiento vertical en coronación admisible	:	50.0	mm

12.2.2.2 Desplazamientos. Situación persistente. Combinación frecuente. Estructura en servicio

Desplazamiento máximo horizontal en coronación	:	3.9	mm
Desplazamiento horizontal en coronación admisible	:	50.0	mm
Desplazamiento máximo vertical en coronación	:	14.1	mm
Desplazamiento vertical en coronación admisible	:	50.0	mm

12.2.2.3 Desplazamientos. Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio

Desplazamiento máximo horizontal en coronación	:	11.2	mm
Desplazamiento horizontal en coronación admisible	:	50.0	mm
Desplazamiento máximo vertical en coronación	:	15.7	mm
Desplazamiento vertical en coronación admisible	:	50.0	mm

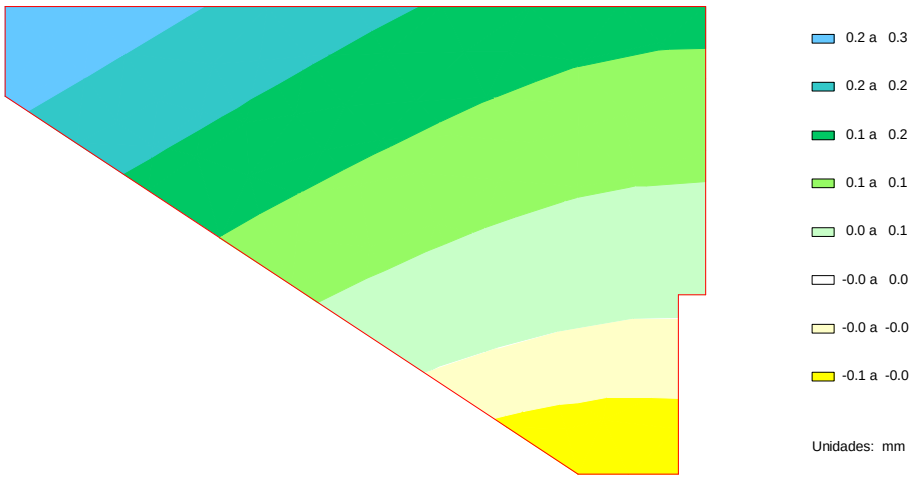
12.3 Aleta 1

MOVIMIENTOS. EL Deformaciones

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Movimiento máximo perpendicular a la aleta

Unidades: mm

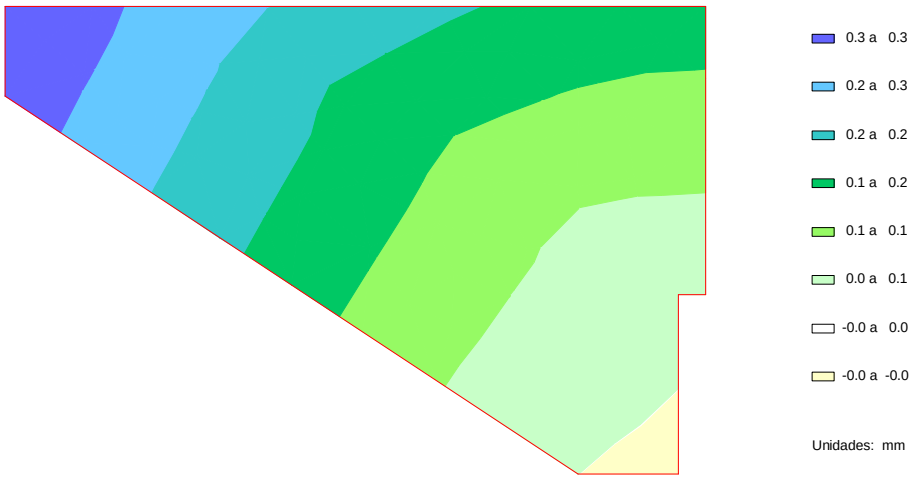


MOVIMIENTOS. EL Deformaciones

Situación persistente. Combinación frecuente. Estructura en servicio

Movimiento máximo perpendicular a la aleta

Unidades: mm

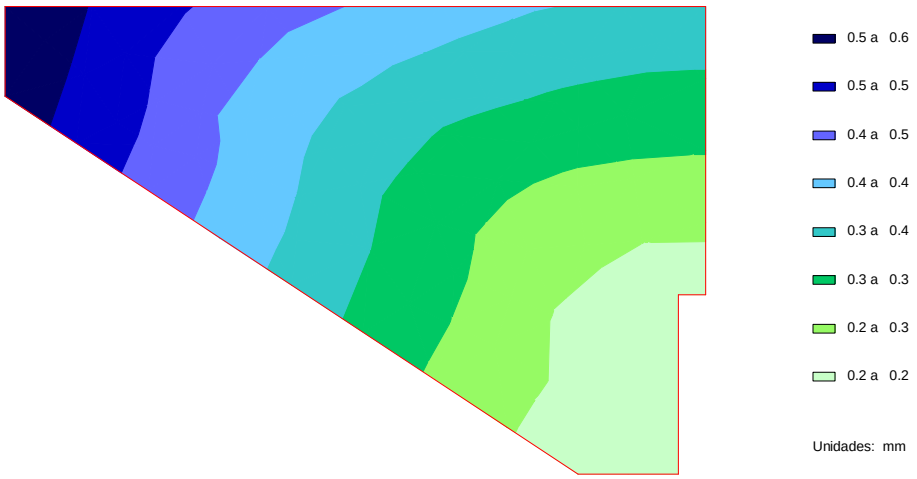


MOVIMIENTOS. EL Deformaciones

Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio

Movimiento máximo perpendicular a la aleta

Unidades: mm



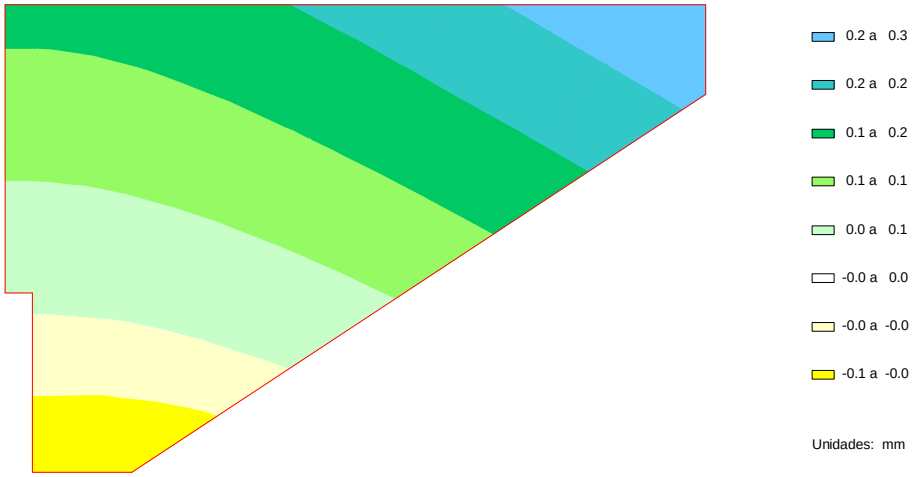
12.4 Aleta2

MOVIMIENTOS. EL Deformaciones

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Movimiento máximo perpendicular a la aleta

Unidades: mm

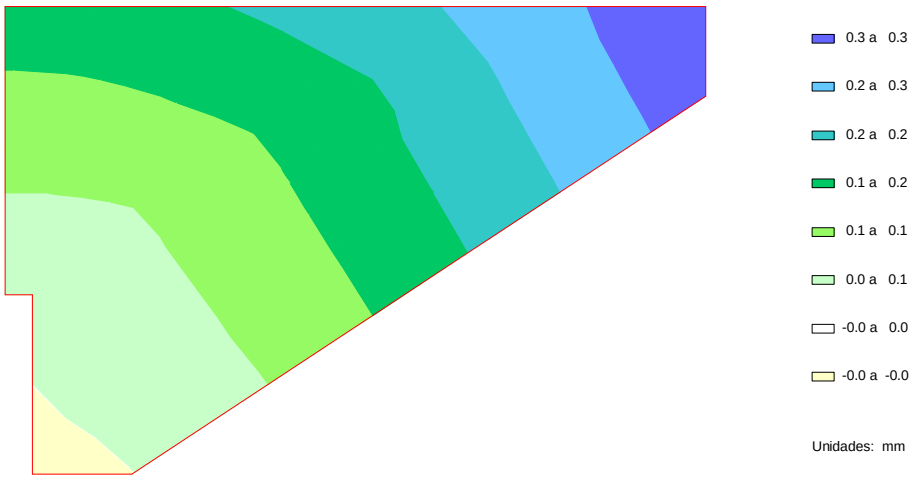


MOVIMIENTOS. EL Deformaciones

Situación persistente. Combinación frecuente. Estructura en servicio

Movimiento máximo perpendicular a la aleta

Unidades: mm

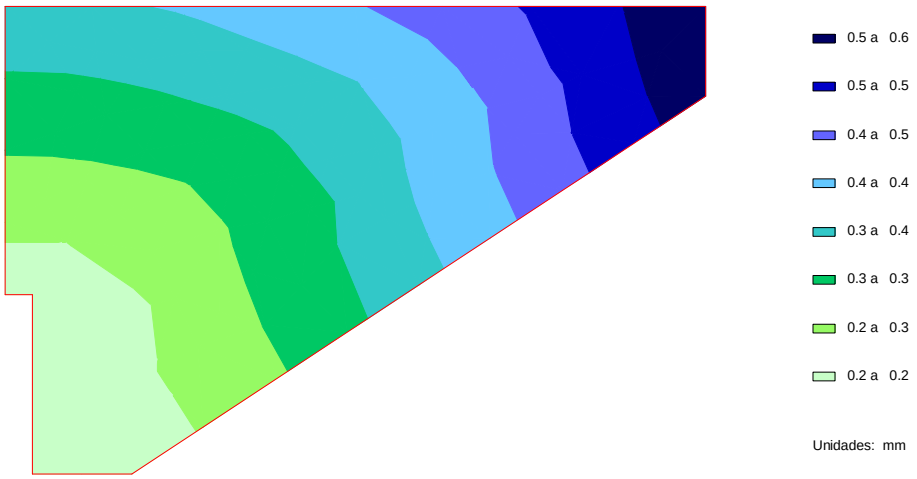


MOVIMIENTOS. EL Deformaciones

Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio

Movimiento máximo perpendicular a la aleta

Unidades: mm



12.5 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Verifica la comprobación.

Situación persistente. Combinación frecuente. Estructura en servicio. Verifica la comprobación.

Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio. Verifica la comprobación.

13 ESTADO LíMITE DE DESPIECE

13.1 Resumen de verificaciones

Generación del armado. Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara inferior. Posición del despiece incorrecta.
Generación del armado. Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara superior. Posición del despiece incorrecta.
Generación del armado. Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara interior. Posición del despiece incorrecta.
Generación del armado. Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara exterior. Posición del despiece incorrecta.
Generación del armado. No verifica la comprobación.

Programa: CivilEstudio

Versión: 34 - 6
Barcelona, 2018

CivilEstudio, software propiedad de CivilCAD Consultores, S.L.
Autores: L.M.Callís, J.M.Roig, I.Callís, P.Reinés
Licencia de uso concedida a: Most Enginyers, S.L.
Número de usuario: 12202

Proyecto:

Nombre del proyecto: *PRECÀLCUL DE LES ESTRUCTURES DEL PROJECTE D'OBRES BÀSIQUES D'URBANITZACIÓ DEL PLA DIRECTOR URBANÍSTIC DEL CENTRE DIRECCIONAL DE CERDANYOLA DEL VALLÈS*
Nombre de la estructura: *6 V.G.1 Pont sobre el torrent de Magrans a l'eix G*
Nombre del elemento estructural: *Estrep flotant*
Tipo de estructura: *Cargadero cimentado mediante pilotes*
Funcionalidad de la estructura: *Estructura de Carretera*
Clase de estructura: *Cargadero sin encepado*
Vida útil: *100 años*

Normativas:

Ámbito: *Normas españolas*

Unidades:

Sistema *S.I.*

Despiece:

Sistema Métrico Europeo

Módulo del programa:

Módulo Estribo flotante
Nombre del archivo de proyecto: *vg1_v1.efl*
Ruta de acceso: *p:\parc de l'alba\estructures\6. v-g.1\civilcad estrep*

Informe:

Tipo de informe: *Mediciones*
Informe generado el día 20-12-2020 a las 18:14:22.

Incidencias :

Incidencia nº 1 :
Tarea :
Generación del modelo de cálculo
Causa :

Incidencia nº 2 :
Tarea :
Cálculo: fisuración
Causa :
La armadura necesaria es superior a la armadura máxima del despiece (diámetro máximo y separación mínima).

Incidencia nº 3 :
Tarea :
Generación del despiece
Causa :
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara inferior. Posición del despiece incorrecta.
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara superior. Posición del despiece incorrecta.
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara interior. Posición del despiece incorrecta.
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara exterior. Posición del despiece incorrecta.

Índice

1 MEDICIONES

1 MEDICIONES

Alzado

Muro frontal

Unidad: Superficie de encofrado plano visto

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Estribo. cara anterior	1	13.650	13.65
Espaldón. Cara exterior	1	20.225	20.22
Murete 1. Cara 2	1	1.432	1.43
Murete 2. Cara 2	1	1.432	1.43

Total:	36.739	m^2

Unidad: Superficie de encofrado plano oculto

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Cara trasdós estribo	1	31.200	31.20
Cara frontal de la capa de nivelación	1	1.320	1.32
Cara posterior de la capa de nivelación	1	1.320	1.32
Cara lateral 1 de la capa de nivelación	1	0.160	0.16
Cara lateral 2 de la capa de nivelación	1	0.160	0.16

Total:	34.160	m^2

Unidad: Volumen de hormigón no estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Capa de nivelación	1	2.112	2.11

Total:	2.112	m^3

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Alzado sin aletas	1	24.743	24.74

Total:	24.743	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Muro frontal	1	2433.2	2433.22
Espaldón	1	504.3	504.28
Muretes laterales	1	123.8	123.75

Total:	3061.3	kg

Aleta 1

Unidad: Superficie de encofrado plano visto

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Cara lateral izquierda del estribo	1	9.619	9.62

Total:	9.619	m^2

Unidad: Superficie de encofrado plano oculto

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Aleta 1. Cara interior del voladizo	1	6.309	6.31
Aleta 1. Cara del extremo del voladizo	1	0.250	0.25
Aleta 1. Cara inclinada del voladizo	1	1.894	1.89

Total:	8.453	m^2

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Aleta 1	1	3.350	3.35

Total:	3.350	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Aleta 1	1	216.2	216.25

Total:	216.2	kg

Aleta 2

Unidad: Superficie de encofrado plano visto

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Cara lateral derecha del estribo	1	9.619	9.62

Total:	9.619	m^2

Unidad: Superficie de encofrado plano oculto

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Aleta 2. Cara interior del voladizo	1	6.309	6.31
Aleta 2. Cara del extremo del voladizo	1	0.250	0.25
Aleta 2. Cara inclinada del voladizo	1	1.894	1.89

Total:	8.453	m^2

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Aleta 2	1	3.350	3.35

Total:	3.350	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Aleta 2	1	191.0	191.01

Total:	191.0	kg

Cimentación

Pilotes

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Pilote 1	1	9.079	9.08
Pilote 2	1	9.079	9.08
Pilote 3	1	9.079	9.08
Pilote 4	1	9.079	9.08
Pilote 5	1	9.079	9.08
Pilote 6	1	9.079	9.08
Pilote 7	1	9.079	9.08
Pilote 8	1	9.079	9.08

Total:	72.634	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Pilotes	1	5623.3	5623.32

Total:	5623.3	kg

Acabados

Muro frontal

DIMENSIONAMENT DEL CARREGADOR

1. CARACTERÍSTIUES PRINCIPALS

Canto del encepado $h_e := 1\ m$

$r_{mec} := 45\ mm + 12\ mm + \frac{25\ mm}{2} = 69.5\ mm$

Ancho del encepado $b_e := 1.4\ m$

Separación entre vigas $s_{vigas} := 2.425\ m$

Diámetro pilote $D := 85\ cm$

Hormigón $f_{ck} := 30\ MPa$ $f_{cd} := f_{ck} \cdot 1.5^{-1} = 20\ MPa$

$f_{ctm} := 0.3 \cdot \left(f_{ck} \cdot MPa^{-1}\right)^{\frac{2}{3}}\ MPa = 2.896\ MPa$ $f_{ydc} := 400\ MPa$

$$f_{ctm.flcomp}(N) := \max\left(\left(1.6 - \frac{\max(h_e, b_e)}{100\ cm}\right) \cdot f_{ctm}, f_{ctm}\right) - \frac{N}{h_e \cdot b_e}$$

$$f_{ct\_ed.flcomp}(N) := \frac{0.7 \cdot f_{ctm.flcomp}(N)}{1.5}$$

Armadura prevista por cara

$\phi_{barra\_tracc} := 25\ mm$ $n_{barras\_tracc} := 10$

Armadura de cortante

$\phi_v := 16\ mm$ $cada := 20\ cm$ $n_{rv} := 2$

2. REACCIÓ SOBRE RECOLZAMENT PÈSSIM

Carga vertical

$N_{k\_apoyo} := 1025.4\ kN$

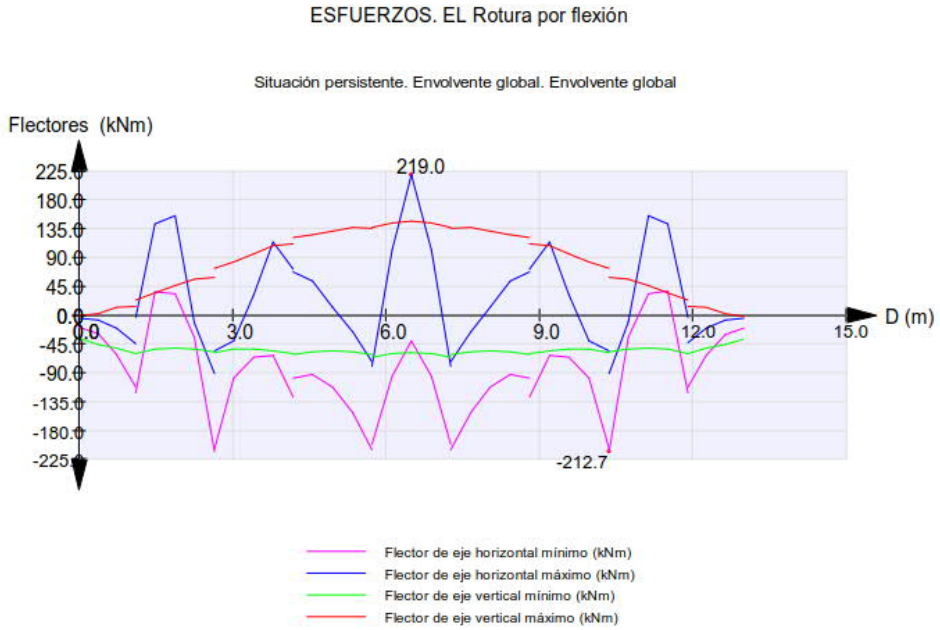
$V_{k\_apoyo} := 70\ kN + 3\ kN + 23\ kN = 96\ kN$

3. ESFORÇOS EN CARREGADOR

[axil positiu indica tracció]

3.1 Esforços en E.L.U.

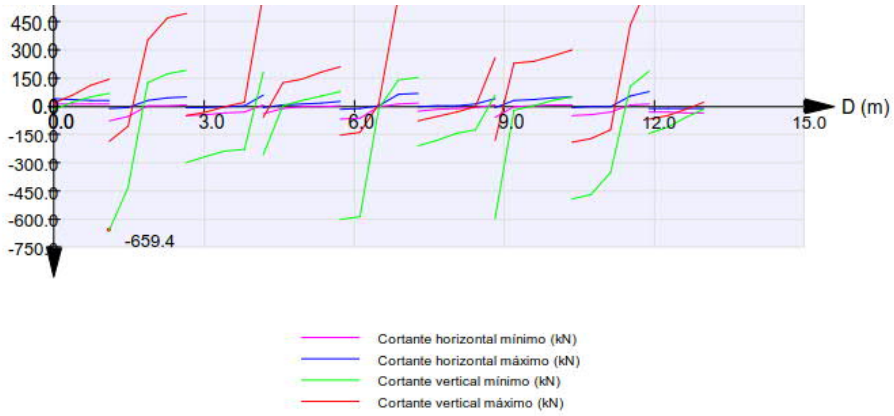
$N_{ed} := 60\ \mathbf{kN}$



$M_{ed\_vertical} := 140\ \mathbf{kN \cdot m}$

$M_{ed\_horizontal} := 220\ \mathbf{kN \cdot m}$

$V_{ed} := 660\ \mathbf{kN}$

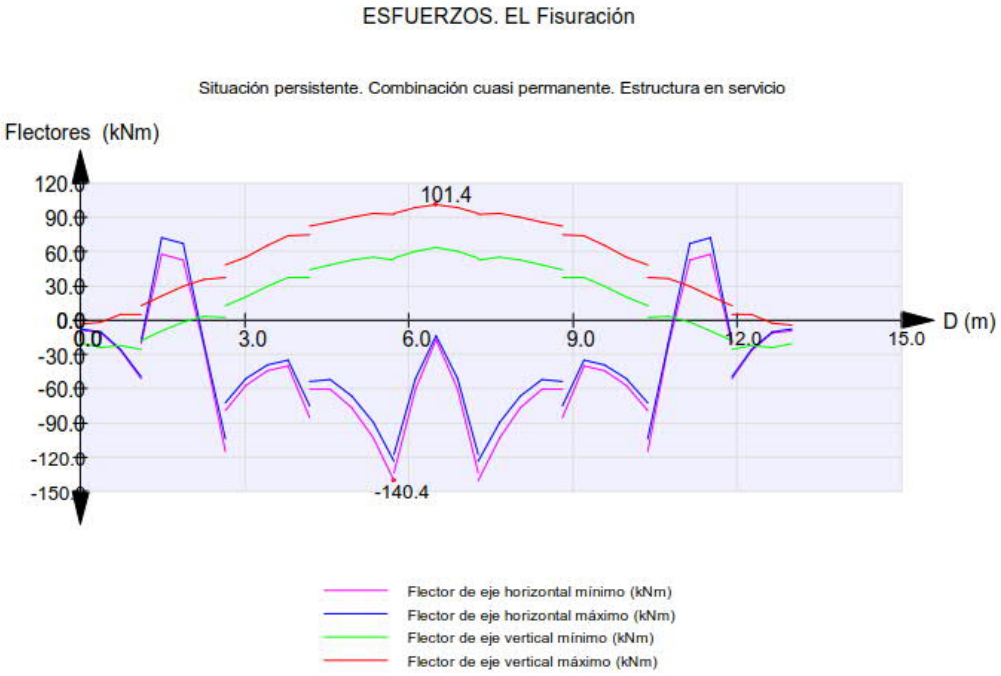


Momento torsor de diseño

$T_{ed} := 270\ kN \cdot m$

3.2 Esforços en E.L.S.

$N_k := 10\ \mathbf{kN}$



$M_{k\_vertical} := 102\ \mathbf{kN \cdot m}$

$M_{k\_horizontal} := 141\ \mathbf{kN \cdot m}$

Momento torsor en servicio

$$T_k := \frac{T_{ed}}{1.35} = 200\ \mathbf{m \cdot kN}$$

4. ANÀLISI E.L.S. FISSURACIÓ CARREGADOR

$$\sigma_{tracc\_k} := \frac{N_k}{h_e \cdot b_e} + \frac{6 \cdot M_{k\_vertical}}{b_e \cdot h_e^{\,2}} + \frac{6 \cdot M_{k\_horizontal}}{h_e \cdot b_e^{\,2}} = 0.876\ \text{MPa} \quad << \quad f_{ctm.flcomp}(N_k) = 2.889\ \text{MPa}$$

$$\text{if}\left(\sigma_{tracc\_k} \le f_{ctm.flcomp}(N_k), \text{“NO FISURA”}, \text{“FISURA”}\right) = \text{“NO FISURA”}$$

$$Ratio_{ELS.fissuració} := \frac{\sigma_{tracc\_k}}{f_{ctm.flcomp}(N_k)} = 0.303 \quad < 1 \quad \text{ok}$$

5. ANÀLISI E.L.U. FLEXIÓ CARREGADOR

$$\sigma_{tracc\_ed} := \frac{N_{ed}}{h_e \cdot b_e} + \frac{6 \cdot M_{ed\_vertical}}{b_e \cdot h_e^{\,2}} + \frac{6 \cdot M_{ed\_horizontal}}{h_e \cdot b_e^{\,2}} = 1.316\ \text{MPa} \quad << \quad f_{ct\_ed.flcomp}(N_{ed}) = 1.332\ \text{MPa}$$

$$\text{if}\left(\sigma_{tracc\_ed} \le f_{ct\_ed.flcomp}(N_{ed}), \text{“VERIFICA COMO HM”}, \text{“NO”}\right) = \text{“VERIFICA COMO HM”}$$

$$Ratio_{ELU.flexión} := \frac{\sigma_{tracc\_ed}}{f_{ct\_ed.flcomp}(N_{ed})} = 0.988 \quad < 1 \quad \text{ok}$$

6. ANÀLISI E.L.U. TALLANT CARREGADOR

$$A_{s'} := \frac{\pi}{4} \cdot \phi_{barra\_tracc}^{\,2} \cdot n_{barras\_tracc} = 49.087\ \text{cm}^2$$

$$d := h_e - r_{mec} = 0.931\ \text{m}$$

$$\xi := \min\left(1 + \sqrt{\frac{200\ \text{mm}}{d}}, 2\right) = 1.464$$

$$\sigma'_{cd}(N) := \frac{-N}{h_e \cdot b_e}$$

Cuantía de armadura en la cara de tracción:

$$\rho_l := \max\left(\frac{A_{s'}}{d \cdot b_e}, 0.02\right) = 0.02$$

$$V_{cu}(N) := \left(\frac{0.18}{1.5} \cdot \xi \cdot \left(100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck} \cdot \text{MPa}^{-1}\right)^{\frac{1}{3}} + 0.15 \cdot \sigma'_{cd}(N) \cdot \text{MPa}^{-1}\right) \cdot b_e \cdot d \cdot \text{MPa}$$

$$V_{cu.min}(N) := \left(\frac{0.075}{1.5} \cdot \xi^{\frac{3}{2}} \cdot \left(f_{ck} \cdot \text{MPa}^{-1}\right)^{\frac{1}{2}} + 0.15 \cdot \sigma'_{cd}(N) \cdot \text{MPa}^{-1}\right) \cdot b_e \cdot d \cdot \text{MPa}$$

Capacidad del hormigón por tracción en piezas sin armadura de cortante

$V_{cu}(N) := \text{if}\left(V_{cu}(N) < V_{cu.min}(N)\right.$

$$V_{cu}(N) := \text{if } V_{cu}(N) \le V_{cu.min}(N) \;\; \| \; V_{cu.min}(N) \;\; \text{else} \;\; \| \; V_{cu}(N)$$

$V_{ed} = 660\ \text{kN}$ $\quad V_{cu}(N_{ed}) = 887.34\ \text{kN}$

$$Ratio\_VU2 := \frac{V_{ed}}{V_{cu}(N_{ed})} = 0.744$$

Análisis de secciones con armadura de cortante

Se considera un ángulo respecto la directriz de la pieza con el armado de cortante $\alpha := 90\ °$
Se considera un ángulo de las bielas $\theta := 45\ °$

$$V_{cu}(N) := \max\left(\left(\frac{0.15}{1.5}\cdot\xi\cdot\left(100\cdot\rho_l\cdot f_{ck}\cdot \text{MPa}^{-1}\right)^{\frac{1}{3}} + 0.15\cdot\sigma'_{cd}(N)\cdot\text{MPa}^{-1}\right)\cdot b_e\cdot d\cdot\text{MPa}, V_{cu.min}(N)\right)$$

$V_{cu}(N_{ed}) = 738.054\ \text{kN}$

$$V_{su} := \frac{0.9\cdot d\cdot n_{rv}\cdot\pi\cdot\frac{\phi_v^{\,2}}{4}}{cada} f_{ydc}\cdot\sin(\alpha)\cdot(\cot(\alpha)+\cot(\theta)) = 673.517\ \text{kN}$$

$$Ratio\_cort := \frac{V_{ed}}{V_{cu}(N_{ed}) + V_{su}} = 0.468 \quad < 1 \qquad \text{ok}$$

$$armadura\_cortante := \text{if } Ratio\_VU2 \le 1 \;\; \| \; \text{“No necesaria”} \;\; \text{else if } Ratio\_cort \le 1 \;\; \| \; Ratio\_cort \;\; \text{else if } Ratio\_cort > 1 \;\; \| \; \text{“No verifica cortante”} = \text{“No necesaria”}$$

Verificacion_cortante = “OK. No necesita armadura de cortante”

$$A_{V.min} := \text{if } \phi_v = 0 \;\; \| \; 0\cdot\frac{\text{cm}^2}{\text{m}} \;\; \text{else} \;\; \| \; \frac{f_{ctm}\cdot b_e}{7.5\cdot f_{ydc}} = 13.517\ \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

$$A_{V.dispuesta} := \frac{b_e}{cada\cdot\text{m}}\cdot n_{rv}\cdot\pi\cdot\frac{\phi_v^{\,2}}{4} = 28.149\ \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

Verificacion_armadura.minima.cortante = “OK.”

7. ANÀLISI E.L.U. ARMADURA TIRANT INFERIOR

Coeficiente de mayoración de acciones $\gamma_A := 1.35$

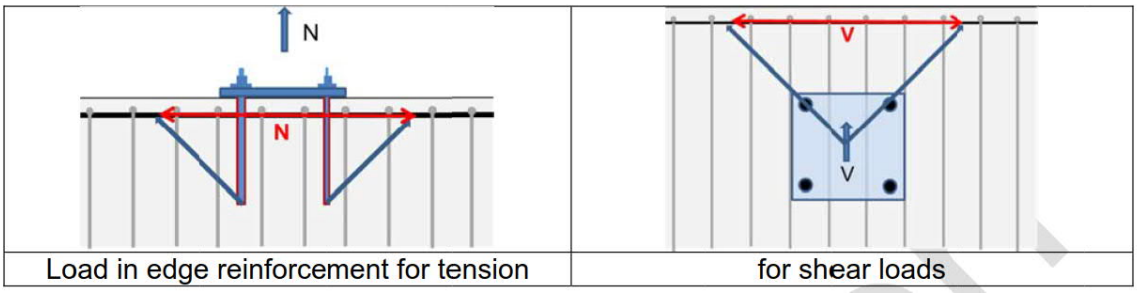
Reacción de cálculo de una viga

$R_{ed} := N_{k\_apoyo} \cdot \gamma_A = 1384.29$ **kN**

$V_{ed} := V_{k\_apoyo} \cdot \gamma_A = 129.6$ **kN**

Ángulo de una biela: $\alpha := \operatorname{atan}\left(\frac{h_e}{0.5 \cdot s_{vigas}}\right) = 39.514$ °

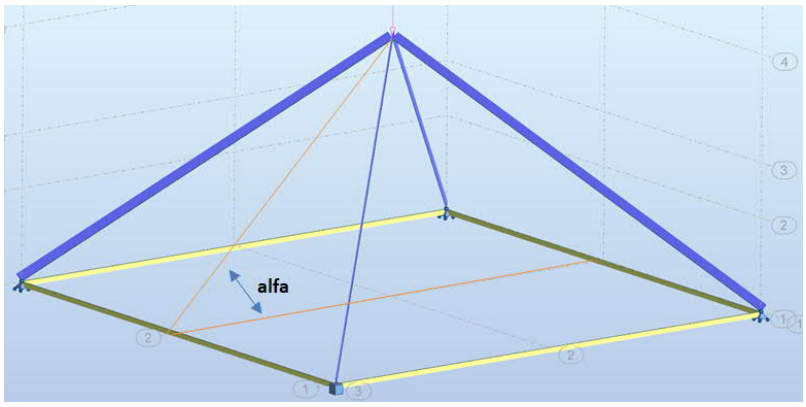
- A surface or edge reinforcement perpendicular to the anchor load is required to take up the splitting forces. The stress induced into this edge reinforcement can be estimated by a 45° strut and tie model:



Load in edge reinforcement for tension | for shear loads

Tipo de análisis para la tracción $analisis_{tracc} := \text{“2D”}$ ["2D", "3D"]

Tipo de análisis para el cortante $analisis_{cort} := \text{“2D”}$ ["2D", "3D"]



Celosía espacial con ángulo plano de bielas:
$\alpha = 39.514$ °

$\alpha' := \operatorname{atan}\left(\frac{\tan(\alpha)}{\sqrt{2}}\right) = 30.25$ °

$V := V_{ed} = 129.6$ **kN** $N := R_{ed} = (1.384 \cdot 10^3)$ **kN**

Tracción estimada en el tirante:

$$T_{tracc} := \text{if } analisis_{tracc} = \text{“2D”} \left\| 0.5\ N \cdot \tan(\alpha)^{-1} \right|$$

Compresión estimada en la biela:

$$C_{tracc} := \text{if } analisis_{tracc} = \text{“2D”} \left\| 0.5\ N \cdot \sin(\alpha)^{-1} \right|$$

else
$0.25\ N \cdot \tan(\alpha)^{-1}$

else
$0.25\ N \cdot \sin(\alpha')^{-1}$

$T_{cort} := 0.5\ V \cdot \tan(\alpha)^{-1}$

$C_{cort} := 0.5\ V \cdot \sin(\alpha)^{-1}$

$T_{tracc} = 839.226\ kN$

$C_{tracc} = (1.088 \cdot 10^3)\ kN$

$T_{cort} = 78.57\ kN$

$C_{cort} = 101.844\ kN$

$C := \max(C_{tracc}, C_{cort}) = 1087.826\ kN$

Tensiones en biela:

ancho biela: $a_{biela} := D = 85\ cm$

canto biela: $h_{biela} := 0.5 \cdot D \cdot \sin(\alpha) = 27.041\ cm$

$\sigma_{biela} := \frac{C}{a_{biela} \cdot h_{biela}} = 4.733\ MPa$

$\sigma_{2c} := 0.7 \cdot f_{cd} = 14\ MPa$

$Ratio_{biela} := \frac{\sigma_{biela}}{\sigma_{2c}} = 33.805\%$ ok

Armadura requerida en tirante:

Tensión considerada de trabajo: $f_{y\_considerada} := 200\ MPa \cdot \gamma_A = 270\ MPa$

$A_{S.nec\_traccion} := \frac{T_{tracc}}{f_{y\_considerada}} = 31.082\ cm^2$

$A_{S.nec\_cortante} := \frac{T_{cort}}{f_{y\_considerada}} = 2.91\ cm^2$

MÁXIMO DIÁMETRO DE LAS BARRAS PARA CONTROLAR LA FISURACIÓN

Tensión del acero[1] [N/mm²]	*Diámetro máximo de la barra [mm]*		
	w_k = 0,4 mm	w_k = 0,3 mm	w_k = 0,2 mm
160	40	32	25
200	32	25	16
240	20	16	12
280	16	12	8
320	12	10	6
360	10	8	5
400	8	6	4
450	6	5	–

[1] La tensión del acero se calcula en sección fisurada bajo la combinación de acciones relevante

Propuesta de armadura a disponer para prevenir roturas en el hormigón por la presencia del anclaje:

$\phi_{barra\_tracc} = 25\ mm$ $n_{barras\_tracc} = 10$

$\phi_{barra\_cort} := \phi_{barra\_tracc} = 25\ mm$ $n_{barras\_cort} := 1$

$A_{s\_min\_geo} := h_e \cdot b_e \cdot \frac{2.8}{1000} = 39.2\ cm^2$

$A_{S\_dispuesto\_tirante\_tracc} := \frac{\pi}{4} \cdot \phi_{barra\_tracc}^2 \cdot n_{barras\_tracc} = 49.087\ cm^2$

$A_{S\_dispuesto\_tirante\_cort} := \frac{\pi}{4} \cdot \phi_{barra\_cort}^2 \cdot n_{barras\_cort} = 4.909\ cm^2$

$Ratio_{tirante\_traccion\_anclaje} := \frac{A_{S.nec\_traccion}}{A_{S\_dispuesto\_tirante\_tracc}} = 63.321\%$ ok

$Ratio_{tirante\_cortante\_anclaje} := \frac{A_{S.nec\_cortante}}{A_{S\_dispuesto\_tirante\_cort}} = 59.282\%$ ok

$Ratio_{armadura\_minima} := \frac{A_{s\_min\_geo}}{A_{S\_dispuesto\_tirante\_tracc}} = 79.858\%$ ok

8. ANÀLISI E.L.U. ARMADURA TORSIÓ

Análisis de fisuración

Canto de la sección $h := h_e = 1$ m
Ancho de la sección $b := b_e = 1.4$ m
Recubrimiento armaduras $r := r_{mec} = 0.07$ m
Hormigón $f_{ck} = 30$ MPa
Acero $f_{yk} := 500$ MPa

$f_{ctm} = 2.896$ MPa

$f_{ctk} := 0.7 \cdot f_{ctm} = 2.028$ MPa

Área $A := b \cdot h = 1.4$ m²
Perímetro $u := 2 \cdot (b + h) = 4.8$ m
Espesor eficaz de la sección: $h_e := \max\left(\frac{A}{u}, 2 \cdot r\right) = 0.292$ m

$h_{med} := h - h_e = 0.708$ m $\quad b_{med} := b - h_e = 1.108$ m

Perímetro de la línea media $u_e := 2 \cdot (h_{med} + b_{med}) = 3.633$ m

Área de la línea media $A_e := h_{med} \cdot b_{med} = 0.785$ m²

Módulo a torsión $J_{t1} := \frac{4 \cdot A_e^2}{u_e} = 0.679$ m³

Módulo a torsión $J_{t2} := \frac{b^2 \cdot h}{3} = 0.653$ m³

Momento de fisuración a torsión $M_{fis\_torsion} := f_{ctm} \cdot \min(J_{t1}, J_{t2}) = (1.892 \cdot 10^3)$ m·kN

$Ratio_{fisuración} := \frac{T_k}{M_{fis\_torsion}} = 0.106$

$fisuración_{torsión}$ = "no fisura" OK

Análisis en E.L.U torsión según EHE-08

Armadura longitudinal considerada para torsión

ϕ_{barra} (mm)	num_{barras}
25	4
25	4

$A_l := \frac{num_{barras}}{4} \cdot \pi \cdot \phi_{barra}^2 = 39.27\ cm^2$

Diámetro previsto para armado transversal: $\phi_t := \phi_v = 16\ mm$
Cercos de $\phi_t = 16\ mm$ cada $s_t := cada = 20\ cm$
Número de barras en un cerco $n_c := 1$

Acero corrugado B500s con $f_{yd} := \frac{f_{yk}}{1.15} = 434.783\ MPa$ i $f_{yd.c} := 400\ MPa$

Resistencia de cálculo a compresión de hormigón: $f_{cd} := \frac{f_{ck}}{1.5} = 20\ MPa$

Ángulo de las armaduras con el eje de la pieza $\alpha_{armadura} := 90\ °$

Agotamiento de bielas a compresión Tu1

$f_{1cd} := 0.6 \cdot f_{cd} = 12\ MPa$ $K := 1$ $\alpha := 0.6$

Ángulo de las bielas del hormigón $\theta := atan(1) = 45\ °$ $\cot(\theta) = 1$

$T_{u1} := 2 \cdot K \cdot \alpha \cdot f_{1cd} \cdot A_e \cdot h_e \cdot \frac{\cot(\theta)}{1 + \cot(\theta)^2} = (1.649 \cdot 10^3)\ kN \cdot m$

Agotamiento de armadura transversal Tu2

Área de las armaduras utilizadas como cercos $A_t := \phi_t^2 \cdot n_c \cdot \frac{\pi}{4} = 201.062\ mm^2$

$T_{u2} := 2 \cdot A_e \cdot \frac{A_t}{s_t} \cdot f_{yd.c} \cdot \cot(\theta) = 631.39\ kN \cdot m$

Agotamiento de armadura longitudinal Tu3

$T_{u3} := \frac{2 \cdot A_e}{u_e} \cdot A_l \cdot f_{yd.c} \cdot \tan(\theta) = 678.817\ m \cdot kN$

Torsor resistente

$T_u := \min(T_{u1}, T_{u2}, T_{u3}) = 631.39\ m \cdot kN$

$$Ratio_{E.L.U.} := \frac{T_{ed}}{T_u} = 0.428$$

Disposiciones mínimas de separaciones

$$s_{min\_1} := \frac{u_e}{8} = 0.454\ m$$

$$s_{min\_2} := \begin{cases} \text{if } T_{ed} \le \frac{T_u}{5} \\ \quad \min\left(0.75 \cdot \min\left(h_{med}, b_{med}\right) \cdot \left(1 + \cot\left(\alpha_{armadura}\right)\right), \min\left(\min\left(h_{med}, b_{med}\right), 600\ mm\right)\right) \\ \text{else if } T_{ed} \le \frac{2 \cdot T_u}{3} \\ \quad \min\left(0.6 \cdot \min\left(h_{med}, b_{med}\right) \cdot \left(1 + \cot\left(\alpha_{armadura}\right)\right), \min\left(\min\left(h_{med}, b_{med}\right), 450\ mm\right)\right) \\ \text{else} \\ \quad \min\left(0.3 \cdot \min\left(h_{med}, b_{med}\right) \cdot \left(1 + \cot\left(\alpha_{armadura}\right)\right), \min\left(\min\left(h_{med}, b_{med}\right), 300\ mm\right)\right) \end{cases}$$

$$s_{min\_2} = 0.425\ m$$

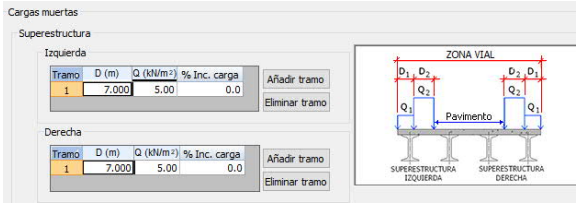
$$s_{min} := \min\left(s_{min\_1}, s_{min\_2}\right) = 42.5\ cm$$

$$cumplimiento_{separaciones} := \text{if}\left(s_t \le s_{min}, \text{“ok”}, \text{“NO verifica”}\right) = \text{“ok”}$$

APÈNDIX 7. VIADUCTE SANT CUGAT

PARÀMETRES PRINCIPALS DE DISSENY
VIADUCTE RIERA DE SANT CUGAT

1. SECCIÓ TIPUS



Llum mínima	$L_{min} := 25\ m$
Amplada mínima:	$B_{min} := 12\ m$
Calçada:	$B_{calçada} := 7\ m$
Biaix:	$\varphi := 0\ °$
Vorera esquerre	$V_e := 2.5\ m$
Vorera dreta	$V_d := B_{min} - B_{calçada} - V_e = 2.5\ m$
Alçada de referència calçada	$z_{ras} := 4.5\ m$

2. CÀRREGUES PERMANENTS

Gruix de paviment $e_{pavi\_calçada} := 10\ cm$ $e_{pavi\_vorera} := 25\ cm$

Densitat de paviment $\rho_{pavi\_calçada} := 24\ \frac{kN}{m^3}$ $\rho_{pavi\_vorera} := 24\ \frac{kN}{m^3}$

Càrregues mortes paviment $g_{pavi\_calçada} := e_{pavi\_calçada} \cdot \rho_{pavi\_calçada} = 2.4\ kPa$

$g_{pavi\_vorera} := e_{pavi\_vorera} \cdot \rho_{pavi\_vorera} = 6\ kPa$

Es considera una càrrega permanent deguda a barana $g_{pretil} := 1\ \frac{kN}{m}$

3. ACCIÓ DE VENT

H es el canto efectivo a viento $H := 1.2\ m + 0.25\ m = 1.45\ m$

B es el ancho del tablero $B := B_{min} = 12\ m$

q_{basica_corr} es la presión básica corregida por el factor de exposición $q_{basica\_corr} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^{\ 2} \cdot c_e$

ρ es la densidad del aire de valor $\rho := 1.25\ \frac{kg}{m^3}$

v_b es la velocidad básica de viento $v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot c_{prob} \cdot v_{b.0}$

2.4.3. Velocidad básica y media de viento [Art. 4.2.1. y Art. 4.2.2. IAP-11]

$v_{b.0} := 29\ \frac{m}{s}$

$z_{car\_rasante} := z_{ras} \cdot \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 4.5 \\ 4.5 \\ 4.5 \end{bmatrix}\ m$

$j := 0 .. length\left(z_{car\_rasante}\right) - 1$

Se considera que la cota de la rasante del tablero es una cota suficientemente representativa para la determinación de las acciones de viento sobre la estructura puesto que el canto del tablero es $h_e := H = 1.45\ m$ y la altura de referencia de las sobrecargas es $h_{sc} := 2\ m$

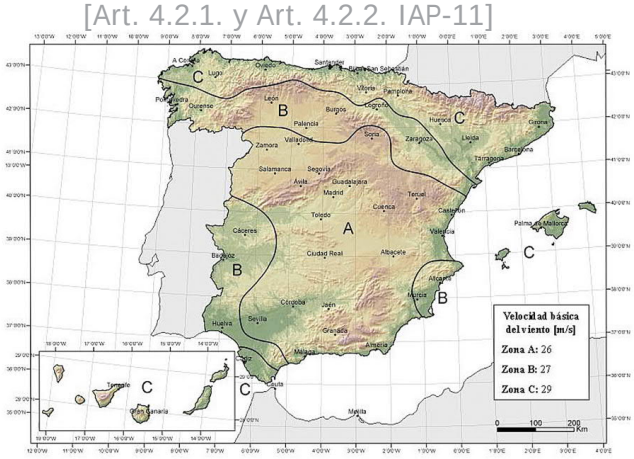


FIGURA 4.2-a MAPA DE ISOTACAS PARA LA OBTENCIÓN DE LA VELOCIDAD BÁSICA FUNDAMENTAL DEL VIENTO $v_{b,0}$

$entorno := \text{“III”}$

(0=mar, I=rural plano
II=rural accidentado,
III=suburbano o forestal,
IV=urbana)

$c_{dir} := 1.0$

$c_{season} := 1.0$

Período de retorno $T := 100\ yr$

$$c_{prob} := \sqrt{\left(\frac{1 - 0.2 \cdot \ln\left(-\ln\left(1 - \frac{1\ yr}{T}\right)\right)}{1 - 0.2 \cdot \ln\left(-\ln(0.98)\right)}\right)} = 1.038$$

Velocidad básica del viento asociada al periodo de retorno $T = 100\ yr$

$$v_b := v_{b.0} \cdot c_{dir} \cdot c_{season} \cdot c_{prob} = 30.116\ \frac{m}{s}$$

Factor de topografía $c_0 := 1$

Factor de turbulencia $k_I := 1$

Cálculo del coeficiente de rugosidad

$k_r :=$ if entorno = “0” → 0.156; else if entorno = “I” → 0.170; else if entorno = “II” → 0.190; else if entorno = “III” → 0.216; else → 0.235

$z_0 :=$ if entorno = “0” → 0.003 m; else if entorno = “I” → 0.01 m; else if entorno = “II” → 0.05 m; else if entorno = “III” → 0.3 m; else → 1 m

$z_{min} :=$ if entorno = “0” → 1 m; else if entorno = “I” → 1 m; else if entorno = “II” → 2 m; else if entorno = “III” → 5 m; else → 10 m

$\alpha :=$ if entorno = “0” → 0.38; else if entorno = “I” → 0.44; else if entorno = “II” → 0.52; else if entorno = “III” → 0.61; else → 0.67

$k_r = 0.216$ $\quad z_0 = 0.3\ m$ $\quad z_{min} = 5\ m$ $\quad \alpha = 0.61$

$c_r(z) :=$ if $z < z_{min}$ → $z \leftarrow z_{min}$; $k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)$; else → $k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)$

$$c_r\left(z_{car\_rasante_j}\right) = \begin{bmatrix} 0.608 \\ 0.608 \\ 0.608 \end{bmatrix}$$

Cálculo de la velocidad media del viento

$$v_m(z) := c_r(z) \cdot c_0 \cdot v_b$$

$$v_m\left(z_{car\_rasante_j}\right) = \begin{bmatrix} 18.301 \\ 18.301 \\ 18.301 \end{bmatrix} \frac{m}{s}$$

Cálculo del coeficiente de exposición

$$c_e(z) := \begin{cases} z \leftarrow z_{min} \\ k_r^2 \cdot \left(c_0^2 \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)^2 + 7 \cdot k_l \cdot c_0 \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \right) \\ \text{else} \\ k_r^2 \cdot \left(c_0^2 \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)^2 + 7 \cdot k_l \cdot c_0 \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \right) \end{cases}$$

$$c_e\left(z_{car\_rasante_j}\right) = \begin{bmatrix} 1.288 \\ 1.288 \\ 1.288 \end{bmatrix}$$

Coeficiente de fuerza a considerar para viento vertical descendente :

$c_{f.Z} := 0.9$ [Art. 4.2.5.1.2. IAP-11]

3. ACCIÓ TÈRMICA

2.5.1. Determinación de la temperatura máxima y mínima del aire

Tipo de tablero

$tipo_{tablero} := 3$

- Tipo 1: Tableros de acero con sección transversal en cajón, viga armada o celosía
- Tipo 2: Tableros mixtos compuestos por acero estructural y hormigón armado o pretensado (conectados de forma que ambos materiales trabajen de forma solidaria)
- Tipo 3: Tableros de hormigón armado o pretensado, sean losas, vigas o cajones

$T_{max} := 42$ °C $T_{min} := -13$ °C $zona_{clima} := 2$ $altitud := 35$ m

Período de retorno $T = 100$ yr $p := \frac{1\ yr}{T} = 0.01$

$$T_{max.p} := T_{max} \cdot (0.781 - 0.056 \cdot \ln(-\ln(1 - p))) = 43.622 \text{ °C}$$
$$T_{min.p} := T_{min} \cdot (0.393 - 0.156 \cdot \ln(-\ln(1 - p))) = -14.438 \text{ °C}$$

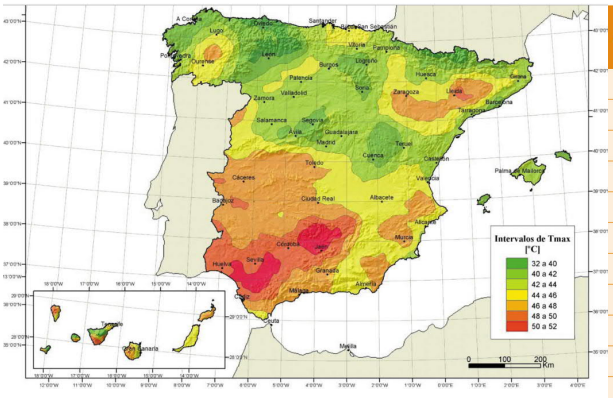


FIGURA 4.3-a **ISOTERMAS DE LA TEMPERATURA MÁXIMA ANUAL DEL AIRE, T_{max} [°C]**
(Coincide con el mapa correspondiente del Código Técnico de la Edificación)

ALTITUD [m]	ZONA DE CLIMA INVERNAL (SEGÚN FIGURA 4.3-b)						
	1	2	3	4	5	6	7
0	-7	-11	-11	-6	-5	-6	6
200	-10	-13	-12	-8	-8	-8	5
400	-12	-15	-14	-10	-11	-9	3
600	-15	-16	-15	-12	-14	-11	2
800	-18	-18	-17	-14	-17	-13	0
1000	-20	-20	-19	-16	-20	-14	-2
1200	-23	-21	-20	-18	-23	-16	-3
1400	-26	-23	-22	-20	-26	-17	-5
1600	-28	-25	-23	-22	-29	-19	-7
1800	-31	-26	-25	-24	-32	-21	-8
2000	-33	-28	-27	-26	-35	-22	-10

Cálculo de los incrementos térmicos

$$\Delta T_{e.min} := \begin{cases} -3 & \text{if } tipo_{tablero} = 1 \\ 4 & \text{else if } tipo_{tablero} = 2 \\ 8 & \text{else} \end{cases} = 8 \quad °C$$

$$\Delta T_{e.max} := \begin{cases} 16 & \text{if } tipo_{tablero} = 1 \\ 4 & \text{else if } tipo_{tablero} = 2 \\ 2 & \text{else} \end{cases} = 2 \quad °C$$

Cálculo de la temperatura efectiva

$$T_{e.min} := T_{min.p} + \Delta T_{e.min} = -6.438 \quad °C$$
$$T_{e.max} := T_{max.p} + \Delta T_{e.max} = 45.622 \quad °C$$

Temperatura inicial $T_0 := 15$ °C

2.5.5. Gradiente térmico vertical [ΔTV]

[Art. 4.3.1.2.1. IAP-11]

TIPO DE TABLERO	FIBRA SUPERIOR MÁS CALIENTE	FIBRA SUPERIOR MÁS FRÍA
	$\Delta T_{M,heat}$ [°C]	$\Delta T_{M,cool}$ [°C]
Tipo 1: Tablero de acero	18	13
Tipo 3: Tablero de hormigón		
—Sección cajón	10	5
—Sección de vigas	15	8
—Sección losa	15	8

ESPESOR DEL PAVIMENTO	TABLERO TIPO 1		TABLERO TIPO 3	
	FIBRA SUPERIOR MÁS CALIENTE	FIBRA SUPERIOR MÁS FRÍA	FIBRA SUPERIOR MÁS CALIENTE	FIBRA SUPERIOR MÁS FRÍA
	k_{sur}	k_{sur}	k_{sur}	k_{sur}
Sin impermeabilización ni pavimento	0,7	0,9	0,8	1,1
Con impermeabilización y sin pavimento(1)	1,6	0,6	1,5	1,0
50 mm	1,0	1,0	1,0	1,0
100 mm	0,7	1,2	0,7	1,0
150 mm	0,7	1,2	0,5	1,0

(1) Estos valores representan valores límite superiores para superficies de color oscuro.

$k_{sur.cool} := 1$ $k_{sur.heat} := 0.7 = 0.7$

$\Delta T_{M.heat} := 15 \cdot k_{sur.heat} = 10.5$ °C

$\Delta T_{M.cool} := -8 \cdot k_{sur.cool} = -8$ °C

VERIFICACIÓN GEOTÉCNICA DE PILOTES

1. DATOS PRELIMINARES

$N_{k\_apoyo} := 1026.2\ kN$ $\gamma_{serv} := 1.1$

Situación persistente. Combinación característica:

Reacción vertical (kN)
Valores máximos

Eje	Viga	I1	I2	I3	I4	I5
1	1	165.3	364.6	554.4	853.1	853.1
1	2	165.3	369.9	490.3	1004.9	1004.9
1	3	165.3	369.9	492.9	1026.2	1026.2
1	4	165.3	369.9	490.3	1004.9	1004.9
1	5	165.3	364.6	554.4	853.1	853.1

Canto del encepado $h_e := 1\ m$

Ancho del encepado $b_e := 1.4\ m$

Diámetro del pilote:
$D := 850\ mm$

Separación entre vigas $s_{vigas} := 2.425\ m$

Separación entre pilotes $s_{pil} := 1.543\ m$

$$N_{k\_max.axil} := \frac{N_{k\_apoyo} + h_e \cdot b_e \cdot s_{vigas} \cdot 24\ \frac{kN}{m^3}}{s_{vigas}} \cdot s_{pil} = 704.804\ kN$$

Factor de efecto grupo:

$$\eta_{grupo} := \begin{cases} 1 & \text{if } s_{pil} > 3 \cdot D \\ 0.7 + 0.3 \cdot \dfrac{\left(\frac{s_{pil}}{D} - 1\right)}{3 - 1} & \text{else} \end{cases} = 0.822$$

Longitud del pilote hincada en el terreno: $L_{hinca} := 14\ m$
Longitud libre $L_{libre} := 0\ m = 0\ m$
Profundidad del freático: $h_{fr} := 0\ m$ [A cota superior al fondo del primer terreno]
La profundidad total a la que llega el pilote se prevé: $Prof := L_{hinca} + L_{libre} = 14\ m$
Peso específico del agua : $\gamma_w := 1.00\ \frac{tonnef}{m^3}$
Peso específico del hormigón: $\gamma_h := 2.4\ \frac{tonnef}{m^3}$
Diámetro del pilote: $D := 850\ mm$

$$N_{pilote\_efectivo} := \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot \left((\gamma_h - \gamma_w) \cdot (Prof - h_{fr}) + \gamma_h \cdot h_{fr}\right) = 109.07\ kN$$

Hormigón del pilote $f_{ck} := 30\ MPa$ $f_{cd} := f_{ck} \cdot 1.5^{-1} = 20\ MPa$

Módulo elástico del pilote: $E_{cm} := 8500 \cdot \sqrt[3]{(f_{ck} + 8\ MPa) \cdot MPa^{-1}} \cdot MPa = 28.577\ GPa$

2. ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE HUNDIMIENTO DEL PILOTE. MÉTODO DE MOHR-COULOMB

Se realizará seguidamente un recálculo de la capacidad portante, conforme la GCOC
La profundidad h indica la cota de fondo del estrato.
Adjuntar mínimo 4 estratos

TERRENO	h (m)	γ $(kN \cdot m^{-3})$	γ' $(kN \cdot m^{-3})$	c' (kPa)	ϕ' (°)
"Relleno"	9	18	10	0	24
"Arcilla marron"	10	20	10	20	25
"Sauló margosa"	20	21	11	60	20
"Sauló margosa"	22	21	11	60	20

Prof - 3 D = 11.45 m

Tipo de suelo	E_M (MPa)	P_{LM} (MPa)
Rellenos recientes	0,5 a 5,0	0,05 a 0,30
Rellenos antiguos	4,0 a 15,0	0,40 a 1,00
Turbas	0,2 a 1,5	0,02 a 0,15
Arcilla blanda	0,5 a 3,0	0,05 a 0,30
Arcilla media	3,0 a 8,0	0,30 a 0,80
Arcilla dura	8,0 a 40,0	0,60 a 2,00
Arena limosa suelta	0,5 a 2,0	0,10 a 5,00
Limo	2,0 a 10,0	0,20 a 1,50
Arenas	7,5 a 40,0	1,00 a 5,00
Arenas y gravas	8,0 a 40,0	1,20 a 5,00
Margas	5,0 a 60,0	0,60 a 4,00
Calizas y rocas duras	80,0 a 20.000	3,00 a > 10

Tipo de pilote: $tipo_{pilote} := \text{"excavado"}$ [excavado, hincado]
Material de pilote: $material_{pilote} := \text{"otros"}$ [acero, otros]

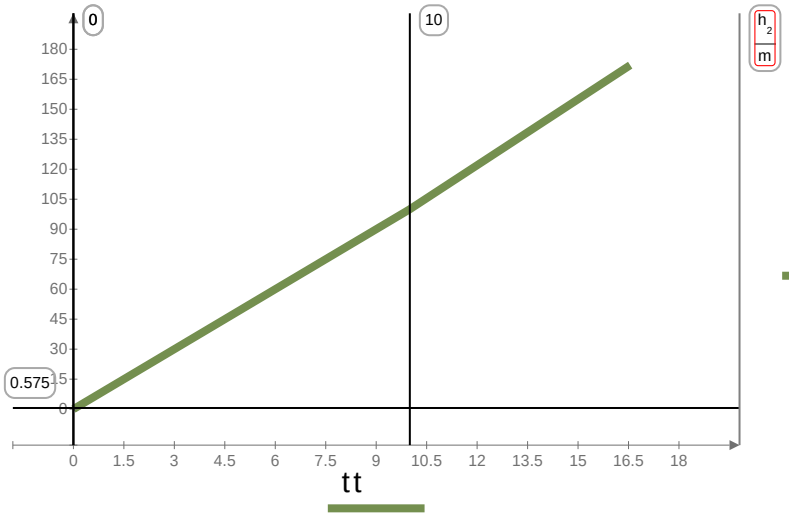
Coeficiente de reducción de resistencia por fuste en función del material del pilote:

$$f := \begin{cases} 0.9 & \text{if } material_{pilote} = \text{"acero"} \\ 1 & \text{else} \end{cases} = 1$$

Tensión efectiva vertical

$$\sigma'_v(z) := \begin{cases} \gamma_0 \cdot z & \text{if } z \le h_{fr} \\ \gamma_0 \cdot h_{fr} + \gamma'_0 \cdot (z - h_{fr}) & \text{else if } z \le h_0 \\ \gamma_0 \cdot h_{fr} + \gamma'_0 \cdot (h_0 - h_{fr}) + \gamma'_1 \cdot (z - h_0) & \text{else if } z \le h_1 \\ \gamma_0 \cdot h_{fr} + \gamma'_0 \cdot (h_0 - h_{fr}) + \gamma'_1 \cdot (h_1 - h_0) + \gamma'_2 \cdot (z - h_1) & \text{else if } z \le h_2 \\ \gamma_0 \cdot h_{fr} + \gamma'_0 \cdot (h_0 - h_{fr}) + \gamma'_1 \cdot (h_1 - h_0) + \gamma'_2 \cdot (h_2 - h_1) + \gamma'_3 \cdot (z - h_2) & \text{else if } z \le h_3 \end{cases}$$

Gráfica de tensiones efectivas



$\sigma'_v(tt \cdot m)\ (kPa)$

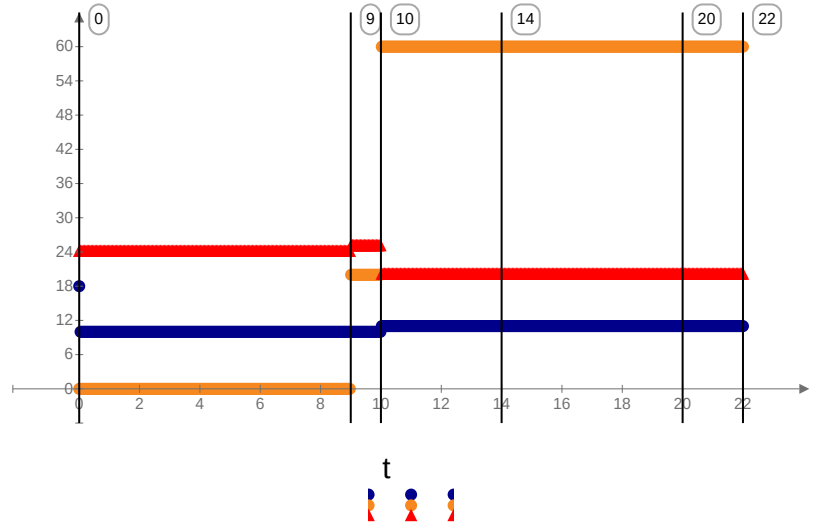
Definición de funciones auxiliares en función del perfil geotécnico:

$$\gamma'(z) := \begin{cases} \gamma_0 & \text{if } z \le h_{fr} \\ \gamma'_0 & \text{else if } z \le h_0 \\ \gamma'_1 & \text{else if } z \le h_1 \\ \gamma'_2 & \text{else if } z \le h_2 \\ \gamma'_3 & \text{else} \end{cases}$$

$$c'(z) := \begin{cases} c'_0 & \text{if } z \le h_0 \\ c'_1 & \text{else if } z \le h_1 \\ c'_2 & \text{else if } z \le h_2 \\ c'_3 & \text{else if } z \le h_3 \end{cases}$$

$$\phi'(z) := \begin{cases} \phi'_0 & \text{if } z \le h_0 \\ \phi'_1 & \text{else if } z \le h_1 \\ \phi'_2 & \text{else if } z \le h_2 \\ \phi'_3 & \text{else if } z \le h_3 \end{cases}$$

$$Terreno(z) := \begin{cases} TERRENO_0 & \text{if } z \le h_0 \\ TERRENO_1 & \text{else if } z \le h_1 \\ TERRENO_2 & \text{else if } z \le h_2 \\ TERRENO_3 & \text{else if } z \le h_3 \end{cases}$$



$\gamma'(t \cdot m)\ (kN \cdot m^{-3})$

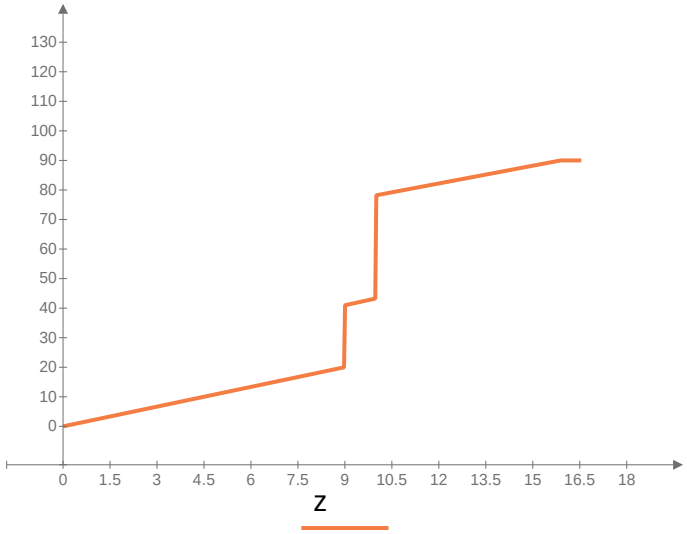
$c'(t \cdot m)\ (kPa)$

$\phi'(t \cdot m)\ (°)$

Cálculo de la resistencia por fuste

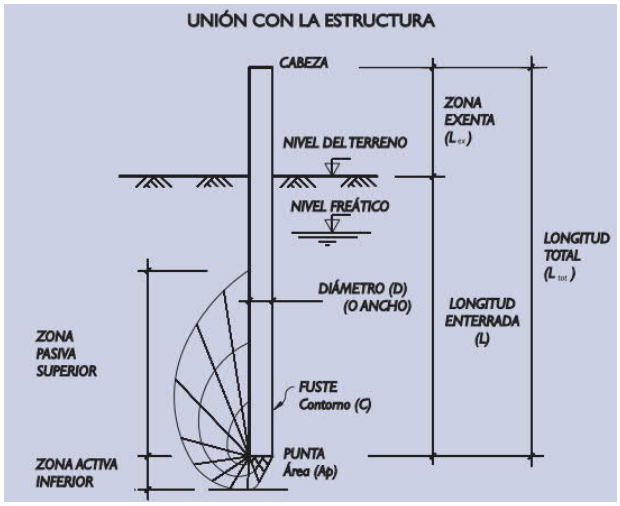
$f = 1$

$$r_{fuste}(z) := \begin{cases} \text{if } tipo_{pilote} = \text{“excavado”} \\ \quad \min\left(0.5 \cdot f \cdot \sigma'_v(z) \cdot \tan\left(\phi'(z)\right) + c'(z), 90\ \text{kPa}\right) \\ \text{else} \\ \quad \min\left(0.75 \cdot f \cdot \sigma'_v(z) \cdot \tan\left(\phi'(z)\right) + c'(z), 125\ \text{kPa}\right) \end{cases}$$



$r_{fuste}(z \cdot m)\ \ (kPa)$

Cálculo de la resistencia por punta como media de las resistencias a lo largo de la zona pasiva y activa (Criterio GCOC y CTE)



Zona pasiva superior: $pas_{sup} := 6 \cdot D = 5.1\ m$

Zona activa inferior: $act_{inf} := 3 \cdot D = 2.55\ m$

- La zona activa inferior afecta hasta una profundidad bajo la punta del pilote igual a:
  2D – terrenos cohesivos.
  3D – terrenos granulares y rocas.
- La zona pasiva superior afecta hasta una altura sobre la punta del pilote igual a:
  4D – terrenos cohesivos.
  6D – terrenos granulares y rocas.

$$f_D := \max\left(1 - \frac{D}{3\ m}, 0.7\right) = 0.717$$

$$N_q(z) := \frac{1 + \sin\left(\phi'(z)\right)}{1 - \sin\left(\phi'(z)\right)} \cdot e^{\pi \cdot \tan\left(\phi'(z)\right)}$$

$$N_c(z) := \frac{N_q(z) - 1}{\tan\left(\phi'(z)\right)}$$

Profundidad de cálculo para presión efectiva:

$$P_{eff} := \min\left(L_{hinca}, 20 \cdot D\right) + L_{libre} = 14\ m$$

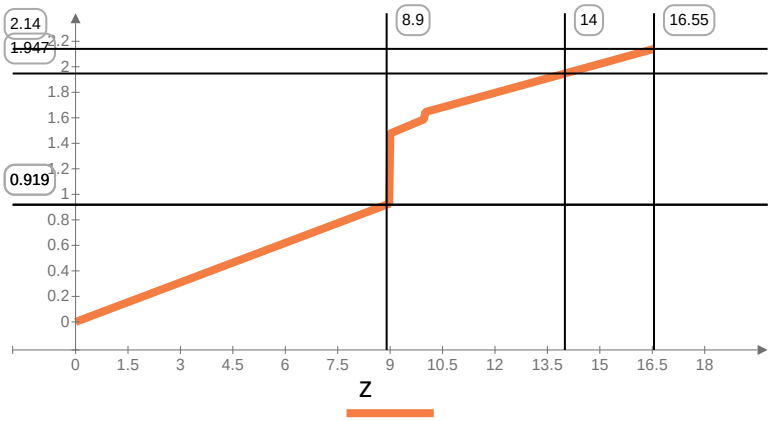
$N_q(P_{eff}) = 6.399$ $\quad N_q(P_{eff} - pas_{sup}) = 9.603$ $\quad N_q(P_{eff} + act_{inf}) = 6.399$

$N_c(P_{eff}) = 14.835$ $\quad N_c(P_{eff} - pas_{sup}) = 19.324$ $\quad N_c(P_{eff} + act_{inf}) = 14.835$

Profundidad de la zona pasiva superior: $P_{eff} - pas_{sup} = 8.9\ m$ $N_q(P_{eff} - pas_{sup}) = 9.603$
Profundidad efectiva punta del pilote: $P_{eff} = 14\ m$ $N_q(P_{eff}) = 6.399$
Profundidad de la zona activa inferior: $P_{eff} + act_{inf} = 16.55\ m$ $N_q(P_{eff} + act_{inf}) = 6.399$

$Terreno(P_{eff} - pas_{sup})$ = "Relleno" $Terreno(P_{eff})$ = "Sauló margosa"
$Terreno(P_{eff} + act_{inf})$ = "Sauló margosa"

$$r_{punta}(z) := \begin{cases} \text{if } tipo_{pilote} = \text{"excavado"} \\ \quad \min(1.5 \cdot f_D \cdot (\sigma'_v(z) \cdot N_q(z) + c'(z) \cdot N_c(z)), 20\ MPa) \\ \text{else} \\ \quad \min(3 \cdot f_D \cdot (\sigma'_v(z) \cdot N_q(z) + c'(z) \cdot N_c(z)), 20\ MPa) \end{cases}$$



Cálculo de resistencia por punta en zona pasiva superior:
$r_{p\_pasiva.superior} := r_{punta}(P_{eff} - pas_{sup}) = 0.919\ MPa$

Cálculo de resistencia por punta en zona pasiva inferior:

$r_{p\_pasiva.inferior} := r_{punta}(P_{eff} + act_{inf}) = 2.14\ MPa$

$r_{punta}(P_{eff}) = 1.947\ MPa$

Cálculo de resistencia por punta promedio lo largo de la zona activa y pasiva:

$$r_{punta\_promedio.resistencias} := \frac{\int_{P_{eff} - pas_{sup}}^{P_{eff} + act_{inf}} r_{punta}(t)\, dt}{act_{inf} + pas_{sup}} = 1.834\ MPa$$

Cálculo de la resistencia por punta como promedio de las características del material a lo largo de la zona pasiva y activa (Criterio ROM)

En esos casos de terreno heterogéneo, se supondrá que la carga de hundimiento por la punta está controlada por un terreno con las características medias de la zona comprendida entre dos diámetros bajo la punta (zona activa inferior) y cinco diámetros sobre la punta (zona pasiva superior), aproximadamente.

$$\phi_{promedio} := \frac{\int_{P_{eff} - pas_{sup}}^{P_{eff} + act_{inf}} \phi'(t)\,dt}{act_{inf} + pas_{sup}} = 20.706\ °$$

$$c'_{promedio} := \frac{\int_{P_{eff} - pas_{sup}}^{P_{eff} + act_{inf}} c'(t)\,dt}{act_{inf} + pas_{sup}} = 53.999\ kPa$$

$$N_{q\_promedio} := \frac{1 + \sin(\phi_{promedio})}{1 - \sin(\phi_{promedio})} \cdot e^{\pi \cdot \tan(\phi_{promedio})} = 6.866$$

$$N_{c\_promedio} := \frac{N_{q\_promedio} - 1}{\tan(\phi_{promedio})} = 15.518$$

$$r_{punta\_promedio.materiales} := \text{if } tipo_{pilote} = \text{“excavado”}\ \left\| 0.5 \cdot \min\left(3 \cdot f_D \cdot \left(\sigma'_v(P_{eff}) \cdot N_{q\_promedio} + c'_{promedio} \cdot N_{c\_promedio}\right), 20\ MPa\right) \right.$$
$$\text{else}\ \left\| 1 \cdot \min\left(3 \cdot f_D \cdot \left(\sigma'_v(P_{eff}) \cdot N_{q\_promedio} + c'_{promedio} \cdot N_{c\_promedio}\right), 20\ MPa\right) \right.$$

$$r_{punta\_promedio.materiales} = 1.964\ MPa$$

Resistencia por punta finalmente adoptada

$$r_{punta\_promedio} := \frac{r_{punta\_promedio.materiales} + r_{punta\_promedio.resistencias}}{2} = 1.899\ MPa$$

$r_{punta\_promedio.materiales} = 1.964\ MPa$ $r_{punta\_promedio.resistencias} = 1.834\ MPa$

Análisis de la capacidad portante del pilote hincado en el fondo una profundidad $L_{hinca} = 14\ m$

Resistencia por punta: $Q_{punta\_GCOC} := r_{punta\_promedio.resistencias} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D^2 = 1040.46\ kN$

$$Q_{punta\_ROM} := r_{punta\_promedio.materiales} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D^2 = (1.114 \cdot 10^3)\ kN$$

$$Q_{punta\_PROMEDIO} := r_{punta\_promedio} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D^2 = 1077.343\ kN$$

Resistencia por fuste: $Q_{fuste\_hinca} := \int_{Prof - L_{hinca}}^{Prof} r_{fuste}(z)\,dz \cdot \pi \cdot D = (1.231 \cdot 10^3)\ kN$

$Q_{fuste\_hinca} = 125.528\ tonnef$

Capacidad portante:

$$Q_{hundimiento\_GCOC} := \left(Q_{punta\_GCOC} + Q_{fuste\_hinca}\right) \cdot \eta_{grupo} = \left(1.868 \cdot 10^3\right)\ \text{kN}$$

$$Q_{hundimiento\_ROM} := \left(Q_{punta\_ROM} + Q_{fuste\_hinca}\right) \cdot \eta_{grupo} = \left(1.928 \cdot 10^3\right)\ \text{kN}$$

$$Q_{hundimiento\_PROMEDIO} := \left(Q_{punta\_PROMEDIO} + Q_{fuste\_hinca}\right) \cdot \eta_{grupo} = \left(1.898 \cdot 10^3\right)\ \text{kN}$$

Análisis del factor de seguridad a hundimiento según la GCOC

El procedimiento empleado para el cálculo de la carga de hundimiento es analítico, con lo que $FS_{fund} := 2.6$ para combinación fundamental

$$FS_{hundimiento\_GCOC} := \frac{Q_{hundimiento\_GCOC} - N_{pilote\_efectivo}}{\frac{N_{k\_max.axil}}{\gamma_{serv}}} = 2.745 \quad > \quad FS_{fund} = 2.6 \quad \text{OK}$$

$$FS_{hundimiento\_ROM} := \frac{Q_{hundimiento\_ROM} - N_{pilote\_efectivo}}{\frac{N_{k\_max.axil}}{\gamma_{serv}}} = 2.84 \quad > \quad FS_{fund} = 2.6 \quad \text{OK}$$

$$FS_{hundimiento\_PROMEDIO} := \frac{Q_{hundimiento\_PROMEDIO} - N_{pilote\_efectivo}}{\frac{N_{k\_max.axil}}{\gamma_{serv}}} = 2.792 \quad > \quad FS_{fund} = 2.6 \quad \text{OK}$$

4. ANÁLISIS TOPE ESTRUCTURAL DEL PILOTE

Consideraremos un tope estructural $\sigma_{tope} := 4\ \text{MPa}$

La tensióN en el pilote será

$$\sigma_{ed} := \frac{\frac{N_{k\_max.axil}}{\gamma_{serv}} + N_{pilote\_efectivo}}{\pi \cdot \frac{D^2}{4}}$$

$$\sigma_{ed} = 1.321\ \text{MPa}$$

$$Ratio_{tope} := \frac{\sigma_{ed}}{\sigma_{tope}} = 33.034\% \quad \text{ok}$$

TIPO DE PILOTE		VALORES DE σ (MPa)	
Hincado	Hormigón pretensado	0,30 (f_{ck} – 0,90 f_p)	
	Hormigón armado	0,30 f_{ck}	
	Metálico	0,33 f_{yk}	
	Madera	5	
		TIPO DE APOYO	
		SUELO FIRME	ROCA
Perforado de hormigón «in situ»	Entubado	5	6
	Con lodos	4	5
	En seco	4	5
	Barrenado	4	No aplicable

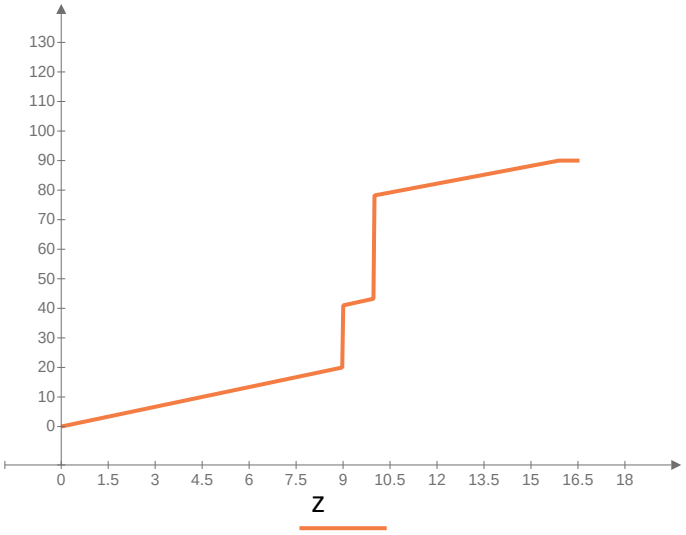
5. ANÁLISIS ASENTAMIENTO

$$s := \left(\frac{D}{40 \cdot Q_{hundimiento\_GCOC}} + \frac{Prof}{\pi \cdot \frac{D^2}{4} \cdot E_{cm}} \right) \cdot \left(\frac{N_{k\_max.axil}}{\gamma_{serv}} + N_{pilote\_efectivo} \right) = 9.178 \ \mathbf{mm}$$

6. PARÁMETROS GEOTÉCNICOS PROMEDIOS ESTIMADOS

$r_{punta\_promedio.resistencias} = 1833.572 \ \mathbf{kPa}$

TERRENO	RESISTENCIA FUSTE	RESISTENCIA ARRANQUE
$TERRENO_0$ = "Relleno"	$r_{fuste}\left(\frac{h_0 + h_1}{2}\right) = 42.15 \ \mathbf{kPa}$	$r_{fuste}\left(\frac{h_0 + h_1}{2}\right) \cdot 0.7 = 29.505 \ \mathbf{kPa}$
$TERRENO_1$ = "Arcilla marron"	$r_{fuste}\left(\frac{h_1 + h_2}{2}\right) = 88.208 \ \mathbf{kPa}$	$r_{fuste}\left(\frac{h_1 + h_2}{2}\right) \cdot 0.7 = 61.745 \ \mathbf{kPa}$
$TERRENO_2$ = "Sauló margosa"	$r_{fuste}\left(\frac{h_2 + h_3}{2}\right) = 90 \ \mathbf{kPa}$	$r_{fuste}\left(\frac{h_2 + h_3}{2}\right) \cdot 0.7 = 63 \ \mathbf{kPa}$



$r_{fuste}(z \cdot m) \ (\mathbf{kPa})$

Programa: CivilEstudio

Versión: 34 - 6
Barcelona, 2018

CivilEstudio, software propiedad de CivilCAD Consultores, S.L.
Autores: L.M.Callís, J.M.Roig, I.Callís, P.Reinés
Licencia de uso concedida a: Most Enginyers, S.L.
Número de usuario: 12202

Proyecto:

Nombre del proyecto: *PRECÀLCUL DE LES ESTRUCTURES DEL PROJECTE D'OBRES BÀSIQUES D'URBANITZACIÓ DEL PLA DIRECTOR URBANÍSTIC DEL CENTRE DIRECCIONAL DE CERDANYOLA DEL VALLÈS*
Nombre de la estructura: *7. Viaducte Riera de Sant Cugat*
Nombre del elemento estructural: *Tauler*
Tipo de estructura: *Vigas pretesadas*
Funcionalidad de la estructura: *Estructura de Carretera*
Clase de estructura: *Tablero sin tierras*
Vida útil: *100 años*

Normativas:

Ámbito: *Normas españolas*

Unidades:

Sistema *S.I.*

Despiece:

Sistema Métrico Europeo

Módulo del programa:

Módulo Tablero de vigas
Nombre del archivo de proyecto: *riera_def.vig*
Ruta de acceso: *p:\parc de l'alba\estructures\7. viaducte riera de st. cugat\civilcad tauler*

Informe:

Tipo de informe: *Informe de la Memoria de cálculo*
Informe generado el día 17-12-2020 a las 19:01:42.

Índice

1 Verificaciones en las vigas y riostras.

1.1 Verificaciones en las vigas.
1.2 Verificaciones en las riostras.

2 Verificaciones en la losa.

3 DEFINICIÓN DEL PROYECTO

3.1 Normativas
3.2 Geometría
3.2.1 Definición de los contornos laterales
3.2.2 Definición de los ejes de apoyos
3.2.3 Definición de los ejes de vigas
3.2.4 Definición de la losa
3.2.5 Definición de las vigas
3.2.5.1 Contorno de la sección
3.2.5.2 Armadura pasiva perimetral
3.2.5.3 Propiedades geomecánicas de la sección
3.2.5.3.1 Secciones reales
3.2.5.3.2 Secciones eficaces
3.2.6 Geometría de vigas y losa en zona de apoyos
3.2.6.1 Culatas
3.2.6.2 Recrecido del alma en apoyos
3.2.6.3 Losa en apoyos
3.2.7 Coacciones en los apoyos
3.2.8 Situación de transporte / izado
3.3 Materiales
3.3.1 Hormigón Vigas
3.3.2 Hormigón Losa
3.3.3 Hormigón Prelosas
3.3.4 Armadura pasiva Vigas
3.3.5 Armadura pasiva Losa
3.3.6 Acero de la armadura activa del pretesado Vigas
3.4 Recubrimientos geométricos
3.5 Clases de exposición y fisuración
3.6 Calendario de ejecución
3.7 Definición del pretesado
3.8 Definición de la armadura pasiva
3.8.1 Armadura de flexión. Zona central.
3.8.2 Armadura de flexión. Zona de extremos.
3.9 Acciones
3.9.1 Acciones permanentes
3.9.2 Acciones variables
3.10 Coeficientes de seguridad
3.10.1 Coeficientes de mayoración de las acciones, γ_F
3.10.2 Coeficientes de combinación
3.10.3 Flechas relativas admisibles
3.11 Configuración del cálculo

3.12 Tráfico. Cálculo de la losa

4 Modelo de viga simple (sin losa)

5 Modelo del tablero para el cálculo de las vigas

6 Modelo del tablero para el cálculo de la losa

7 ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS EN LAS VIGAS

8 FUERZA DE PRETENSADO

8.1 Fuerzas de pretesado
8.1.1 Fuerza de pretesado a lo largo de cada cable en cada instante
8.1.2 Pérdidas de pretesado totales
8.1.3 Pérdidas de pretesado totales (%)

9 VERIFICACIÓN DEL EL ENCAJE TENSIONAL EN LAS VIGAS

9.1 Tensiones admisibles
9.2 Situación persistente. Combinación cuasi permanente
9.3 Situación persistente. Combinación frecuente
9.4 Situación persistente. Combinación característica
9.5 Resumen de verificaciones

10 VERIFICACIÓN DEL EL FISURACIÓN EN LAS VIGAS

10.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente
10.2 Situación persistente. Combinación frecuente
10.3 Situación persistente. Combinación característica
10.4 Resumen de verificaciones

11 ROTURA POR FLEXIÓN EN LAS VIGAS

11.1 Situación persistente. Combinación fundamental
11.2 Resumen de verificaciones

12 ROTURA POR CORTANTE EN LAS VIGAS

12.1 Situación persistente. Combinación fundamental
12.2 Resumen de armaduras
12.3 Resumen de verificaciones

13 ROTURA POR TORSIÓN EN LAS VIGAS

13.1 Comprobación del Estado Límite Último por torsión
13.1.1 Situación persistente. Combinación fundamental
13.2 Comprobación de la Interacción Cortante - Torsión
13.2.1 Situación persistente. Combinación fundamental
13.3 Resumen de armaduras
13.4 Resumen de verificaciones

14 RASANTE VIGA - LOSA

14.1 Resumen de armaduras
14.2 Resumen de verificaciones

15 RASANTE EN EL ALA INFERIOR DE LAS VIGAS

15.1 Resumen de armaduras
15.2 Resumen de verificaciones

16 RASANTE EN EL ALA SUPERIOR DE LAS VIGAS

16.1 Resumen de armaduras
16.2 Resumen de verificaciones

17 Flechas

17.1 Flechas características
17.2 Situación persistente. Combinación característica
17.3 Verificación de flechas
17.3.1 Resumen de verificaciones

18 Giros

18.1 Giros característicos
18.2 Situación persistente. Combinación característica

20 CÁLCULO DE LA CUANTÍA DE ACERO EN LAS VIGAS

20.1 Cálculo de la armadura de difusión del pretensado
20.2 Resumen de cuantías de armadura transversal

21 CÁLCULO DE LA SITUACIÓN DE TRANSPORTE DE LAS VIGAS

22 ROTURA POR FLEXIÓN EN LA LOSA

22.1 Esfuerzos de flexión mayorados
22.1.1 Situación persistente. Combinación fundamental
22.2 Armadura de flexión
22.3 Resumen de verificaciones

23 ROTURA POR CORTANTE EN LA LOSA

23.1 Esfuerzos cortantes mayorados
23.1.1 Situación persistente. Combinación fundamental
23.2 Comprobación de las bielas de compresión
23.3 Armadura de cálculo de cortante
23.4 Armadura mínima de cortante
23.5 Resumen de verificaciones

24 VERIFICACIÓN DEL EL FISURACIÓN EN LA LOSA

24.1 Cálculo a fisuración

24.1.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente
24.2 Resumen de verificaciones

26 PRUEBA DE CARGA

27 Reacciones por apoyo. Valores característicos

28 Reacciones por apoyo. Valores de combinación

29 Reacciones por eje. Valores característicos

30 Reacciones por eje. Valores de combinación

1 Verificaciones en las vigas y riostras.

Nombre del proyecto: *PRECÀLCUL DE LES ESTRUCTURES DEL PROJECTE D'OBRES BÀSIQUES D'URBANITZACIÓ DEL PLA DIRECTOR URBANÍSTIC DEL CENTRE DIRECCIONAL DE CERDANYOLA DEL VALLÈS*
Nombre de la estructura: *7. Viaducte Riera de Sant Cugat*
Nombre del elemento estructural: *Tauler*
Tipo de estructura: *Vigas pretesadas*
Funcionalidad de la estructura: *Estructura de Carretera*
Clase de estructura: *Tablero sin tierras*
Vida útil: *100 años*

1.1 Verificaciones en las vigas.

Viga 1		
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Encaje tensional.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por flexión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por cortante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por torsión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por rasante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural de servicio de deformaciones		
Situación persistente	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Control de fisuración.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por fatiga		
Combinación de fatiga	Combinación fundamental	Cumple
Obtención del despiece de la armadura		
Generación del armado	.	Cumple

Viga 2		
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Encaje tensional.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por flexión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por cortante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por torsión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por rasante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural de servicio de deformaciones		
Situación persistente	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Control de fisuración.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por fatiga		
Combinación de fatiga	Combinación fundamental	Cumple
Obtención del despiece de la armadura		
Generación del armado	.	Cumple

Viga 3		
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Encaje tensional.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por flexión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por cortante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple

Estado límite estructural último de rotura por torsión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por rasante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural de servicio de deformaciones		
Situación persistente	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Control de fisuración.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por fatiga		
Combinación de fatiga	Combinación fundamental	Cumple
Obtención del despiece de la armadura		
Generación del armado	.	Cumple

Viga 4		
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Encaje tensional.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por flexión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por cortante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por torsión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por rasante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural de servicio de deformaciones		
Situación persistente	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Control de fisuración.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple

Estado límite estructural último de rotura por fatiga		
Combinación de fatiga	Combinación fundamental	Cumple
Obtención del despiece de la armadura		
Generación del armado	.	Cumple

Viga 5		
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Encaje tensional.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por flexión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por cortante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por torsión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por rasante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural de servicio de deformaciones		
Situación persistente	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural de servicio de fisuración. Control de fisuración.		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por fatiga		
Combinación de fatiga	Combinación fundamental	Cumple
Obtención del despiece de la armadura		
Generación del armado	.	Cumple

1.2 Verificaciones en las riostras.

2 Verificaciones en la losa.

D'URBANITZACIÓ DEL PLA DIRECTOR URBANÍSTIC DEL CENTRE DIRECCIONAL DE CERDANYOLA DEL VALLÈS

Nombre de la estructura: *7. Viaducte Riera de Sant Cugat*
Nombre del elemento estructural: *Tauler*
Tipo de estructura: *Vigas pretesadas*
Funcionalidad de la estructura: *Estructura de Carretera*
Clase de estructura: *Tablero sin tierras*
Vida útil: *100 años*

Losa		
Estado límite estructural último de rotura por flexión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Estado límite estructural de servicio de fisuración		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por cortante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Obtención del despiece de la armadura		
Generación del armado	.	Cumple

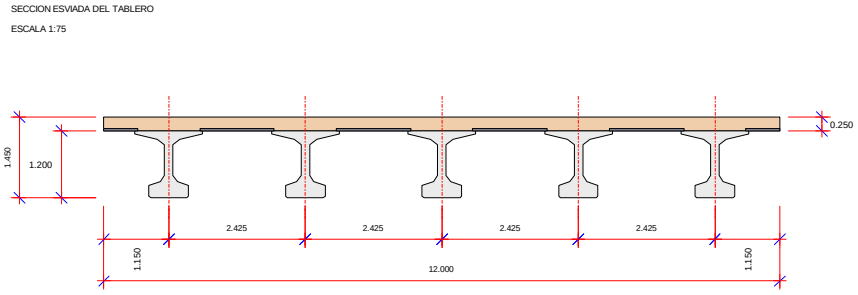
3 DEFINICIÓN DEL PROYECTO

3.1 Normativas

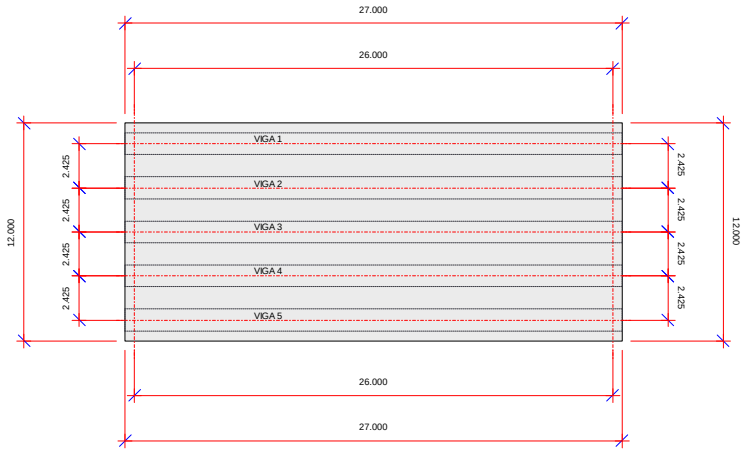
IAP. Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera. V. 2011
EHE. Instrucción Española del Hormigón Estructural. V. 2008

3.2 Geometría

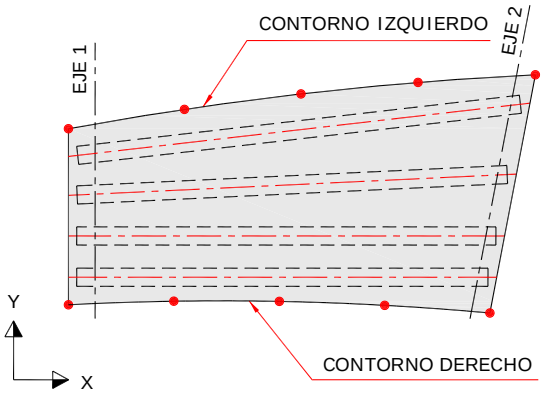
Sección transversal del tablero



Planta del tablero



3.2.1 Definición de los contornos laterales



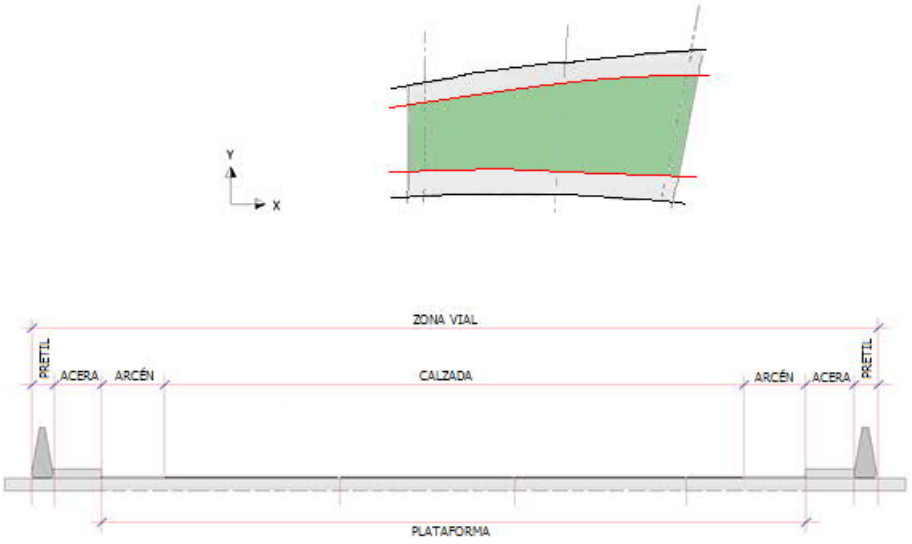
Contorno izquierdo:

Punto	X (m)	Y (m)
1	-10.000	12.000
2	36.000	12.000

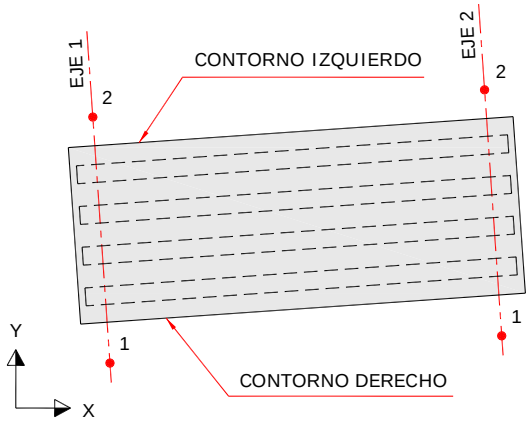
Contorno derecho:

Punto	X (m)	Y (m)
1	-10.000	0.000
2	36.000	0.000

Zona vial coincidente con los contornos.



3.2.2 Definición de los ejes de apoyos

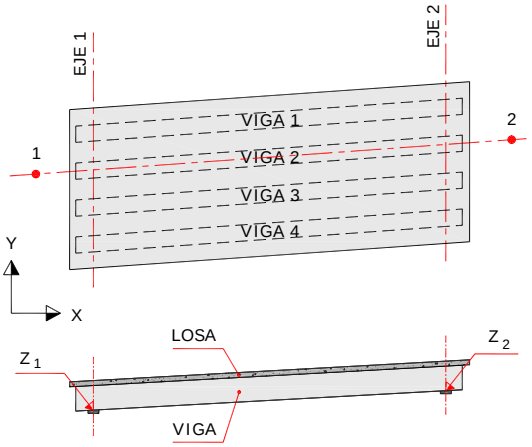


Coordenadas en planta de los ejes de apoyos :

	Punto 1		Punto 2	
Eje	X_1	Y_1	X_2	Y_2

	(m)	(m)	(m)	(m)
1	0.000	0.000	-0.000	12.000
2	26.000	0.000	26.000	12.000

3.2.3 Definición de los ejes de vigas



Coordenadas en planta de las vigas:

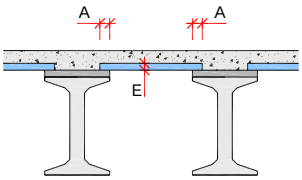
	Punto 1			Punto 2			Longitudes	
Viga	X_1 (m)	Y_1 (m)	Z_1 (m)	X_2 (m)	Y_2 (m)	Z_2 (m)	$L_{cálculo}$ (m)	L_{total} (m)
1	-10.000	10.850	-1.550	36.000	10.850	-1.550	26.000	27.000
2	-10.000	8.425	-1.550	36.000	8.425	-1.550	26.000	27.000
3	-10.000	6.000	-1.550	36.000	6.000	-1.550	26.000	27.000
4	-10.000	3.575	-1.550	36.000	3.575	-1.550	26.000	27.000
5	-10.000	1.150	-1.550	36.000	1.150	-1.550	26.000	27.000

3.2.4 Definición de la losa

Definición de la losa

Losa de espesor constante
Espesor : 0.250 m

Definición de las prelosas



Se dispone prelosa

Anchura de apoyo : 0.050 m

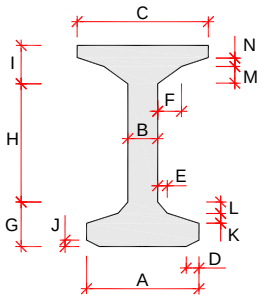
Espesor de la prelosa : 0.040 m

3.2.5 Definición de las vigas

Viga	Tipo	Catálogo	Nombre
1	Doble T	Precon	DT-PRE-120-120-B
2	Doble T	Precon	DT-PRE-120-120-B
3	Doble T	Precon	DT-PRE-120-120-B
4	Doble T	Precon	DT-PRE-120-120-B
5	Doble T	Precon	DT-PRE-120-120-B

3.2.5.1 Contorno de la sección

Sección DT-PRE-120-120-B :



Parámetro	Valor (mm)
A	700
B	150
C	1200
D	30
E	75
F	125
G	400
H	550
I	250
J	30
K	70
L	110
M	100
N	100

3.2.5.2 Armadura pasiva perimetral

Sección DT-PRE-120-120-B :

Valores calculados por el programa.

3.2.5.3 Propiedades geomecánicas de la sección

Instante	Descripción
I1	Tras la transferencia del pretesado
I2	Tras el hormigonado de la losa
I3	Tras la disposición de la superestructura
I4	Tras la apertura al tráfico
I5	A tiempo infinito

En los informes se utilizan las siguientes definiciones y notaciones:
Sección bruta : Sección de hormigón homogeneizada sin considerar la armadura pasiva ni la activa.
Sección neta : Se corresponde con la sección bruta pero añadiendo los huecos de las vainas de postesado.
Sección homogeneizada : Se añade a la sección neta la armadura activa que ya está inyectada en instantes anteriores, que se homogeneiza respecto del hormigón.
A : Área de la sección.

I_x : Momento de inercia respecto del eje horizontal que pasa por el centro de gravedad.
V_i : Distancia del centro de gravedad a la fibra inferior de la sección.

3.2.5.3.1 Secciones reales

Las secciones siguientes NO incluyen la reducción del ancho de losa asociada al coeficiente de ancho eficaz.
Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 1

		Sección real bruta			Sección real neta			Sección real homogeneizada		
Instante	Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
I1	1.200	0.463	0.091	-0.598	0.458	0.090	-0.603	0.484	0.096	-0.575
I2	1.200	0.463	0.091	-0.598	0.458	0.090	-0.603	0.484	0.096	-0.575
I3	1.450	0.932	0.220	-0.969	0.927	0.216	-0.973	0.953	0.236	-0.949
I4	1.450	0.932	0.220	-0.969	0.927	0.216	-0.973	0.953	0.236	-0.949
I5	1.450	0.932	0.220	-0.969	0.927	0.216	-0.973	0.953	0.236	-0.949

Viga 2

		Sección real bruta			Sección real neta			Sección real homogeneizada		
Instante	Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
I1	1.200	0.463	0.091	-0.598	0.458	0.090	-0.603	0.484	0.096	-0.575
I2	1.200	0.463	0.091	-0.598	0.458	0.090	-0.603	0.484	0.096	-0.575
I3	1.450	0.943	0.221	-0.973	0.939	0.218	-0.977	0.965	0.238	-0.954
I4	1.450	0.943	0.221	-0.973	0.939	0.218	-0.977	0.965	0.238	-0.954
I5	1.450	0.943	0.221	-0.973	0.939	0.218	-0.977	0.965	0.238	-0.954

Viga 3

		Sección real bruta			Sección real neta			Sección real homogeneizada		
Instante	Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
I1	1.200	0.463	0.091	-0.598	0.458	0.090	-0.603	0.484	0.096	-0.575
I2	1.200	0.463	0.091	-0.598	0.458	0.090	-0.603	0.484	0.096	-0.575
I3	1.450	0.943	0.221	-0.973	0.939	0.218	-0.977	0.965	0.238	-0.954
I4	1.450	0.943	0.221	-0.973	0.939	0.218	-0.977	0.965	0.238	-0.954
I5	1.450	0.943	0.221	-0.973	0.939	0.218	-0.977	0.965	0.238	-0.954

Viga 4

		Sección real bruta			Sección real neta			Sección real homogeneizada		
Instante	Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
I1	1.200	0.463	0.091	-0.598	0.458	0.090	-0.603	0.484	0.096	-0.575
I2	1.200	0.463	0.091	-0.598	0.458	0.090	-0.603	0.484	0.096	-0.575
I3	1.450	0.943	0.221	-0.973	0.939	0.218	-0.977	0.965	0.238	-0.954
I4	1.450	0.943	0.221	-0.973	0.939	0.218	-0.977	0.965	0.238	-0.954
I5	1.450	0.943	0.221	-0.973	0.939	0.218	-0.977	0.965	0.238	-0.954

Viga 5

		Sección real bruta			Sección real neta			Sección real homogeneizada		
Instante	Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
I1	1.200	0.463	0.091	-0.598	0.458	0.090	-0.603	0.484	0.096	-0.575
I2	1.200	0.463	0.091	-0.598	0.458	0.090	-0.603	0.484	0.096	-0.575
I3	1.450	0.932	0.220	-0.969	0.927	0.216	-0.973	0.953	0.236	-0.949
I4	1.450	0.932	0.220	-0.969	0.927	0.216	-0.973	0.953	0.236	-0.949
I5	1.450	0.932	0.220	-0.969	0.927	0.216	-0.973	0.953	0.236	-0.949

3.2.5.3.2 Secciones eficaces

Las secciones siguientes SI incluyen la reducción del ancho de losa asociada al coeficiente de ancho eficaz.
Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 1

	Sección eficaz bruta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz neta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz homogeneizada viga+losa para estado límite de servicio		
Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
1.450	0.932	0.220	-0.969	0.927	0.216	-0.973	0.953	0.236	-0.949

Viga 2

	Sección eficaz bruta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz neta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz homogeneizada viga+losa para estado límite de servicio		
Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
1.450	0.943	0.221	-0.973	0.939	0.218	-0.977	0.965	0.238	-0.954

Viga 3

	Sección eficaz bruta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz neta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz homogeneizada viga+losa para estado límite de servicio		
Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
1.450	0.943	0.221	-0.973	0.939	0.218	-0.977	0.965	0.238	-0.954

Viga 4

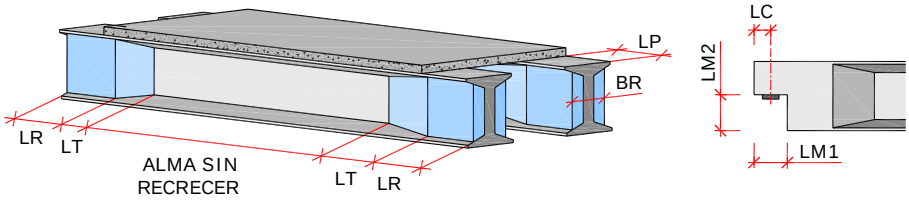
	Sección eficaz bruta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz neta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz homogeneizada viga+losa para estado límite de servicio		
Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i
(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
1.450	0.943	0.221	-0.973	0.939	0.218	-0.977	0.965	0.238	-0.954

Viga 5

	Sección eficaz bruta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz neta viga+losa para estado límite de servicio			Sección eficaz homogeneizada viga+losa para estado límite de servicio		
Canto	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i	A	I_x	V_i

(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)	(m^2)	(m^4)	(m)
1.450	0.932	0.220	-0.969	0.927	0.216	-0.973	0.953	0.236	-0.949

3.2.6 Geometría de vigas y losa en zona de apoyos



3.2.6.1 Culatas

Eje	Viga	Longitud (LC) (m)
1	1	0.500
1	2	0.500
1	3	0.500
1	4	0.500
1	5	0.500
2	1	0.500
2	2	0.500
2	3	0.500
2	4	0.500
2	5	0.500

3.2.6.2 Recrecido del alma en apoyos

Eje	Viga	Longitud (LR) (m)	Longitud de transición (LT) (m)	Anchura del alma (BR) (m)
1	1	1.200	0.500	0.500
1	2	1.200	0.500	0.500
1	3	1.200	0.500	0.500
1	4	1.200	0.500	0.500
1	5	1.200	0.500	0.500
2	1	1.200	0.500	0.500
2	2	1.200	0.500	0.500
2	3	1.200	0.500	0.500
2	4	1.200	0.500	0.500
2	5	1.200	0.500	0.500

3.2.6.3 Losa en apoyos

Tipo de junta en el eje 1: junta de dilatación

Distancia de los ejes de apoyos al borde de la losa en el eje 1 : 0.500 m

Tipo de junta en el eje 2: junta de dilatación

Distancia de los ejes de apoyos al borde de la losa en el eje 2 : 0.500 m

3.2.7 Coacciones en los apoyos

Viga	Apoyo	Vinculación	Constantes de rigidez elástica		
			Movimientos horizontales	Movimiento vertical	Giros

			Ku_1 (kN/m)	Ku_2 (kN/m)	Ku_3 (kN/m)	Kg_1 (kNm/rad)	Kg_2 (kNm/rad)
1	1	Apoyo fijo					
1	2	Apoyo fijo					
2	1	Apoyo fijo					
2	2	Apoyo fijo					
3	1	Apoyo fijo					
3	2	Apoyo fijo					
4	1	Apoyo fijo					
4	2	Apoyo fijo					
5	1	Apoyo fijo					
5	2	Apoyo fijo					

3.2.8 Situación de transporte / izado

Coeficiente de impacto en situación de transporte : 2.000

3.3 Materiales

3.3.1 Hormigón Vigas

Denominación: HP-50

Resistencia característica a compresión, f_{ck} : 50.0 MPa

Módulo elástico secante, E_{cm} : 32902.4 MPa

Diagrama parábola-rectángulo:

Deformación de rotura a compresión simple, ε_{c0} : 0.00200

Deformación de rotura en flexión, ε_{cu} : 0.00350

Deformación máxima en armadura traccionada, ε_s : -0.01000

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_c : 1.00

ELU, situación persistente, γ_c : 1.50

ELU, situación accidental, γ_c : 1.30

Tipo de cemento para Vigas : CEM I (según RC-08).

3.3.2 Hormigón Losa

Denominación: HA-30

Resistencia característica a compresión, f_{ck} : 30.0 MPa

Módulo elástico secante, E_{cm} : 28576.8 MPa

Diagrama parábola-rectángulo:

Deformación de rotura a compresión simple, ε_{c0} : 0.00200

Deformación de rotura en flexión, ε_{cu} : 0.00350

Deformación máxima en armadura traccionada, ε_s : -0.01000

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_c : 1.00

ELU, situación persistente, γ_c : 1.50

ELU, situación accidental, γ_c : 1.30

Tipo de cemento para Losa : CEM II/A-S (según RC-08).

3.3.3 Hormigón Prelosas

Denominación: HA-40

Resistencia característica a compresión, f_{ck} : 40.0 MPa

Módulo elástico secante, E_{cm} : 30891.0 MPa

Diagrama parábola-rectángulo:

Deformación de rotura a compresión simple, ε_{c0} : 0.00200

Deformación de rotura en flexión, ε_{cu} : 0.00350

Deformación máxima en armadura traccionada, ε_s : -0.01000

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_c : 1.00

ELU, situación persistente, γ_c : 1.50

ELU, situación accidental, γ_c : 1.30

Tipo de cemento para Prelosas : CEM II/A-S (según RC-08).

3.3.4 Armadura pasiva Vigas

Denominación: AP500 S

Módulo de deformación longitudinal del acero, E_s : 200000 MPa

Deformación última en compresión, $\varepsilon_{max,1}$: 0.01000

Deformación última en tracción, $\varepsilon_{max,2}$: -0.01000

Densidad del acero, γ : 77.0 kN/m^3

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_s : 1.00

ELU, situación persistente, γ_s : 1.15

ELU, situación accidental, γ_s : 1.00

3.3.5 Armadura pasiva Losa

Denominación: AP500 S

Módulo de deformación longitudinal del acero, E_s : 200000 MPa

Deformación última en compresión, $\varepsilon_{max,1}$: 0.01000

Deformación última en tracción, $\varepsilon_{max,2}$: -0.01000

Densidad del acero, γ : 77.0 kN/m^3

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_s : 1.00

ELU, situación persistente, γ_s : 1.15

ELU, situación accidental, γ_s : 1.00

3.3.6 Acero de la armadura activa del pretesado Vigas

Denominación: Y 1860 C

Límite elástico característico, f_{pk} : 1670 MPa

Módulo de deformación longitudinal, E_p : 190000 MPa

Deformación última en compresión, $\varepsilon_{max,1}$: 0.02000

Deformación última en tracción, $\varepsilon_{max,2}$: -0.02000

Densidad del acero, γ : 77.0 kN/m^3

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_s : 1.00

ELU, situación persistente, γ_s : 1.15

ELU, situación accidental, γ_s : 1.00

Parámetros de relajación :

Parámetro de relajación, a : 0.660000

Parámetro de relajación, b : 9.090000

Relajación a 1000 horas después del tesado, ρ_{1000} : 2.00000 %

$$\rho = a\ \rho_{1000}\ e^{b\mu}\ \left(\frac{t}{1000}\right)^{0.75(1-\mu)}\ 10^{-3}$$

ρ : relajación del acero a longitud constante (%)
μ : proporción de la tensión de trabajo respecto a la tensión unitaria máxima
t : tiempo después del tesado (horas)

3.4 Recubrimientos geométricos

Vigas	:	35	mm
Losa	:	45	mm
Prelosas	:	40	mm

3.5 Clases de exposición y fisuración

Vigas:
Ambiente: IIb
Anchura de fisura admisible : 0.20 mm

Losa:
Ambiente: IIb
Anchura de fisura admisible : 0.30 mm

3.6 Calendario de ejecución

Operación	Día
Día en que se hormigonan las vigas	0
Día en que se transfiere el pretesado en el parque de vigas	28
Día en que se hormigona la losa	30
Día en que se aplica la carga permanente sobre la losa	60

3.7 Definición del pretesado

Viga 1

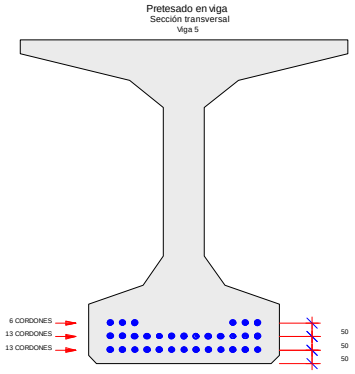
- Definición de los cordones :

Fila	Cota Y (mm)	Área del cordón (mm^2)	Diámetro nominal (mm)	Nº de cordones	Longitud entubamiento (m)	Longitud del quiebro (m)	Altura del quiebro (m)
1	50	140.0	15	13	0.000	0.000	0.000
2	100	140.0	15	13	2.000	0.000	0.000
3	150	140.0	15	6	6.000	0.000	0.000

- Fuerza de tesado :

Introducción rápida del pretesado
Pérdidas antes de la transferencia 6 mm/100m

Tensión inicial de tesado : 1395.00 MPa
Tensión final de tesado después de las pérdidas de transferencia : 1383.60 MPa



Viga 2

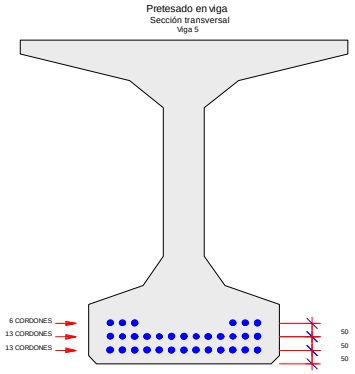
- Definición de los cordones :

Fila	Cota Y	Área del cordón	Diámetro nominal	Nº de cordones	Longitud entubamiento	Longitud del quiebro	Altura del quiebro
	(mm)	(mm^2)	(mm)		(m)	(m)	(m)
1	50	140.0	15	13	0.000	0.000	0.000
2	100	140.0	15	13	2.000	0.000	0.000
3	150	140.0	15	6	6.000	0.000	0.000

- Fuerza de tesado :

Introducción rápida del pretesado
Pérdidas antes de la transferencia 6 mm/100m

Tensión inicial de tesado	:	1395.00	MPa
Tensión final de tesado después de las pérdidas de transferencia	:	1383.60	MPa



Viga 3

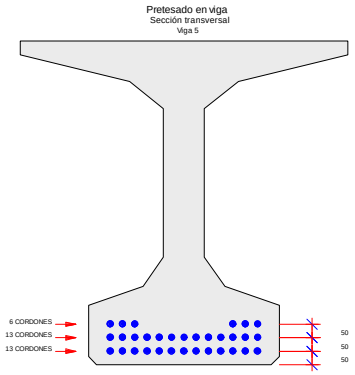
- Definición de los cordones :

Fila	Cota Y	Área del cordón	Diámetro nominal	Nº de cordones	Longitud entubamiento	Longitud del quiebro	Altura del quiebro
	(mm)	(mm^2)	(mm)		(m)	(m)	(m)
1	50	140.0	15	13	0.000	0.000	0.000
2	100	140.0	15	13	2.000	0.000	0.000
3	150	140.0	15	6	6.000	0.000	0.000

- Fuerza de tesado :

Introducción rápida del pretesado
Pérdidas antes de la transferencia 6 mm/100m

Tensión inicial de tesado	:	1395.00	MPa
Tensión final de tesado después de las pérdidas de transferencia	:	1383.60	MPa



Viga 4

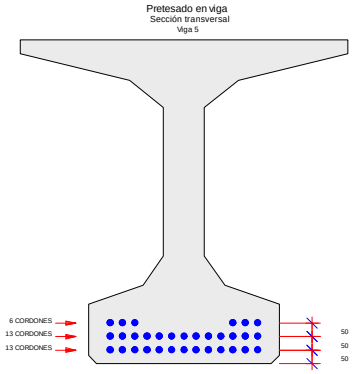
- Definición de los cordones :

Fila	Cota Y (mm)	Área del cordón (mm^2)	Diámetro nominal (mm)	Nº de cordones	Longitud entubamiento (m)	Longitud del quiebro (m)	Altura del quiebro (m)
1	50	140.0	15	13	0.000	0.000	0.000
2	100	140.0	15	13	2.000	0.000	0.000
3	150	140.0	15	6	6.000	0.000	0.000

- Fuerza de tesado :

Introducción rápida del pretesado
Pérdidas antes de la transferencia 6 mm/100m

Tensión inicial de tesado	:	1395.00	MPa
Tensión final de tesado después de las pérdidas de transferencia	:	1383.60	MPa



Viga 5

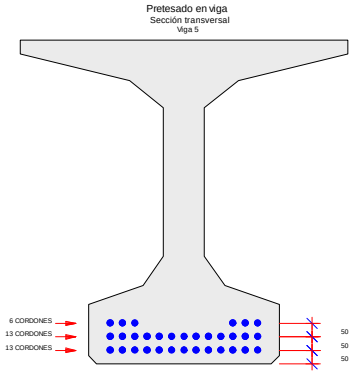
- Definición de los cordones :

Fila	Cota Y	Área del cordón	Diámetro nominal	Nº de cordones	Longitud entubamiento	Longitud del quiebro	Altura del quiebro
	(mm)	(mm^2)	(mm)		(m)	(m)	(m)
1	50	140.0	15	13	0.000	0.000	0.000
2	100	140.0	15	13	2.000	0.000	0.000
3	150	140.0	15	6	6.000	0.000	0.000

- Fuerza de tesado :

Introducción rápida del pretesado
Pérdidas antes de la transferencia 6 mm/100m

Tensión inicial de tesado	:	1395.00	MPa
Tensión final de tesado después de las pérdidas de transferencia	:	1383.60	MPa



3.8 Definición de la armadura pasiva

3.8.1 Armadura de flexión. Zona central.

Viga 1

Valores calculados por el programa.

Viga 2

Valores calculados por el programa.

Viga 3

Valores calculados por el programa.

Viga 4

Valores calculados por el programa.

Viga 5

Valores calculados por el programa.

3.8.2 Armadura de flexión. Zona de extremos.

Viga 1

Valores calculados por el programa.

Viga 2

Valores calculados por el programa.

Viga 3

Valores calculados por el programa.

Viga 4

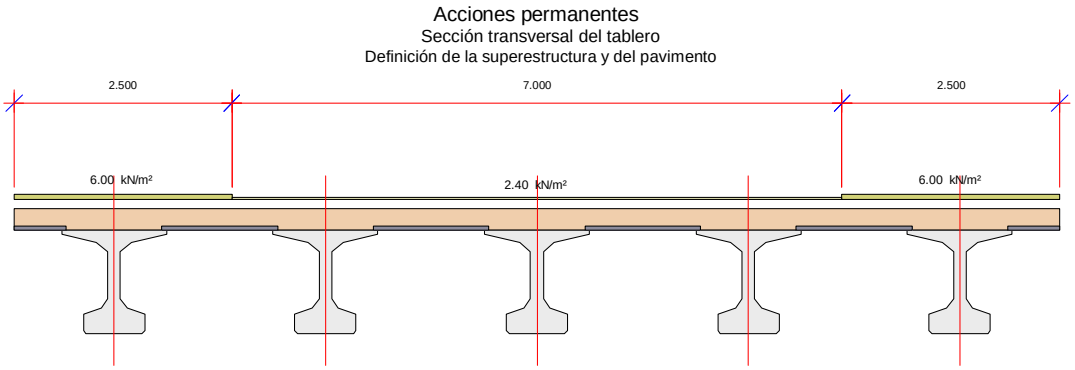
Valores calculados por el programa.

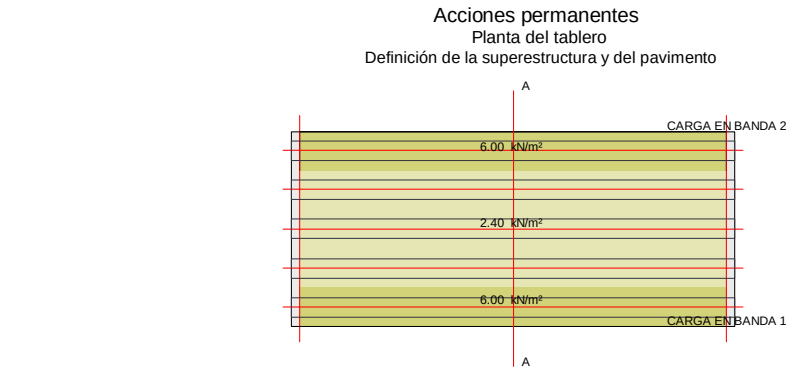
Viga 5

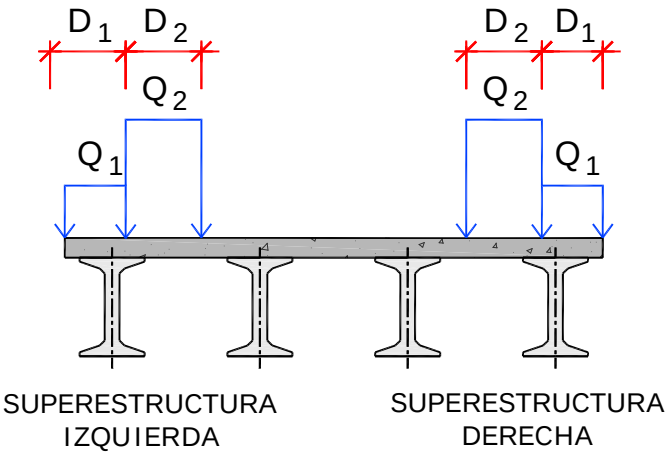
Valores calculados por el programa.

3.9 Acciones

3.9.1 Acciones permanentes







Superestructura en borde izquierdo:

Tramo	Ancho D (m)	Carga superficial Q (kN/m^2)	Incremento (%)
1	2.500	6.00	0.0

Superestructura en borde derecho:

Tramo	Ancho D	Carga superficial Q	Incremento

	(m)	(kN/m2)	(%)
1	2.500	6.00	0.0

Cargas en banda:

Carga en banda número: 1

Carga tipo DC (Elementos no estructurales)

Carga lineal

Punto	x (m)	y (m)	Carga lineal (kN/m)
1	0.000	0.000	1.00
2	26.000	0.000	1.00

Carga en banda número: 2

Carga tipo DC (Elementos no estructurales)

Carga lineal

Punto	x (m)	y (m)	Carga lineal (kN/m)
1	0.000	12.000	1.00
2	26.000	12.000	1.00

Pavimento:

Peso del pavimento : 2.40 kN/m2
Incremento de carga del pavimento : 50.0 %

Acciones reológicas:

Humedad relativa : 70.0 %

Coeficientes de retracción y fluencia:

Viga 1

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.395
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.336

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.395
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.336

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.362
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.319

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada con la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.371
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.306

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.371
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.306

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.339
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.289

PL Peso propio de la losa y recrecido de la losa
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.339
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.289

Acciones que actúan sobre la sección de la viga + losa

SE2 Cargas permanentes sobre la viga + losa
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.129

Coeficiente de retracción en el instante de tesado : 11.978

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima :

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada con la losa encima :

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima : 35.286

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada con la losa encima : 33.452

Valores multiplicados por 100000
Viga 2

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.395
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.336

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.395
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.336

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.362
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.319

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada con la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.371
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.306

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.371
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.306

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.339
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.289

PL Peso propio de la losa y recrecido de la losa
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.339
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.289

Acciones que actúan sobre la sección de la viga + losa

SE2 Cargas permanentes sobre la viga + losa
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.129

Coeficiente de retracción en el instante de tesado : 11.978

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima :

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada con la losa encima :

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima : 35.286

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada con la losa encima : 33.452

Valores multiplicados por 100000
Viga 3

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.395
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.336

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.395
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.336

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.362
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.319

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada con la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.371
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.306

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.371
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.306

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.339
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.289

PL Peso propio de la losa y recrecido de la losa
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.339
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.289

Acciones que actúan sobre la sección de la viga + losa

SE2 Cargas permanentes sobre la viga + losa
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.129

Coeficiente de retracción en el instante de tesado : 11.978

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima :

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada con la losa encima :

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima : 35.286

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada con la losa encima : 33.452

Valores multiplicados por 100000
Viga 4

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.395
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.336

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.395
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.336

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.362
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.319

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada con la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.371
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.306

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.371
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.306

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.339
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.289

PL Peso propio de la losa y recrecido de la losa
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.339
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.289

Acciones que actúan sobre la sección de la viga + losa

SE2 Cargas permanentes sobre la viga + losa
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.129

Coeficiente de retracción en el instante de tesado : 11.978

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima :

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada con la losa encima :

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima : 35.286

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada con la losa encima : 33.452

Valores multiplicados por 100000
Viga 5

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.395
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.336

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.395
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.336

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.362
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.319

Acciones que actúan sobre la sección de la viga. Perímetro de la viga aislada con la losa encima

PI Pretensado instantáneo de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.371
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.306

PV Peso propio de la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.371
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.306

SE1 Cargas permanentes sobre la viga
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.339
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.289

PL Peso propio de la losa y recrecido de la losa
Coeficiente de fluencia en el instante de fraguado : 0.339
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.289

Acciones que actúan sobre la sección de la viga + losa

SE2 Cargas permanentes sobre la viga + losa
Coeficiente de fluencia a tiempo infinito : 1.129

Coeficiente de retracción en el instante de tesado : 11.978

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima :

Coeficiente de retracción en el instante de fraguado. Perímetro de la viga aislada con la losa encima :

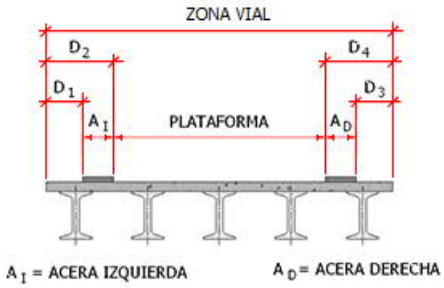
Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada sin la losa encima : 35.286

Coeficiente de retracción a tiempo infinito. Perímetro de la viga aislada con la losa encima : 33.452

Valores multiplicados por 100000

3.9.2 Acciones variables

- Definición de la zona vial :



Distancia D_1	:	0.000 m
Distancia D_2	:	2.500 m
Distancia D_3	:	0.000 m
Distancia D_4	:	2.500 m

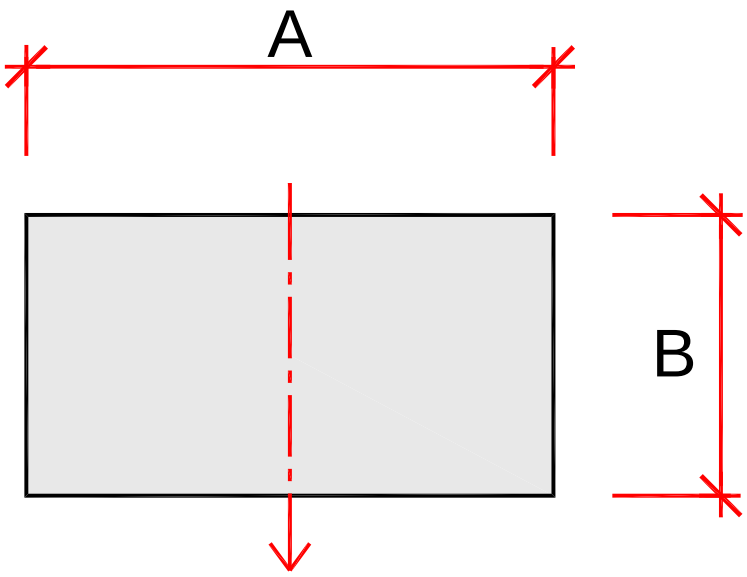
Tráfico sobre plataforma:

- Ancho de los carriles :

Punto	Ancho de plataforma (m)	Ancho de carril (m)
1	0.000	0.000
2	3.000	3.000
3	5.399	3.000
4	5.400	2.700
5	6.000	3.000
6	1000.000	3.000

- Definición de las ruedas del vehículo pesado :

HUELLA DE LAS RUEDAS



Rueda	X (m)	Y (m)
1	0.000	-1.000
2	0.000	1.000
3	1.200	-1.000
4	1.200	1.000

- Huellas de las ruedas del vehículo pesado :

Anchura, A : 0.400 m
Longitud, B : 0.400 m

- Valores característicos de las cargas :

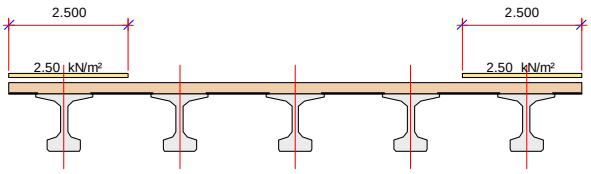
Situación	Carga por rueda (kN)	Sobrecarga repartida (kN/m^2)
Carril número 1	149.95	8.99
Carril número 2	99.97	2.50
Carril número 3	49.98	2.50
Resto de carriles	0.00	2.50
Área remanente	0.00	2.50

Tráfico sobre aceras:

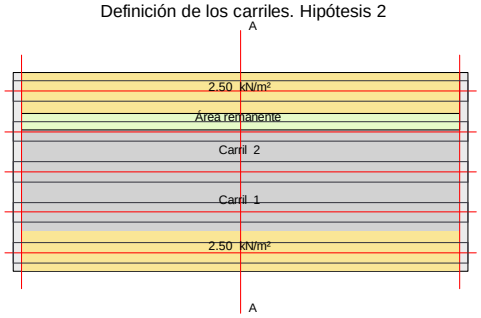
- Sobrecargas repartidas (valor reducido) :

Acera izquierda : 2.50 kN/m^2
Acera derecha : 2.50 kN/m^2

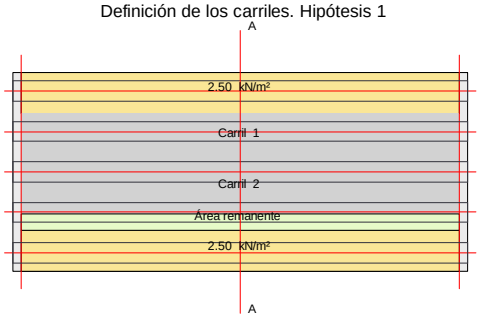
Acciones variables
Sección transversal del tablero
Definición de la plataforma y de las aceras



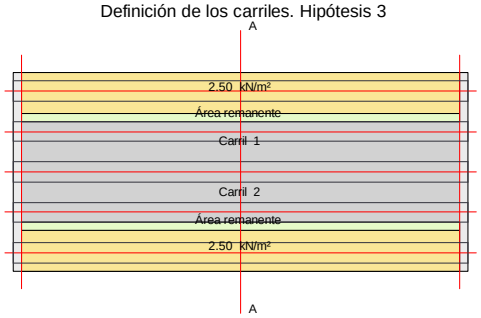
Acciones variables
Planta del tablero
Definición de los carriles. Hipótesis 2



Acciones variables
Planta del tablero
Definición de los carriles. Hipótesis 1



Acciones variables
Planta del tablero
Definición de los carriles. Hipótesis 3



Gradiente térmico:

Máxima diferencia térmica entre cara superior e inferior	:	10.5 ºC
Máxima diferencia térmica entre cara inferior y superior	:	8.0 ºC

Acción vertical del viento:

Velocidad básica del viento V_b (T):	:	30.1 m/s
Coeficiente de exposición (C_e):	:	1.3
Coeficiente de fuerza vertical ($C_{f,z}$):	:	0.9

3.10 Coeficientes de seguridad

3.10.1 Coeficientes de mayoración de las acciones, γ_F

ESTADOS LÍMITE ESTRUCTURALES						
	Estado límite de servicio		Estado límite último			
			Situación persistente		Situación accidental	
Coeficiente	Favor.	Desfavor.	Favor.	Desfavor.	Favor.	Desfavor.
Pretesado instantáneo	0.95	1.05	1.00	1.00	1.00	1.00
Postesado instantáneo	0.90	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00
Pérdidas de pretesado	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Pérdidas de postesado	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Peso propio de las vigas	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Peso propio de la losa	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Peso propio de las riostras	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Peso propio de las tierras	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Superestructura	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Descenso de apoyos	0.00	1.00	0.00	1.20	0.00	1.00

Reología	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Tráfico en aceras	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Tráfico en plataforma	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Frenado	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Fuerza centrífuga	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Viento vertical	0.00	1.00	0.00	1.50	0.00	1.00
Temperatura	0.00	1.00	0.00	1.50	0.00	1.00
Sismo	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
Impactos de vehículos	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00

3.10.2 Coeficientes de combinación

Acción	ψ_0	ψ_1	ψ_2
gr_1, vehículos pesados	0.75	0.75	0.00
gr_1, sobrecarga uniforme	0.40	0.40	0.00
gr_1, carga en aceras	0.40	0.40	0.00
gr_2, fuerzas horizontales	0.00	0.00	0.00
Viento	0.60	0.20	0.00
Temperatura	0.60	0.60	0.50

ψ_2 para la sobrecarga uniforme en situación sísmica : : 0.20

3.10.3 Flechas relativas admisibles

Valor frecuente de la sobrecarga de uso. f < 1 / 0.001

3.11 Configuración del cálculo

Coeficientes de anchura eficaz :

Valores calculados automáticamente por el programa.

Efectos diferidos internos de compatibilización :

Se considera la compatibilización de deformaciones por retracción entre viga y losa.
Se considera la compatibilización de deformaciones por fluencia entre viga y losa.
Factor F_j con que multiplicar los esfuerzos internos : Se aplica el factor calculado por el programa.

Cálculo a rotura por flexión :

La prelosa no colabora en la sección resistente de la losa en dirección longitudinal.
La prelosa colabora en la sección resistente de la losa en dirección transversal.

Cálculo a rotura por cortante y torsión :

El ángulo de inclinación de las bielas de compresión para el cálculo a cortante y torsión, se define en una serie de puntos equidistantes entre los extremos de las vigas :

Viga 1

Punto	Ángulo Teta (º)
1	45.0

Viga 2

Punto	Ángulo Teta (º)
1	45.0

Viga 3

Punto	Ángulo Teta (º)
1	45.0

Viga 4

Punto	Ángulo Teta (º)
1	45.0

Viga 5

Punto	Ángulo Teta (º)
1	45.0

En el cálculo a torsión se consideran independientemente la viga y la losa.

Cálculo a rasante viga - losa
El cálculo se realiza a partir del momento de rotura.

Posiciones del vehículo para el cálculo de las vigas
Número de posiciones en cada carril : 11

Posiciones del vehículo para el cálculo de la losa
Número de posiciones longitudinales : 5
Desplazamiento transversal del vehículo : 0.500 m

Calculo tensional en las vigas

El cálculo tensional en las vigas utiliza las secciones homogeneizadas.

3.12 Tráfico. Cálculo de la losa

Posiciones del vehículo para el cálculo de la losa

Posiciones de los vehículos para el cálculo de las reacciones en pilas y estribos calculadas por el programa
Número de posiciones longitudinales : 5
Desplazamiento transversal del vehículo : 0.500 m

4 Modelo de viga simple (sin losa)

Para el cálculo de la viga simple (antes de fraguar la losa) se adopta un modelo de viga biapoyada discretizada en 10 barras equiespaciadas.

5 Modelo del tablero para el cálculo de las vigas

Para el cálculo de las vigas, una vez fraguada la losa, se adopta un modelo de emparrillado plano formado por barras longitudinales que modelizan la viga más losa, y por barras transversales que modelizan la losa del tablero.

6 Modelo del tablero para el cálculo de la losa

Para el cálculo de la losa del tablero se genera un modelo de emparrillado plano. Las vigas se modelizan mediante barras longitudinales. La losa se modeliza con barras longitudinales y transversales.

7 ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS EN LAS VIGAS

Se listan los valores mínimos y máximos a lo largo de cada viga.

Acción	Viga	Axil (kN)		Flector (kNm)		Cortante (kN)		Torsor (kNm)	
		Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
PV	1	0.0	0.0	-2.2	978.4	-156.2	156.2	0.0	0.0
PV	2	0.0	0.0	-2.2	978.4	-156.2	156.2	0.0	0.0
PV	3	0.0	0.0	-2.2	978.4	-156.2	156.2	0.0	0.0
PV	4	0.0	0.0	-2.2	978.4	-156.2	156.2	0.0	0.0
PV	5	0.0	0.0	-2.2	978.4	-156.2	156.2	0.0	0.0
PL	1	0.0	0.0	-1.8	1245.8	-191.8	191.8	-2.9	2.9
PL	2	0.0	0.0	-1.9	1278.8	-196.9	196.9	0.0	0.0
PL	3	0.0	0.0	-1.9	1278.8	-196.9	196.9	-0.0	0.0
PL	4	0.0	0.0	-1.9	1278.8	-196.9	196.9	0.0	0.0
PL	5	0.0	0.0	-1.8	1245.8	-191.8	191.8	-2.9	2.9
PI	1	0.0	5581.8	-2712.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PI	2	0.0	5581.8	-2712.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PI	3	0.0	5581.8	-2712.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PI	4	0.0	5581.8	-2712.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PI	5	0.0	5581.8	-2712.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SE	1	0.0	0.0	-3.5	1085.2	-167.0	167.0	-13.1	13.1
SE	2	0.0	0.0	0.0	904.9	-118.9	118.9	-10.0	10.0
SE	3	0.0	0.0	0.0	825.4	-114.7	114.7	-0.0	0.0
SE	4	0.0	0.0	0.0	904.9	-118.9	118.9	-10.0	10.0
SE	5	0.0	0.0	-3.5	1085.2	-167.0	167.0	-13.1	13.1
TRA	1	0.0	0.0	-34.3	329.5	-54.6	54.6	-8.3	8.3
TRA	2	0.0	0.0	-2.1	173.6	-19.5	19.5	-7.4	7.4
TRA	3	0.0	0.0	0.0	117.2	-12.8	12.8	-4.0	4.0
TRA	4	0.0	0.0	-2.1	173.6	-19.5	19.5	-7.4	7.4
TRA	5	0.0	0.0	-34.3	329.5	-54.6	54.6	-8.3	8.3
TRP	1	0.0	0.0	-17.3	1824.6	-214.5	214.5	-40.3	40.3
TRP	2	0.0	0.0	-8.6	2454.0	-441.1	441.1	-40.8	40.8
TRP	3	0.0	0.0	-9.5	2564.2	-475.2	475.2	-27.2	27.2
TRP	4	0.0	0.0	-8.6	2454.0	-441.1	441.1	-40.8	40.8
TRP	5	0.0	0.0	-17.3	1824.6	-214.5	214.5	-40.3	40.3
VI	1	0.0	0.0	-278.6	278.6	-41.8	41.8	-3.3	3.3
VI	2	0.0	0.0	-206.7	206.7	-29.6	29.6	-3.9	3.9
VI	3	0.0	0.0	-128.9	128.9	-18.6	18.6	-3.8	3.8
VI	4	0.0	0.0	-206.7	206.7	-29.6	29.6	-3.9	3.9
VI	5	0.0	0.0	-278.6	278.6	-41.8	41.8	-3.3	3.3
GT	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GT	2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GT	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GT	4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GT	5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RTV	1	0.0	216.4	0.0	149.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RTV	2	0.0	218.2	0.0	150.2	0.0	0.0	0.0	0.0
RTV	3	0.0	218.2	0.0	150.2	0.0	0.0	0.0	0.0
RTV	4	0.0	218.2	0.0	150.2	0.0	0.0	0.0	0.0
RTV	5	0.0	216.4	0.0	149.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FLV	1	-297.1	229.9	-206.3	168.6	0.0	0.0	0.0	0.0
FLV	2	-318.9	228.1	-222.6	167.3	0.0	0.0	0.0	0.0
FLV	3	-322.5	227.9	-225.4	167.2	0.0	0.0	0.0	0.0
FLV	4	-318.9	228.1	-222.6	167.3	0.0	0.0	0.0	0.0
FLV	5	-297.1	229.9	-206.3	168.6	0.0	0.0	0.0	0.0
RTL	1	-216.4	-0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RTL	2	-218.2	-0.0	0.0	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0
RTL	3	-218.2	-0.0	0.0	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0
RTL	4	-218.2	-0.0	0.0	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0
RTL	5	-216.4	-0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FLL	1	-229.9	297.1	-15.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
FLL	2	-228.1	318.9	-15.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
FLL	3	-227.9	322.5	-15.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
FLL	4	-228.1	318.9	-15.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
FLL	5	-229.9	297.1	-15.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
PPS	1	-218.0	0.0	0.0	106.1	0.0	0.0	0.0	0.0

PPS	2	-217.2	0.0	0.0	105.7	0.0	0.0	0.0	0.0
PPS	3	-217.2	0.0	0.0	105.7	0.0	0.0	0.0	0.0
PPS	4	-217.2	0.0	0.0	105.7	0.0	0.0	0.0	0.0
PPS	5	-218.0	0.0	0.0	106.1	0.0	0.0	0.0	0.0
PPC	1	-548.5	0.0	0.0	471.7	0.0	0.0	0.0	0.0
PPC	2	-559.8	0.0	0.0	484.1	0.0	0.0	0.0	0.0
PPC	3	-563.7	0.0	0.0	487.5	0.0	0.0	0.0	0.0
PPC	4	-559.8	0.0	0.0	484.1	0.0	0.0	0.0	0.0
PPC	5	-548.5	0.0	0.0	471.7	0.0	0.0	0.0	0.0

Peso propio de las vigas (PV)
Peso propio de la losa (PL)
Pretesado instantáneo (PI)
Superestructura (SE)
Tráfico en aceras (TRA)
Tráfico en plataforma (TRP)
Viento vertical (VI)
Gradiente térmico (GT)
Retracción (esfuerzos en las vigas, RTV)
Fluencia (esfuerzos en las vigas, FLV)
Retracción (esfuerzos en la losa, RTL)
Fluencia (esfuerzos en la losa, FLL)
Pérdidas de pretesado hasta el fraguado de la losa (PPS)
Pérdidas de pretesado entre el fraguado de la losa y tiempo infinito (PPC)

8 FUERZA DE PRETENSADO

8.1 Fuerzas de pretesado

Coeficientes de seguridad empleados : unitarios.

8.1.1 Fuerza de pretesado a lo largo de cada cable en cada instante

P1 : Fuerza de pretesado después de tesar.
Prt1 : Pérdida de pretesado por retracción del hormigón entre P1 y P2.
Pfl1 : Pérdida de pretesado por fluencia del hormigón entre P1 y P2.
Prl1 : Pérdida de pretesado por relajación del acero de la armadura activa entre P1 y P2.
P2 : Fuerza de pretesado tras el fraguado de la losa.
Prt2 : Pérdida de pretesado por retracción del hormigón entre P2 y P3.
Pfl2 : Pérdida de pretesado por fluencia del hormigón entre P2 y P3.
Prl2 : Pérdida de pretesado por relajación del acero de la armadura activa entre P2 y P3.
P3 : Fuerza de pretesado a tiempo infinito.

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 1										
		Fuerza	Pérdidas			Fuerza	Pérdidas			Fuerza
Distancia al eje 1	Fila	P1	Prt1	Pfl1	Prl1	P2	Prt2	Pfl2	Prl2	P3
(m)		(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
13.000	1	2256.7	5.9	52.3	21.3	2177.2	57.3	87.1	51.9	1980.8
13.000	2	2270.7	5.9	51.1	22.0	2191.7	58.5	85.1	53.5	1994.6
13.000	3	1054.5	2.7	23.0	10.5	1018.3	27.5	38.3	25.5	927.0

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 2										
		Fuerza	Pérdidas			Fuerza	Pérdidas			Fuerza
Distancia al eje 1	Fila	P1	Prt1	Pfl1	Prl1	P2	Prt2	Pfl2	Prl2	P3
(m)		(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
13.000	1	2256.7	5.9	51.8	21.3	2177.7	57.3	92.5	51.9	1976.0
13.000	2	2270.7	5.9	50.6	22.0	2192.2	58.4	90.1	53.5	1990.1
13.000	3	1054.5	2.7	22.8	10.5	1018.5	27.5	40.5	25.5	925.0

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 3										
		Fuerza	Pérdidas			Fuerza	Pérdidas			Fuerza
Distancia al eje 1	Fila	P1	Prt1	Pfl1	Prl1	P2	Prt2	Pfl2	Prl2	P3
(m)		(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
13.000	1	2256.7	5.9	51.8	21.3	2177.7	57.3	95.2	51.9	1973.2
13.000	2	2270.7	5.9	50.6	22.0	2192.2	58.4	92.6	53.5	1987.6
13.000	3	1054.5	2.7	22.8	10.5	1018.5	27.5	41.6	25.5	923.9

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 4										
		Fuerza	Pérdidas			Fuerza	Pérdidas			Fuerza
Distancia al eje 1	Fila	P1	Prt1	Pfl1	Prl1	P2	Prt2	Pfl2	Prl2	P3
(m)		(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
13.000	1	2256.7	5.9	51.8	21.3	2177.7	57.3	92.5	51.9	1976.0
13.000	2	2270.7	5.9	50.6	22.0	2192.2	58.4	90.1	53.5	1990.1
13.000	3	1054.5	2.7	22.8	10.5	1018.5	27.5	40.5	25.5	925.0

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 5										
		Fuerza	Pérdidas			Fuerza	Pérdidas			Fuerza
Distancia al eje 1	Fila	P1	Prt1	Pfl1	Prl1	P2	Prt2	Pfl2	Prl2	P3
(m)		(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
13.000	1	2256.7	5.9	52.3	21.3	2177.2	57.3	87.1	51.9	1980.8
13.000	2	2270.7	5.9	51.1	22.0	2191.7	58.5	85.1	53.5	1994.6
13.000	3	1054.5	2.7	23.0	10.5	1018.3	27.5	38.3	25.5	927.0

8.1.2 Pérdidas de pretesado totales

P0 : Fuerza de tesado.
DP1a : Pérdidas de pretesado previas a la transferencia de la fuerza de tesado al hormigón.
DP1b : Pérdidas de pretesado por acortamiento elástico.
DP1 : Pérdidas totales instantáneas de pretesado.
P1 : Fuerza de pretesado tras las pérdidas instantáneas.
DP2 : Pérdidas totales diferidas de pretesado.
DP3 : Pérdidas totales de pretesado.
P2 : Fuerza de pretesado a tiempo infinito.

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 1								
Distancia al eje 1	P0	DP1a	DP1b	DP1	P1	DP2	DP3	P2
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
13.000	6249.6	51.1	616.7	667.8	5581.8	679.4	1347.2	4902.4

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 2								
Distancia al eje 1	P0	DP1a	DP1b	DP1	P1	DP2	DP3	P2
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
13.000	6249.6	51.1	616.7	667.8	5581.8	690.7	1358.5	4891.1

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 3								
Distancia al eje 1	P0	DP1a	DP1b	DP1	P1	DP2	DP3	P2
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
13.000	6249.6	51.1	616.7	667.8	5581.8	697.0	1364.8	4884.8

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 4

Distancia al eje 1	P0	DP1a	DP1b	DP1	P1	DP2	DP3	P2
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
13.000	6249.6	51.1	616.7	667.8	5581.8	690.7	1358.5	4891.1

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 5

Distancia al eje 1	P0	DP1a	DP1b	DP1	P1	DP2	DP3	P2
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
13.000	6249.6	51.1	616.7	667.8	5581.8	679.4	1347.2	4902.4

8.1.3 Pérdidas de pretesado totales (%)

DP1 : Pérdidas totales instantáneas de pretesado.
DP2 : Pérdidas totales diferidas de pretesado.
DP3 : Pérdidas totales de pretesado.

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 1

Distancia al eje 1	DP1	DP2	DP3
(m)	(%)	(%)	(%)
13.000	10.7	10.9	21.6

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 2

Distancia al eje 1	DP1	DP2	DP3
(m)	(%)	(%)	(%)
13.000	10.7	11.1	21.7

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 3

Distancia al eje 1	DP1	DP2	DP3
(m)	(%)	(%)	(%)
13.000	10.7	11.2	21.8

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 4

Distancia al eje 1	DP1	DP2	DP3
(m)	(%)	(%)	(%)
13.000	10.7	11.1	21.7

Valores en el centro de la luz de cálculo.

Viga 5

Distancia al eje 1	DP1	DP2	DP3
(m)	(%)	(%)	(%)
13.000	10.7	10.9	21.6

9 VERIFICACIÓN DEL EL ENCAJE TENSIONAL EN LAS VIGAS

9.1 Tensiones admisibles

Tras la transferencia del pretesado

		Combinación	Cuasi permanente		Frecuente		Característica	
			Considerar	σ_{adm} (MPa)	Considerar	σ_{adm} (MPa)	Considerar	σ_{adm} (MPa)
Viga	Compresiones	Tensiones	Sí	30.00	Sí	30.00	Sí	30.00
	Tracciones	Tensiones	No		Sí	-4.07	No	

Tras el hormigonado de la losa

		Combinación	Cuasi permanente		Frecuente		Característica	
			Considerar	σ_{adm} (MPa)	Considerar	σ_{adm} (MPa)	Considerar	σ_{adm} (MPa)
Viga	Compresiones	Tensiones	Sí	30.00	Sí	30.00	Sí	30.00
	Tracciones	Tensiones	No		Sí	-4.07	No	

Tras la disposición de la superestructura

		Combinación	Cuasi permanente		Frecuente		Característica	
			Considerar	σ_{adm} (MPa)	Considerar	σ_{adm} (MPa)	Considerar	σ_{adm} (MPa)
Losa	Compresiones	Tensiones	Sí	18.00	Sí	18.00	Sí	18.00
	Tracciones	Tensiones	No		No		No	
Viga	Compresiones	Tensiones	Sí	30.00	Sí	30.00	Sí	30.00
	Tracciones	Tensiones	No		Sí	-4.07	No	
Cables pretesado	Tracciones	Tensiones	Sí	0.00	No		No	

Tras la apertura al tráfico

		Combinación	Cuasi permanente		Frecuente		Característica	
			Considerar	σ_{adm} (MPa)	Considerar	σ_{adm} (MPa)	Considerar	σ_{adm} (MPa)
Losa	Compresiones	Tensiones	Sí	18.00	Sí	18.00	Sí	18.00
	Tracciones	Tensiones	No		No		No	
Viga	Compresiones	Tensiones	Sí	30.00	Sí	30.00	Sí	30.00
	Tracciones	Tensiones	No		Sí	-4.07	No	
Cables pretesado	Tracciones	Tensiones	Sí	0.00	No		No	

A tiempo infinito

		Combinación	Cuasi permanente		Frecuente		Característica	
			Considerar	σ_{adm} (MPa)	Considerar	σ_{adm} (MPa)	Considerar	σ_{adm} (MPa)
Losa	Compresiones	Tensiones	Sí	18.00	Sí	18.00	Sí	18.00
	Tracciones	Tensiones	No		No		No	
Viga	Compresiones	Tensiones	Sí	30.00	Sí	30.00	Sí	30.00
	Tracciones	Tensiones	No		Sí	-4.07	No	
Cables pretesado	Tracciones	Tensiones	Sí	0.00	No		No	

Verificación de las tracciones en el hormigón a la altura de los cables:

Se consideran todos los cables.

9.2 Situación persistente. Combinación cuasi permanente

Cables pretesado : se muestran las tensiones en el hormigón a la altura del cable más traccionado.

No se están calculando las tensiones en la prelosa.

Viga 1:

Viga 1. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	24.94	-4.02	0.58				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 1. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	20.56	-3.15	8.87				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 1. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.19	-3.11	10.03	-0.00	1.00	-0.01	2.00
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 1. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.19	-3.11	10.03	-0.00	1.00	-0.01	2.00
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 1. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}

	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	0.02	16.00	-0.82	9.23	-0.65	1.75	-0.81	2.05
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 2:

Viga 2. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	24.94	-4.02	0.58				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 2. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	20.50	-3.13	9.09				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 2. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.61	-3.10	10.02	0.00	0.81	0.00	1.64
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 2. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.61	-3.10	10.02	0.00	0.81	0.00	1.64
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 2. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	0.01	16.41	-0.80	9.08	-0.63	1.56	-0.79	1.75
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 3:

Viga 3. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	24.94	-4.02	0.58				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 3. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	20.50	-3.13	9.09				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 3. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.69	-3.10	9.94	0.00	0.74	0.00	1.50
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 3. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.69	-3.10	9.94	0.00	0.74	0.00	1.50
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 3. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	0.01	16.48	-0.80	8.97	-0.63	1.48	-0.79	1.62
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 4:

Viga 4. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	24.94	-4.02	0.58				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 4. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	20.50	-3.13	9.09				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 4. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.61	-3.10	10.02	0.00	0.81	0.00	1.64
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 4. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.61	-3.10	10.02	0.00	0.81	0.00	1.64
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 4. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	0.01	16.41	-0.80	9.08	-0.63	1.56	-0.79	1.75
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 5:

Viga 5. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}

	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	24.94	-4.02	0.58				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 5. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	20.56	-3.15	8.87				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 5. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.19	-3.11	10.03	-0.00	1.00	-0.01	2.00
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 5. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.19	-3.11	10.03	-0.00	1.00	-0.01	2.00
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 5. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	0.02	16.00	-0.82	9.23	-0.65	1.75	-0.81	2.05
Tensión admisible		0.00		30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

9.3 Situación persistente. Combinación frecuente

Cables pretesado : se muestran las tensiones en el hormigón a la altura del cable más traccionado.

No se están calculando las tensiones en la prelosa.

Viga 1:

Viga 1. Tras la transferencia del pretesado

	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	24.94	-4.02	0.58				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 1. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	20.56	-3.15	8.87				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 1. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.19	-3.11	10.03	-0.00	1.00	-0.01	2.00
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 1. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.27	-3.11	11.36	-0.01	2.16	-0.01	4.31
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 1. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	0.02	16.07	-0.82	10.56	-0.65	2.90	-0.81	4.36
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 2:

Viga 2. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)

Tensión pésima	0.00	0.00	24.94	-4.02	0.58
Tensión admisible		-4.07	30.00	-4.07	30.00

Se cumple la verificación

Viga 2. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	20.50	-3.13	9.09				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 2. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.61	-3.10	10.02	0.00	0.81	0.00	1.64
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 2. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.67	-3.11	11.70	-0.00	2.27	-0.01	4.58
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 2. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	-0.20	16.46	-0.80	10.75	-0.64	3.02	-0.80	4.68
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 3:

Viga 3. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	24.94	-4.02	0.58				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 3. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	20.50	-3.13	9.09				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 3. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.69	-3.10	9.94	0.00	0.74	0.00	1.50
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 3. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.72	-3.11	11.68	-0.00	2.26	-0.01	4.55
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 3. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	-0.15	16.51	-0.80	10.71	-0.64	3.00	-0.80	4.67
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 4:

Viga 4. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	24.94	-4.02	0.58				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 4. Tras el hormigonado de la losa						
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga		Losa	
			Fibra inferior	Fibra superior	Fibra inferior	Fibra superior

		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	20.50	-3.13	9.09				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 4. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.61	-3.10	10.02	0.00	0.81	0.00	1.64
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 4. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.67	-3.11	11.70	-0.00	2.27	-0.01	4.58
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 4. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	-0.20	16.46	-0.80	10.75	-0.64	3.02	-0.80	4.68
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 5:

Viga 5. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	24.94	-4.02	0.58				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 5. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	20.56	-3.15	8.87				
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00				

Se cumple la verificación

Viga 5. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.19	-3.11	10.03	-0.00	1.00	-0.01	2.00
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 5. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.27	-3.11	11.36	-0.01	2.16	-0.01	4.31
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 5. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.01	0.02	16.07	-0.82	10.56	-0.65	2.90	-0.81	4.36
Tensión admisible			-4.07	30.00	-4.07	30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

9.4 Situación persistente. Combinación característica

Cables pretesado : se muestran las tensiones en el hormigón a la altura del cable más traccionado.

No se están calculando las tensiones en la prelosa.

Viga 1:

Viga 1. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	24.94	-4.02	0.58				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 1. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}

	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	20.56	-3.15	8.87				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 1. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.19	-3.11	10.03	-0.00	1.00	-0.01	2.00
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 1. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-1.02	-1.61	19.56	-3.11	12.50	-0.01	3.15	-0.01	6.28
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 1. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-2.95	-3.58	16.37	-0.82	11.70	-0.65	3.89	-0.82	6.33
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 2:

Viga 2. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	24.94	-4.02	0.58				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 2. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	20.50	-3.13	9.09				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 2. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.61	-3.10	10.02	0.00	0.81	0.00	1.64
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 2. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-2.12	-2.77	19.88	-3.11	12.87	-0.01	3.29	-0.01	6.63
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 2. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-4.05	-4.75	16.68	-0.81	11.93	-0.64	4.03	-0.80	6.74
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 3:

Viga 3. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	24.94	-4.02	0.58				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 3. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	20.50	-3.13	9.09				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 3. Tras la disposición de la superestructura				
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga	Losa

			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.69	-3.10	9.94	0.00	0.74	0.00	1.50
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 3. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-1.84	-2.48	19.86	-3.11	12.80	-0.01	3.23	-0.01	6.50
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 3. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-3.80	-4.47	16.65	-0.81	11.83	-0.64	3.97	-0.80	6.62
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 4:

Viga 4. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	24.94	-4.02	0.58				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 4. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	20.50	-3.13	9.09				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 4. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.61	-3.10	10.02	0.00	0.81	0.00	1.64
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 4. Tras la apertura al tráfico										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-2.12	-2.77	19.88	-3.11	12.87	-0.01	3.29	-0.01	6.63
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 4. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-4.05	-4.75	16.68	-0.81	11.93	-0.64	4.03	-0.80	6.74
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 5:

Viga 5. Tras la transferencia del pretesado										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		0.00	0.00	24.94	-4.02	0.58				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 5. Tras el hormigonado de la losa										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	20.56	-3.15	8.87				
Tensión admisible				30.00		30.00				

Se cumple la verificación

Viga 5. Tras la disposición de la superestructura										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-0.00	-0.00	19.19	-3.11	10.03	-0.00	1.00	-0.01	2.00
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 5. Tras la apertura al tráfico

	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-1.02	-1.61	19.56	-3.11	12.50	-0.01	3.15	-0.01	6.28
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

Viga 5. A tiempo infinito										
	Distancia al eje 1	Cables pretesado	Viga				Losa			
			Fibra inferior		Fibra superior		Fibra inferior		Fibra superior	
		σ_{min}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}	σ_{min}	σ_{max}
	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Tensión pésima		-2.95	-3.58	16.37	-0.82	11.70	-0.65	3.89	-0.82	6.33
Tensión admisible				30.00		30.00		18.00		18.00

Se cumple la verificación

9.5 Resumen de verificaciones

Viga 1. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 1. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 1. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

10 VERIFICACIÓN DEL EL FISURACIÓN EN LAS VIGAS

Variables definidas en el artículo 49.2.4 de la EHE08

s_d	:	Distancia al eje de apoyo 1 de la viga.
N_d	:	Axil de cálculo. Compresiones positivas
M_d	:	Flector de cálculo. Positivo tracciona la fibra inferior.
Sep	:	Separación entre armaduras.

r_g	:	Recubrimiento geométrico de las armaduras traccionadas.
ϕ_{max}	:	Diámetro de la barra pasiva traccionada más gruesa o diámetro equivalente en grupos de barras.
A_{cef}	:	Área de hormigón de la zona de recubrimiento.
A_s	:	Área total de las armaduras dentro de A_{cef}
K_1	:	Coeficiente que depende del diagrama de deformaciones.
ε_{inf}	:	Deformación de la fibra inferior de la viga debida a los esfuerzos de cálculo.
ε_{sup}	:	Deformación de la fibra superior dela viga debida a los esfuerzos de cálculo.
σ_s	:	Tensión de la armadura pasiva en sección fisurada con los esfuerzos de cálculo.
σ_{sr}	:	Tensión de la armadura pasiva en sección fisurada en el momento de la fisuración.
S_m	:	Separación media entre fisuras
ε_{sm}	:	Alargamiento medio de las armaduras
W_k	:	Abertura media de fisura
$W_{k\ adm}$	:	Abertura de fisura admisible

NOTA : Sólo se listan los valores para los que se supera el valor de la tensión máxima de tracción ($f_{ct,m}$).

NOTA : El cálculo de las aberturas de fisura se lleva a cabo cuando N_d > 98.1 kN o M_d > 98.1 kNm.

10.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente

No procede la comprobación.

10.2 Situación persistente. Combinación frecuente

Cálculo de las aberturas de fisura

Viga 1:

No se supera en ningún caso el valor de la tensión máxima de tracción ($f_{ct,m}$).
Se cumple la verificación

Viga 2:

No se supera en ningún caso el valor de la tensión máxima de tracción ($f_{ct,m}$).
Se cumple la verificación

Viga 3:

No se supera en ningún caso el valor de la tensión máxima de tracción ($f_{ct,m}$).
Se cumple la verificación

Viga 4:

No se supera en ningún caso el valor de la tensión máxima de tracción ($f_{ct,m}$).
Se cumple la verificación

Viga 5:

No se supera en ningún caso el valor de la tensión máxima de tracción ($f_{ct,m}$).
Se cumple la verificación

10.3 Situación persistente. Combinación característica

No procede la comprobación.

10.4 Resumen de verificaciones

Viga 1. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 1. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 1. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación.

11 ROTURA POR FLEXIÓN EN LAS VIGAS

M_{dA}: Momento mayorado sin decalar
M_{dB}: Momento mayorado decalado
M_u : Momento último
S_d : Longitud de decalaje

Armaduras dispuestas

Viga 1:

Armadura de refuerzo por flexión:

No se ha definido armadura de refuerzo a flexión.

Armadura en extremos:

Extremo	Tipo	nº	ϕ	Longitud (m)
1	R-1	3	Ø16	3.400
2	R-1	3	Ø16	3.400

Viga 2:

Armadura de refuerzo por flexión:

No se ha definido armadura de refuerzo a flexión.

Armadura en extremos:

Extremo	Tipo	nº	ϕ	Longitud (m)
1	R-1	3	Ø20	3.500
2	R-1	3	Ø20	3.500

Viga 3:

Armadura de refuerzo por flexión:

No se ha definido armadura de refuerzo a flexión.

Armadura en extremos:

Extremo	Tipo	nº	ϕ	Longitud (m)
1	R-1	2	Ø25	3.625
2	R-1	2	Ø25	3.625

Viga 4:

Armadura de refuerzo por flexión:

No se ha definido armadura de refuerzo a flexión.

Armadura en extremos:

Extremo	Tipo	nº	ϕ	Longitud (m)
1	R-1	3	Ø20	3.500
2	R-1	3	Ø20	3.500

Viga 5:

Armadura de refuerzo por flexión:

No se ha definido armadura de refuerzo a flexión.

Armadura en extremos:

Extremo	Tipo	nº	ϕ	Longitud (m)
1	R-1	3	Ø16	3.400
2	R-1	3	Ø16	3.400

Se listan los valores correspondientes al mínimo coeficiente de seguridad y al centro de la viga

11.1 Situación persistente. Combinación fundamental

Viga 1:

Viga 1. Tras la apertura al tráfico

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
13.000	7626.5	1.225	7626.5	8320.7	1.091	

Viga 1. A tiempo infinito

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
13.000	7626.5	1.225	7626.5	8320.7	1.091	

Viga 2:

Viga 2. Tras la apertura al tráfico

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
13.000	8002.0	1.225	8002.0	8328.1	1.041	

Viga 2. A tiempo infinito

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
13.000	8002.0	1.225	8002.0	8328.1	1.041	

Viga 3:

Viga 3. Tras la apertura al tráfico

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
13.000	7897.5	1.225	7897.5	8328.1	1.055	

Viga 3. A tiempo infinito

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
13.000	7897.5	1.225	7897.5	8328.1	1.055	

Viga 4:

Viga 4. Tras la apertura al tráfico

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
13.000	8002.0	1.225	8002.0	8328.1	1.041	

Viga 4. A tiempo infinito

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
13.000	8002.0	1.225	8002.0	8328.1	1.041	

Viga 5:

Viga 5. Tras la apertura al tráfico

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones
(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)		
13.000	7626.5	1.225	7626.5	8320.7	1.091	

Viga 5. A tiempo infinito

Distancia al eje 1	M_{dA}	S_d	M_{dB}	M_u	$K = M_u/M_d$	Observaciones

(m)	(kNm)	(m)	(kNm)	(kNm)	
13.000	7626.5	1.225	7626.5	8320.7	1.091

11.2 Resumen de verificaciones

Viga 1. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

12 ROTURA POR CORTANTE EN LAS VIGAS

V_d-, V_d+	:	Cortante mínimo y máximo mayorado (sin el pretensado)
V_{pd}-, V_{pd}+	:	Cortante mínimo y máximo de pretensado
N_{pd}-, N_{pd}+	:	Axil mínimo y máximo de pretensado
M_d-, M_d+	:	Flector mínimo y máximo mayorado
V_{rd}	:	Cortante efectivo ($V_{rd} = V_d + V_{pd}$)
V_{u1}	:	Resistencia de las bielas de compresión
V_{cu}	:	Contribución del hormigón a la resistencia a cortante
V_{su}	:	Contribución de las armaduras a la resistencia a cortante
V_{u2}	:	Resistencia a cortante
A_{st}	:	Armadura de cálculo necesaria a cortante
$A_{st\ min}$	:	Armadura mínima de cortante
$S_{max\ long}$	:	Separación longitudinal máxima entre cercos de cortante

Se listan los valores correspondientes a la armadura transversal máxima y al resultado más desfavorable relativo a la resistencia de las bielas de compresión

12.1 Situación persistente. Combinación fundamental

Viga 1:

Viga 1. Tras la apertura al tráfico				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
24.790	1024.9	2249.3	0.456	Cumple

Viga 1. Tras la apertura al tráfico							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
24.790	-1024.9	194.2	830.7	1024.9	16.5	2.0	0.450

Viga 1. A tiempo infinito				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		

24.790	1024.9	2235.3	0.459	Cumple

Viga 1. A tiempo infinito							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
24.790	-1024.9	187.2	837.7	1024.9	16.6	2.0	0.450

Viga 2:

Viga 2. Tras la apertura al tráfico				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
1.210	1195.0	2246.9	0.532	Cumple

Viga 2. Tras la apertura al tráfico							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
1.210	1195.0	193.0	1002.0	1195.0	19.9	2.0	0.450

Viga 2. A tiempo infinito				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
1.210	1195.0	2232.9	0.535	Cumple

Viga 2. A tiempo infinito							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
1.210	1195.0	186.1	1008.9	1195.0	20.0	2.0	0.450

Viga 3:

Viga 3. Tras la apertura al tráfico				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
1.210	1213.1	2246.9	0.540	Cumple

Viga 3. Tras la apertura al tráfico							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
1.210	1213.1	193.0	1020.1	1213.1	20.2	2.0	0.450

Viga 3. A tiempo infinito				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
1.210	1213.1	2232.9	0.543	Cumple

Viga 3. A tiempo infinito							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
1.210	1213.1	186.1	1027.0	1213.1	20.4	2.0	0.450

Viga 4:

Viga 4. Tras la apertura al tráfico				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
1.210	1195.0	2246.9	0.532	Cumple

Viga 4. Tras la apertura al tráfico							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
1.210	1195.0	193.0	1002.0	1195.0	19.9	2.0	0.450

Viga 4. A tiempo infinito				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
1.210	1195.0	2232.9	0.535	Cumple

Viga 4. A tiempo infinito							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
1.210	1195.0	186.1	1008.9	1195.0	20.0	2.0	0.450

Viga 5:

Viga 5. Tras la apertura al tráfico				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
24.790	1024.9	2249.3	0.456	Cumple

Viga 5. Tras la apertura al tráfico
Armadura de cortante

Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
24.790	-1024.9	194.2	830.7	1024.9	16.5	2.0	0.450

Viga 5. A tiempo infinito				
Verificación por agotamiento de las bielas de compresión				
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{u1}	V_{rd}/V_{u1}	Observaciones
(m)	(kN)	(kN)		
24.790	1024.9	2235.3	0.459	Cumple

Viga 5. A tiempo infinito							
Armadura de cortante							
Distancia al eje 1	V_{rd}	V_{cu} o V_{u2}	V_{su}	V_{u2}	A_{st}	A_{stmin}	$S_{max\ long}$
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(m)
24.790	-1024.9	187.2	837.7	1024.9	16.6	2.0	0.450

12.2 Resumen de armaduras

Viga 1			
Distancia al eje 1	A_{st}	A_{stmin}	A_{st} dispuesta
(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
-0.490	0.0	0.0	0.0
-0.001	0.0	0.0	0.0
0.001	12.7	6.8	12.7
0.690	9.9	6.8	9.9
1.210	16.6	2.0	16.6
1.444	16.3	2.0	16.3
2.176	15.1	2.0	15.1
2.889	13.4	2.0	13.4
4.333	11.1	2.0	11.1
5.500	9.2	2.0	9.2
5.778	8.7	2.0	8.7
6.169	7.9	2.0	7.9
6.837	6.6	2.0	6.6
7.222	5.9	2.0	5.9
8.667	3.5	2.0	3.5
10.111	1.1	2.0	2.0
11.556	0.0	0.0	0.0
13.000	0.0	0.0	0.0
14.444	0.0	0.0	0.0
15.889	1.1	2.0	2.0
17.333	3.5	2.0	3.5
18.778	5.9	2.0	5.9
19.163	6.6	2.0	6.6
19.831	7.9	2.0	7.9
20.222	8.7	2.0	8.7
20.500	9.2	2.0	9.2
21.667	11.1	2.0	11.1
23.111	13.4	2.0	13.4
23.824	15.1	2.0	15.1
24.556	16.3	2.0	16.3
24.790	16.6	2.0	16.6
25.310	9.9	6.8	9.9
25.999	12.7	6.8	12.7
26.001	0.0	0.0	0.0
26.490	0.0	0.0	0.0

Viga 2

Distancia al eje 1	A_{st}	A_{stmin}	$A_{st\ dispuesta}$
(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
-0.490	0.0	0.0	0.0
-0.001	0.0	0.0	0.0
0.001	16.5	6.8	16.5
0.690	13.5	6.8	13.5
1.210	20.0	2.0	20.0
1.444	19.7	2.0	19.7
2.176	18.3	2.0	18.3
2.889	16.3	2.0	16.3
4.333	13.4	2.0	13.4
5.500	11.4	2.0	11.4
5.778	10.9	2.0	10.9
6.169	10.1	2.0	10.1
6.837	9.0	2.0	9.0
7.222	8.4	2.0	8.4
8.667	6.4	2.0	6.4
10.111	4.4	2.0	4.4
11.556	2.1	2.0	2.1
13.000	0.0	0.0	0.0
14.444	2.1	2.0	2.1
15.889	4.4	2.0	4.4
17.333	6.4	2.0	6.4
18.778	8.4	2.0	8.4
19.163	9.0	2.0	9.0
19.831	10.1	2.0	10.1
20.222	10.9	2.0	10.9
20.500	11.4	2.0	11.4
21.667	13.4	2.0	13.4
23.111	16.3	2.0	16.3
23.824	18.3	2.0	18.3
24.556	19.7	2.0	19.7
24.790	20.0	2.0	20.0
25.310	13.5	6.8	13.5
25.999	16.5	6.8	16.5
26.001	0.0	0.0	0.0
26.490	0.0	0.0	0.0

Viga 3

Distancia al eje 1	A_{st}	A_{stmin}	$A_{st\ dispuesta}$
(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
-0.490	0.0	0.0	0.0
-0.001	0.0	0.0	0.0
0.001	17.0	6.8	17.0
0.690	13.9	6.8	13.9
1.210	20.4	2.0	20.4
1.444	20.0	2.0	20.0
2.176	18.6	2.0	18.6
2.889	16.5	2.0	16.5
4.333	13.6	2.0	13.6
5.500	11.5	2.0	11.5
5.778	11.0	2.0	11.0
6.169	10.2	2.0	10.2
6.837	9.1	2.0	9.1
7.222	8.6	2.0	8.6
8.667	6.7	2.0	6.7
10.111	4.9	2.0	4.9
11.556	2.8	2.0	2.8
13.000	0.0	0.0	0.0
14.444	2.8	2.0	2.8
15.889	4.9	2.0	4.9
17.333	6.7	2.0	6.7
18.778	8.6	2.0	8.6
19.163	9.1	2.0	9.1

19.831	10.2	2.0	10.2
20.222	11.0	2.0	11.0
20.500	11.5	2.0	11.5
21.667	13.6	2.0	13.6
23.111	16.5	2.0	16.5
23.824	18.6	2.0	18.6
24.556	20.0	2.0	20.0
24.790	20.4	2.0	20.4
25.310	13.9	6.8	13.9
25.999	17.0	6.8	17.0
26.001	0.0	0.0	0.0
26.490	0.0	0.0	0.0

Viga 4

Distancia al eje 1	A_{st}	A_{stmin}	A_{st} dispuesta
(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
-0.490	0.0	0.0	0.0
-0.001	0.0	0.0	0.0
0.001	16.5	6.8	16.5
0.690	13.5	6.8	13.5
1.210	20.0	2.0	20.0
1.444	19.7	2.0	19.7
2.176	18.3	2.0	18.3
2.889	16.3	2.0	16.3
4.333	13.4	2.0	13.4
5.500	11.4	2.0	11.4
5.778	10.9	2.0	10.9
6.169	10.1	2.0	10.1
6.837	9.0	2.0	9.0
7.222	8.4	2.0	8.4
8.667	6.4	2.0	6.4
10.111	4.4	2.0	4.4
11.556	2.1	2.0	2.1
13.000	0.0	0.0	0.0
14.444	2.1	2.0	2.1
15.889	4.4	2.0	4.4
17.333	6.4	2.0	6.4
18.778	8.4	2.0	8.4
19.163	9.0	2.0	9.0
19.831	10.1	2.0	10.1
20.222	10.9	2.0	10.9
20.500	11.4	2.0	11.4
21.667	13.4	2.0	13.4
23.111	16.3	2.0	16.3
23.824	18.3	2.0	18.3
24.556	19.7	2.0	19.7
24.790	20.0	2.0	20.0
25.310	13.5	6.8	13.5
25.999	16.5	6.8	16.5
26.001	0.0	0.0	0.0
26.490	0.0	0.0	0.0

Viga 5

Distancia al eje 1	A_{st}	A_{stmin}	A_{st} dispuesta
(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
-0.490	0.0	0.0	0.0
-0.001	0.0	0.0	0.0
0.001	12.7	6.8	12.7
0.690	9.9	6.8	9.9
1.210	16.6	2.0	16.6
1.444	16.3	2.0	16.3
2.176	15.1	2.0	15.1
2.889	13.4	2.0	13.4
4.333	11.1	2.0	11.1
5.500	9.2	2.0	9.2

5.778	8.7	2.0	8.7
6.169	7.9	2.0	7.9
6.837	6.6	2.0	6.6
7.222	5.9	2.0	5.9
8.667	3.5	2.0	3.5
10.111	1.1	2.0	2.0
11.556	0.0	0.0	0.0
13.000	0.0	0.0	0.0
14.444	0.0	0.0	0.0
15.889	1.1	2.0	2.0
17.333	3.5	2.0	3.5
18.778	5.9	2.0	5.9
19.163	6.6	2.0	6.6
19.831	7.9	2.0	7.9
20.222	8.7	2.0	8.7
20.500	9.2	2.0	9.2
21.667	11.1	2.0	11.1
23.111	13.4	2.0	13.4
23.824	15.1	2.0	15.1
24.556	16.3	2.0	16.3
24.790	16.6	2.0	16.6
25.310	9.9	6.8	9.9
25.999	12.7	6.8	12.7
26.001	0.0	0.0	0.0
26.490	0.0	0.0	0.0

12.3 Resumen de verificaciones

Viga 1. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

13 ROTURA POR TORSIÓN EN LAS VIGAS

En este apartado se presenta la verificación a torsión de las vigas. Tanto los esfuerzos de cálculo como los resistentes corresponden a los esfuerzos que actúan sobre la viga. Las armaduras obtenidas corresponden a la armadura de la viga (sin la losa).

T_d-, T_d+	:	Torsor mayorado actuando en la viga
N_d-, N_d+	:	Axiles concomitantes
T_{u1}	:	Resistencia a torsión de las bielas de compresión de la viga
A_t	:	Armadura transversal de torsión en una cara por unidad de longitud en la viga
A_l	:	Armadura longitudinal de torsión total de la viga

13.1 Comprobación del Estado Límite Último por torsión

Se listan los valores correspondientes al centro de la viga, a la armadura transversal máxima, a la armadura longitudinal máxima y al resultado más desfavorable relativo a la resistencia de las bielas de compresión

13.1.1 Situación persistente. Combinación fundamental

Viga 1:

Viga 1. Tras la apertura al tráfico								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
0.690	-35.1	21.3	1962.8	1962.8	759.2	0.046	1.3	3.57
4.333	-13.4	8.5	4381.5	4381.5	185.9	0.072	1.3	3.80
13.000	-5.5	5.5	5319.0	5319.0	185.9	0.030	0.5	1.56

Viga 1. A tiempo infinito								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
0.690	-35.1	21.3	1753.2	1753.2	753.0	0.047	1.3	3.57
2.176	-12.7	7.9	2658.1	2658.1	174.3	0.073	1.2	3.61
4.333	-13.4	8.5	3789.9	3789.9	185.2	0.072	1.3	3.80
13.000	-5.5	5.5	4664.6	4664.6	185.9	0.030	0.5	1.56

Viga 2:

Viga 2. Tras la apertura al tráfico								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
0.690	-39.5	28.0	1962.8	1962.8	759.2	0.052	1.5	4.02
13.000	-4.0	4.0	5320.6	5320.6	185.9	0.021	0.4	1.13
24.556	-9.4	13.3	2299.7	2299.7	170.9	0.078	1.3	3.76

Viga 2. A tiempo infinito								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
0.690	-39.5	28.0	1752.3	1752.3	753.0	0.052	1.5	4.02
13.000	-4.0	4.0	4649.4	4649.4	185.9	0.021	0.4	1.13
24.556	-9.4	13.3	2007.2	2007.2	168.1	0.079	1.3	3.76

Viga 3:

Viga 3. Tras la apertura al tráfico								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
13.000	-4.6	4.6	5320.6	5320.6	185.9	0.025	0.4	1.31
24.556	-11.2	11.2	2299.7	2299.7	170.9	0.065	1.1	3.17
25.310	-33.2	33.2	1962.8	1962.8	759.2	0.044	1.3	3.38

Viga 3. A tiempo infinito								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
13.000	-4.6	4.6	4640.8	4640.8	185.9	0.025	0.4	1.31
24.556	-11.2	11.2	2006.9	2006.9	168.1	0.067	1.1	3.17
25.310	-33.2	33.2	1752.2	1752.2	753.0	0.044	1.3	3.38

Viga 4:

Viga 4. Tras la apertura al tráfico								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
0.690	-28.0	39.5	1962.8	1962.8	759.2	0.052	1.5	4.02
13.000	-4.0	4.0	5320.6	5320.6	185.9	0.021	0.4	1.13
24.556	-13.3	9.4	2299.7	2299.7	170.9	0.078	1.3	3.76

Viga 4. A tiempo infinito								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
0.690	-28.0	39.5	1752.3	1752.3	753.0	0.052	1.5	4.02
13.000	-4.0	4.0	4649.4	4649.4	185.9	0.021	0.4	1.13
24.556	-13.3	9.4	2007.2	2007.2	168.1	0.079	1.3	3.76

Viga 5:

Viga 5. Tras la apertura al tráfico								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
0.690	-21.3	35.1	1962.8	1962.8	759.2	0.046	1.3	3.57
4.333	-8.5	13.4	4381.5	4381.5	185.9	0.072	1.3	3.80
13.000	-5.5	5.5	5319.0	5319.0	185.9	0.030	0.5	1.56

Viga 5. A tiempo infinito								
Distancia al eje 1	T_{d-}	T_{d+}	N_d-	N_d+	T_{u1}	T_d/T_{u1}	A_t	A_l
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)		(cm^2/m)	(cm^2)
0.690	-21.3	35.1	1753.2	1753.2	753.0	0.047	1.3	3.57
2.176	-7.9	12.7	2658.1	2658.1	174.3	0.073	1.2	3.61
4.333	-8.5	13.4	3789.9	3789.9	185.2	0.072	1.3	3.80
13.000	-5.5	5.5	4664.6	4664.6	185.9	0.030	0.5	1.56

13.2 Comprobación de la Interacción Cortante - Torsión

T_d	:	Torsor de cálculo (viga + losa)
T_{u1}	:	Resistencia a torsión de las bielas de compresión (viga + losa)
V_{rd}	:	Cortante efectivo
V_{u1}	:	Cortante de agotamiento por compresión oblicua en el alma.
β	:	Coeficiente de interacción cortante - torsión

Se listan los valores correspondientes al resultado más desfavorable y al centro de la viga

13.2.1 Situación persistente. Combinación fundamental

Viga 1:

Viga 1. Tras la apertura al tráfico						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^\beta+(V_{rd}/V_{u1})^\beta$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
1.210	7.0	353.7	1024.9	2249.3	0.425	Cumple
13.000	21.1	368.7	9.3	2379.5	0.042	Cumple

Viga 1. A tiempo infinito						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^\beta+(V_{rd}/V_{u1})^\beta$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
1.210	7.0	350.8	1024.9	2235.3	0.428	Cumple
13.000	21.1	368.7	9.3	2349.1	0.042	Cumple

Viga 2:

Viga 2. Tras la apertura al tráfico						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^\beta+(V_{rd}/V_{u1})^\beta$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
1.210	2.2	353.7	1195.0	2246.9	0.495	Cumple
13.000	6.2	368.7	261.8	2374.9	0.094	Cumple

Viga 2. A tiempo infinito						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^\beta+(V_{rd}/V_{u1})^\beta$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
1.210	2.2	350.8	1195.0	2232.9	0.499	Cumple
13.000	6.2	368.7	261.8	2344.2	0.095	Cumple

Viga 3:

Viga 3. Tras la apertura al tráfico						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
1.210	1.9	353.7	1213.1	2246.9	0.503	Cumple
13.000	1.0	368.7	296.2	2374.9	0.098	Cumple

Viga 3. A tiempo infinito						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
1.210	1.9	350.8	1213.1	2232.9	0.507	Cumple
13.000	1.0	368.7	296.2	2343.8	0.099	Cumple

Viga 4:

Viga 4. Tras la apertura al tráfico						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
1.210	2.2	353.7	1195.0	2246.9	0.495	Cumple
13.000	6.2	368.7	261.8	2374.9	0.094	Cumple

Viga 4. A tiempo infinito						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
1.210	2.2	350.8	1195.0	2232.9	0.499	Cumple
13.000	6.2	368.7	261.8	2344.2	0.095	Cumple

Viga 5:

Viga 5. Tras la apertura al tráfico						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
1.210	7.0	353.7	1024.9	2249.3	0.425	Cumple
13.000	21.1	368.7	9.3	2379.5	0.042	Cumple

Viga 5. A tiempo infinito						
Distancia al eje 1	T_d	T_{u1}	V_{rd}	V_{u1}	$(T_d/T_{u1})^{ß}+(V_{rd}/V_{u1})^{ß}$	Verificaciones
(m)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)		
1.210	7.0	350.8	1024.9	2235.3	0.428	Cumple
13.000	21.1	368.7	9.3	2349.1	0.042	Cumple

13.3 Resumen de armaduras

Viga 1		
Distancia al eje 1	A_t	A_l
(m)	(cm^2/m)	(cm^2)
-0.490	0.0	0.00
-0.001	0.0	0.01
0.000	1.2	3.24
0.001	1.3	3.40
0.690	1.3	3.57
1.210	1.2	3.41
1.444	1.2	3.46
2.176	1.2	3.61
2.889	1.3	3.72
4.333	1.3	3.80
5.500	1.2	3.51
5.778	1.2	3.44
6.169	1.1	3.33
6.837	1.1	3.11
7.222	1.0	2.98
8.667	0.9	2.51
10.111	0.7	2.05
11.556	0.6	1.72

13.000	0.5	1.56
14.444	0.6	1.72
15.889	0.7	2.05
17.333	0.9	2.51
18.778	1.0	2.98
19.163	1.1	3.11
19.831	1.1	3.33
20.222	1.2	3.44
20.500	1.2	3.51
21.667	1.3	3.80
23.111	1.3	3.72
23.824	1.2	3.61
24.556	1.2	3.46
24.790	1.2	3.41
25.310	1.3	3.57
25.999	1.3	3.40
26.000	1.2	3.24
26.001	0.0	0.01
26.490	0.0	0.00

Viga 2

Distancia al eje 1	A_t	A_l
(m)	(cm^2/m)	(cm^2)
-0.490	0.0	0.00
-0.001	0.0	0.00
0.000	1.4	3.90
0.001	1.4	3.90
0.690	1.5	4.02
1.210	1.3	3.72
1.444	1.3	3.76
2.176	1.3	3.85
2.889	1.3	3.87
4.333	1.3	3.81
5.500	1.2	3.48
5.778	1.2	3.40
6.169	1.1	3.28
6.837	1.0	3.04
7.222	1.0	2.90
8.667	0.8	2.37
10.111	0.6	1.84
11.556	0.5	1.38
13.000	0.4	1.13
14.444	0.5	1.38
15.889	0.6	1.84
17.333	0.8	2.37
18.778	1.0	2.90
19.163	1.0	3.04
19.831	1.1	3.28
20.222	1.2	3.40
20.500	1.2	3.48
21.667	1.3	3.81
23.111	1.3	3.87
23.824	1.3	3.85
24.556	1.3	3.76
24.790	1.3	3.72
25.310	1.5	4.02
25.999	1.4	3.90
26.000	1.4	3.90
26.001	0.0	0.00
26.490	0.0	0.00

Viga 3

Distancia al eje 1	A_t	A_l
(m)	(cm^2/m)	(cm^2)
-0.490	0.0	0.00
-0.001	0.0	0.00
0.000	1.2	3.27

0.001	1.2	3.27
0.690	1.3	3.38
1.210	1.1	3.14
1.444	1.1	3.17
2.176	1.1	3.25
2.889	1.1	3.29
4.333	1.1	3.28
5.500	1.0	3.01
5.778	1.0	2.95
6.169	1.0	2.85
6.837	0.9	2.65
7.222	0.9	2.54
8.667	0.7	2.12
10.111	0.6	1.73
11.556	0.5	1.41
13.000	0.4	1.31
14.444	0.5	1.41
15.889	0.6	1.73
17.333	0.7	2.12
18.778	0.9	2.54
19.163	0.9	2.65
19.831	1.0	2.85
20.222	1.0	2.95
20.500	1.0	3.01
21.667	1.1	3.28
23.111	1.1	3.29
23.824	1.1	3.25
24.556	1.1	3.17
24.790	1.1	3.14
25.310	1.3	3.38
25.999	1.2	3.27
26.000	1.2	3.27
26.001	0.0	0.00
26.490	0.0	0.00

Viga 4

Distancia al eje 1	A_t	A_l
(m)	(cm^2/m)	(cm^2)
-0.490	0.0	0.00
-0.001	0.0	0.00
0.000	1.4	3.90
0.001	1.4	3.90
0.690	1.5	4.02
1.210	1.3	3.72
1.444	1.3	3.76
2.176	1.3	3.85
2.889	1.3	3.87
4.333	1.3	3.81
5.500	1.2	3.48
5.778	1.2	3.40
6.169	1.1	3.28
6.837	1.0	3.04
7.222	1.0	2.90
8.667	0.8	2.37
10.111	0.6	1.84
11.556	0.5	1.38
13.000	0.4	1.13
14.444	0.5	1.38
15.889	0.6	1.84
17.333	0.8	2.37
18.778	1.0	2.90
19.163	1.0	3.04
19.831	1.1	3.28
20.222	1.2	3.40
20.500	1.2	3.48
21.667	1.3	3.81
23.111	1.3	3.87

23.824	1.3	3.85
24.556	1.3	3.76
24.790	1.3	3.72
25.310	1.5	4.02
25.999	1.4	3.90
26.000	1.4	3.90
26.001	0.0	0.00
26.490	0.0	0.00

Viga 5

Distancia al eje 1	A_t	A_l
(m)	(cm^2/m)	(cm^2)
-0.490	0.0	0.00
-0.001	0.0	0.01
0.000	1.2	3.24
0.001	1.3	3.40
0.690	1.3	3.57
1.210	1.2	3.41
1.444	1.2	3.46
2.176	1.2	3.61
2.889	1.3	3.72
4.333	1.3	3.80
5.500	1.2	3.51
5.778	1.2	3.44
6.169	1.1	3.33
6.837	1.1	3.11
7.222	1.0	2.98
8.667	0.9	2.51
10.111	0.7	2.05
11.556	0.6	1.72
13.000	0.5	1.56
14.444	0.6	1.72
15.889	0.7	2.05
17.333	0.9	2.51
18.778	1.0	2.98
19.163	1.1	3.11
19.831	1.1	3.33
20.222	1.2	3.44
20.500	1.2	3.51
21.667	1.3	3.80
23.111	1.3	3.72
23.824	1.2	3.61
24.556	1.2	3.46
24.790	1.2	3.41
25.310	1.3	3.57
25.999	1.3	3.40
26.000	1.2	3.24
26.001	0.0	0.01
26.490	0.0	0.00

13.4 Resumen de verificaciones

Viga 1. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

14 RASANTE VIGA - LOSA

14.1 Resumen de armaduras

Viga 1

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	13.000	13.000	41.1
3	13.000	26.000	13.000	41.1
4	26.000	26.500	0.500	0.0

Viga 2

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	13.000	13.000	41.1
3	13.000	26.000	13.000	41.1
4	26.000	26.500	0.500	0.0

Viga 3

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	13.000	13.000	41.1
3	13.000	26.000	13.000	41.1
4	26.000	26.500	0.500	0.0

Viga 4

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	13.000	13.000	41.1
3	13.000	26.000	13.000	41.1
4	26.000	26.500	0.500	0.0

Viga 5

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	13.000	13.000	41.1
3	13.000	26.000	13.000	41.1
4	26.000	26.500	0.500	0.0

14.2 Resumen de verificaciones

Viga 1. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

15 RASANTE EN EL ALA INFERIOR DE LAS VIGAS

15.1 Resumen de armaduras

Viga 1

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	13.000	13.000	5.1
3	13.000	26.000	13.000	5.1
4	26.000	26.500	0.500	0.0

Viga 2

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	13.000	13.000	5.1
3	13.000	26.000	13.000	5.1
4	26.000	26.500	0.500	0.0

Viga 3

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	13.000	13.000	5.1
3	13.000	26.000	13.000	5.1
4	26.000	26.500	0.500	0.0

Viga 4

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	13.000	13.000	5.1
3	13.000	26.000	13.000	5.1
4	26.000	26.500	0.500	0.0

Viga 5

Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Armadura dispuesta
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0
2	0.000	13.000	13.000	5.1
3	13.000	26.000	13.000	5.1
4	26.000	26.500	0.500	0.0

15.2 Resumen de verificaciones

Viga 1. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

16 RASANTE EN EL ALA SUPERIOR DE LAS VIGAS

16.1 Resumen de armaduras

Viga 1				Armadura necesaria	
Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Ala superior viga	Losa
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0	0.0
2	0.000	13.000	13.000	4.2	5.8
3	13.000	26.000	13.000	4.2	5.8
4	26.000	26.500	0.500	0.0	0.0

Viga 2				Armadura necesaria	
Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Ala superior viga	Losa
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0	0.0
2	0.000	13.000	13.000	4.2	5.8
3	13.000	26.000	13.000	4.2	5.8
4	26.000	26.500	0.500	0.0	0.0

Viga 3				Armadura necesaria	
Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Ala superior viga	Losa
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0	0.0
2	0.000	13.000	13.000	4.2	5.8
3	13.000	26.000	13.000	4.2	5.8
4	26.000	26.500	0.500	0.0	0.0

Viga 4				Armadura necesaria	
Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Ala superior viga	Losa
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0	0.0
2	0.000	13.000	13.000	4.2	5.8
3	13.000	26.000	13.000	4.2	5.8
4	26.000	26.500	0.500	0.0	0.0

Viga 5				Armadura necesaria	
Tramo	Distancia inicial	Distancia final	Longitud	Ala superior viga	Losa
	(m)	(m)	(m)	(cm^2/m)	(cm^2/m)
1	-0.500	0.000	0.500	0.0	0.0
2	0.000	13.000	13.000	4.2	5.8
3	13.000	26.000	13.000	4.2	5.8
4	26.000	26.500	0.500	0.0	0.0

16.2 Resumen de verificaciones

Viga 1. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 2. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 3. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 4. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

Viga 5. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

17 Flechas

17.1 Flechas características

En este apartado se listan las flechas producidas por cada una de las acciones, sin mayorar.
Se listan los valores mínimos y máximos a lo largo de cada viga.

$\delta_{mín}$: Flecha mínima (negativa si es descendente).
$\delta_{máx}$: Flecha máxima (negativa si es descendente).

Viga	Peso propio de las vigas (PV)		Pretesado instantáneo (PI)		Peso propio de la losa (PL)		Superestructura (SE)	
	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1	-23.0	1.4	-4.9	69.7	-29.3	1.8	-10.6	0.0
2	-23.0	1.4	-4.9	69.7	-30.1	1.8	-8.6	0.0
3	-23.0	1.4	-4.9	69.7	-30.1	1.8	-7.9	0.0
4	-23.0	1.4	-4.9	69.7	-30.1	1.8	-8.6	0.0
5	-23.0	1.4	-4.9	69.7	-29.3	1.8	-10.6	0.0

Viga	Tráfico en aceras (TRA)		Tráfico en plataforma (TRP)		Gradiente térmico (GT)		Pérdidas de pretesado hasta el fraguado de la losa (PPS)	
	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1	-3.2	0.3	-16.7	0.2	-4.6	6.1	-2.5	0.2
2	-1.6	0.0	-21.0	0.0	-4.6	6.1	-2.5	0.2
3	-1.1	0.0	-21.4	0.0	-4.6	6.1	-2.5	0.2
4	-1.6	0.0	-21.0	0.0	-4.6	6.1	-2.5	0.2
5	-3.2	0.3	-16.7	0.2	-4.6	6.1	-2.5	0.2

Viga	Pérdidas de pretesado entre el fraguado de la losa y tiempo infinito (PPC)		Viento vertical (VI)		Valor frecuente del tráfico en plataforma (TRP1)	
	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1	-4.6	0.3	-2.7	2.7	-10.2	0.1
2	-4.7	0.3	-2.0	2.0	-12.9	0.0
3	-4.7	0.3	-1.2	1.2	-13.2	0.0
4	-4.7	0.3	-2.0	2.0	-12.9	0.0
5	-4.6	0.3	-2.7	2.7	-10.2	0.1

17.2 Situación persistente. Combinación característica

Las flechas que se listan en este apartado incluyen las flechas por fluencia de las cargas permanentes en el instante a tiempo infinito.
Se listan los valores mínimos y máximos a lo largo de cada viga.

No se están compatilizando las deformaciones diferidas entre viga y losa producidas por las acciones permanentes que actúan inicialmente sobre la viga aislada

$\delta_{mín}$: Flecha mínima (negativa si es descendente).
$\delta_{máx}$: Flecha máxima (negativa si es descendente).

Viga	Tras la transferencia del pretesado		Tras el hormigonado de la losa		Tras la disposición de la superestructura		Tras la apertura al tráfico	
	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1	-3.7	50.2	-1.8	18.9	-1.8	9.4	-21.9	15.6

2	-3.7	50.2	-1.7	18.1	-1.7	11.1	-23.4	17.2
3	-3.7	50.2	-1.7	18.1	-1.7	12.0	-22.5	18.1
4	-3.7	50.2	-1.7	18.1	-1.7	11.1	-23.4	17.2
5	-3.7	50.2	-1.8	18.9	-1.8	9.4	-21.9	15.6

Viga	Tiempo infinito. Todas las acciones		Tiempo infinito. Acciones permanentes	
	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1	-20.6	26.5	-3.6	20.3
2	-21.1	29.5	-3.5	23.5
3	-19.6	31.3	-3.5	25.3
4	-21.1	29.5	-3.5	23.5
5	-20.6	26.5	-3.6	20.3

17.3 Verificación de flechas

En este apartado se comparan las flechas debidas a las cargas variables en situación frecuente con la flecha admisible.

Viga			Flecha admisible	Observación
	$\delta_{máx}$	$\delta_{mín}$	$\delta_{admisible}$	
	(mm)	(mm)	(mm)	
1	-11.4	0.2	-26.0	Cumple
2	-13.6	0.0	-26.0	Cumple
3	-13.7	0.0	-26.0	Cumple
4	-13.6	0.0	-26.0	Cumple
5	-11.4	0.2	-26.0	Cumple

17.3.1 Resumen de verificaciones

Viga 1. Verifica la comprobación.

Viga 2. Verifica la comprobación.

Viga 3. Verifica la comprobación.

Viga 4. Verifica la comprobación.

Viga 5. Verifica la comprobación.

18 Giros

18.1 Giros característicos

En este apartado se listan los giros producidos por cada una de las acciones, sin mayorar.
Se listan los valores en los 2 apoyos de cada viga.

$\theta_{mín}$: Giro mínimo (positivo en sentido antihorario).
$\theta_{máx}$: Giro máximo (positivo en sentido antihorario).

Viga	Apoyo	Peso propio de las vigas (PV)		Pretesado instantáneo (PI)		Peso propio de la losa (PL)		Superestructura (SE)	
		$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$	$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$	$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$	$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$
		(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)

1	1	-0.002832	-0.002832	0.009858	0.009858	-0.003603	-0.003603	-0.001196	-0.001319
1	2	0.002832	0.002832	-0.009858	-0.009858	0.003603	0.003603	0.001319	0.001196
2	1	-0.002832	-0.002832	0.009858	0.009858	-0.003699	-0.003699	-0.000871	-0.001061
2	2	0.002832	0.002832	-0.009858	-0.009858	0.003699	0.003699	0.001061	0.000871
3	1	-0.002832	-0.002832	0.009858	0.009858	-0.003699	-0.003699	-0.000761	-0.000978
3	2	0.002832	0.002832	-0.009858	-0.009858	0.003699	0.003699	0.000978	0.000761
4	1	-0.002832	-0.002832	0.009858	0.009858	-0.003699	-0.003699	-0.000871	-0.001061
4	2	0.002832	0.002832	-0.009858	-0.009858	0.003699	0.003699	0.001061	0.000871
5	1	-0.002832	-0.002832	0.009858	0.009858	-0.003603	-0.003603	-0.001196	-0.001319
5	2	0.002832	0.002832	-0.009858	-0.009858	0.003603	0.003603	0.001319	0.001196

Viga	Apoyo	Tráfico en aceras (TRA)		Tráfico en plataforma (TRP)		Gradiente térmico (GT)		Pérdidas de pretesado hasta el fraguado de la losa (PPS)	
		$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$	$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$	$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$	$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$
		(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)
1	1	0.000040	-0.000405	0.000014	-0.002010	0.000941	-0.000717	-0.000357	-0.000357
1	2	0.000405	-0.000040	0.002010	-0.000014	0.000717	-0.000941	0.000357	0.000357
2	1	0.000000	-0.000198	0.000000	-0.002558	0.000941	-0.000717	-0.000355	-0.000355
2	2	0.000198	0.000000	0.002558	0.000000	0.000717	-0.000941	0.000355	0.000355
3	1	0.000000	-0.000133	0.000000	-0.002608	0.000941	-0.000717	-0.000355	-0.000355
3	2	0.000133	0.000000	0.002608	0.000000	0.000717	-0.000941	0.000355	0.000355
4	1	0.000000	-0.000198	0.000000	-0.002558	0.000941	-0.000717	-0.000355	-0.000355
4	2	0.000198	0.000000	0.002558	0.000000	0.000717	-0.000941	0.000355	0.000355
5	1	0.000040	-0.000405	0.000014	-0.002010	0.000941	-0.000717	-0.000357	-0.000357
5	2	0.000405	-0.000040	0.002010	-0.000014	0.000717	-0.000941	0.000357	0.000357

Viga	Apoyo	Pérdidas de pretesado entre el fraguado de la losa y tiempo infinito (PPC)		Viento vertical (VI)		Valor frecuente del tráfico en plataforma (TRP1)	
		$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$	$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$	$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$
		(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)
1	1	-0.000652	-0.000652	0.000336	-0.000336	0.000006	-0.001219
1	2	0.000652	0.000652	0.000336	-0.000336	0.001219	-0.000006
2	1	-0.000664	-0.000664	0.000246	-0.000246	0.000000	-0.001564
2	2	0.000664	0.000664	0.000246	-0.000246	0.001564	0.000000
3	1	-0.000669	-0.000669	0.000154	-0.000154	0.000000	-0.001604
3	2	0.000669	0.000669	0.000154	-0.000154	0.001604	0.000000
4	1	-0.000664	-0.000664	0.000246	-0.000246	0.000000	-0.001564
4	2	0.000664	0.000664	0.000246	-0.000246	0.001564	0.000000
5	1	-0.000652	-0.000652	0.000336	-0.000336	0.000006	-0.001219
5	2	0.000652	0.000652	0.000336	-0.000336	0.001219	-0.000006

18.2 Situación persistente. Combinación característica

Los giros que se listan en este apartado incluyen los giros por fluencia de las cargas permanentes en el instante a tiempo infinito.
Se listan los valores en los 2 apoyos de cada viga.

$\theta_{mín}$: Giro mínimo (positivo en sentido antihorario).
$\theta_{máx}$: Giro máximo (positivo en sentido antihorario).

Viga	Apoyo	Tras la transferencia del pretesado		Tras el hormigonado de la losa		Tras la disposición de la superestructura		Tras la apertura al tráfico	
		$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$	$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$	$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$	$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$
		(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)
1	1	0.006533	0.007518	0.002572	0.003558	0.001376	0.002239	0.002339	-0.000606
1	2	-0.007519	-0.006533	-0.003558	-0.002572	-0.002239	-0.001376	0.000606	-0.002339
2	1	0.006533	0.007518	0.002478	0.003464	0.001607	0.002403	0.002549	-0.000783
2	2	-0.007519	-0.006533	-0.003464	-0.002479	-0.002403	-0.001607	0.000783	-0.002549
3	1	0.006533	0.007518	0.002478	0.003464	0.001717	0.002486	0.002659	-0.000685
3	2	-0.007519	-0.006533	-0.003464	-0.002479	-0.002487	-0.001718	0.000685	-0.002659

4	1	0.006533	0.007518	0.002478	0.003464	0.001607	0.002403	0.002549	-0.000783
4	2	-0.007519	-0.006533	-0.003464	-0.002479	-0.002403	-0.001607	0.000783	-0.002549
5	1	0.006533	0.007518	0.002572	0.003558	0.001376	0.002239	0.002339	-0.000606
5	2	-0.007519	-0.006533	-0.003558	-0.002572	-0.002239	-0.001376	0.000606	-0.002339

Viga	Apoyo	A tiempo infinito	
		$\theta_{máx}$	$\theta_{mín}$
		(rad)	(rad)
1	1	0.003895	0.001951
1	2	-0.001951	-0.003895
2	1	0.004306	0.001909
2	2	-0.001909	-0.004306
3	1	0.004519	0.002083
3	2	-0.002084	-0.004520
4	1	0.004306	0.001909
4	2	-0.001909	-0.004306
5	1	0.003895	0.001951
5	2	-0.001951	-0.003895

El usuario no ha definido cargas de fatiga

20 CÁLCULO DE LA CUANTÍA DE ACERO EN LAS VIGAS

20.1 Cálculo de la armadura de difusión del pretensado

El cálculo de la armadura de difusión del pretensado se realiza mediante un modelo de elementos finitos de la viga.

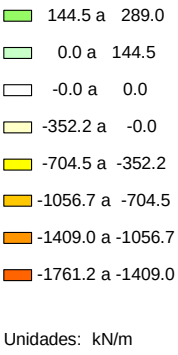
Viga 1:

Esfuerzos N_y (Tensión normal vertical) :

Difusión del pretensado

Viga 5

Ny (Tensión normal vertical)



Cuantías de armadura a disponer en los distintos tramos en los que se divide la viga :

Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)
0.964	5.6	0.964	0.0	0.964	0.0	0.964	5.6
0.964	0.3	0.964	0.0	0.964	0.0		
0.964	1.6	0.964	0.0	0.964	0.2		
0.964	0.4	0.964	0.0	0.964	0.9		
0.964	0.0	0.964	0.0	0.964	0.4		
0.964	0.4	0.964	0.0	0.964	0.0		
0.964	0.9	0.964	0.0	0.964	0.4		
0.964	0.2	0.964	0.0	0.964	1.6		
0.964	0.0	0.964	0.0	0.964	0.3		

A_s : Cuantía vertical a disponer en cada tramo.

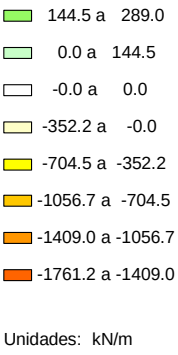
Viga 2:

Esfuerzos N_y (Tensión normal vertical) :

Difusión del pretensado

Viga 5

Ny (Tensión normal vertical)



Cuantías de armadura a disponer en los distintos tramos en los que se divide la viga :

Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)
0.964	5.6	0.964	0.0	0.964	0.0	0.964	5.6
0.964	0.3	0.964	0.0	0.964	0.0		
0.964	1.6	0.964	0.0	0.964	0.2		
0.964	0.4	0.964	0.0	0.964	0.9		
0.964	0.0	0.964	0.0	0.964	0.4		
0.964	0.4	0.964	0.0	0.964	0.0		
0.964	0.9	0.964	0.0	0.964	0.4		
0.964	0.2	0.964	0.0	0.964	1.6		
0.964	0.0	0.964	0.0	0.964	0.3		

A_s : Cuantía vertical a disponer en cada tramo.

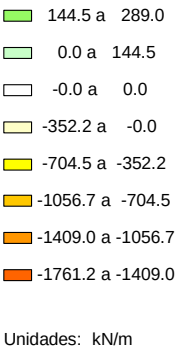
Viga 3:

Esfuerzos N_y (Tensión normal vertical) :

Difusión del pretensado

Viga 5

Ny (Tensión normal vertical)



Cuantías de armadura a disponer en los distintos tramos en los que se divide la viga :

Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)
0.964	5.6	0.964	0.0	0.964	0.0	0.964	5.6
0.964	0.3	0.964	0.0	0.964	0.0		
0.964	1.6	0.964	0.0	0.964	0.2		
0.964	0.4	0.964	0.0	0.964	0.9		
0.964	0.0	0.964	0.0	0.964	0.4		
0.964	0.4	0.964	0.0	0.964	0.0		
0.964	0.9	0.964	0.0	0.964	0.4		
0.964	0.2	0.964	0.0	0.964	1.6		
0.964	0.0	0.964	0.0	0.964	0.3		

A_s : Cuantía vertical a disponer en cada tramo.

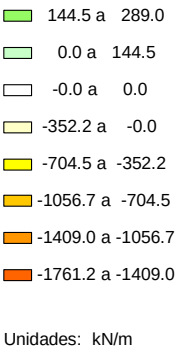
Viga 4:

Esfuerzos N_y (Tensión normal vertical) :

Difusión del pretensado

Viga 5

Ny (Tensión normal vertical)



Cuantías de armadura a disponer en los distintos tramos en los que se divide la viga :

Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)
0.964	5.6	0.964	0.0	0.964	0.0	0.964	5.6
0.964	0.3	0.964	0.0	0.964	0.0		
0.964	1.6	0.964	0.0	0.964	0.2		
0.964	0.4	0.964	0.0	0.964	0.9		
0.964	0.0	0.964	0.0	0.964	0.4		
0.964	0.4	0.964	0.0	0.964	0.0		
0.964	0.9	0.964	0.0	0.964	0.4		
0.964	0.2	0.964	0.0	0.964	1.6		
0.964	0.0	0.964	0.0	0.964	0.3		

A_s : Cuantía vertical a disponer en cada tramo.

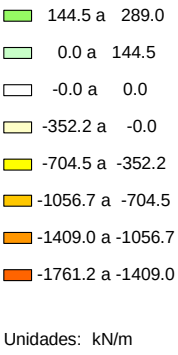
Viga 5:

Esfuerzos N_y (Tensión normal vertical) :

Difusión del pretensado

Viga 5

Ny (Tensión normal vertical)



Cuantías de armadura a disponer en los distintos tramos en los que se divide la viga :

Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)	Longitud (m)	A_s (mm^2/m)
0.964	5.6	0.964	0.0	0.964	0.0	0.964	5.6
0.964	0.3	0.964	0.0	0.964	0.0		
0.964	1.6	0.964	0.0	0.964	0.2		
0.964	0.4	0.964	0.0	0.964	0.9		
0.964	0.0	0.964	0.0	0.964	0.4		
0.964	0.4	0.964	0.0	0.964	0.0		
0.964	0.9	0.964	0.0	0.964	0.4		
0.964	0.2	0.964	0.0	0.964	1.6		
0.964	0.0	0.964	0.0	0.964	0.3		

A_s : Cuantía vertical a disponer en cada tramo.

20.2 Resumen de cuantías de armadura transversal

A_{sQ}: Cuantías por cortante (mm^2/m)
A_{sQMin}: Cuantías mínimas por cortante (mm^2/m)
A_{sT}: Cuantías por torsión (mm^2/m)
A_{sPret}: Cuantías por introducción del pretensado (mm^2/m)
A_{sTotal}: Cuantías totales en el alma (mm^2/m)
$A_{sRasVL\ cálculo}$: Cuantías por rasante Viga-Losa (mm^2/m)
$A_{sRasVL\ refuerzo}$: Cuantías de refuerzo por rasante Viga-Losa (mm^2/m)
$A_{sRasVL\ mínima}$: Cuantías mínimas por rasante Viga-Losa (mm^2/m)
A_{sRasAI}: Cuantías por rasante en el ala inferior (mm^2/m)
A_{sRasAS}: Cuantías por rasante en el ala superior (mm^2/m)
Número Estribos: número de estribos
Barra: Barra usada en los estribos
Sep.: separación de las armaduras (mm)

Las armaduras se refieren siempre al total de todas las ramas que atraviesan las sección.

Viga 1:

Armadura transversal en el alma

Longitud	A_{sQ} (mm²/m)	A_{sQMin} (mm²/m)	A_{sT} (mm²/m)	A_{sPret} (mm²/m)	A_{sTotal} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.493	1644.6	678.6	253.2	557.2	2455.0	4	Ø16	150
0.750	1644.6	678.6	260.7	557.2	2462.6	5	Ø16	150
0.400	1644.6	660.3	263.7	32.8	1941.1	4	Ø12	100
2.600	1635.3	203.6	235.6	160.7	2031.6	26	Ø12	100
2.500	1208.6	203.6	256.5	3.4	1468.4	25	Ø10	100
2.500	783.5	203.6	226.2	85.3	1095.0	20	Ø10	125
2.500	342.7	203.6	169.8	0.9	513.4	25	Ø6	100
1.757	26.9	48.7	122.4	0.7	171.8	5	Ø6	300
1.757	26.9	48.7	122.4	0.7	171.8	5	Ø6	300
2.500	342.7	203.6	169.8	0.9	513.4	25	Ø6	100
2.500	783.5	203.6	226.2	85.3	1095.0	20	Ø10	125
2.500	1208.6	203.6	256.5	3.4	1468.4	25	Ø10	100
2.600	1635.3	203.6	235.6	160.7	2031.6	26	Ø12	100
0.400	1644.6	660.3	263.7	32.8	1941.1	4	Ø12	100
0.750	1644.6	678.6	260.7	557.2	2462.6	5	Ø16	150
0.493	1644.6	678.6	253.2	557.2	2455.0	4	Ø16	150

Armadura de rasante viga-losa

Longitud	A_{sRasVL} cálculo (mm²/m)	A_{sRasVL} refuerzo (mm²/m)	A_{sRasVL} mínima (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.493	0.0	0.0	0.0	0	Ø6	0
0.700	4110.5	1429.7	1100.0	7	Ø10	100
0.400	4110.5	1848.5	1100.0	4	Ø12	100
2.600	4110.5	1848.5	1100.0	26	Ø12	100
2.400	4110.5	2539.7	1100.0	16	Ø16	150
2.625	4110.5	2853.8	1100.0	21	Ø16	125
2.500	4110.5	3545.0	1100.0	25	Ø16	100
1.782	4110.5	3949.6	1100.0	17	Ø16	100
1.782	4110.5	3949.6	1100.0	17	Ø16	100
2.500	4110.5	3545.0	1100.0	25	Ø16	100
2.625	4110.5	2853.8	1100.0	21	Ø16	125
2.400	4110.5	2539.7	1100.0	16	Ø16	150
2.600	4110.5	1848.5	1100.0	26	Ø12	100
0.400	4110.5	1848.5	1100.0	4	Ø12	100
0.700	4110.5	1429.7	1100.0	7	Ø10	100
0.493	0.0	0.0	0.0	0	Ø6	0

Armadura de rasante en el ala inferior

Longitud	A_{sRasAI} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.388	120.2	2	Ø6	350
0.875	386.6	7	Ø6	125
0.375	386.6	3	Ø6	125
2.625	386.6	21	Ø6	125
2.500	386.6	20	Ø6	125
2.500	386.6	20	Ø6	125
2.500	386.6	20	Ø6	125
1.737	386.6	13	Ø6	125
1.737	386.6	13	Ø6	125
2.500	386.6	20	Ø6	125
2.500	386.6	20	Ø6	125
2.500	386.6	20	Ø6	125
2.625	386.6	21	Ø6	125
0.375	386.6	3	Ø6	125

0.875	386.6	7	Ø6	125
0.388	120.2	2	Ø6	350

Armadura de rasante en el ala superior

Longitud	A_{sRasAS} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.439	460.6	5	Ø8	100
0.800	700.0	8	Ø10	100
0.400	700.0	4	Ø10	100
2.600	700.0	26	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
1.761	700.0	17	Ø10	100
1.761	700.0	17	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.600	700.0	26	Ø10	100
0.400	700.0	4	Ø10	100
0.800	700.0	8	Ø10	100
0.439	460.6	5	Ø8	100

Viga 2:

Armadura transversal en el alma

Longitud	A_{sQ} (mm²/m)	A_{sQMin} (mm²/m)	A_{sT} (mm²/m)	A_{sPret} (mm²/m)	A_{sTotal} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.543	1980.0	678.6	290.1	557.2	2827.3	5	Ø16	125
0.625	1980.0	678.6	295.2	557.2	2832.4	5	Ø16	125
0.450	1980.0	660.3	296.4	32.8	2309.1	3	Ø16	150
2.550	1968.2	203.6	256.0	160.7	2384.9	17	Ø16	150
2.500	1465.0	203.6	261.4	3.4	1729.8	20	Ø12	125
2.500	1007.5	203.6	222.2	85.3	1314.9	25	Ø10	100
2.500	632.2	203.6	160.6	0.9	793.7	20	Ø8	125
1.832	267.2	203.6	101.4	0.7	369.3	12	Ø6	150
1.832	267.2	203.6	101.4	0.7	369.3	12	Ø6	150
2.500	632.2	203.6	160.6	0.9	793.7	20	Ø8	125
2.500	1007.5	203.6	222.2	85.3	1314.9	25	Ø10	100
2.500	1465.0	203.6	261.4	3.4	1729.8	20	Ø12	125
2.550	1968.2	203.6	256.0	160.7	2384.9	17	Ø16	150
0.450	1980.0	660.3	296.4	32.8	2309.1	3	Ø16	150
0.625	1980.0	678.6	295.2	557.2	2832.4	5	Ø16	125
0.543	1980.0	678.6	290.1	557.2	2827.3	5	Ø16	125

Armadura de rasante viga-losa

Longitud	A_{sRasVL} cálculo (mm²/m)	A_{sRasVL} refuerzo (mm²/m)	A_{sRasVL} mínima (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.540	4112.9	410.1	1100.0	5	Ø10	125
0.500	4112.9	895.9	1100.0	4	Ø10	125
0.600	4112.9	1432.0	1100.0	6	Ø10	100
2.500	4112.9	1432.0	1100.0	25	Ø10	100
2.400	4112.9	2303.3	1100.0	16	Ø16	150
2.550	4112.9	2542.1	1100.0	17	Ø16	150
2.500	4112.9	3308.6	1100.0	25	Ø16	100
1.910	4112.9	3742.4	1100.0	19	Ø16	100

1.910	4112.9	3742.4	1100.0	19	Ø16	100
2.500	4112.9	3308.6	1100.0	25	Ø16	100
2.550	4112.9	2542.1	1100.0	17	Ø16	150
2.400	4112.9	2303.3	1100.0	16	Ø16	150
2.500	4112.9	1432.0	1100.0	25	Ø10	100
0.600	4112.9	1432.0	1100.0	6	Ø10	100
0.500	4112.9	895.9	1100.0	4	Ø10	125
0.540	4112.9	410.1	1100.0	5	Ø10	125

Armadura de rasante en el ala inferior

Longitud	A_{sRasAI} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.538	403.2	5	Ø6	125
0.625	403.2	5	Ø6	125
0.500	403.2	4	Ø6	125
2.500	403.2	20	Ø6	125
2.500	403.2	20	Ø6	125
2.500	403.2	20	Ø6	125
2.500	403.2	20	Ø6	125
1.837	403.2	14	Ø6	125
1.837	403.2	14	Ø6	125
2.500	403.2	20	Ø6	125
2.500	403.2	20	Ø6	125
2.500	403.2	20	Ø6	125
2.500	403.2	20	Ø6	125
0.500	403.2	4	Ø6	125
0.625	403.2	5	Ø6	125
0.538	403.2	5	Ø6	125

Armadura de rasante en el ala superior

Longitud	A_{sRasAS} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.540	700.0	6	Ø10	100
0.600	700.0	6	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
1.860	700.0	18	Ø10	100
1.860	700.0	18	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
0.600	700.0	6	Ø10	100
0.540	700.0	6	Ø10	100

Viga 3:

Armadura transversal en el alma

Longitud	A_{sQ} (mm²/m)	A_{sQMin} (mm²/m)	A_{sT} (mm²/m)	A_{sPret} (mm²/m)	A_{sTotal} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.543	2015.0	678.6	243.2	557.2	2815.4	5	Ø16	125
0.625	2015.0	678.6	247.9	557.2	2820.1	5	Ø16	125
0.350	2015.0	660.3	249.1	32.8	2296.9	2	Ø16	175
2.700	2002.8	203.6	215.8	160.7	2379.3	18	Ø16	150

2.500	1482.6	203.6	223.9	3.4	1709.8	20	Ø12	125
2.500	1017.5	203.6	193.3	85.3	1296.0	25	Ø10	100
2.500	665.3	203.6	143.9	0.9	810.1	25	Ø8	100
1.782	326.9	203.6	101.0	0.7	428.7	14	Ø6	125
1.782	326.9	203.6	101.0	0.7	428.7	14	Ø6	125
2.500	665.3	203.6	143.9	0.9	810.1	25	Ø8	100
2.500	1017.5	203.6	193.3	85.3	1296.0	25	Ø10	100
2.500	1482.6	203.6	223.9	3.4	1709.8	20	Ø12	125
2.700	2002.8	203.6	215.8	160.7	2379.3	18	Ø16	150
0.350	2015.0	660.3	249.1	32.8	2296.9	2	Ø16	175
0.625	2015.0	678.6	247.9	557.2	2820.1	5	Ø16	125
0.543	2015.0	678.6	243.2	557.2	2815.4	5	Ø16	125

Armadura de rasante viga-losa

Longitud	A_{sRasVL} cálculo (mm^2/m)	A_{sRasVL} refuerzo (mm^2/m)	A_{sRasVL} mínima (mm^2/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.540	4112.9	410.1	1100.0	5	Ø10	125
0.500	4112.9	895.9	1100.0	4	Ø10	125
0.500	4112.9	1815.0	1100.0	5	Ø12	100
2.600	4112.9	1432.0	1100.0	26	Ø10	100
2.550	4112.9	2303.3	1100.0	17	Ø16	150
2.400	4112.9	2542.1	1100.0	16	Ø16	150
2.500	4112.9	3107.5	1100.0	20	Ø16	125
1.910	4112.9	3668.6	1100.0	19	Ø16	100
1.910	4112.9	3668.6	1100.0	19	Ø16	100
2.500	4112.9	3107.5	1100.0	20	Ø16	125
2.400	4112.9	2542.1	1100.0	16	Ø16	150
2.550	4112.9	2303.3	1100.0	17	Ø16	150
2.600	4112.9	1432.0	1100.0	26	Ø10	100
0.500	4112.9	1815.0	1100.0	5	Ø12	100
0.500	4112.9	895.9	1100.0	4	Ø10	125
0.540	4112.9	410.1	1100.0	5	Ø10	125

Armadura de rasante en el ala inferior

Longitud	A_{sRasAI} (mm^2/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.538	379.4	5	Ø6	125
0.625	379.4	5	Ø6	125
0.375	379.4	3	Ø6	125
2.625	379.4	21	Ø6	125
2.500	379.4	20	Ø6	125
2.500	379.4	20	Ø6	125
2.500	379.4	20	Ø6	125
1.837	379.4	14	Ø6	125
1.837	379.4	14	Ø6	125
2.500	379.4	20	Ø6	125
2.500	379.4	20	Ø6	125
2.500	379.4	20	Ø6	125
2.625	379.4	21	Ø6	125
0.375	379.4	3	Ø6	125
0.625	379.4	5	Ø6	125
0.538	379.4	5	Ø6	125

Armadura de rasante en el ala superior

Longitud	A_{sRasAS} (mm^2/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.540	700.0	6	Ø10	100

0.600	700.0	6	Ø10	100
0.400	700.0	4	Ø10	100
2.700	700.0	27	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
1.760	700.0	17	Ø10	100
1.760	700.0	17	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.700	700.0	27	Ø10	100
0.400	700.0	4	Ø10	100
0.600	700.0	6	Ø10	100
0.540	700.0	6	Ø10	100

Viga 4:

Armadura transversal en el alma

Longitud	A_{sQ} (mm²/m)	A_{sQMin} (mm²/m)	A_{sT} (mm²/m)	A_{sPret} (mm²/m)	A_{sTotal} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.543	1980.0	678.6	290.1	557.2	2827.3	5	Ø16	125
0.625	1980.0	678.6	295.2	557.2	2832.4	5	Ø16	125
0.450	1980.0	660.3	296.4	32.8	2309.1	3	Ø16	150
2.550	1968.2	203.6	256.0	160.7	2384.9	17	Ø16	150
2.500	1465.0	203.6	261.4	3.4	1729.8	20	Ø12	125
2.500	1007.5	203.6	222.2	85.3	1314.9	25	Ø10	100
2.500	632.2	203.6	160.6	0.9	793.7	20	Ø8	125
1.832	267.2	203.6	101.4	0.7	369.3	12	Ø6	150
1.832	267.2	203.6	101.4	0.7	369.3	12	Ø6	150
2.500	632.2	203.6	160.6	0.9	793.7	20	Ø8	125
2.500	1007.5	203.6	222.2	85.3	1314.9	25	Ø10	100
2.500	1465.0	203.6	261.4	3.4	1729.8	20	Ø12	125
2.550	1968.2	203.6	256.0	160.7	2384.9	17	Ø16	150
0.450	1980.0	660.3	296.4	32.8	2309.1	3	Ø16	150
0.625	1980.0	678.6	295.2	557.2	2832.4	5	Ø16	125
0.543	1980.0	678.6	290.1	557.2	2827.3	5	Ø16	125

Armadura de rasante viga-losa

Longitud	A_{sRasVL} cálculo (mm²/m)	A_{sRasVL} refuerzo (mm²/m)	A_{sRasVL} mínima (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.540	4112.9	410.1	1100.0	5	Ø10	125
0.500	4112.9	895.9	1100.0	4	Ø10	125
0.600	4112.9	1432.0	1100.0	6	Ø10	100
2.500	4112.9	1432.0	1100.0	25	Ø10	100
2.400	4112.9	2303.3	1100.0	16	Ø16	150
2.550	4112.9	2542.1	1100.0	17	Ø16	150
2.500	4112.9	3308.6	1100.0	25	Ø16	100
1.910	4112.9	3742.4	1100.0	19	Ø16	100
1.910	4112.9	3742.4	1100.0	19	Ø16	100
2.500	4112.9	3308.6	1100.0	25	Ø16	100
2.550	4112.9	2542.1	1100.0	17	Ø16	150
2.400	4112.9	2303.3	1100.0	16	Ø16	150
2.500	4112.9	1432.0	1100.0	25	Ø10	100
0.600	4112.9	1432.0	1100.0	6	Ø10	100
0.500	4112.9	895.9	1100.0	4	Ø10	125
0.540	4112.9	410.1	1100.0	5	Ø10	125

Armadura de rasante en el ala inferior

Longitud	A_{sRasAI} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.538	403.2	5	Ø6	125
0.625	403.2	5	Ø6	125
0.500	403.2	4	Ø6	125
2.500	403.2	20	Ø6	125
2.500	403.2	20	Ø6	125
2.500	403.2	20	Ø6	125
2.500	403.2	20	Ø6	125
1.837	403.2	14	Ø6	125
1.837	403.2	14	Ø6	125
2.500	403.2	20	Ø6	125
2.500	403.2	20	Ø6	125
2.500	403.2	20	Ø6	125
2.500	403.2	20	Ø6	125
0.500	403.2	4	Ø6	125
0.625	403.2	5	Ø6	125
0.538	403.2	5	Ø6	125

Armadura de rasante en el ala superior

Longitud	A_{sRasAS} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.540	700.0	6	Ø10	100
0.600	700.0	6	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
1.860	700.0	18	Ø10	100
1.860	700.0	18	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
0.500	700.0	5	Ø10	100
0.600	700.0	6	Ø10	100
0.540	700.0	6	Ø10	100

Viga 5:

Armadura transversal en el alma

Longitud	A_{sQ} (mm²/m)	A_{sQMin} (mm²/m)	A_{sT} (mm²/m)	A_{sPret} (mm²/m)	A_{sTotal} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.493	1644.6	678.6	253.2	557.2	2455.0	4	Ø16	150
0.750	1644.6	678.6	260.7	557.2	2462.6	5	Ø16	150
0.400	1644.6	660.3	263.7	32.8	1941.1	4	Ø12	100
2.600	1635.3	203.6	235.6	160.7	2031.6	26	Ø12	100
2.500	1208.6	203.6	256.5	3.4	1468.4	25	Ø10	100
2.500	783.6	203.6	226.2	85.3	1095.0	20	Ø10	125
2.500	342.7	203.6	169.8	0.9	513.4	25	Ø6	100
1.757	26.9	48.7	122.4	0.7	171.8	5	Ø6	300
1.757	26.9	48.7	122.4	0.7	171.8	5	Ø6	300
2.500	342.7	203.6	169.8	0.9	513.4	25	Ø6	100
2.500	783.6	203.6	226.2	85.3	1095.0	20	Ø10	125
2.500	1208.6	203.6	256.5	3.4	1468.4	25	Ø10	100
2.600	1635.3	203.6	235.6	160.7	2031.6	26	Ø12	100

0.400	1644.6	660.3	263.7	32.8	1941.1	4	Ø12	100
0.750	1644.6	678.6	260.7	557.2	2462.6	5	Ø16	150
0.493	1644.6	678.6	253.2	557.2	2455.0	4	Ø16	150

Armadura de rasante viga-losa

Longitud	A_{sRasVL} cálculo (mm²/m)	A_{sRasVL} refuerzo (mm²/m)	A_{sRasVL} mínima (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.493	0.0	0.0	0.0	0	Ø6	0
0.700	4110.5	1429.7	1100.0	7	Ø10	100
0.400	4110.5	1848.5	1100.0	4	Ø12	100
2.600	4110.5	1848.5	1100.0	26	Ø12	100
2.400	4110.5	2539.7	1100.0	16	Ø16	150
2.625	4110.5	2853.8	1100.0	21	Ø16	125
2.500	4110.5	3545.0	1100.0	25	Ø16	100
1.782	4110.5	3949.6	1100.0	17	Ø16	100
1.782	4110.5	3949.6	1100.0	17	Ø16	100
2.500	4110.5	3545.0	1100.0	25	Ø16	100
2.625	4110.5	2853.8	1100.0	21	Ø16	125
2.400	4110.5	2539.7	1100.0	16	Ø16	150
2.600	4110.5	1848.5	1100.0	26	Ø12	100
0.400	4110.5	1848.5	1100.0	4	Ø12	100
0.700	4110.5	1429.7	1100.0	7	Ø10	100
0.493	0.0	0.0	0.0	0	Ø6	0

Armadura de rasante en el ala inferior

Longitud	A_{sRasAI} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.388	120.2	2	Ø6	350
0.875	386.6	7	Ø6	125
0.375	386.6	3	Ø6	125
2.625	386.6	21	Ø6	125
2.500	386.6	20	Ø6	125
2.500	386.6	20	Ø6	125
2.500	386.6	20	Ø6	125
1.737	386.6	13	Ø6	125
1.737	386.6	13	Ø6	125
2.500	386.6	20	Ø6	125
2.500	386.6	20	Ø6	125
2.500	386.6	20	Ø6	125
2.625	386.6	21	Ø6	125
0.375	386.6	3	Ø6	125
0.875	386.6	7	Ø6	125
0.388	120.2	2	Ø6	350

Armadura de rasante en el ala superior

Longitud	A_{sRasAS} (mm²/m)	Número Estribos	Barra	Sep. (mm)
0.439	460.6	5	Ø8	100
0.800	700.0	8	Ø10	100
0.400	700.0	4	Ø10	100
2.600	700.0	26	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
1.761	700.0	17	Ø10	100
1.761	700.0	17	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100

2.500	700.0	25	Ø10	100
2.500	700.0	25	Ø10	100
2.600	700.0	26	Ø10	100
0.400	700.0	4	Ø10	100
0.800	700.0	8	Ø10	100
0.439	460.6	5	Ø8	100

21 CÁLCULO DE LA SITUACIÓN DE TRANSPORTE DE LAS VIGAS

En este informe se obtienen las longitudes de vuelo para las cuales no es necesaria armadura pasiva de refuerzo en la situación de transporte.
En los cálculos a rotura se consideran las armaduras de pretesado, de postesado y las armaduras pasivas de refuerzo a rotura por flexión, así como las armaduras perimetrales.

Vuelo en extremo 1 de la viga

Viga 1. Situación persistente. Combinación fundamental

Longitud de vuelo (m)	M_d (kNm)	M_u (kNm)	$C_s=M_u/M_d$
0.000	0.0	0.0	100.000
0.867	-18.1	-332.7	18.425
1.733	-71.7	-297.9	4.153
2.600	-151.4	-292.5	1.932

Vuelo en extremo 1 de la viga

Viga 2. Situación persistente. Combinación fundamental

Longitud de vuelo (m)	M_d (kNm)	M_u (kNm)	$C_s=M_u/M_d$
0.000	0.0	0.0	100.000
0.867	-18.1	-333.3	18.463
1.733	-71.7	-300.8	4.193
2.600	-151.4	-297.7	1.967

Vuelo en extremo 1 de la viga

Viga 3. Situación persistente. Combinación fundamental

Longitud de vuelo (m)	M_d (kNm)	M_u (kNm)	$C_s=M_u/M_d$
0.000	0.0	0.0	100.000
0.867	-18.1	-333.4	18.468
1.733	-71.7	-301.0	4.196
2.600	-151.4	-298.2	1.971

Vuelo en extremo 1 de la viga

Viga 4. Situación persistente. Combinación fundamental

Longitud de vuelo (m)	M_d (kNm)	M_u (kNm)	$C_s=M_u/M_d$
0.000	0.0	0.0	100.000
0.867	-18.1	-333.3	18.463
1.733	-71.7	-300.8	4.193
2.600	-151.4	-297.7	1.967

Vuelo en extremo 1 de la viga

Viga 5. Situación persistente. Combinación fundamental

Longitud de vuelo (m)	M_d (kNm)	M_u (kNm)	$C_s=M_u/M_d$
0.000	0.0	0.0	100.000
0.867	-18.1	-332.7	18.425
1.733	-71.7	-297.9	4.153
2.600	-151.4	-292.5	1.932

Longitudes de vuelo máximas admisibles sin armaduras adicionales de refuerzo

Viga	Longitud en extremo 1 (m)	Longitud en extremo 2 (m)
1	2.600	2.600
2	2.600	2.600
3	2.600	2.600
4	2.600	2.600
5	2.600	2.600

22 ROTURA POR FLEXIÓN EN LA LOSA

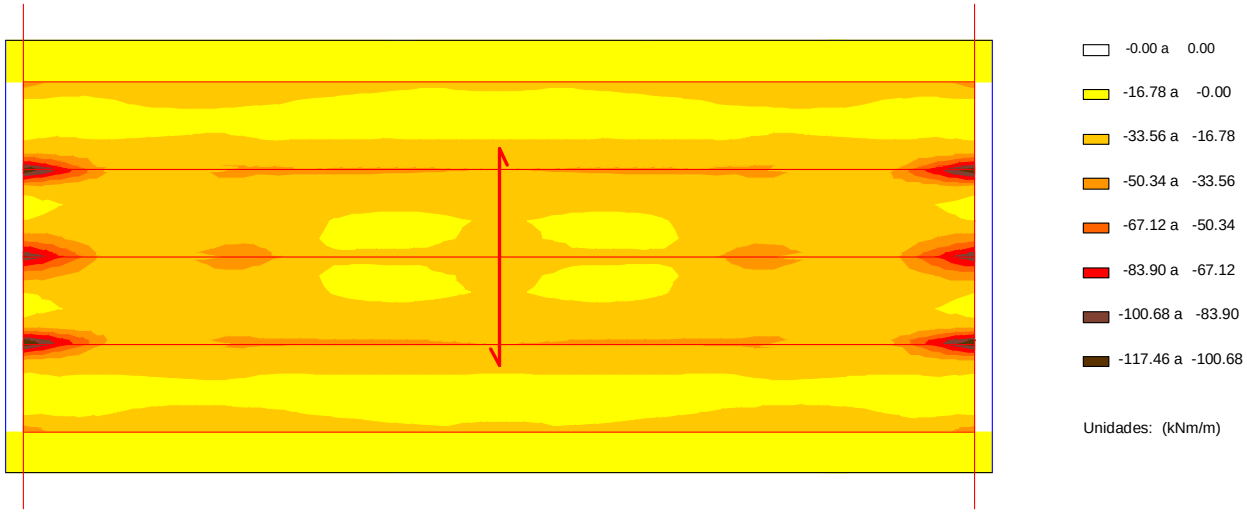
En este apartado se presentan las envolventes de los esfuerzos flectores para cada combinación, y las armaduras de flexión obtenidas. La flexión positiva corresponde a tracciones en la cara inferior de la losa.

22.1 Esfuerzos de flexión mayorados

22.1.1 Situación persistente. Combinación fundamental

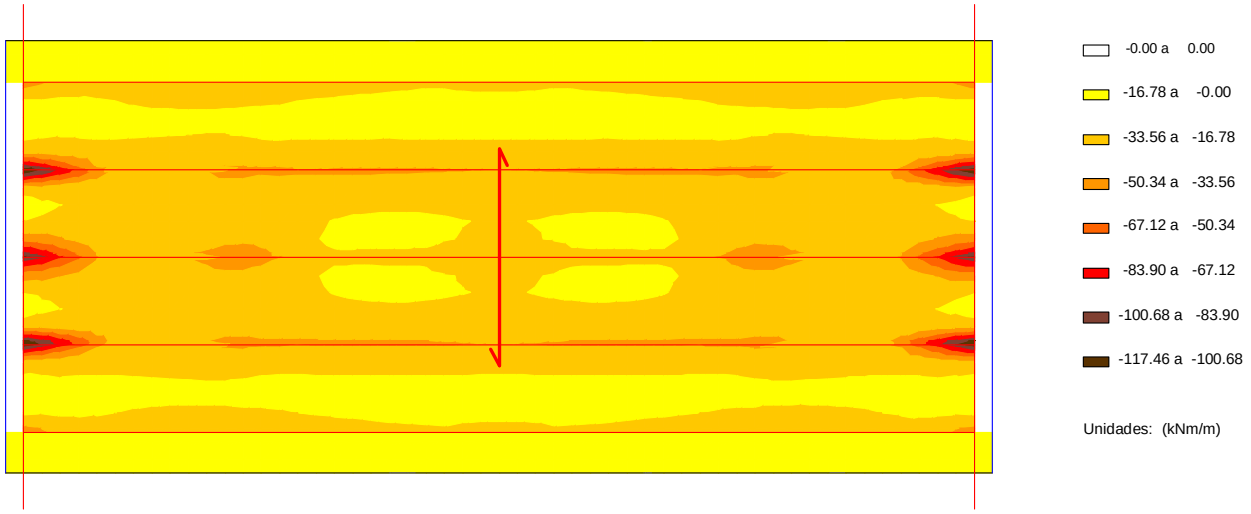
Momento transversal. Flexión negativa (W-A) (kNm/m)

Situación persistente. Combinación fundamental



Momento transversal. Flexión negativa (W-A) (kNm/m)

Situación persistente. Combinación fundamental

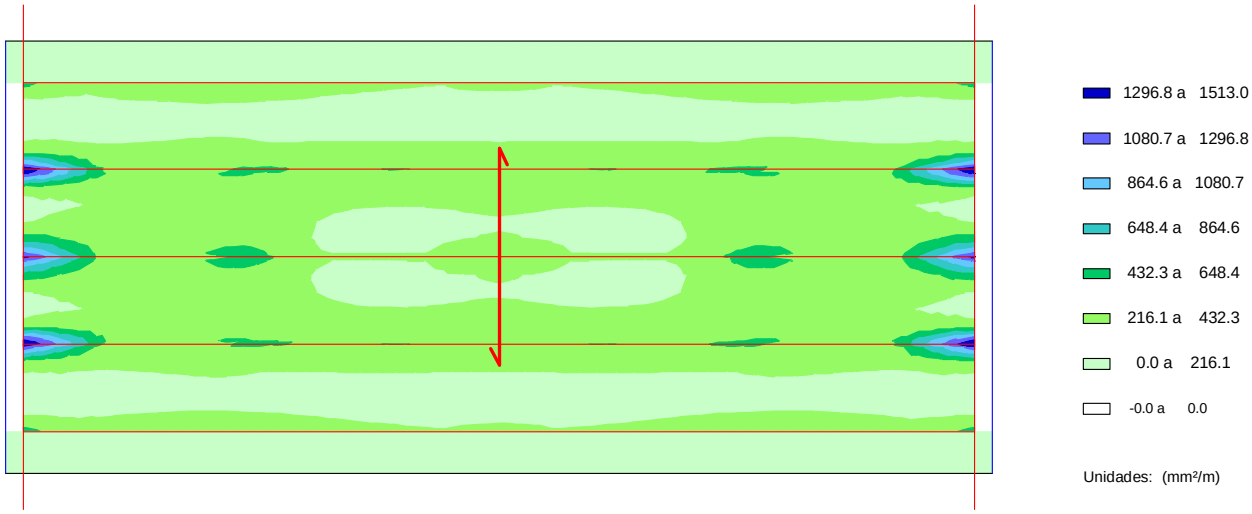


22.2 Armadura de flexión

En este apartado se presenta la armadura máxima de entre la necesaria por cálculo, la mínima mecánica y la geométrica.

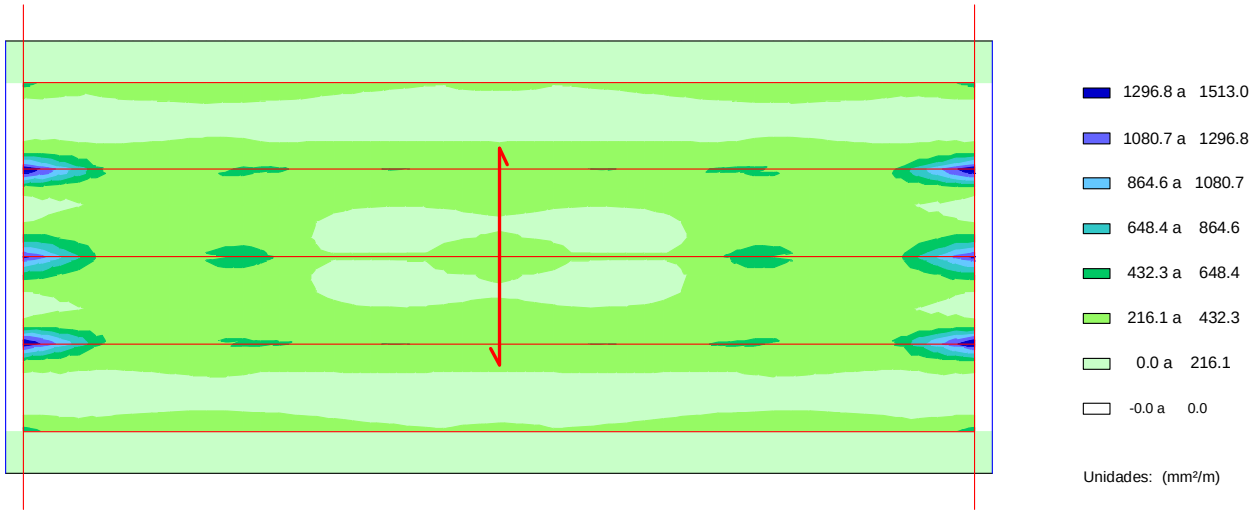
Armadura de cálculo transversal superior (mm²/m)

Envolvente global



Armadura de cálculo transversal superior (mm²/m)

Envolvente global



22.3 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

23 ROTURA POR CORTANTE EN LA LOSA

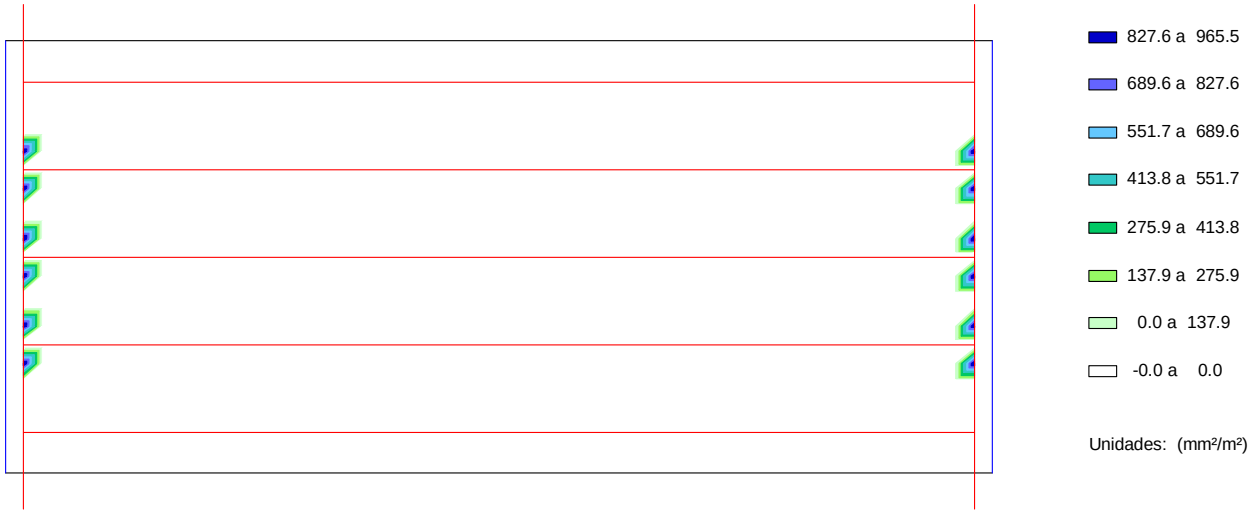
En este apartado se presentan las envolventes de los esfuerzos cortantes para cada combinación, y las armaduras de cortante obtenidas.

23.1 Esfuerzos cortantes mayorados

23.1.1 Situación persistente. Combinación fundamental

Armadura mínima de cortante

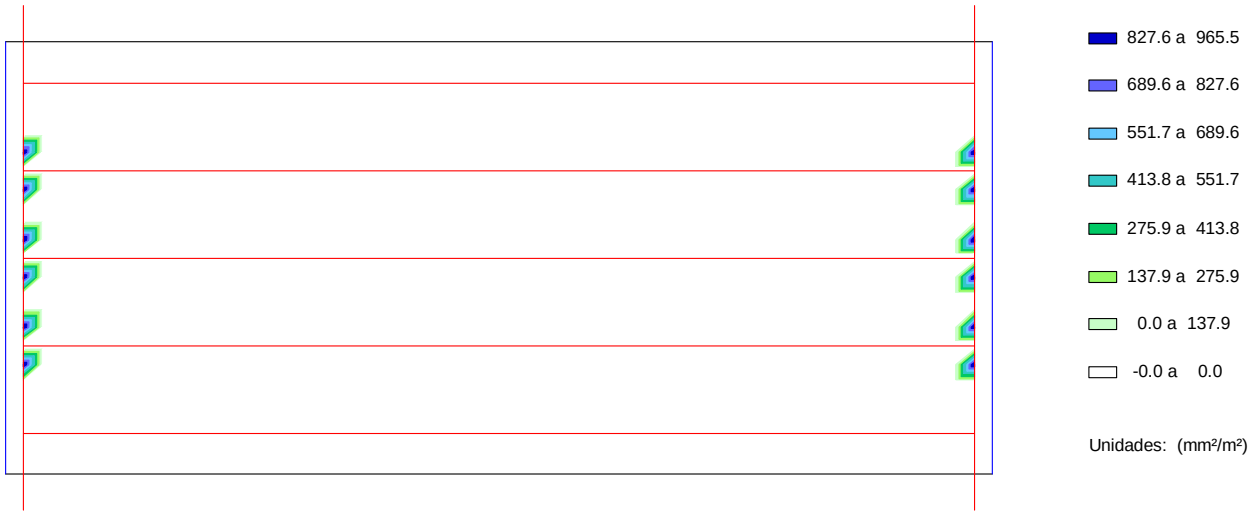
Envolvente global



23.2 Comprobación de las bielas de compresión

Armadura mínima de cortante

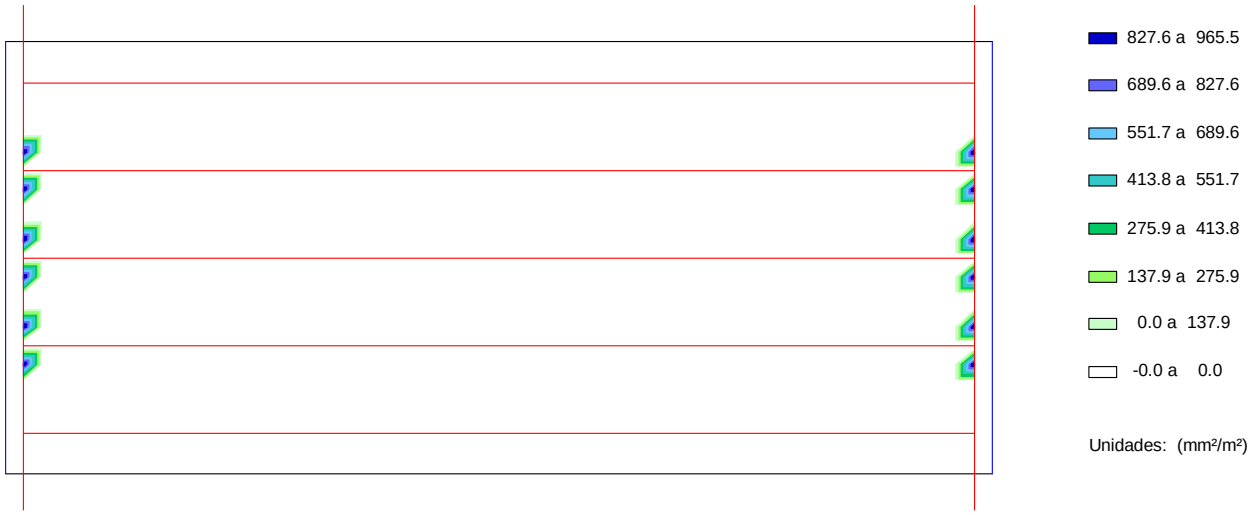
Envolvente global



23.3 Armadura de cálculo de cortante

Armadura mínima de cortante

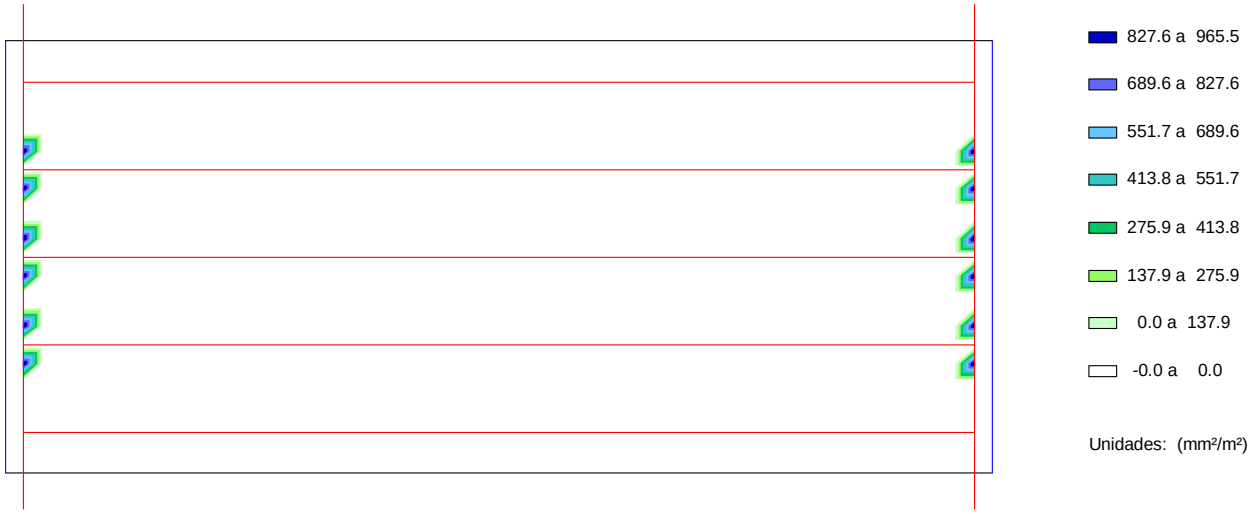
Envolvente global



23.4 Armadura mínima de cortante

Armadura mínima de cortante

Envolvente global



23.5 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación.

24 VERIFICACIÓN DEL EL FISURACIÓN EN LA LOSA

24.1 Cálculo a fisuración

24.1.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente

M_k: Flector máximo.Situación persistente. Combinación cuasi permanente
N_k: Axil concomitante.Situación persistente. Combinación cuasi permanente
w_k: Abertura de fisura.
w_{adm}: Abertura de fisura admisible.

Armadura inferior longitudinal

Zona	Armadura por flexión (mm^2/m)	Armadura	M_k (kNm/m)	W_k (mm)	W_{adm} (mm)	Resultado
1	450.4	Ø8/0.100 m	7.92	0.05	0.30	Cumple

Armadura superior longitudinal

Zona	Armadura por flexión (mm^2/m)	Armadura	M_k (kNm/m)	W_k (mm)	W_{adm} (mm)	Resultado
1	345.3	Ø12/0.300	-4.28	0.04	0.30	Cumple

		m				

Armadura inferior transversal

Zona	Armadura por flexión (mm^2/m)	Armadura	M_k (kNm/m)	W_k (mm)	W_{adm} (mm)	Resultado
1	1338.5	Ø16/0.150 m	5.58	0.01	0.30	Cumple
2	1460.8	Ø20/0.200 m	5.32	0.01	0.30	Cumple
3	1338.5	Ø16/0.150 m	5.58	0.01	0.30	Cumple

Armadura superior transversal

Zona	Armadura por flexión (mm^2/m)	Armadura	M_k (kNm/m)	W_k (mm)	W_{adm} (mm)	Resultado
1	1513.0	Ø20/0.200 m	-18.59	0.04	0.30	Cumple
2	1009.1	Ø20/0.300 m	-14.28	0.05	0.30	Cumple
3	1513.0	Ø20/0.200 m	-18.59	0.04	0.30	Cumple

24.2 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación.

26 PRUEBA DE CARGA

27 Reacciones por apoyo. Valores característicos

Reacciones en vigas en el eje 1 y en el eje 2

		Reacción vertical (kN)					
		Peso propio de las vigas (PV)		Peso propio de la losa (PL)		Superestructura (SE)	
Eje	Viga	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
1	1	165.3	165.3	199.3	199.3	178.8	189.8
1	2	165.3	165.3	204.6	204.6	92.5	120.4
1	3	165.3	165.3	204.6	204.6	91.7	123.1
1	4	165.3	165.3	204.6	204.6	92.5	120.4
1	5	165.3	165.3	199.3	199.3	178.8	189.8
2	1	165.3	165.3	199.3	199.3	178.8	189.8
2	2	165.3	165.3	204.6	204.6	92.5	120.4
2	3	165.3	165.3	204.6	204.6	91.7	123.1
2	4	165.3	165.3	204.6	204.6	92.5	120.4
2	5	165.3	165.3	199.3	199.3	178.8	189.8

		Reacción vertical (kN)					
		Tráfico en aceras (TRA)		Tráfico en plataforma (TRP)		Viento vertical (VI)	
Eje	Viga	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
1	1	-5.5	65.2	-21.5	205.1	-47.3	47.3
1	2	-1.1	16.7	0.0	478.9	-31.7	31.7
1	3	0.0	11.8	0.0	509.3	-20.3	20.3

1	4	-1.1	16.7	0.0	478.9	-31.7	31.7
1	5	-5.5	65.2	-21.5	205.1	-47.3	47.3
2	1	-5.5	65.2	-21.5	205.1	-47.3	47.3
2	2	-1.1	16.7	0.0	478.9	-31.7	31.7
2	3	0.0	11.8	0.0	509.3	-20.3	20.3
2	4	-1.1	16.7	0.0	478.9	-31.7	31.7
2	5	-5.5	65.2	-21.5	205.1	-47.3	47.3

Reacción vertical (kN)

		Gradiente térmico (GT)	
Eje	Viga	Min.	Max.
1	1	0.0	0.0
1	2	0.0	0.0
1	3	0.0	0.0
1	4	0.0	0.0
1	5	0.0	0.0
2	1	0.0	0.0
2	2	0.0	0.0
2	3	0.0	0.0
2	4	0.0	0.0
2	5	0.0	0.0

28 Reacciones por apoyo. Valores de combinación

Reacciones en vigas en el eje 1 y en el eje 2

Instante	Descripción
I1	Tras la transferencia del pretesado
I2	Tras el hormigonado de la losa
I3	Tras la disposición de la superestructura
I4	Tras la apertura al tráfico
I5	A tiempo infinito

Situación persistente. Combinación cuasi permanente:

Reacción vertical (kN)

		Valores máximos				
Eje	Viga	I1	I2	I3	I4	I5
1	1	165.3	364.6	554.4	554.4	554.4
1	2	165.3	369.9	490.3	490.3	490.3
1	3	165.3	369.9	492.9	492.9	492.9
1	4	165.3	369.9	490.3	490.3	490.3
1	5	165.3	364.6	554.4	554.4	554.4
2	1	165.3	364.6	554.4	554.4	554.4
2	2	165.3	369.9	490.3	490.3	490.3
2	3	165.3	369.9	492.9	492.9	492.9
2	4	165.3	369.9	490.3	490.3	490.3
2	5	165.3	364.6	554.4	554.4	554.4

Situación persistente. Combinación frecuente:

Reacción vertical (kN)

		Valores máximos				
Eje	Viga	I1	I2	I3	I4	I5
1	1	165.3	364.6	554.4	703.7	703.7
1	2	165.3	369.9	490.3	800.0	800.0
1	3	165.3	369.9	492.9	825.6	825.6
1	4	165.3	369.9	490.3	800.0	800.0
1	5	165.3	364.6	554.4	703.7	703.7
2	1	165.3	364.6	554.4	703.7	703.7

2	2	165.3	369.9	490.3	800.0	800.0
2	3	165.3	369.9	492.9	825.6	825.6
2	4	165.3	369.9	490.3	800.0	800.0
2	5	165.3	364.6	554.4	703.7	703.7

Situación persistente. Combinación característica:

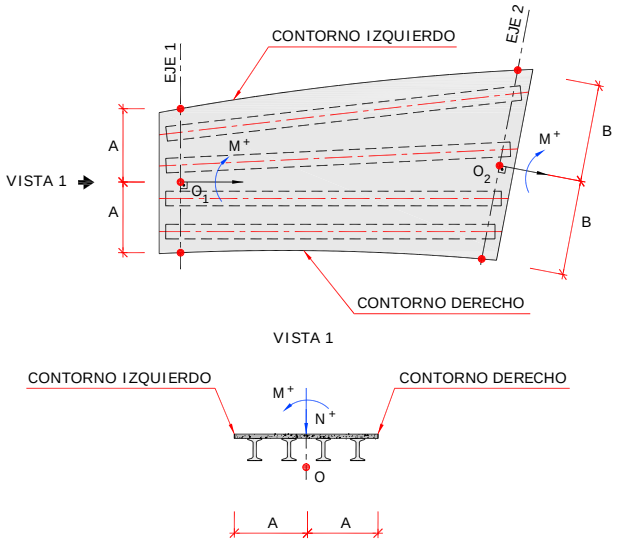
Reacción vertical (kN)						
Valores máximos						
Eje	Viga	I1	I2	I3	I4	I5
1	1	165.3	364.6	554.4	853.1	853.1
1	2	165.3	369.9	490.3	1004.9	1004.9
1	3	165.3	369.9	492.9	1026.2	1026.2
1	4	165.3	369.9	490.3	1004.9	1004.9
1	5	165.3	364.6	554.4	853.1	853.1
2	1	165.3	364.6	554.4	853.1	853.1
2	2	165.3	369.9	490.3	1004.9	1004.9
2	3	165.3	369.9	492.9	1026.2	1026.2
2	4	165.3	369.9	490.3	1004.9	1004.9
2	5	165.3	364.6	554.4	853.1	853.1

Situación persistente. Combinación fundamental:

Reacción vertical (kN)						
Valores máximos						
Eje	Viga	I1	I2	I3	I4	I5
1	1	223.1	492.2	748.5	1155.9	1155.9
1	2	223.1	499.3	661.9	1359.4	1359.4
1	3	223.1	499.3	665.5	1387.2	1387.2
1	4	223.1	499.3	661.9	1359.4	1359.4
1	5	223.1	492.2	748.5	1155.9	1155.9
2	1	223.1	492.2	748.5	1155.9	1155.9
2	2	223.1	499.3	661.9	1359.4	1359.4
2	3	223.1	499.3	665.5	1387.2	1387.2
2	4	223.1	499.3	661.9	1359.4	1359.4
2	5	223.1	492.2	748.5	1155.9	1155.9

29 Reacciones por eje. Valores característicos

Reacciones totales en el eje 1 y en el eje 2
En este apartado se listan las reacciones máximas y mínimas por eje de apoyo, obtenidas a partir de la contribución de cada uno de los apoyos de las vigas del eje.
Se obtiene así la rección vertical y el momento transversal referido a un eje perpendicular al eje de apoyos que pasa por el punto medio de la sección del eje de apoyos.



N- M-: Axil mínimo en el eje de apoyos con el momento concomitante máximo negativo.
N- M+: Axil mínimo en el eje de apoyos con el momento concomitante máximo positivo.
N+ M-: Axil máximo en el eje de apoyos con el momento concomitante máximo negativo.
N+ M+: Axil máximo en el eje de apoyos con el momento concomitante máximo positivo.
M- N-: Momento mínimo en el eje de apoyos con el axil concomitante máximo negativo.
M- N+: Momento mínimo en el eje de apoyos con el axil concomitante máximo positivo.
M+ N-: Momento máximo en el eje de apoyos con el axil concomitante máximo negativo.
M+ N+: Momento máximo en el eje de apoyos con el axil concomitante máximo positivo.

PV : Peso propio de las vigas

Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	826.3	0.0	826.3	0.0	826.3	0.0	826.3	0.0
2	826.3	0.0	826.3	0.0	826.3	0.0	826.3	0.0

PV : Peso propio de las vigas

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	826.3	0.0	826.3	0.0	826.3	0.0	826.3	0.0
2	826.3	0.0	826.3	0.0	826.3	0.0	826.3	0.0

PL : Peso propio de la losa

Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	1012.5	-0.0	1012.5	-0.0	1012.5	-0.0	1012.5	-0.0
2	1012.5	0.0	1012.5	0.0	1012.5	0.0	1012.5	0.0

PL : Peso propio de la losa

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	1012.5	-0.0	1012.5	-0.0	1012.5	-0.0	1012.5	-0.0
2	1012.5	0.0	1012.5	0.0	1012.5	0.0	1012.5	0.0

SE : Superestructura

Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	634.4	-0.0	634.4	-0.0	743.6	-0.0	743.6	-0.0

2	634.4	-0.0	634.4	-0.0	743.6	-0.0	743.6	-0.0

SE : Superestructura

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	634.4	-0.0	743.6	-0.0	634.4	-0.0	743.6	-0.0
2	634.4	-0.0	743.6	-0.0	634.4	-0.0	743.6	-0.0

TRA : Tráfico en aceras

Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	0.0	0.0	0.0	0.0	162.5	0.0	162.5	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	162.5	0.0	162.5	0.0

TRA : Tráfico en aceras

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	81.3	-386.0	81.3	-386.0	81.3	386.0	81.3	386.0
2	81.3	-386.0	81.3	-386.0	81.3	386.0	81.3	386.0

TRP: Tráfico en plataforma

Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	0.0	0.0	0.0	0.0	1362.0	-1211.4	1362.0	1211.4
2	0.0	0.0	0.0	0.0	1362.0	-1211.4	1362.0	1211.4

TRP: Tráfico en plataforma

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	879.5	-1759.0	912.0	-1759.0	879.5	1759.0	912.0	1759.0
2	879.5	-1759.0	912.0	-1759.0	879.5	1759.0	912.0	1759.0

VI : Viento vertical

Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	-102.5	-307.4	-102.5	307.4	102.5	-307.4	102.5	307.4
2	-102.5	-307.4	-102.5	307.4	102.5	-307.4	102.5	307.4

VI : Viento vertical

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	-102.5	-307.4	-102.5	-307.4	102.5	307.4	102.5	307.4
2	-102.5	-307.4	-102.5	-307.4	102.5	307.4	102.5	307.4

GT : Gradiente térmico

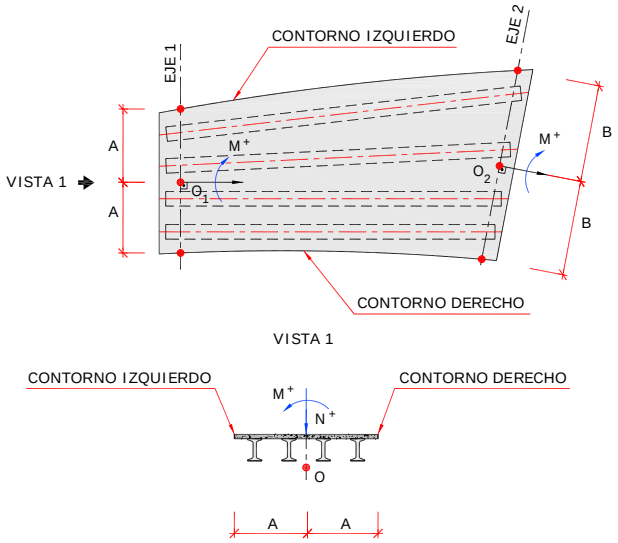
Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

GT : Gradiente térmico

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

30 Reacciones por eje. Valores de combinación

En este apartado se listan las reacciones máximas y mínimas por eje de apoyo, obtenidas a partir de la contribución de cada uno de los apoyos de las vigas del eje.
Se obtiene así la rección vertical y el momento transversal referido a un eje perpendicular al eje de apoyos que pasa por el punto medio de la sección del eje de apoyos.



Reacciones totales en el eje 1 y en el eje 2

Situación persistente. Combinación cuasi permanente:

A tiempo infinito

Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	2473.2	-0.0	2473.2	-0.0	2582.4	-0.0	2582.4	-0.0
2	2473.2	0.0	2473.2	0.0	2582.4	0.0	2582.4	0.0

A tiempo infinito

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	2473.2	-0.0	2582.4	-0.0	2473.2	-0.0	2582.4	-0.0
2	2473.2	0.0	2582.4	0.0	2473.2	0.0	2582.4	0.0

Situación persistente. Combinación frecuente:

A tiempo infinito

Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)

1	2452.7	-61.5	2452.7	61.5	3500.6	-731.3	3500.6	731.3
2	2452.7	-61.5	2452.7	61.5	3500.6	-731.3	3500.6	731.3

A tiempo infinito

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	3042.5	-1228.2	3164.7	-1228.2	3042.5	1228.2	3164.7	1228.2
2	3042.5	-1228.2	3164.7	-1228.2	3042.5	1228.2	3164.7	1228.2

Situación persistente. Combinación característica:

A tiempo infinito

Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	2370.7	-307.4	2370.7	307.4	4168.4	-1395.8	4168.4	1395.8
2	2370.7	-307.4	2370.7	307.4	4168.4	-1395.8	4168.4	1395.8

A tiempo infinito

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	3372.4	-2329.5	3514.1	-2329.5	3495.4	2329.5	3637.1	2329.5
2	3372.4	-2329.5	3514.1	-2329.5	3495.4	2329.5	3637.1	2329.5

Situación persistente. Combinación fundamental:

A tiempo infinito

Eje	N- M-		N- M+		N+ M-		N+ M+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	2319.4	-461.1	2319.4	461.1	5636.5	-1912.0	5636.5	1912.0
2	2319.4	-461.1	2319.4	461.1	5636.5	-1912.0	5636.5	1912.0

A tiempo infinito

Eje	M- N-		M- N+		M+ N-		M+ N+	
	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)	Axil (kN)	Flector (kNm)
1	4157.0	-4104.3	4477.8	-4104.3	4119.4	4104.3	4402.0	4104.3
2	4157.0	-4104.3	4477.8	-4104.3	4119.4	4104.3	4402.0	4104.3

Programa: CivilEstudio

Versión: 34 - 6
Barcelona, 2018

CivilEstudio, software propiedad de CivilCAD Consultores, S.L.
Autores: L.M.Callís, J.M.Roig, I.Callís, P.Reinés
Licencia de uso concedida a: Most Enginyers, S.L.
Número de usuario: 12202

Proyecto:

Nombre del proyecto: *PRECÀLCUL DE LES ESTRUCTURES DEL PROJECTE D'OBRES BÀSIQUES D'URBANITZACIÓ DEL PLA DIRECTOR URBANÍSTIC DEL CENTRE DIRECCIONAL DE CERDANYOLA DEL VALLÈS*
Nombre de la estructura: *7. Viaducte Riera de Sant Cugat*
Nombre del elemento estructural: *Tauler*
Tipo de estructura: *Vigas pretesadas*
Funcionalidad de la estructura: *Estructura de Carretera*
Clase de estructura: *Tablero sin tierras*
Vida útil: *100 años*

Normativas:

Ámbito: *Normas españolas*

Unidades:

Sistema *S.I.*

Despiece:

Sistema Métrico Europeo

Módulo del programa:

Módulo Tablero de vigas
Nombre del archivo de proyecto: *riera_def.vig*
Ruta de acceso: *p:\parc de l'alba\estructures\7. viaducte riera de st. cugat\civilcad tauler*

Informe:

Tipo de informe: *Informe de mediciones*
Informe generado el día 17-12-2020 a las 19:06:39.

Índice

MEDICIONES DEL TABLERO DE VIGAS :

Vigas

Viga 1

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Hormigón de la viga	1	12.912	12.91

Total:	12.912	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Armadura en el alma	1	487.3	487.30
Armadura de refuerzo de rasante viga-losa	1	392.1	392.14
Armadura en el ala inferior	1	84.2	84.19
Armadura en el ala superior	1	186.7	186.68
Armadura longitudinal de piel	1	282.6	282.56
Armadura de refuerzo en extremos	1	36.0	36.02
Armadura de refuerzo a rotura	1	0.0	0.00
Armadura debida al postesado	1	0.0	0.00

Total:	1468.9	kg

Unidad: Peso de acero activo de pretesado

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Acero de pretesado de la viga	1	949.5	949.54

Total:	949.5	kg

Viga 2

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Hormigón de la viga	1	12.898	12.90

Total:	12.898	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Armadura en el alma	1	590.2	590.16
Armadura de refuerzo de rasante viga-losa	1	368.5	368.49
Armadura en el ala inferior	1	85.8	85.78
Armadura en el ala superior	1	189.2	189.16
Armadura longitudinal de piel	1	282.6	282.56

Armadura de refuerzo en extremos	1	59.3	59.28
Armadura de refuerzo a rotura	1	0.0	0.00
Armadura debida al postesado	1	0.0	0.00

Total:	1575.4	kg

Unidad: Peso de acero activo de pretesado

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Acero de pretesado de la viga	1	949.5	949.54

Total:	949.5	kg

Viga 3

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Hormigón de la viga	1	12.898	12.90

Total:	12.898	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Armadura en el alma	1	605.9	605.93
Armadura de refuerzo de rasante viga-losa	1	352.0	352.01
Armadura en el ala inferior	1	85.8	85.78
Armadura en el ala superior	1	189.2	189.16
Armadura longitudinal de piel	1	282.6	282.56
Armadura de refuerzo en extremos	1	65.4	65.45
Armadura de refuerzo a rotura	1	0.0	0.00
Armadura debida al postesado	1	0.0	0.00

Total:	1580.9	kg

Unidad: Peso de acero activo de pretesado

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Acero de pretesado de la viga	1	949.5	949.54

Total:	949.5	kg

Viga 4

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Hormigón de la viga	1	12.898	12.90

Total:	12.898	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Armadura en el alma	1	590.2	590.16
Armadura de refuerzo de rasante viga-losa	1	368.5	368.49
Armadura en el ala inferior	1	85.8	85.78
Armadura en el ala superior	1	189.2	189.16
Armadura longitudinal de piel	1	282.6	282.56
Armadura de refuerzo en extremos	1	59.3	59.28
Armadura de refuerzo a rotura	1	0.0	0.00
Armadura debida al postesado	1	0.0	0.00

Total:	1575.4	kg

Unidad: Peso de acero activo de pretesado

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Acero de pretesado de la viga	1	949.5	949.54

Total:	949.5	kg

Viga 5

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Hormigón de la viga	1	12.912	12.91

Total:	12.912	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Armadura en el alma	1	487.3	487.30
Armadura de refuerzo de rasante viga-losa	1	392.1	392.14
Armadura en el ala inferior	1	84.2	84.19
Armadura en el ala superior	1	186.7	186.68
Armadura longitudinal de piel	1	282.6	282.56
Armadura de refuerzo en extremos	1	36.0	36.02
Armadura de refuerzo a rotura	1	0.0	0.00
Armadura debida al postesado	1	0.0	0.00

Total:	1468.9	kg

Unidad: Peso de acero activo de pretesado

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Acero de pretesado de la viga	1	949.5	949.54

Total:	949.5	kg

Losa

Losa

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Hormigón de la losa	1	81.000	81.00

Total:	81.000	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Armadura inferior longitudinal	1	4298.5	4298.45
Armadura superior longitudinal	1	2975.1	2975.10
Armadura inferior transversal	1	1322.0	1322.04
Armadura superior transversal	1	973.5	973.48
Armadura de zuncho	1	0.0	0.00
Armadura de cortante	1	95.7	95.71
Armadura de borde	1	0.0	0.00

Total:	9664.8	kg

PREDISSENY APARELL DE RECOLZAMENT DEL TAULER
VIADUCTE RIERA SANT CUGAT

1. PROPOSTA DE NEOPRÈ

El neopreno en sí se plantea como un rectángulo de dimensiones:

$a := 250\ mm$ $b := 400\ mm$

Con una altura total

$h_{elastómero\_total} := 53\ mm$ $n_{capas} := 6$ $h_{1.elastómero} := \frac{h_{elastómero\_total}}{n_{capas}} = 8.833\ mm$

$h_{apoyo\_total} := 74\ mm$ $n_{chapas} := n_{capas} - 1 = 5$

$G_{neo} := 0.9\ MPa$ $G_{neo\_rapido} := 2 \cdot G_{neo} = 1.8\ MPa$

Número de recolzaments per alineació: $n_{rec} := 5$

Número de alineacions: $n_{ali} := 2$

2. REACCIONS I GIRS

De l'informe de càlcul del tauler s'extreu:

26 Reacciones por apoyo. Valores de combinación

Reacciones en vigas en el eje 1 y en el eje 2

Instante	Descripción
I1	Tras la transferencia del pretesado
I2	Tras la ejecución de las riostras
I3	Tras el hormigonado de la losa
I4	Tras la disposición de la superestructura
I5	Tras la apertura al tráfico
I6	A tiempo infinito

Situación persistente. Combinación fundamental:

Reacción vertical (kN)						
Valores máximos						
Eje	Viga	I1	I2	I3	I4	I5
1	1	223.1	492.2	748.5	1155.9	1155.9
1	2	223.1	499.3	661.9	1359.4	1359.4
1	3	223.1	499.3	665.5	1387.2	1387.2
1	4	223.1	499.3	661.9	1359.4	1359.4
1	5	223.1	492.2	748.5	1155.9	1155.9
2	1	223.1	492.2	748.5	1155.9	1155.9
2	2	223.1	499.3	661.9	1359.4	1359.4
2	3	223.1	499.3	665.5	1387.2	1387.2
2	4	223.1	499.3	661.9	1359.4	1359.4
2	5	223.1	492.2	748.5	1155.9	1155.9

$R_{max} := 1387.2\ kN$

$R_{min} := 661.9\ kN$

Viga	Apoyo	Tras la transferencia del pretesado		Tras el hormigonado de la losa		Tras la disposición de la superestructura		Tras la apertura al tráfico	
		$\theta_{máx}$ (rad)	$\theta_{mín}$ (rad)	$\theta_{máx}$ (rad)	$\theta_{mín}$ (rad)	$\theta_{máx}$ (rad)	$\theta_{mín}$ (rad)	$\theta_{máx}$ (rad)	$\theta_{mín}$ (rad)
1	1	0.006533	0.007518	0.002572	0.003558	0.001376	0.002239	0.002339	-0.000606
1	2	-0.007519	-0.006533	-0.003558	-0.002572	-0.002239	-0.001376	0.000606	-0.002339
2	1	0.006533	0.007518	0.002478	0.003464	0.001607	0.002403	0.002549	-0.000783
2	2	-0.007519	-0.006533	-0.003464	-0.002479	-0.002403	-0.001607	0.000783	-0.002549
3	1	0.006533	0.007518	0.002478	0.003464	0.001717	0.002486	0.002659	-0.000685
3	2	-0.007519	-0.006533	-0.003464	-0.002479	-0.002487	-0.001718	0.000685	-0.002659

4	1	0.006533	0.007518	0.002478	0.003464	0.001607	0.002403	0.002549	-0.000783
4	2	-0.007519	-0.006533	-0.003464	-0.002479	-0.002403	-0.001607	0.000783	-0.002549
5	1	0.006533	0.007518	0.002572	0.003558	0.001376	0.002239	0.002339	-0.000606
5	2	-0.007519	-0.006533	-0.003558	-0.002572	-0.002239	-0.001376	0.000606	-0.002339

Viga	Apoyo	A tiempo infinito	
		$\theta_{máx}$ (rad)	$\theta_{mín}$ (rad)
1	1	0.003895	0.001951
1	2	-0.001951	-0.003895
2	1	0.004306	0.001909
2	2	-0.001909	-0.004306
3	1	0.004519	0.002083
3	2	-0.002084	-0.004520
4	1	0.004306	0.001909
4	2	-0.001909	-0.004306
5	1	0.003895	0.001951
5	2	-0.001951	-0.003895

$\theta_{max} := 0.007519\ rad$

3. ANÀLISI DE RIGIDESA HORITZONTAL DEL PONT

$$K_{1.apoyo} := \frac{a \cdot b \cdot G_{neo}}{h_{elastómero\_total}} = 1698.113 \ \frac{1}{m} \cdot kN$$

$$K_{estribo} := 10^{90} \cdot \frac{1}{m} \cdot kN \qquad K_{conjunto\_estribo} := \frac{1}{\frac{1}{K_{estribo}} + \frac{1}{K_{1.apoyo} \cdot n_{rec}}} = \left(8.491 \cdot 10^{3}\right) \frac{1}{m} \cdot kN$$

$$K_{longitudinal\_puente} := 2 \cdot K_{conjunto\_estribo} = \left(1.698 \cdot 10^{4}\right) \frac{1}{m} \cdot kN$$

4. ANÀLISI D'ESFORÇOS HORIZONTALS

Ample del tauler: $B := 12 \ m$
Longitud total del tauler: $L := 27 \ m$
Cantell del tauler: $H := 1.45 \ m$
Número de carrils virtuals: $n_{cv} := 2$
Esviatge del tauler: $\varphi := 0 \cdot grad = 0 \ °$

$$grad := \frac{90 \ °}{100} = 0.016$$

Força de frenada i arrancada:

$$Q_{lk\_1} := \max\left(180 \ kN, \min\left(1.2 \cdot 300 \ kN + 0.1 \cdot 3 \ m \cdot \frac{9 \ kN}{m^2} \cdot L, 900 \ kN\right)\right) = 432.9 \ kN$$

$$Q_{lk\_2} := \max\left(180 \ kN, \min\left(1.2 \cdot 200 \ kN + 0.1 \cdot 3 \ m \cdot \frac{2.5 \ kN}{m^2} \cdot L, 900 \ kN\right)\right) = 260.25 \ kN$$

$$F_{fren} := Q_{lk\_1} + Q_{lk\_2} = 693.15 \ kN$$

Força horitzontal induïda pel vent:

$c_{dir} := 1.0$
$c_{season} := 1.0$

Període de retorno $T := 100 \ yr$

$$c_{prob} := \sqrt{\left(\frac{1 - 0.2 \cdot \ln\left(-\ln\left(1 - \frac{1 \ yr}{T}\right)\right)}{1 - 0.2 \cdot \ln\left(-\ln(0.98)\right)}\right)} = 1.038$$

$v_{b.0} := 29 \ \frac{m}{s}$

$v_b := v_{b.0} \cdot c_{dir} \cdot c_{season} \cdot c_{prob} = 30.116 \ \frac{m}{s}$

$\rho := 1.25 \cdot \frac{kg}{m^3}$

$c_e := 1.288$

$t_{pavi} := 10 \ cm$

El canto del tablero efectivo a viento es $h_{vt} := H + t_{pavi} + 2\ m = 3.55\ m$

$A_{ref\_Y} := h_{vt} = 3.55\ m$

El coeficiente de fuerza

$B_{tablero\_viento} := B = 12\ m$

$$c_{f.Y} := \max\left(\min\left(2.5 - 0.3 \cdot \frac{B_{tablero\_viento}}{A_{ref\_Y}}, 2.4\right), 1.3\right) = 1.486$$

Fuerza total de viento sobre tablero

$$F_{w.Y\_total} := \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^{\ 2} \cdot c_e \cdot c_{f.Y} \cdot A_{ref\_Y} \cdot L = 103.985\ kN$$

Fuerza de viento transversal en cada apoyo:

$$F_{w\_Y\_apoyo} := \frac{K_{1.apoyo}}{K_{longitudinal\_puente}} \cdot F_{w.Y\_total} = 10.399\ kN$$

Fuerza de viento longitudinal en cada apoyo:

$$F_{w\_X\_apoyo} := F_{w\_Y\_apoyo} \cdot 0.25 = 2.6\ kN$$

Fuerza de frenado longitudinal en cada apoyo:

$$F_{fr\_X\_apoyo} := \frac{K_{1.apoyo}}{K_{longitudinal\_puente}} \cdot F_{fren} = 69.315\ kN$$

5. ANÀLISI D'EFECTES TERMOHIGROMÈTRICS

$$\varepsilon_{termohigrometric\_total} := 1\ \frac{mm}{m}$$

$$\Delta_{total} := \frac{L}{2} \cdot \varepsilon_{termohigrometric\_total} = 13.5\ mm$$

$$F_{termohigrometrica\_total} := K_{longitudinal\_puente} \cdot \Delta_{total} = 229.245\ kN$$

$$F_{termohigrometrica\_X\_apoyo} := \frac{K_{1.apoyo}}{K_{longitudinal\_puente}} \cdot F_{termohigrometrica\_total} = 22.925\ kN$$

6. VERIFICACIÓ DEL NEOPRÈ

Verificación de aparato de apoyo según norma EN 1337-3:2005

Coeficiente de mayoración de acciones $\gamma_A := 1.35$

Parámetros de cálculo

$h_{elastómero\_total} = 53\ mm$ $a = 0.25\ m$ $b = 0.4\ m$

$a' := a - 2\ cm = 0.23\ m$ $b' := b - 2\ cm = 0.38\ m$

$A_1 := a' \cdot b' = 874\ cm^2$ $G_{neo} = 0.9\ MPa$ $G_{neo\_rapido} = 1.8\ MPa$

$$S := \frac{a' \cdot b'}{2 \cdot (a' + b') \cdot h_{1.elastómero}} = 8.11$$

$$A_{reducida} := a' \cdot b' \cdot \left(1 - \frac{\Delta_{total} \cdot \gamma_A}{a'}\right) = 804.745\ cm^2$$

Deformación máxima de compresión

$N_{ed} := R_{max} = (1.387 \cdot 10^3)\ kN$

$$\varepsilon_{c.d} := \frac{N_{ed}}{G_{neo} \cdot A_{reducida} \cdot S} = 2.362$$

Deformación máxima en cizalla

$$H_{ed} := \gamma_A \cdot \sqrt{F_{w\_Y\_apoyo}^{\ 2} + (F_{fr\_X\_apoyo} + F_{w\_X\_apoyo})^2} = 98.094\ kN$$

$$v_{xy.d} := \frac{H_{ed} \cdot h_{elastómero\_total}}{a \cdot b \cdot G_{neo\_rapido}} + \Delta_{total} \cdot \gamma_A = 47.108\ mm$$

$$\varepsilon_{q.d} := \frac{v_{xy.d}}{h_{elastómero\_total}} = 0.889 \quad < 1 \quad \text{if}\ (\varepsilon_{q.d} \leq 1, \text{“válido”}, \text{“NO válido”}) = \text{“válido”}$$

Deformación máxima en cizalla debida a rotación angular

$\theta_{max\_cargas} := \theta_{max} \cdot \gamma_A$

$$\varepsilon_{\alpha.d} := \frac{a'^2 \cdot \theta_{max\_cargas} \cdot h_{1.elastómero}}{2 \cdot h_{1.elastómero}^{\ 3} \cdot n_{capas}} = 0.573$$

Deformación máxima de diseño

$\varepsilon_{t.d} := \varepsilon_{c.d} + \varepsilon_{q.d} + \varepsilon_{\alpha.d} = 3.824 \quad < 7 \quad \text{if}\left(\varepsilon_{t.d} \le 7, \text{“válido”}, \text{“NO válido”}\right) = \text{“válido”}$

Flecha vertical

$$v_{c.d} := \frac{N_{ed} \cdot h_{elastómero\_total}}{A_{reducida}} \cdot \left(\frac{1}{5 \cdot G_{neo} \cdot S^2} + \frac{1}{2000\ \text{MPa}}\right) = 3.543\ \text{mm}$$

Límite de rotación

$$v_{c.d} - \frac{\left(a' \cdot \theta_{max\_cargas}\right)}{3} = 0.003\ \text{m} \quad \text{if}\left(v_{c.d} - \frac{\left(a' \cdot \theta_{max\_cargas}\right)}{3} \ge 0, \text{“válido”}, \text{“NO válido”}\right) = \text{“válido”}$$

Estabilidad a torsión

$$\frac{N_{ed}}{A_{reducida}} = 17.238\ \text{MPa} \qquad \frac{2 \cdot a' \cdot G_{neo} \cdot S}{3 \cdot h_{1.elastómero}} = 126.701\ \text{MPa}$$

$$\text{if}\left(\frac{N_{ed}}{A_{reducida}} \le \frac{2 \cdot a' \cdot G_{neo} \cdot S}{3 \cdot h_{1.elastómero}}, \text{“válido”}, \text{“NO válido”}\right) = \text{“válido”}$$

Condición de no deslizamiento

$$\frac{R_{min}}{A_{reducida}} = 8.225\ \text{MPa}$$

$$\text{if}\left(\frac{R_{min}}{A_{reducida}} \ge 3\ \text{MPa}, \text{“válido”}, \text{“NO válido”}\right) = \text{“válido”}$$

$K_f := 0.2$ [0.2 para morteros lecho de resina , 0.6 para hormigón]

$$\mu_e := 0.1 + \frac{1.5\ \text{MPa} \cdot K_f}{\frac{R_{min}}{A_{reducida}}} = 0.136$$

$H_{ed} = 98.094\ \text{kN} \qquad \mu_e \cdot R_{min} = 90.332\ \text{kN}$

$\text{if}\left(H_{ed} \le \mu_e \cdot R_{min}, \text{“no es necesario anclar”}, \text{“ES NECESARIO ANCLAR”}\right) = \text{“ES NECESARIO ANCLAR”}$

7. CATÀL·LEG DE NEOPRENS

Sense pèrdua de generalitat s'escull el catàleg del fabricant Mecanogumba

CUADRO DE CARACTERÍSTICAS

mecanoGumba

APOYOS ARMADOS STANDARD Y ANCLADOS

				mínima $\sigma \geq 5$ N/mm^2			mínima $\sigma < 5$ N/mm^2									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Formato Dimensiones en planta a · b D	Carga Admisible	Módulo E	Nº de capas	Desplaza-miento admisible Tipo 1	Altura total del apoyo Tipo 1	Altura total de elastómero Tipo 1 T	Desplaza-miento admisible Tipos 2 a 5	Altura total del apoyo Tipo 2	Altura total del apoyo Tipo 4	Altura total del apoyo Tipo 5	Altura total de elastómero Tipos 2 a 5 T	Pernos para Tipos 2 y 4 ver 1.2.2	Angulos de giro n · α	Angulos de giro n · α	Angulos de giro n · α	Angulos de giro Ø n · α
mm	kN	N/mm^2		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm		arc.	arc.	arc.	arc.
100 x 150	225	235	1	7,0	14	10	--	--	--	--	--	1	0,004	0,003	0,005	
			2	10,5	21	15	7,0	42	72	26	10		0,008	0,006	0,010	
			3	14,0	28	20	10,5	49	79	33	15		0,012	0,009	0,015	
			4	16,3	35	25	14,0	56	86	40	20		0,016	0,012	0,020	
			5	18,0	42	30	16,3	63	93	47	25		0,020	0,015	0,025	
			6	--	--	--	18,0	70	100	54	30		0,024	0,018	0,030	
150 x 200	450	480	1	7,0	14	10	--	--	--	--	--	1	0,003	0,003	0,004	
			2	10,5	21	15	7,0	42	72	26	10		0,006	0,006	0,008	
			3	14,0	28	20	10,5	49	79	33	15		0,009	0,009	0,013	
			4	17,5	35	25	14,0	56	86	40	20		0,012	0,012	0,017	
			5	21,0	42	30	17,5	63	93	47	25		0,015	0,015	0,021	
			6	23,3	49	35	21,0	70	100	54	30		0,018	0,018	0,025	
			7	25,3	56	40	23,3	77	107	61	35		0,021	0,021	0,029	
			8	27,0	63	45	25,3	84	114	68	40		0,024	0,024	0,033	
			9	--	--	--	27,0	91	121	75	45		0,027	0,027	0,037	
Ø 200	471	236	1	9,1	19	13	--	--	--	--	--	1	0,003	0,003	0,004	0,004
200 x 250	750	315	2	14,7	30	21	11,2	49	79	33	16	1	0,006	0,005	0,008	0,008
200 x 300	900	355	3	20,3	41	29	16,8	60	90	44	24	1	0,009	0,008	0,012	0,012
			4	25,9	52	37	22,4	71	101	55	32		0,012	0,010	0,016	0,016
			5	30,4	63	45	28,0	82	112	66	40		0,015	0,013	0,020	0,020
			6	33,7	74	53	31,7	93	123	77	48		0,018	0,015	0,024	0,024
			7	36,3	85	61	34,7	104	134	88	56		0,021	0,018	0,028	0,028
200 x 400	1200	430	1	9,1	19	13	--	--	--	--	--	2	0,003	0,001	0,003	
			2	14,7	30	21	11,2	49	79	33	16		0,006	0,002	0,006	
			3	20,3	41	29	16,8	60	90	44	24		0,009	0,003	0,009	
			4	25,9	52	37	22,4	71	101	55	32		0,012	0,005	0,012	
			5	30,4	63	45	28,0	82	112	66	40		0,015	0,006	0,015	
			6	33,7	74	53	31,7	93	123	77	48		0,018	0,008	0,018	
			7	36,3	85	61	34,7	104	134	88	56		0,021	0,009	0,021	
Ø 250	735	366	1	9,1	19	13	--	--	--	--	--	1	0,003	0,001	0,003	0,004
250 x 400	1500	610	2	14,7	30	21	11,2	49	79	33	16	2	0,005	0,002	0,005	0,008
			3	20,3	41	29	16,8	60	90	44	24		0,008	0,004	0,008	0,012
			4	25,9	52	37	22,4	71	101	55	32		0,010	0,005	0,010	0,016
			5	31,5	63	45	28,0	82	112	66	40		0,013	0,006	0,013	0,020
			6	36,5	74	53	33,6	93	123	77	48		0,015	0,007	0,016	0,024
			7	40,0	85	61	37,9	104	134	88	56		0,018	0,009	0,018	0,028
			8	43,1	96	69	41,2	115	141	99	64		0,020	0,010	0,021	0,032
			9	--	--	--	44,1	126	156	110	72		0,023	0,011	0,023	0,036

Datos según fabricante para el siguiente apoyo: $a = 250$ **mm** $b = 400$ **mm** $n_{capas} = 6$

$h_{elastómero\_total} = 53$ **mm** $h_{apoyo\_total} = 74$ **mm**

$carga_{admisible} := 1500$ **kN** $\dfrac{N_{ed}}{\gamma_A} = 1027.556$ **kN**

$desplazamiento_{max} := 36.5$ **mm** $\dfrac{V_{xy.d}}{\gamma_A} = 34.895$ **mm**

$giro_{admisible} := 0.015$ **rad** $\dfrac{\theta_{max\_cargas}}{\gamma_A} = 0.008$ **rad**

$$\text{if}\left(\text{carga}_{\text{admisible}} \geq \frac{N_{ed}}{\gamma_A}, \text{“válido”}, \text{“NO válido”}\right) = \text{“válido”}$$

$$\text{if}\left(\text{desplazamiento}_{\text{max}} \geq \frac{v_{xy.d}}{\gamma_A}, \text{“válido”}, \text{“NO válido”}\right) = \text{“válido”}$$

$$\text{if}\left(\text{giro}_{\text{admisible}} \geq \frac{\theta_{\text{max\_cargas}}}{\gamma_A}, \text{“válido”}, \text{“NO válido”}\right) = \text{“válido”}$$

Programa: CivilEstudio

Versión: 34 - 6
Barcelona, 2018

CivilEstudio, software propiedad de CivilCAD Consultores, S.L.
Autores: L.M.Callís, J.M.Roig, I.Callís, P.Reinés
Licencia de uso concedida a: Most Enginyers, S.L.
Número de usuario: 12202

Proyecto:

Nombre del proyecto: *PRECÀLCUL DE LES ESTRUCTURES DEL PROJECTE D'OBRES BÀSIQUES D'URBANITZACIÓ DEL PLA DIRECTOR URBANÍSTIC DEL CENTRE DIRECCIONAL DE CERDANYOLA DEL VALLÈS*
Nombre de la estructura: *7 Viaducte Riera Sant Cugat*
Nombre del elemento estructural: *Estrep flotant*
Tipo de estructura: *Cargadero cimentado mediante pilotes*
Funcionalidad de la estructura: *Estructura de Carretera*
Clase de estructura: *Cargadero sin encepado*
Vida útil: *100 años*

Normativas:

Ámbito: *Normas españolas*

Unidades:

Sistema *S.I.*

Despiece:

Sistema Métrico Europeo

Módulo del programa:

Módulo Estribo flotante
Nombre del archivo de proyecto: *v7_v1.efl*
Ruta de acceso: *p:\parc de l'alba\estructures\7. viaducte riera de st. cugat\civilcad estrep*

Informe:

Tipo de informe: *Memoria de cálculo*
Informe generado el día 20-12-2020 a las 18:02:58.

Incidencias :

Incidencia nº 1 :
Tarea :
Generación del modelo de cálculo
Causa :

Incidencia nº 2 :
Tarea :
Cálculo: fisuración
Causa :
La armadura necesaria es superior a la armadura máxima del despiece (diámetro máximo y separación mínima).

Incidencia nº 3 :
Tarea :
Generación del despiece
Causa :
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara inferior. Posición del despiece incorrecta.
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara superior. Posición del despiece incorrecta.
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara interior. Posición del despiece incorrecta.
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara exterior. Posición del despiece incorrecta.

Índice

1 RESUMEN DE VERIFICACIONES

2 DEFINICIóN DEL PROYECTO

2.1 Normativas
2.2 Geometría
2.2.1 Planta
2.2.2 Sección
2.2.3 Cargadero
2.2.4 Espaldón
2.2.5 Apoyos
2.2.6 Aleta 1
2.2.7 Aleta 2
2.2.8 Pilotes
2.3 Terreno
2.4 Materiales
2.4.1 Hormigón Alzado. Espaldón
2.4.2 Hormigón Alzado. Cargadero
2.4.3 Hormigón Alzado. Aletas
2.4.4 Hormigón Pilotes
2.4.5 Hormigón Capa de nivelación
2.4.6 Armadura pasiva Alzado. Espaldón
2.4.7 Armadura pasiva Alzado. Cargadero
2.4.8 Armadura pasiva Alzado. Aletas
2.4.9 Armadura pasiva Pilotes
2.5 Fisuración
2.6 Acciones
2.6.1 Acciones permanentes en el estribo
2.6.2 Acciones variables en el estribo
2.6.3 Acciones permanentes en el tablero
2.6.4 Acciones variables en el tablero
2.7 Seguridad
2.8 Armadura
2.8.1 Recubrimientos geométricos
2.9 Configuración del cálculo

3 MODELO

4 ESFUERZOS CARACTERíSTICOS

4.1 Peso propio. Estribo
4.1.1 Pilotes
4.1.2 Cargadero
4.1.3 Espaldón
4.1.4 Aleta 1
4.1.5 Aleta 2
4.2 Terreno. Tierras. Empuje en trasdós
4.2.1 Pilotes
4.2.2 Cargadero
4.2.3 Espaldón
4.2.4 Aleta 1

4.2.5 Aleta 2
4.3 Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje
4.3.1 Pilotes
4.3.2 Cargadero
4.3.3 Espaldón
4.3.4 Aleta 1
4.3.5 Aleta 2
4.4 Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical
4.4.1 Pilotes
4.4.2 Cargadero
4.4.3 Espaldón
4.4.4 Aleta 1
4.4.5 Aleta 2
4.5 Peso propio. Tablero
4.5.1 Pilotes
4.5.2 Cargadero
4.5.3 Espaldón
4.5.4 Aleta 1
4.5.5 Aleta 2
4.6 Superestructura del tablero
4.6.1 Pilotes
4.6.2 Cargadero
4.6.3 Espaldón
4.6.4 Aleta 1
4.6.5 Aleta 2
4.7 Reología. Retracción
4.7.1 Pilotes
4.7.2 Cargadero
4.7.3 Espaldón
4.7.4 Aleta 1
4.7.5 Aleta 2
4.8 Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1
4.8.1 Pilotes
4.8.2 Cargadero
4.8.3 Espaldón
4.8.4 Aleta 1
4.8.5 Aleta 2
4.9 Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2
4.9.1 Pilotes
4.9.2 Cargadero
4.9.3 Espaldón
4.9.4 Aleta 1
4.9.5 Aleta 2
4.10 Viento. Con sobrecarga de uso
4.10.1 Pilotes
4.10.2 Cargadero
4.10.3 Espaldón
4.10.4 Aleta 1
4.10.5 Aleta 2

5 ESTADO LíMITE DE HUNDIMIENTO

5.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio
5.2 Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio
5.3 Resumen de verificaciones

6 ESTADO LíMITE DE ASIENTOS

6.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio
6.2 Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio
6.3 Resumen de verificaciones

7 ESTADO LíMITE DE ARRANQUE DE LOS PILOTES

7.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio
7.2 Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio
7.3 Resumen de verificaciones

8 ESTADO LíMITE DE FLEXIóN

8.1 Pilotes
8.1.1 Esfuerzos de cálculo
8.1.2 Armaduras
8.2 Espaldón
8.2.1 Esfuerzos de cálculo
8.2.2 Armaduras
8.3 Cargadero
8.3.1 Esfuerzos de cálculo
8.3.2 Armaduras
8.4 Aleta 1
8.4.1 Esfuerzos de cálculo
8.4.2 Armaduras
8.5 Aleta2
8.5.1 Esfuerzos de cálculo
8.5.2 Armaduras
8.6 Resumen de verificaciones

9 ESTADO LíMITE DE TORSIóN

9.1 Cargadero
9.1.1 Esfuerzos de cálculo
9.1.2 Dimensionamiento de armaduras
9.2 Resumen de verificaciones

10 ESTADO LíMITE DE FISURACIóN

10.1 Pilotes
10.1.1 Esfuerzos de cálculo
10.1.2 Cálculo de E.L. de fisuración
10.2 Espaldón
10.2.1 Esfuerzos de cálculo
10.2.2 Cálculo de E.L. de fisuración
10.3 Cargadero
10.3.1 Esfuerzos de cálculo
10.3.2 Cálculo de E.L. de fisuración
10.3.2.1 Resultados del cálculo por secciones
10.3.2.2 Resultados del cálculo en la sección más desfavorable
10.4 Aleta 1
10.4.1 Esfuerzos de cálculo
10.4.2 Cálculo de E.L. de fisuración
10.5 Aleta2
10.5.1 Esfuerzos de cálculo
10.5.2 Cálculo de E.L. de fisuración

10.6 Resumen de verificaciones

11 ESTADO LíMITE DE CORTANTE

11.1 Pilotes
11.1.1 Esfuerzos de cálculo
11.1.2 Armaduras de cortante
11.2 Espaldón
11.2.1 Esfuerzos de cálculo
11.2.2 Armaduras de cortante
11.3 Cargadero
11.3.1 Esfuerzos de cálculo
11.3.2 Armaduras de cortante
11.4 Aleta 1
11.4.1 Esfuerzos de cálculo
11.4.2 Armaduras de cortante
11.5 Aleta2
11.5.1 Esfuerzos de cálculo
11.5.2 Armaduras de cortante
11.6 Resumen de verificaciones

12 ESTADO LíMITE DE DEFORMACIONES

12.1 Pilotes
12.2 Muro espaldón
12.2.1 Deformaciones
12.2.2 Cálculo de E.L. de deformaciones
12.2.2.1 Desplazamientos. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio
12.2.2.2 Desplazamientos. Situación persistente. Combinación frecuente. Estructura en servicio
12.2.2.3 Desplazamientos. Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio
12.3 Aleta 1
12.4 Aleta2
12.5 Resumen de verificaciones

13 ESTADO LíMITE DE DESPIECE

13.1 Resumen de verificaciones

1 RESUMEN DE VERIFICACIONES

Nombre del proyecto: *PRECÀLCUL DE LES ESTRUCTURES DEL PROJECTE D'OBRES BÀSIQUES D'URBANITZACIÓ DEL PLA DIRECTOR URBANÍSTIC DEL CENTRE DIRECCIONAL DE CERDANYOLA DEL VALLÈS*
Nombre de la estructura: *7 Viaducte Riera Sant Cugat*
Nombre del elemento estructural: *Estrep flotant*
Tipo de estructura: *Cargadero cimentado mediante pilotes*
Funcionalidad de la estructura: *Estructura de Carretera*
Clase de estructura: *Cargadero sin encepado*
Vida útil: *100 años*

Estribo flotante		
Estado límite geotécnico último de hundimiento de los pilotes		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite geotécnico último de arranque de los pilotes		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite geotécnico de servicio de asientos		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por flexión		
Situación persistente	Envolvente global	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por torsión		
Situación persistente	Envolvente global	Cumple
Estado límite estructural de servicio de fisuración		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	No cumple
Estado límite estructural último de rotura por cortante		
Situación persistente	Envolvente global	Cumple
Estado límite estructural de servicio de deformaciones		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Obtención del despiece de la armadura		
Generación del armado	.	No cumple

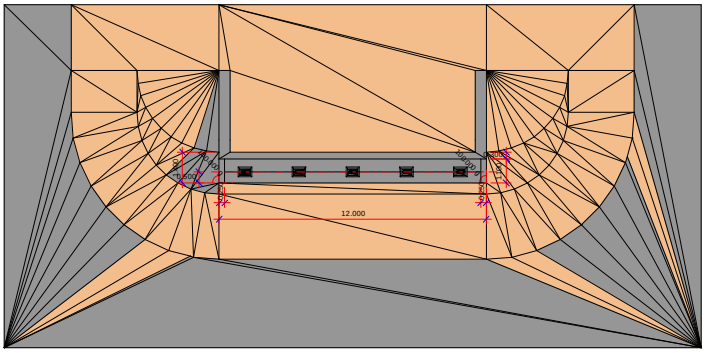
2 DEFINICIóN DEL PROYECTO

2.1 Normativas

IAP. Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera. V. 2011
Guía. Guía de cimentaciones. V. 2009
EHE. Instrucción Española del Hormigón Estructural. V. 2008

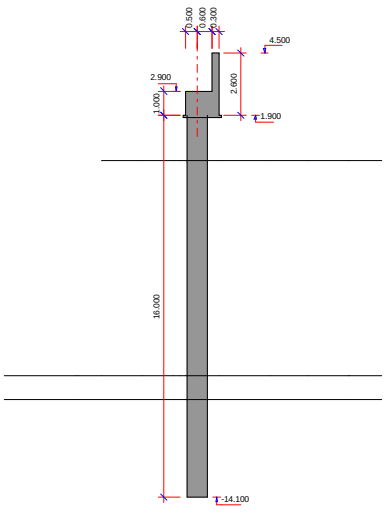
2.2 Geometría

2.2.1 Planta



2.2.2 Sección

Sección del muro frontal

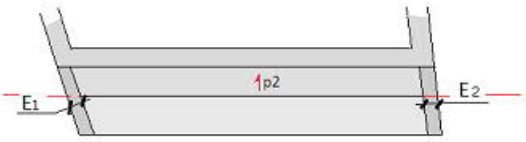


Canto del encepado	:	0.000 m
Cota de la cara superior del encepado	:	1.900 m

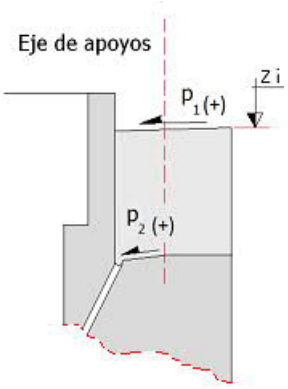
Espesor de la capa de nivelación : 0.100 m

2.2.3 Cargadero

Alzado



Planta

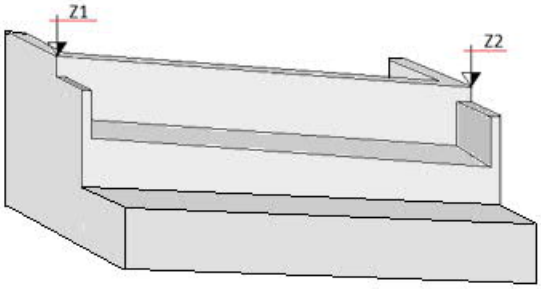


Z_1 : 4.200 m
Z_2 : 2.900 m
Z_3 : 2.900 m
Z_4 : 4.200 m

E_1 : 0.250 m
E_2 : 0.250 m

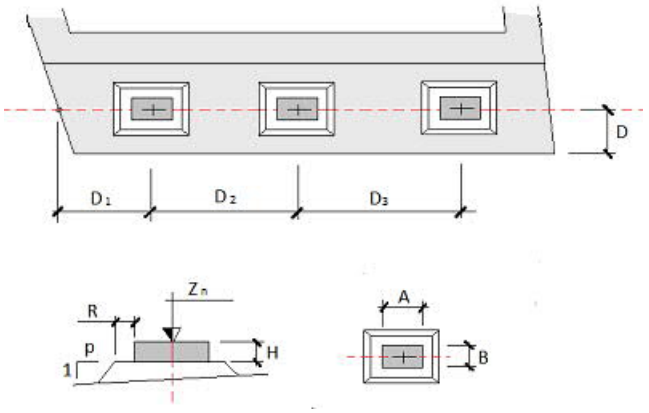
p_1 : 0.0 %
p_2 : 1.0 %

2.2.4 Espaldón



Z_1 : 4.500 m
Z_2 : 4.500 m

2.2.5 Apoyos

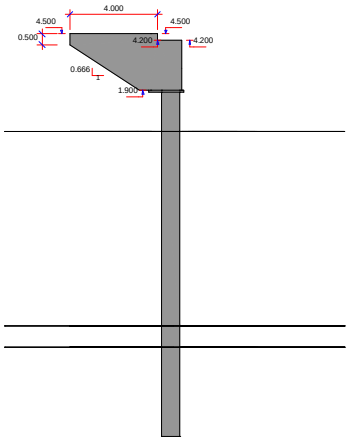


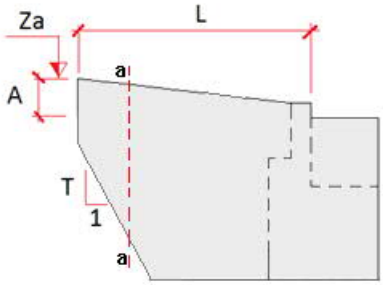
D : 0.500 m
R : 0.050 m
P : 1.0

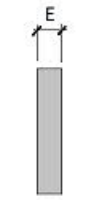
Apoyo	D_i (m)	H (m)	Z_n (m)	A (m)	B (m)
1	1.150	0.074	3.050	0.400	0.250
2	2.425	0.074	3.050	0.400	0.250
3	2.425	0.074	3.050	0.400	0.250
4	2.425	0.074	3.050	0.400	0.250
5	2.425	0.074	3.050	0.400	0.250

2.2.6 Aleta 1

Alzado aleta 1





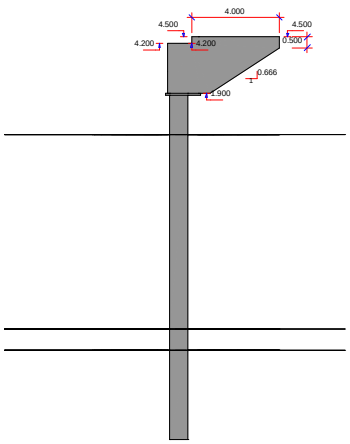


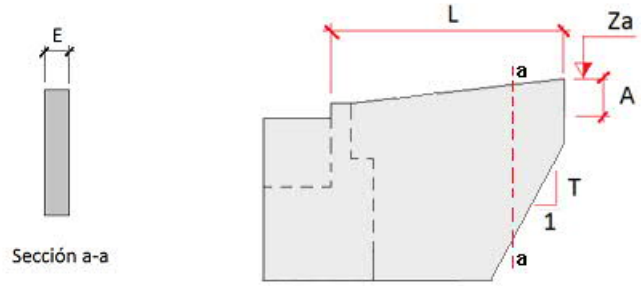
Sección a-a

E : 0.500 m

2.2.7 Aleta 2

Alzado aleta 2





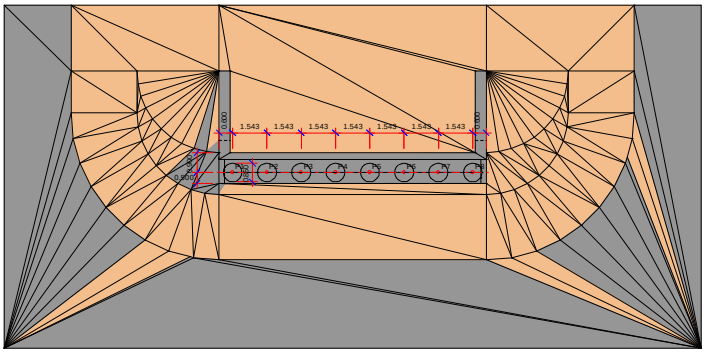
E : 0.500 m

2.2.8 Pilotes

Geometría del pilote :

Longitud	:	16.000 m
Diámetro	:	0.850 m

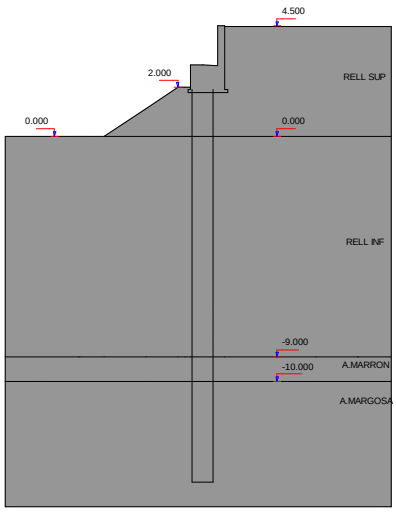
Planta de los pilotes



2.3 Terreno

Definición de las cotas del terreno

Terreno



Cota por debajo de la que se consideran los muelles para la modelización del terreno: 0.000 m

Definición de parámetros geotécnicos de las capas del terreno

Capa	Nombre	Tipo	Cota inferior (m)	Densidad natural (kN/m^3)
1	RELL SUP	Granular	0.000	18.0
2	RELL INF	Granular	-9.000	18.0
3	A.MARRON	Cohesivo	-10.000	20.0
4	A.MARGOSA	Cohesivo	-10000.000	21.0

Capa	Nombre	Tipo	Ángulo de rozamiento (º)	Cohesión (kN/m^2)	Resist. Hund. Fuste (kN/m^2)	Resist. Hund. Punta (kN/m^2)	Resistencia Arranque (kN/m^2)
1	RELL SUP	Granular	30.0	5.0	0.0	0.0	0.0
2	RELL INF	Granular	24.0	5.0	0.0	0.0	0.0
3	A.MARRON	Cohesivo	25.0	20.0	88.0	0.0	61.0
4	A.MARGOSA	Cohesivo	20.0	60.0	90.0	1830.0	63.0

Definición de los parámetros contacto hormigón-terreno

Capa	Nombre	Áng. roz. zapata-terreno (º)	Adherencia (kN/m^2)	Áng. roz. alzado-terreno (º)
1	RELL SUP	0.0	0.0	0.0
2	RELL INF	0.0	0.0	0.0
3	A.MARRON	0.0	0.0	0.0
4	A.MARGOSA	0.0	0.0	0.0

Coeficiente de balasto vertical : 100000 kN/m^3

2.4 Materiales

2.4.1 Hormigón Alzado. Espaldón

Denominación: HA-30

Resistencia característica a compresión, f_{ck}	:	30.0 MPa
Resistencia media a compresión, f_{cm}	:	38.0 MPa
Resistencia característica a tracción, $f_{ct,k}$	:	-2.0 MPa
Resistencia media a tracción, $f_{ct,m}$	:	-2.9 MPa

Módulo elástico secante, E_{cm}	:	28576.8	MPa
Módulo elástico inicial (tangente), E_c	:	33577.7	MPa
Coeficiente de Poisson, ν	:	0.20	
Peso específico, γ	:	25.0	kN/m^3
Coeficiente del tipo de cemento, s	:	0.25	
Coeficiente de la naturaleza del árido, α	:	1.0	
Coeficiente de dilatación térmica, α	:	0.00001000	$^oC^{-1}$

Diagrama rectangular:

Coeficiente profundidad del bloque de compresión, λ	:	0.80
Coeficiente intensidad del bloque de compresión, η	:	1.00

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_c	:	1.00
ELU, situación persistente, γ_c	:	1.50
ELU, situación accidental, γ_c	:	1.30

Factores de cansancio del hormigón:

Factor de cansancio a compresión, α_{cc}	:	1.00
Factor de cansancio a tracción, α_{ct}	:	1.00

Endurecimiento : Normal
Tipo de cemento para Alzado. Espaldón : CEM II/A-S (según RC-08).

2.4.2 Hormigón Alzado. Cargadero

Denominación: HA-30

Resistencia característica a compresión, f_{ck}	:	30.0	MPa
Resistencia media a compresión, f_{cm}	:	38.0	MPa
Resistencia característica a tracción, $f_{ct,k}$	:	-2.0	MPa
Resistencia media a tracción, $f_{ct,m}$	:	-2.9	MPa
Módulo elástico secante, E_{cm}	:	28576.8	MPa
Módulo elástico inicial (tangente), E_c	:	33577.7	MPa
Coeficiente de Poisson, ν	:	0.20	
Peso específico, γ	:	25.0	kN/m^3
Coeficiente del tipo de cemento, s	:	0.25	
Coeficiente de la naturaleza del árido, α	:	1.0	
Coeficiente de dilatación térmica, α	:	0.00001000	$^oC^{-1}$

Diagrama rectangular:

Coeficiente profundidad del bloque de compresión, λ	:	0.80
Coeficiente intensidad del bloque de compresión, η	:	1.00

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_c	:	1.00
ELU, situación persistente, γ_c	:	1.50
ELU, situación accidental, γ_c	:	1.30

Factores de cansancio del hormigón:

Factor de cansancio a compresión, α_{cc}	:	1.00
Factor de cansancio a tracción, α_{ct}	:	1.00

Endurecimiento : Normal
Tipo de cemento para Alzado. Cargadero : CEM II/A-S (según RC-08).

2.4.3 Hormigón Alzado. Aletas

Denominación: HA-30

Resistencia característica a compresión, f_{ck}	:	30.0	MPa
Resistencia media a compresión, f_{cm}	:	38.0	MPa
Resistencia característica a tracción, $f_{ct,k}$	:	-2.0	MPa
Resistencia media a tracción, $f_{ct,m}$	:	-2.9	MPa
Módulo elástico secante, E_{cm}	:	28576.8	MPa
Módulo elástico inicial (tangente), E_c	:	33577.7	MPa
Coeficiente de Poisson, ν	:	0.20	

Peso específico, γ	25.0	kN/m^3
Coeficiente del tipo de cemento, s	0.25	
Coeficiente de la naturaleza del árido, α	1.0	
Coeficiente de dilatación térmica, α	0.00001000	$^oC^{-1}$

Diagrama rectangular:

Coeficiente profundidad del bloque de compresión, λ	0.80	
Coeficiente intensidad del bloque de compresión, η	1.00	

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_c	1.00	
ELU, situación persistente, γ_c	1.50	
ELU, situación accidental, γ_c	1.30	

Factores de cansancio del hormigón:

Factor de cansancio a compresión, α_{cc}	1.00	
Factor de cansancio a tracción, α_{ct}	1.00	

Endurecimiento : Normal
Tipo de cemento para Alzado. Aletas : CEM II/A-S (según RC-08).

2.4.4 Hormigón Pilotes

Denominación: HA-30

Resistencia característica a compresión, f_{ck}	30.0	MPa
Resistencia media a compresión, f_{cm}	38.0	MPa
Resistencia característica a tracción, $f_{ct,k}$	-2.0	MPa
Resistencia media a tracción, $f_{ct,m}$	-2.9	MPa
Módulo elástico secante, E_{cm}	28576.8	MPa
Módulo elástico inicial (tangente), E_c	33577.7	MPa
Coeficiente de Poisson, ν	0.20	
Peso específico, γ	25.0	kN/m^3
Coeficiente del tipo de cemento, s	0.25	
Coeficiente de la naturaleza del árido, α	1.0	
Coeficiente de dilatación térmica, α	0.00001000	$^oC^{-1}$

Diagrama rectangular:

Coeficiente profundidad del bloque de compresión, λ	0.80	
Coeficiente intensidad del bloque de compresión, η	1.00	

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_c	1.00	
ELU, situación persistente, γ_c	1.50	
ELU, situación accidental, γ_c	1.30	

Factores de cansancio del hormigón:

Factor de cansancio a compresión, α_{cc}	1.00	
Factor de cansancio a tracción, α_{ct}	1.00	

Endurecimiento : Normal
Tipo de cemento para Pilotes : CEM II/A-S (según RC-08).

2.4.5 Hormigón Capa de nivelación

Denominación: HM-15

Resistencia característica a compresión, f_{ck}	15.0	MPa

Tipo de cemento para Capa de nivelación : CEM I (según RC-08).

2.4.6 Armadura pasiva Alzado. Espaldón

Denominación: AP500 S

Límite elástico característico, f_{yk}	500	MPa
Tensión unitaria de rotura , f_s	550	MPa

Módulo de deformación longitudinal del acero, E_S	:	200000	MPa
Deformación última en compresión, $\varepsilon_{max,1}$	:	0.01000	
Deformación última en tracción, $\varepsilon_{max,2}$	:	-0.01000	
Densidad del acero, γ	:	77.0	kN/m^3

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_S	:	1.00
ELU, situación persistente, γ_S	:	1.15
ELU, situación accidental, γ_S	:	1.00

2.4.7 Armadura pasiva Alzado. Cargadero

Denominación: AP500 S

Límite elástico característico, f_{yk}	:	500	MPa
Tensión unitaria de rotura , f_S	:	550	MPa
Módulo de deformación longitudinal del acero, E_S	:	200000	MPa
Deformación última en compresión, $\varepsilon_{max,1}$	:	0.01000	
Deformación última en tracción, $\varepsilon_{max,2}$	:	-0.01000	
Densidad del acero, γ	:	77.0	kN/m^3

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_S	:	1.00
ELU, situación persistente, γ_S	:	1.15
ELU, situación accidental, γ_S	:	1.00

2.4.8 Armadura pasiva Alzado. Aletas

Denominación: AP500 S

Límite elástico característico, f_{yk}	:	500	MPa
Tensión unitaria de rotura , f_S	:	550	MPa
Módulo de deformación longitudinal del acero, E_S	:	200000	MPa
Deformación última en compresión, $\varepsilon_{max,1}$	:	0.01000	
Deformación última en tracción, $\varepsilon_{max,2}$	:	-0.01000	
Densidad del acero, γ	:	77.0	kN/m^3

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_S	:	1.00
ELU, situación persistente, γ_S	:	1.15
ELU, situación accidental, γ_S	:	1.00

2.4.9 Armadura pasiva Pilotes

Denominación: AP500 S

Límite elástico característico, f_{yk}	:	500	MPa
Tensión unitaria de rotura , f_S	:	550	MPa
Módulo de deformación longitudinal del acero, E_S	:	200000	MPa
Deformación última en compresión, $\varepsilon_{max,1}$	:	0.01000	
Deformación última en tracción, $\varepsilon_{max,2}$	:	-0.01000	
Densidad del acero, γ	:	77.0	kN/m^3

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_S	:	1.00
ELU, situación persistente, γ_S	:	1.15
ELU, situación accidental, γ_S	:	1.00

2.5 Fisuración

Alzado. Espaldón

Clase de exposición: IIb

Anchura de fisura admisible : 0.30 mm

Alzado. Cargadero
Clase de exposición: IIb
Anchura de fisura admisible : 0.30 mm

Alzado. Aletas
Clase de exposición: IIb
Anchura de fisura admisible : 0.30 mm

Pilotes
Clase de exposición: IIa
Anchura de fisura admisible : 0.30 mm

2.6 Acciones

2.6.1 Acciones permanentes en el estribo

Terreno :

Se considera el empuje activo en el terreno del trasdós.

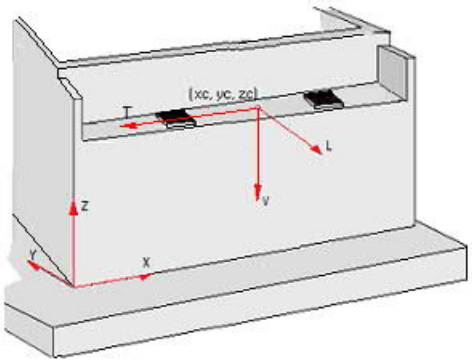
2.6.2 Acciones variables en el estribo

Sobrecarga en terraplén :

Sobrecarga en coronación de las tierras del trasdós : 10.00 kN/m^2

2.6.3 Acciones permanentes en el tablero

Definición de los ejes de las cargas del tablero :



	x (m)	y (m)	z (m)
Eje L	0.000	-1.000	0.000
Eje T	-1.000	0.000	0.000
Eje V	0.000	0.000	-1.000

Cargas :

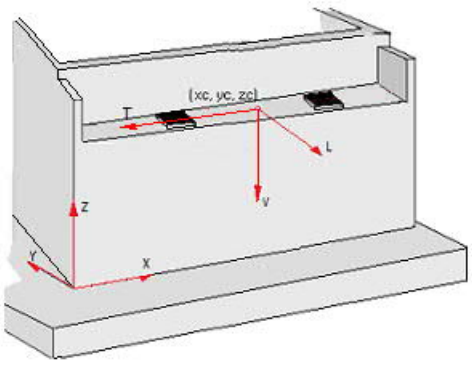
PP_Tab	:	Peso propio. Tablero
SE	:	Superestructura del tablero
RT	:	Reología. Retracción

Acción	Hip.	Apoyo	F_L (kN)	F_T (kN)	F_V (kN)	Tipo	+/-
PP_Tab	1	1	0.00	0.00	165.30	Excluyentes	No
	1	2	0.00	0.00	165.30		
	1	3	0.00	0.00	165.30		
	1	4	0.00	0.00	165.30		
	1	5	0.00	0.00	165.30		
	2	1	0.00	0.00	199.30		
	2	2	0.00	0.00	204.60		
	2	3	0.00	0.00	204.60		
	2	4	0.00	0.00	204.60		
	2	5	0.00	0.00	199.30		
SE	1	1	0.00	0.00	189.80	Excluyentes	No
	1	2	0.00	0.00	120.40		
	1	3	0.00	0.00	123.10		
	1	4	0.00	0.00	120.40		
	1	5	0.00	0.00	189.80		
RT	1	1	23.00	0.00	0.00	Excluyentes	No
	1	2	23.00	0.00	0.00		
	1	3	23.00	0.00	0.00		
	1	4	23.00	0.00	0.00		
	1	5	23.00	0.00	0.00		

+/- : indica si se consideran o no las acciones de signo contrario a las introducidas.

2.6.4 Acciones variables en el tablero

Definición de los ejes de las cargas del tablero :



	x (m)	y (m)	z (m)
Eje L	0.000	-1.000	0.000
Eje T	-1.000	0.000	0.000
Eje V	0.000	0.000	-1.000

Cargas :

VI_CS_L	:	Viento. Con sobrecarga de uso. Componente longitudinal
VI_CS_T	:	Viento. Con sobrecarga de uso. Componente transversal
VI_CS_V	:	Viento. Con sobrecarga de uso. Componente vertical
GR1	:	Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1
GR2	:	Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Acción	Hip.	Apoyo	F_L (kN)	F_T (kN)	F_V (kN)	Tipo	+/-
VI_CS_L	1	1	3.00	0.00	0.00	Excluyentes	Sí
	1	2	3.00	0.00	0.00		

	1	3	3.00	0.00	0.00		
	1	4	3.00	0.00	0.00		
	1	5	3.00	0.00	0.00		
VI_CS_T	1	1	0.00	11.00	0.00	Excluyentes	Sí
	1	2	0.00	11.00	0.00		
	1	3	0.00	11.00	0.00		
	1	4	0.00	11.00	0.00		
	1	5	0.00	11.00	0.00		
VI_CS_V	1	1	0.00	0.00	47.30	Excluyentes	Sí
	1	2	0.00	0.00	31.70		
	1	3	0.00	0.00	20.30		
	1	4	0.00	0.00	31.70		
	1	5	0.00	0.00	47.30		
GR1	1	1	0.00	0.00	270.30	Excluyentes	No
	1	2	0.00	0.00	495.60		
	1	3	0.00	0.00	521.10		
	1	4	0.00	0.00	495.60		
	1	5	0.00	0.00	270.30		
GR2	1	1	62.00	0.00	153.82	Excluyentes	No
	1	2	62.00	0.00	359.17		
	1	3	62.00	0.00	381.98		
	1	4	62.00	0.00	359.17		
	1	5	62.00	0.00	153.82		

+/- : indica si se consideran o no las acciones de signo contrario a las introducidas.

Combinaciones de viento :

$VI\_SS_1 = 1.0 \cdot VI\_SS\_L + 0.0 \cdot VI\_SS\_T + 0.0 \cdot VI\_SS\_V$
$VI\_SS_2 = 0.0 \cdot VI\_SS\_L + 1.0 \cdot VI\_SS\_T + 1.0 \cdot VI\_SS\_V$

$VI\_CS_1 = 1.0 \cdot VI\_CS\_L + 0.0 \cdot VI\_CS\_T + 0.0 \cdot VI\_CS\_V$
$VI\_CS_2 = 0.0 \cdot VI\_CS\_L + 1.0 \cdot VI\_CS\_T + 1.0 \cdot VI\_CS\_V$

2.7 Seguridad

ESTADOS LÍMITE ESTRUCTURALES						
	Estado límite de Servicio		Estado límite Último			
			Situación Persistente		Situación Accidental	
	Coeficiente favorable	Coeficiente desfavorable	Coeficiente favorable	Coeficiente desfavorable	Coeficiente favorable	Coeficiente desfavorable
Peso propio. Estribo	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Peso propio. Tablero	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Superestructura del tablero	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Descensos de apoyo.	0.00	1.00	0.00	1.20	0.00	1.00
Reología. Retracción	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Reología. Fluencia	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Pretensado	0.90	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00
Terreno. Tierras. Empuje en trasdós	1.00	1.00	1.00	1.50	1.00	1.00
Terreno. Tierras. Peso propio	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Terreno. Fricción negativa	0.00	1.00	0.00	1.20	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje	0.00	1.00	0.00	1.50	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. TS	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. UDL	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. Frenado/arranque	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. Fuerza centrífuga	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. Tráfico vertical en aceras	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Viento. Sin sobrecarga de uso.	0.00	1.00	0.00	1.50	0.00	1.00
Temperatura. Efecto global	0.00	1.00	0.00	1.50	0.00	1.00
Temperatura. Aumento uniforme de temperatura	0.00	1.00	0.00	1.50	0.00	1.00
Temperatura. Gradiente térmico	0.00	1.00	0.00	1.50	0.00	1.00
Sismo	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
Impacto. Vehículos de carretera. Contra las aletas	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00

ESTADOS LÍMITE GEOTÉCNICOS				
	Estado límite Último			
	Situación Persistente		Situación Accidental	
	Coeficiente favorable	Coeficiente desfavorable	Coeficiente favorable	Coeficiente desfavorable
Peso propio. Estribo	1.00	1.00	1.00	1.00
Peso propio. Tablero	1.00	1.00	1.00	1.00
Superestructura del tablero	1.00	1.00	1.00	1.00
Descensos de apoyo.	0.00	1.00	0.00	1.00
Reología. Retracción	1.00	1.00	1.00	1.00
Reología. Fluencia	1.00	1.00	1.00	1.00
Pretensado	1.00	1.00	1.00	1.00
Terreno. Tierras. Empuje en trasdós	1.00	1.00	1.00	1.00
Terreno. Tierras. Peso propio	1.00	1.00	1.00	1.00
Terreno. Fricción negativa	0.00	1.00	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje	0.00	1.00	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical	0.00	1.00	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1	0.00	1.00	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2	0.00	1.00	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. TS	0.00	1.00	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. UDL	0.00	1.00	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. Frenado/arranque	0.00	1.00	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. Fuerza centrífuga	0.00	1.00	0.00	1.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. Tráfico vertical en aceras	0.00	1.00	0.00	1.00
Viento. Sin sobrecarga de uso.	0.00	1.00	0.00	1.00
Temperatura. Efecto global	0.00	1.00	0.00	1.00
Temperatura. Aumento uniforme de temperatura	0.00	1.00	0.00	1.00
Temperatura. Gradiente térmico	0.00	1.00	0.00	1.00
Sismo	0.00	0.00	1.00	1.00
Impacto. Vehículos de carretera. Contra las aletas	0.00	0.00	1.00	1.00

Factores de seguridad. EL geotécnico de Hundimiento

Situación persistente. Combinación característica	:	2.600
Situación persistente. Combinación cuasi permanente	:	3.000
Situación accidental. Combinación sísmica	:	2.200
Situación accidental. Combinación de impacto	:	2.200

Factores de seguridad. EL geotécnico de Deslizamiento

Situación persistente. Combinación característica	:	1.300

Situación persistente. Combinación cuasi permanente	:	1.500
Situación accidental. Combinación sísmica	:	1.100
Situación accidental. Combinación de impacto	:	1.100

Factores de seguridad. EL geotécnico de Vuelco rígido

Situación persistente. Combinación característica	:	1.800
Situación persistente. Combinación cuasi permanente	:	2.000
Situación accidental. Combinación sísmica	:	1.500
Situación accidental. Combinación de impacto	:	1.500

Factores de seguridad. EL geotécnico de Estabilidad global

Situación persistente. Combinación característica	:	1.300
Situación persistente. Combinación cuasi permanente	:	1.500
Situación accidental. Combinación sísmica	:	1.100
Situación accidental. Combinación de impacto	:	1.100

Factores de seguridad. EL geotécnico de Pandeo en los pilotes

Situación persistente. Combinación característica	:	2.600
Situación persistente. Combinación cuasi permanente	:	3.000
Situación accidental. Combinación sísmica	:	2.200
Situación accidental. Combinación de impacto	:	2.200

Factores de seguridad. EL geotécnico de Resistencia horizontal

Situación persistente. Combinación característica	:	2.600
Situación persistente. Combinación cuasi permanente	:	3.000
Situación accidental. Combinación sísmica	:	2.200
Situación accidental. Combinación de impacto	:	2.200

Factores de seguridad. EL geotécnico de Arranque pilotes

Situación persistente. Combinación característica	:	2.600
Situación persistente. Combinación cuasi permanente	:	3.000
Situación accidental. Combinación sísmica	:	2.200
Situación accidental. Combinación de impacto	:	2.200

Coeficientes de combinación

	ψ0	ψ1	ψ2
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1	0.75	0.75	0.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. TS	0.75	0.75	0.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. UDL	0.40	0.40	0.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Componentes de los modelos. Tráfico vertical en aceras	0.40	0.40	0.00
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2	0.00	0.00	0.00
Viento. Sin sobrecarga de uso. Componente longitudinal	0.60	0.20	0.00
Temperatura. Efecto global	0.60	0.60	0.50
Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje	1.00	1.00	1.00

Movimientos admisibles

Desplazamiento máximo horizontal en coronación	:	50	mm
Desplazamiento máximo vertical en coronación	:	50	mm
Desplazamiento máximo vertical en la zapata/encepado	:	25	mm

Combinaciones de acciones

Listado de acciones sobre el estribo

PP_Est: Peso propio. Estribo
PP_Tab: Peso propio. Tablero
SE: Superestructura del tablero
RT: Reología. Retracción
Emp_T: Terreno. Tierras. Empuje en trasdós
GR1: Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1
GR2: Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2
VI_CS: Viento. Con sobrecarga de uso
SR_Emp: Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje
SR_V: Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Estado límite: Estado límite geotécnico último de hundimiento de los pilotes
Situación: Situación persistente
Combinación: Combinación cuasi permanente
Instante: Estructura en servicio

EST-ELU-GEO-CP-SV-1 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 VI_CS + ψ_2 GR1
EST-ELU-GEO-CP-SV-2 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR1
EST-ELU-GEO-CP-SV-3 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR2
EST-ELU-GEO-CP-SV-4 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V

Situación: Situación persistente
Combinación: Combinación característica
Instante: Estructura en servicio

EST-ELU-GEO-CR-SV-1 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 VI_CS + ψ_0 GR1
EST-ELU-GEO-CR-SV-2 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 GR1
EST-ELU-GEO-CR-SV-3 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 GR2
EST-ELU-GEO-CR-SV-4 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + GR1
EST-ELU-GEO-CR-SV-5 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 VI_CS + GR1
EST-ELU-GEO-CR-SV-6 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + GR2
EST-ELU-GEO-CR-SV-7 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 GR1
EST-ELU-GEO-CR-SV-8 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 GR2
EST-ELU-GEO-CR-SV-9 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V

Estado límite: Estado límite geotécnico último de arranque de los pilotes
Situación: Situación persistente
Combinación: Combinación cuasi permanente
Instante: Estructura en servicio

EST-ELU-GEO-CP-SV-1 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 VI_CS + ψ_2 GR1
EST-ELU-GEO-CP-SV-2 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR1
EST-ELU-GEO-CP-SV-3 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR2
EST-ELU-GEO-CP-SV-4 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V

Situación: Situación persistente
Combinación: Combinación característica
Instante: Estructura en servicio

EST-ELU-GEO-CR-SV-1 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 VI_CS + ψ_0 GR1
EST-ELU-GEO-CR-SV-2 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 GR1
EST-ELU-GEO-CR-SV-3 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 GR2
EST-ELU-GEO-CR-SV-4 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + GR1
EST-ELU-GEO-CR-SV-5 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 VI_CS + GR1
EST-ELU-GEO-CR-SV-6 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + GR2
EST-ELU-GEO-CR-SV-7 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 GR1
EST-ELU-GEO-CR-SV-8 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 GR2
EST-ELU-GEO-CR-SV-9 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V

Estado límite: Estado límite geotécnico de servicio de asientos
Situación: Situación persistente
Combinación: Combinación cuasi permanente
Instante: Estructura en servicio

EST-ELS-GEO-CP-SV-1 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 VI_CS + ψ_2 GR1
EST-ELS-GEO-CP-SV-2 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR1
EST-ELS-GEO-CP-SV-3 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR2
EST-ELS-GEO-CP-SV-4 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V

Situación: Situación persistente
Combinación: Combinación característica
Instante: Estructura en servicio

EST-ELS-GEO-CR-SV-1 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 VI_CS + ψ_0 GR1
EST-ELS-GEO-CR-SV-2 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 GR1
EST-ELS-GEO-CR-SV-3 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 GR2
EST-ELS-GEO-CR-SV-4 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + GR1
EST-ELS-GEO-CR-SV-5 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 VI_CS + GR1
EST-ELS-GEO-CR-SV-6 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + GR2
EST-ELS-GEO-CR-SV-7 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 GR1
EST-ELS-GEO-CR-SV-8 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 GR2
EST-ELS-GEO-CR-SV-9 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V

Estado límite: Estado límite estructural último de rotura por flexión
Situación: Situación persistente
Combinación: Envolvente global
Instante: Envolvente global

EST-ELU-STR-P-EG-1 =

Estado límite: Estado límite estructural último de rotura por torsión
Situación: Situación persistente
Combinación: Envolvente global
Instante: Envolvente global

EST-ELU-STR-P-EG-1 =

Estado límite: Estado límite estructural de servicio de fisuración
Situación: Situación persistente
Combinación: Combinación cuasi permanente
Instante: Estructura en servicio

EST-ELS-STR-CP-SV-1 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 VI_CS + ψ_2 GR1
EST-ELS-STR-CP-SV-2 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR1
EST-ELS-STR-CP-SV-3 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR2
EST-ELS-STR-CP-SV-4 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V

Estado límite: Estado límite estructural último de rotura por cortante
Situación: Situación persistente
Combinación: Envolvente global
Instante: Envolvente global

EST-ELU-STR-P-EG-1 =

Estado límite: Estado límite estructural de servicio de deformaciones
Situación: Situación persistente
Combinación: Combinación cuasi permanente
Instante: Estructura en servicio

EST-ELS-STR-CP-SV-1 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 VI_CS + ψ_2 GR1
EST-ELS-STR-CP-SV-2 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR1
EST-ELS-STR-CP-SV-3 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR2
EST-ELS-STR-CP-SV-4 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V

Situación: Situación persistente
Combinación: Combinación frecuente
Instante: Estructura en servicio

EST-ELS-STR-FR-SV-1 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_1 SR_Emp + ψ_1 SR_V + ψ_2 VI_CS + ψ_2 GR1
EST-ELS-STR-FR-SV-2 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_1 SR_Emp + ψ_1 SR_V + ψ_2 GR1
EST-ELS-STR-FR-SV-3 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_1 SR_Emp + ψ_1 SR_V + ψ_2 GR2

EST-ELS-STR-FR-SV-4 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_1 GR1
EST-ELS-STR-FR-SV-5 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 VI_CS + ψ_1 GR1
EST-ELS-STR-FR-SV-6 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_1 GR2
EST-ELS-STR-FR-SV-7 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR1
EST-ELS-STR-FR-SV-8 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V + ψ_2 GR2
EST-ELS-STR-FR-SV-9 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_2 SR_Emp + ψ_2 SR_V

Situación: Situación persistente
Combinación: Combinación característica
Instante: Estructura en servicio

EST-ELS-STR-CR-SV-1 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 VI_CS + ψ_0 GR1
EST-ELS-STR-CR-SV-2 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 GR1
EST-ELS-STR-CR-SV-3 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + SR_Emp + SR_V + ψ_0 GR2
EST-ELS-STR-CR-SV-4 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + GR1
EST-ELS-STR-CR-SV-5 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 VI_CS + GR1
EST-ELS-STR-CR-SV-6 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + GR2
EST-ELS-STR-CR-SV-7 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 GR1
EST-ELS-STR-CR-SV-8 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V + ψ_0 GR2
EST-ELS-STR-CR-SV-9 = Emp_T + PP_Est + PP_Tab + SE + RT + ψ_0 SR_Emp + ψ_0 SR_V

2.8 Armadura

2.8.1 Recubrimientos geométricos

Alzado. Espaldón	:	45	mm
Alzado. Cargadero	:	45	mm
Alzado. Aletas	:	45	mm
Pilotes	:	70	mm

2.9 Configuración del cálculo

Método de distribución de tensiones uniforme (Método de la zapata equivalente)

El cálculo se realiza con una discretización de malla fina (adecuada para el cálculo definitivo de la estructura).

Los esfuerzos de cálculo se obtienen a partir de los esfuerzos del modelo de elementos finitos, integrándolos en una anchura de 1.000 m

La verificación del cálculo a flexión de los pilotes se realiza en un pilote con los esfuerzos pésimos.

La verificación del cálculo a cortante de los pilotes se realiza en un pilote con los esfuerzos pésimos.

3 MODELO

Para el cálculo del estribo se genera un modelo de elementos finitos.

Cada parte de la estructura se modeliza con placas discretizadas con elementos tipo TCCL1 (Elementos triangulares de lámina de Reissner-Mindlin, cuadrático en desplazamientos y giros, y lineal en desplazamientos de cortante).
Los pilotes se modelizan mediante elementos tipo barra.

Número de nodos de la estructura	:	2185
Número de elementos del tipo barra	:	229
Número de elementos del tipo lámina triangular TCCL1	:	942

α: Ángulo interior mínimo de los elementos de la discretización
$L_{máx.}$: Longitud máxima de un lado del elemento TCCL1

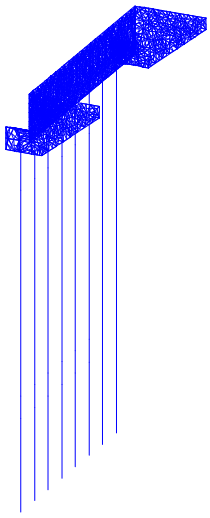
Placa	α	$L_{máx.}$

	(º)	(m)
1	30.0	0.500
2	30.0	0.500
3	30.0	0.500
4	30.0	0.500
5	30.0	0.500
6	30.0	0.500

$L_{máx.}$: Longitud máxima de los elementos barra

Prisma	$L_{máx.}$ (m)
1	1.000
2	1.000
3	1.000
4	1.000
5	3.000
6	1.000
7	1.000
8	1.000
9	1.000
10	3.000
11	1.000
12	1.000
13	1.000
14	1.000
15	3.000
16	1.000
17	1.000
18	1.000
19	1.000
20	3.000
21	1.000
22	1.000
23	1.000
24	1.000
25	3.000
26	1.000
27	1.000
28	1.000
29	1.000
30	3.000
31	1.000
32	1.000
33	1.000
34	1.000
35	3.000
36	1.000
37	1.000
38	1.000
39	1.000
40	3.000
41	1.000
42	1.000
43	1.000
44	1.000
45	1.000
46	1.000
47	1.000
48	1.000
49	1.000
50	1.000
51	1.000
52	1.000
53	1.000
54	1.000
55	1.000
56	1.000
57	1.000

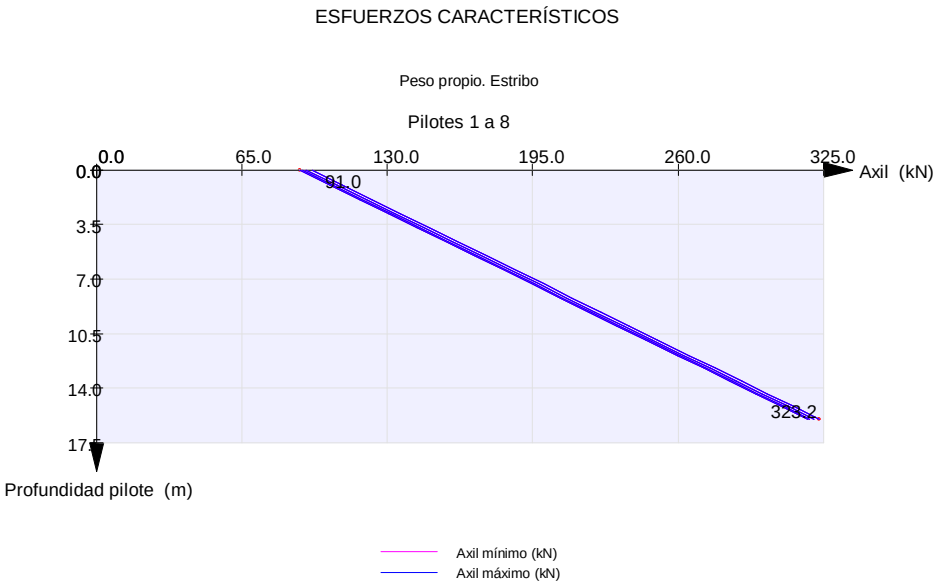
58	1.000
59	1.000
60	1.000
61	1.000
62	1.000
63	1.000
64	1.000
65	1.000
66	1.000
67	1.000
68	1.000
69	1.000
70	1.000
71	1.000
72	1.000
73	5.000
74	5.000
75	5.000
76	5.000
77	5.000
78	5.000
79	5.000
80	5.000
81	5.000
82	5.000
83	5.000
84	5.000
85	5.000
86	5.000
87	5.000
88	5.000
89	5.000
90	5.000
91	5.000
92	5.000
93	5.000
94	5.000
95	5.000
96	5.000
97	5.000
98	5.000
99	5.000
100	5.000
101	5.000
102	5.000
103	5.000
104	5.000
105	5.000
106	5.000
107	5.000
108	5.000
109	5.000
110	10.000
111	10.000
112	10.000
113	10.000
114	10.000
115	10.000
116	10.000
117	10.000



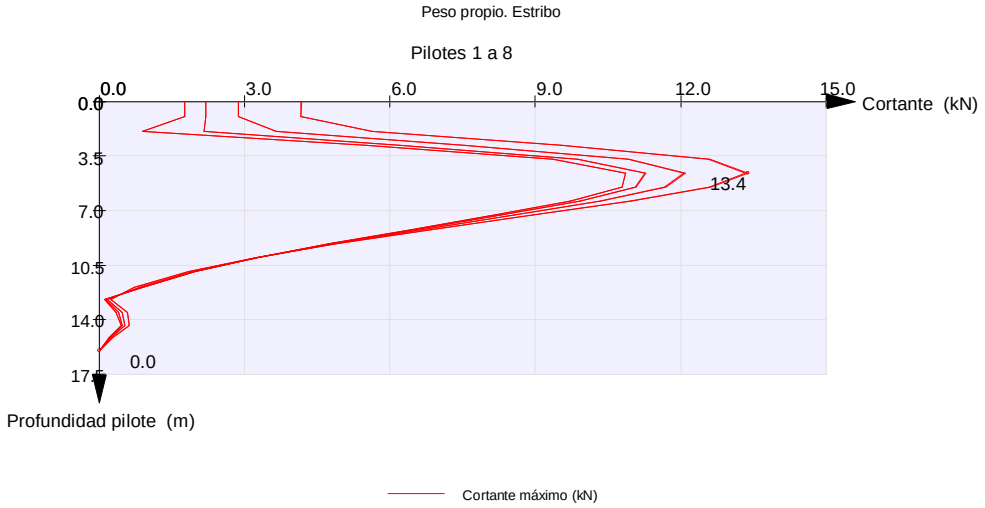
4 ESFUERZOS CARACTERíSTICOS

4.1 Peso propio. Estribo

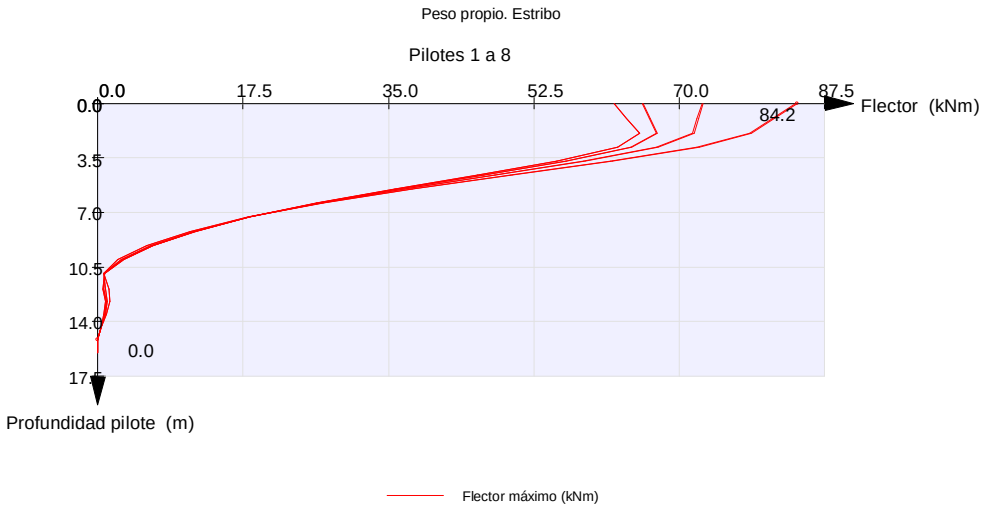
4.1.1 Pilotes



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

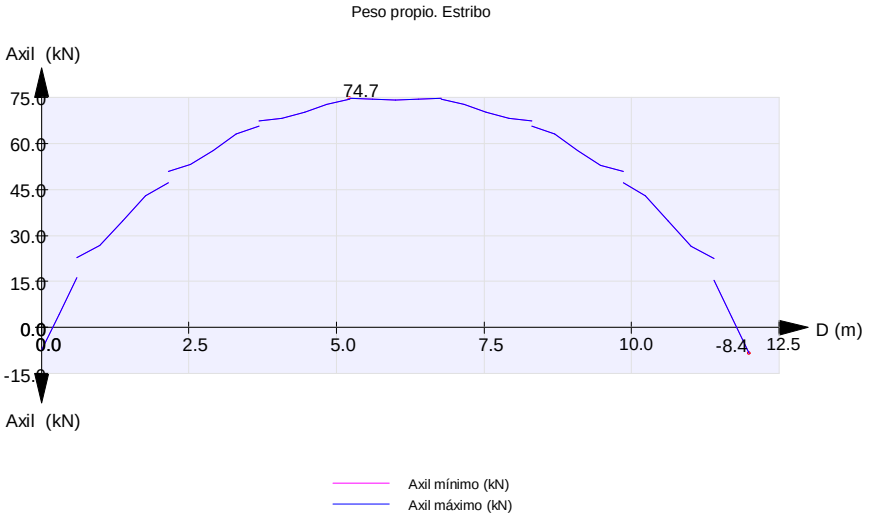


ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

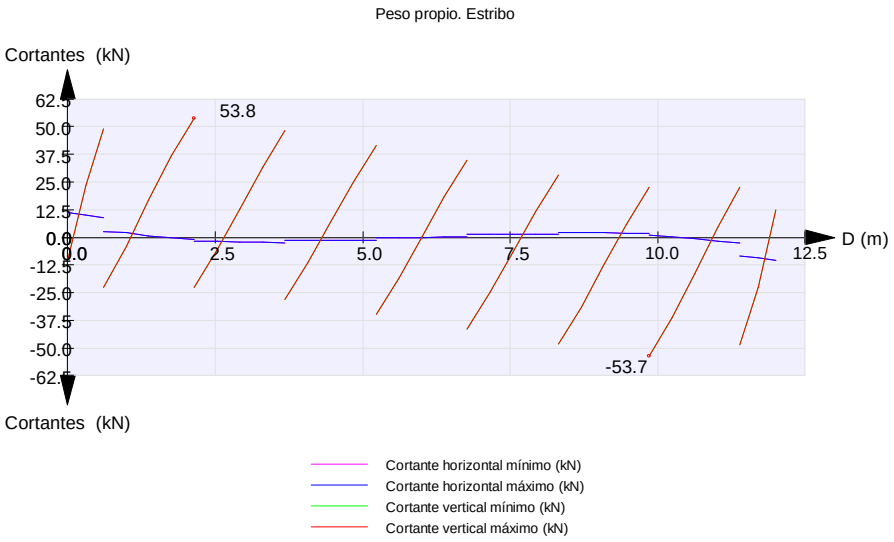


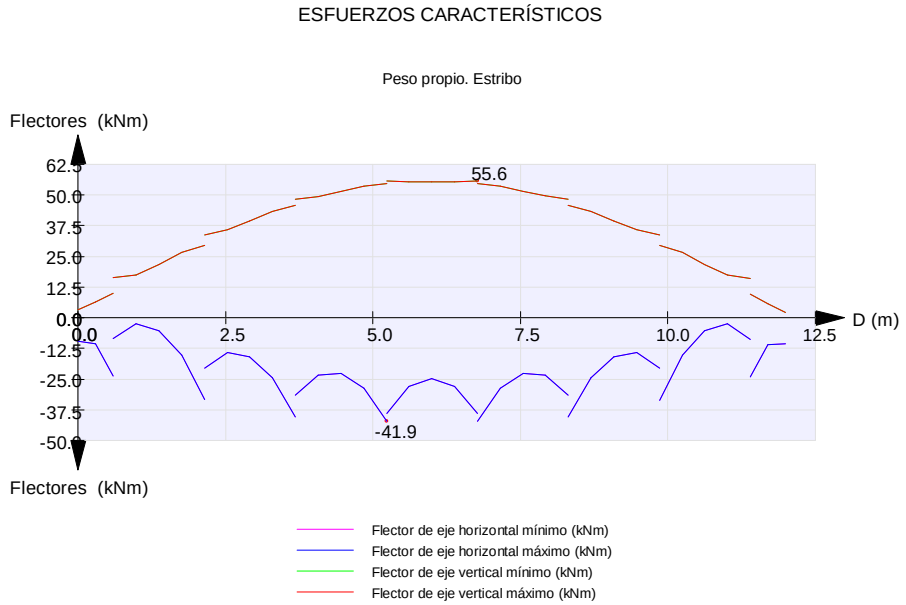
4.1.2 Cargadero

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

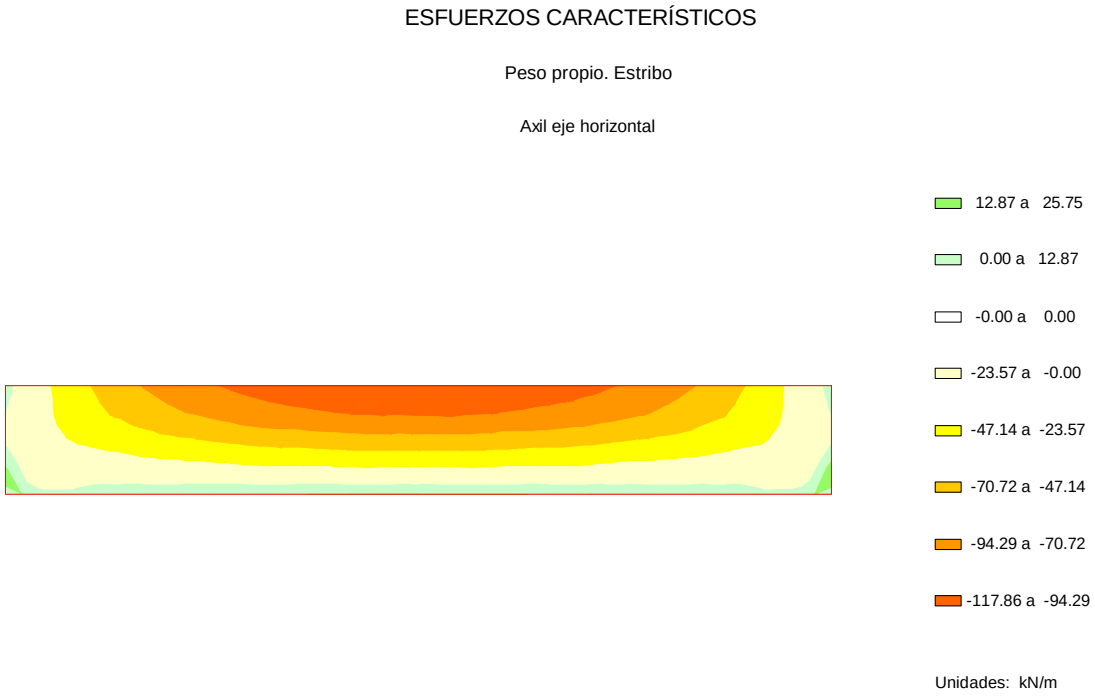


ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS





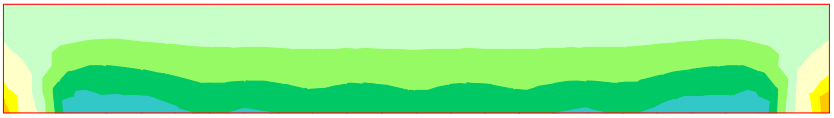
4.1.3 Espaldón



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

Axil eje vertical



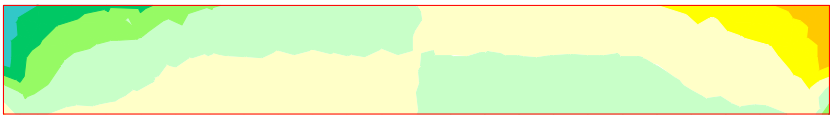
18.66 a 24.89
12.44 a 18.66
6.22 a 12.44
0.00 a 6.22
-0.00 a 0.00
-9.95 a -0.00
-19.90 a -9.95
-29.86 a -19.90

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

Cortante eje horizontal



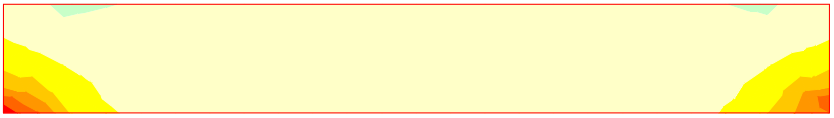
9.43 a 12.57
6.28 a 9.43
3.14 a 6.28
0.00 a 3.14
-0.00 a 0.00
-4.04 a -0.00
-8.08 a -4.04
-12.12 a -8.08

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

Cortante eje vertical



0.00 a 0.46
-0.00 a 0.00
-3.24 a -0.00
-6.49 a -3.24
-9.73 a -6.49
-12.98 a -9.73
-16.22 a -12.98
-19.47 a -16.22

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

Momento de eje vertical (armado horizontal)

4.76 a 5.95
3.57 a 4.76
2.38 a 3.57
1.19 a 2.38
0.00 a 1.19
-0.00 a 0.00
-0.84 a -0.00
-1.68 a -0.84

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

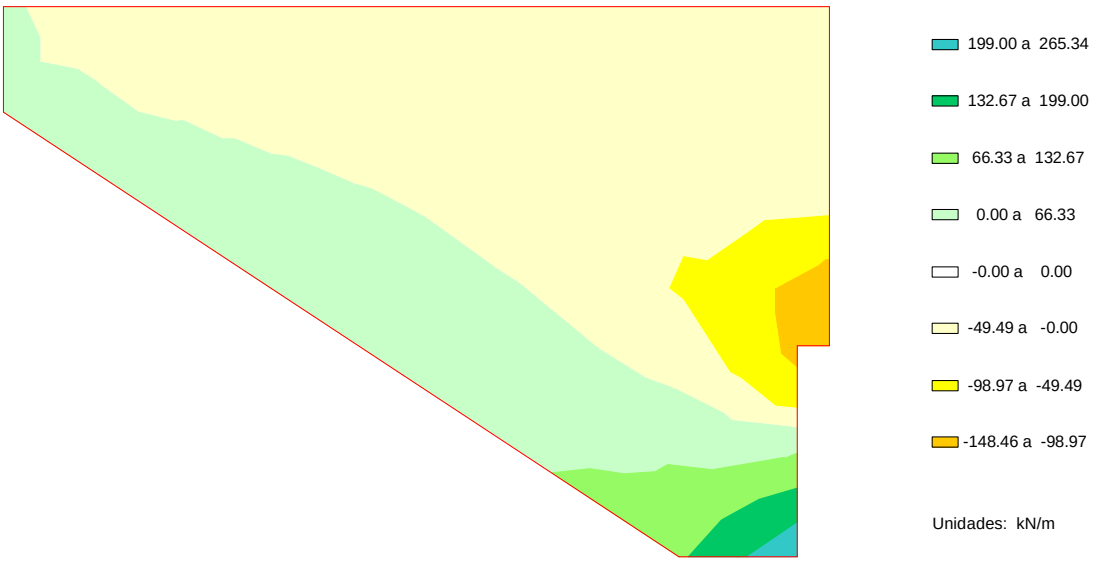
Momento de eje horizontal (armado vertical)

4.1.4 Aleta 1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

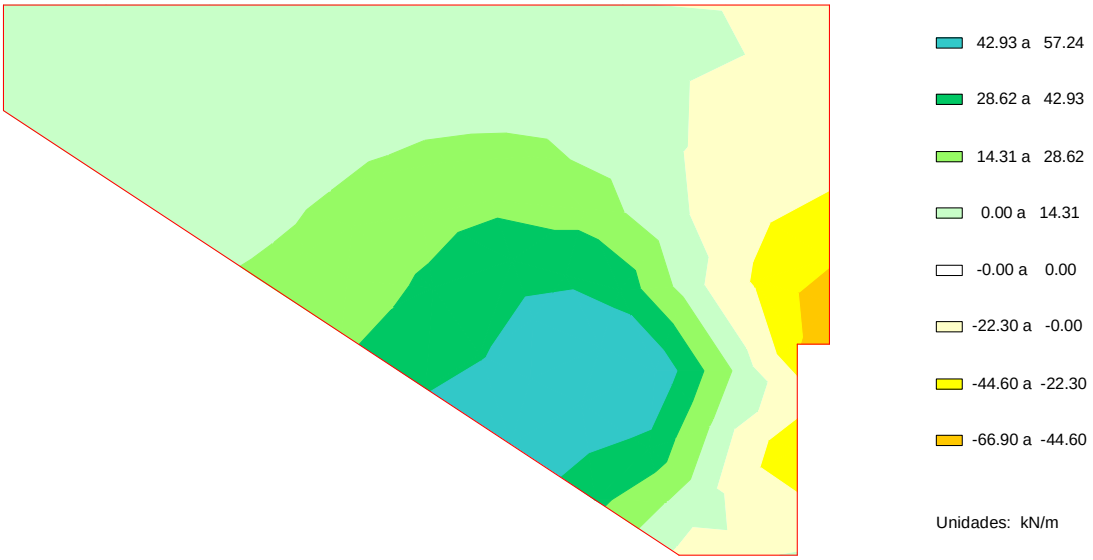
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

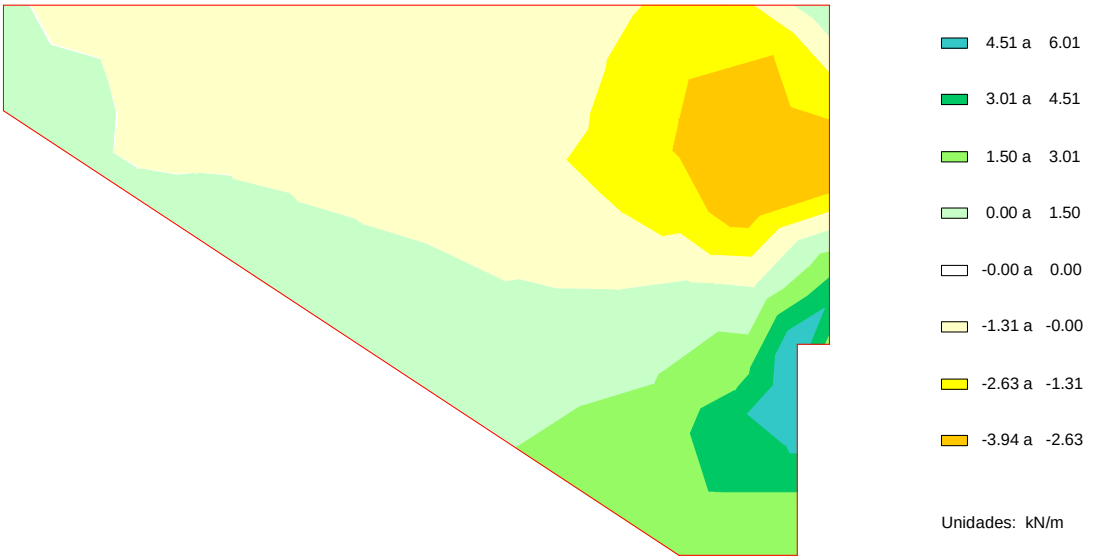
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

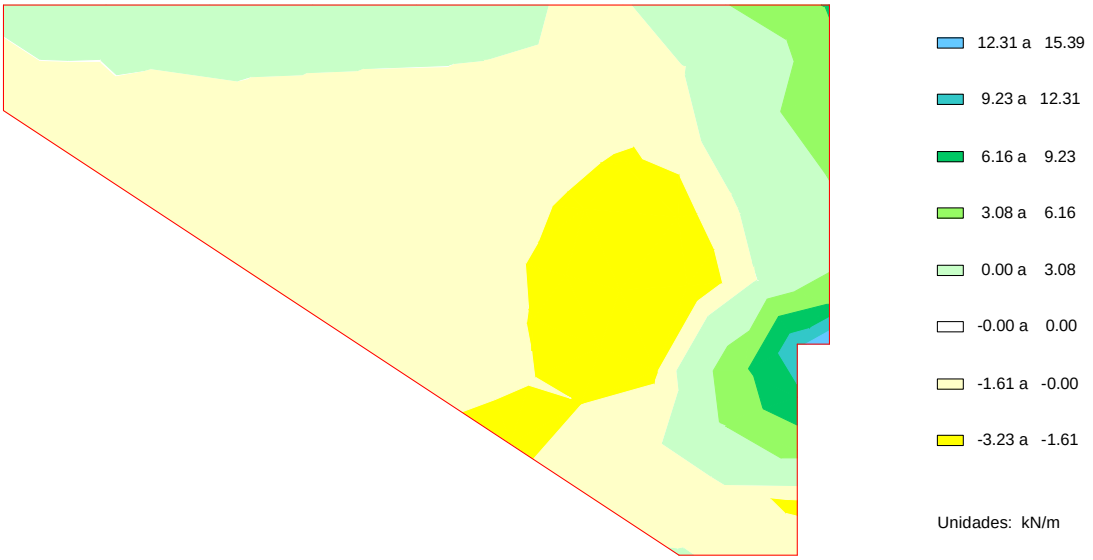
Cortante eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

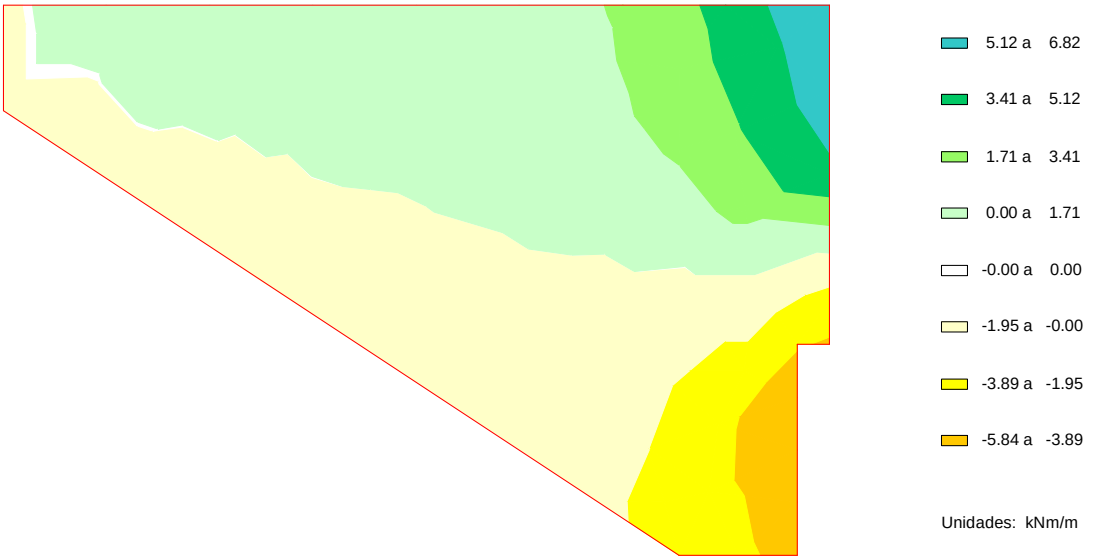
Cortante eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

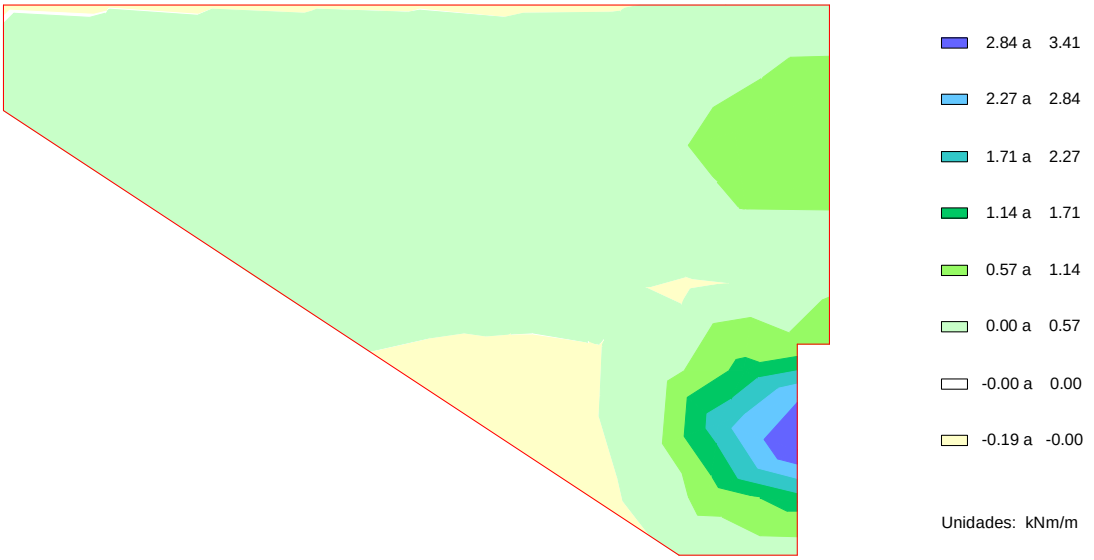
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

Momento de eje horizontal (armado vertical)

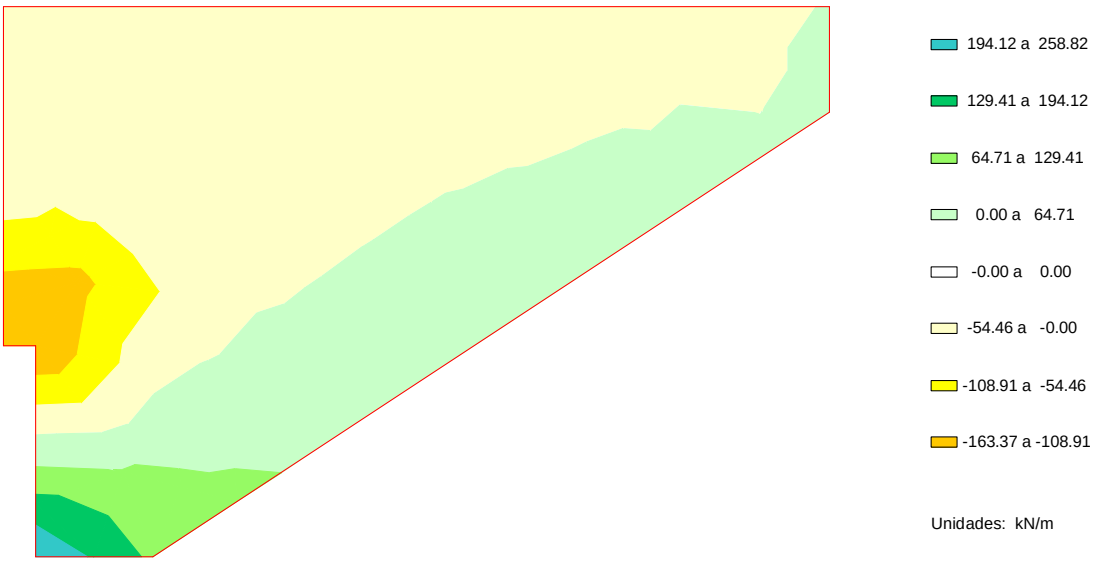


4.1.5 Aleta 2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

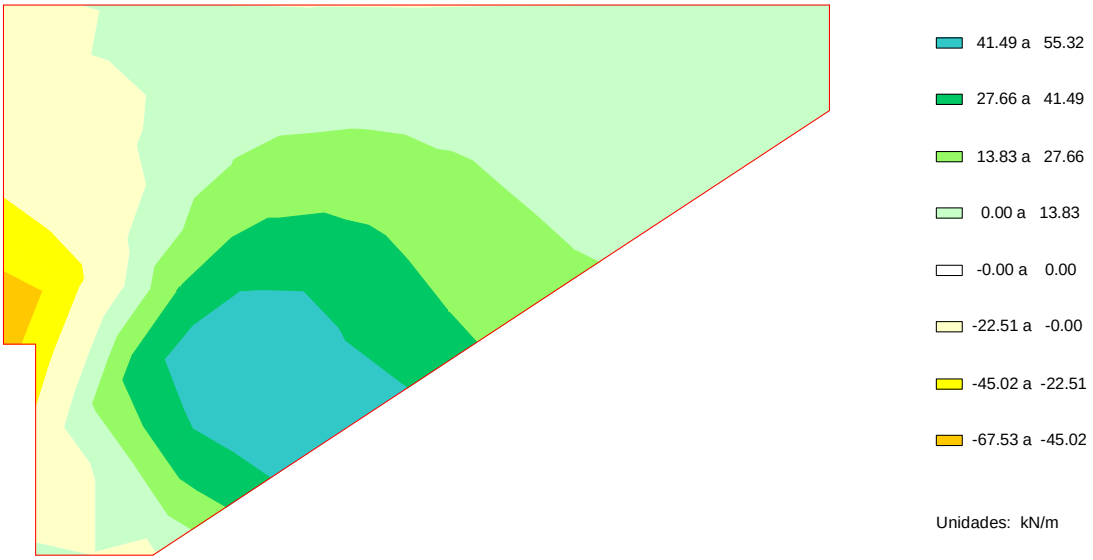
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

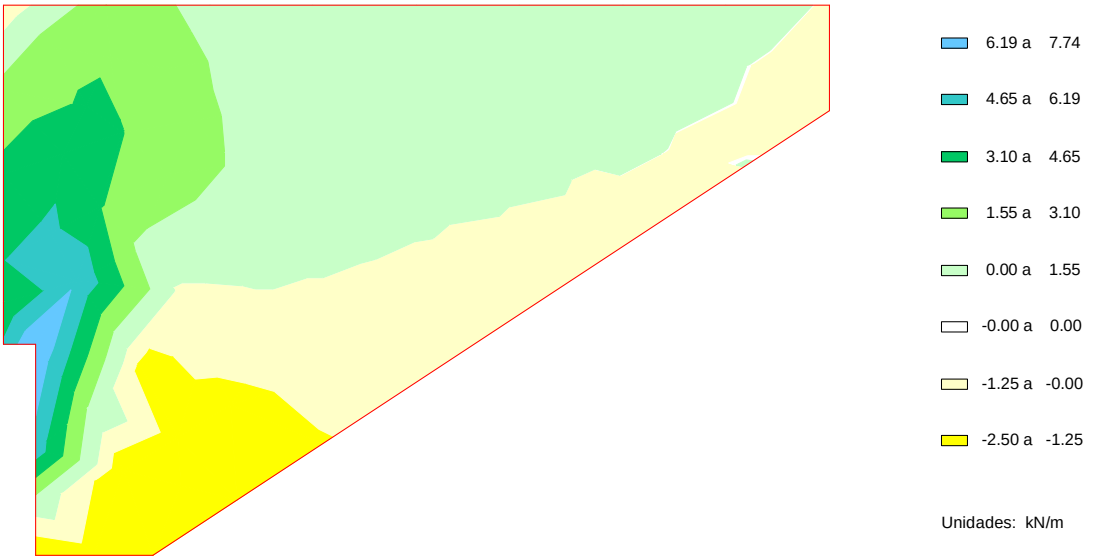
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

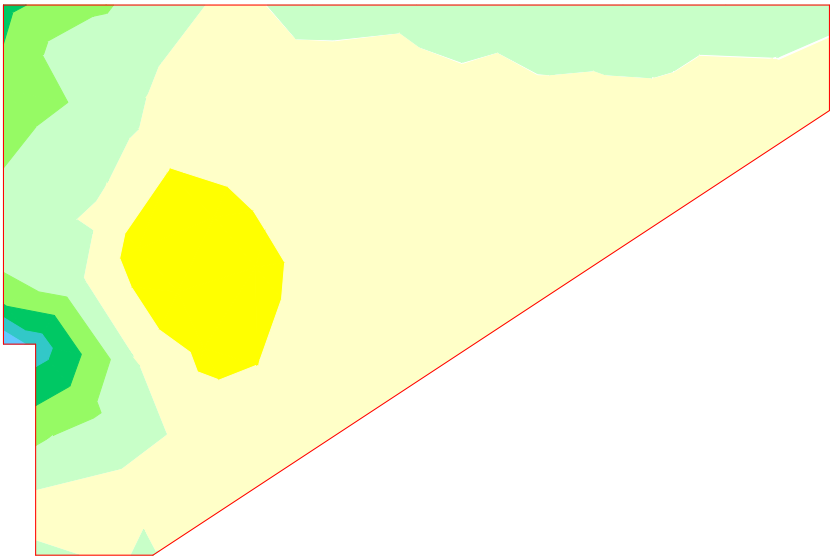
Cortante eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

Cortante eje vertical



11.52 a 14.40

8.64 a 11.52

5.76 a 8.64

2.88 a 5.76

0.00 a 2.88

-0.00 a 0.00

-1.83 a -0.00

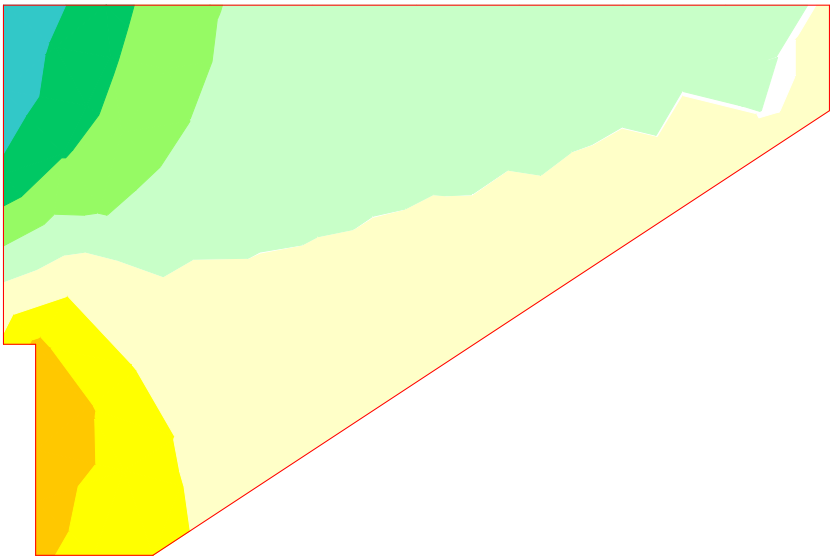
-3.65 a -1.83

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Estribo

Momento de eje vertical (armado horizontal)



4.97 a 6.63

3.31 a 4.97

1.66 a 3.31

0.00 a 1.66

-0.00 a 0.00

-1.95 a -0.00

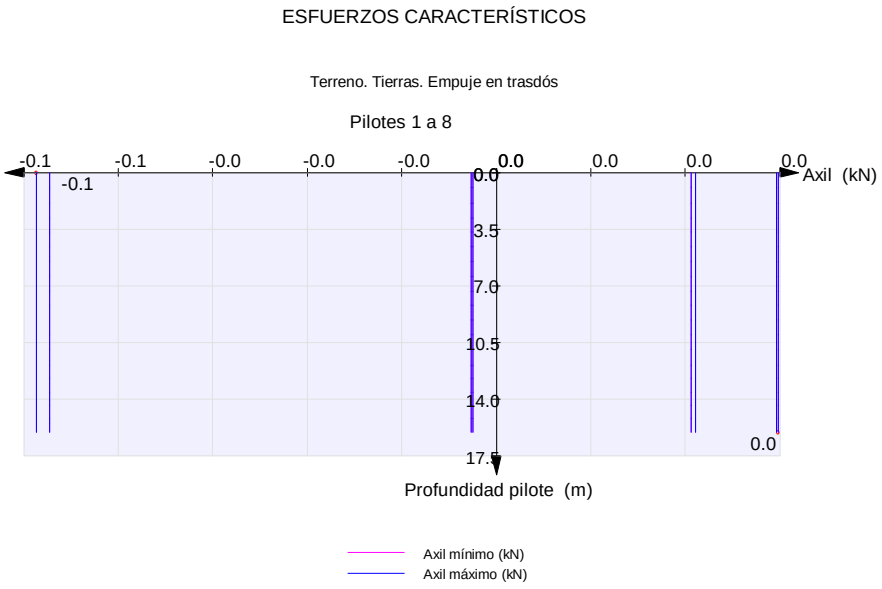
-3.89 a -1.95

-5.84 a -3.89

Unidades: kNm/m

4.2 Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

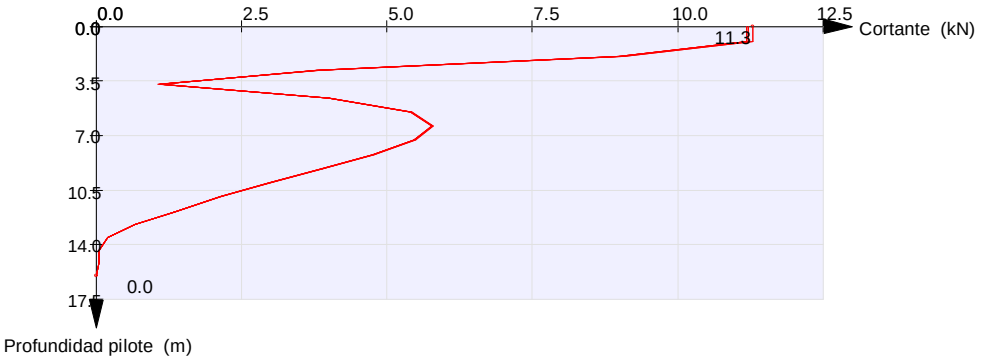
4.2.1 Pilotes



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Pilotes 1 a 8

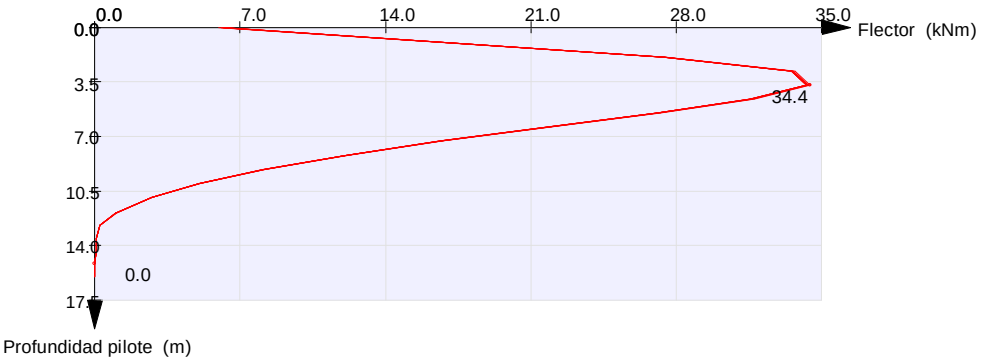


Cortante máximo (kN)

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Pilotes 1 a 8

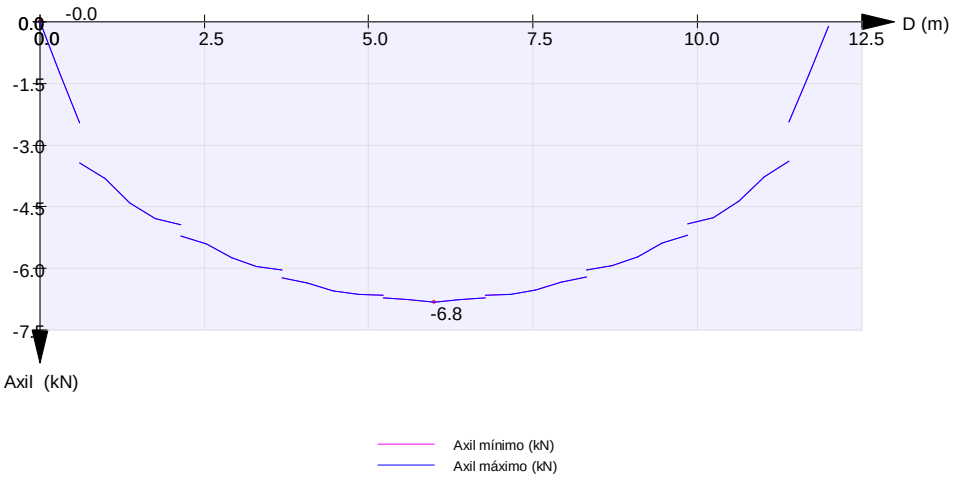


Flector máximo (kNm)

4.2.2 Cargadero

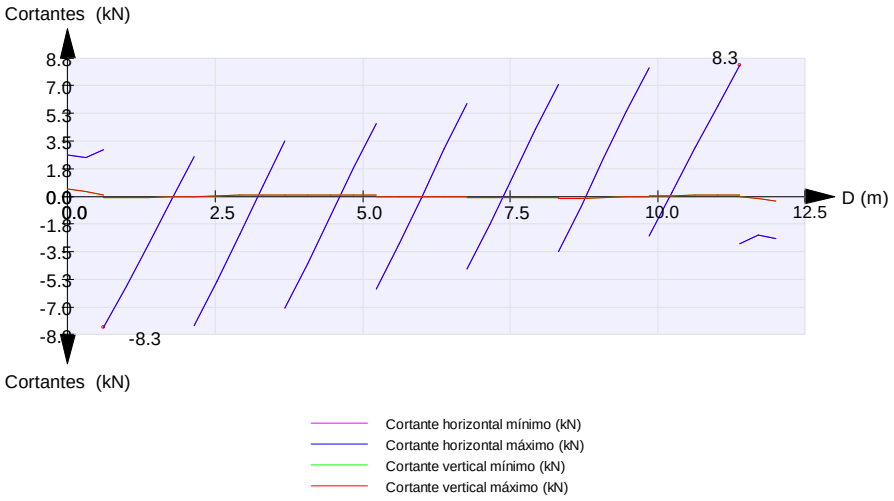
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós



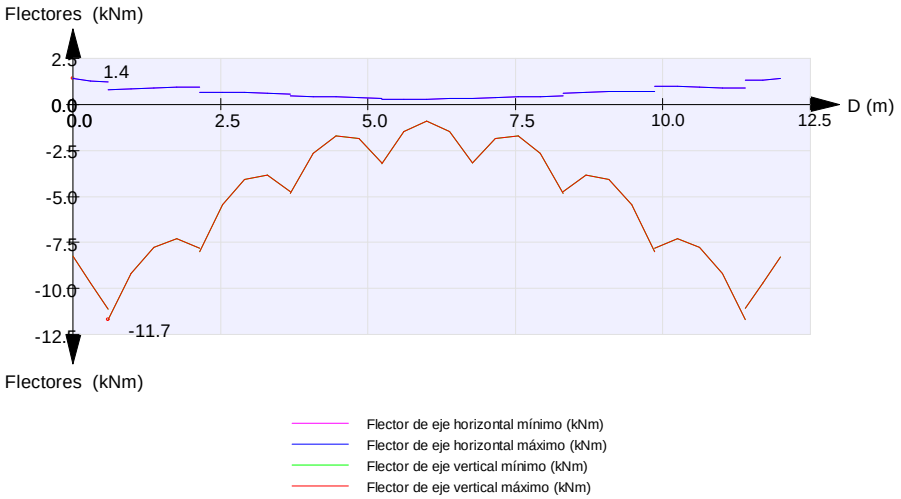
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

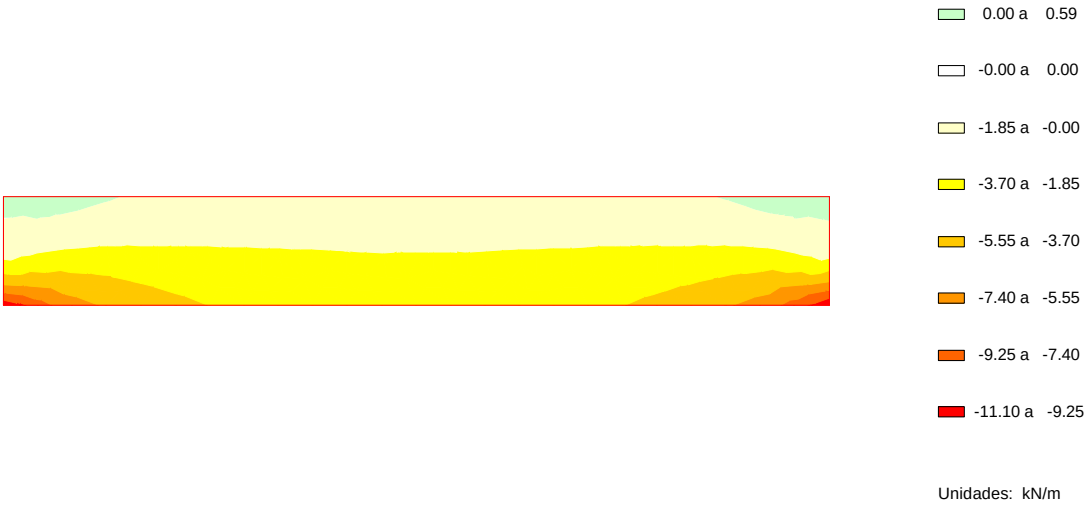


4.2.3 Espaldón

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

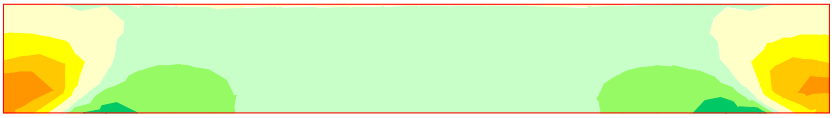
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Axil eje vertical



0.19 a 0.28

0.09 a 0.19

0.00 a 0.09

-0.00 a 0.00

-0.20 a -0.00

-0.40 a -0.20

-0.60 a -0.40

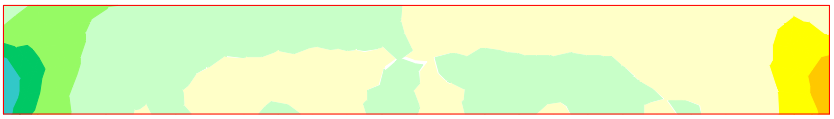
-0.80 a -0.60

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Cortante eje horizontal



1.45 a 1.94

0.97 a 1.45

0.48 a 0.97

0.00 a 0.48

-0.00 a 0.00

-0.68 a -0.00

-1.37 a -0.68

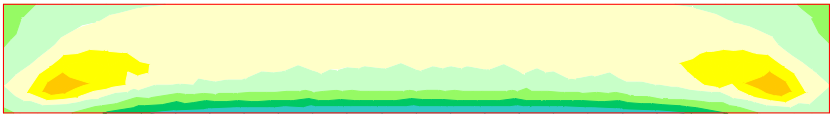
-2.05 a -1.37

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Cortante eje vertical



0.92 a 1.22

0.61 a 0.92

0.31 a 0.61

0.00 a 0.31

-0.00 a 0.00

-0.18 a -0.00

-0.35 a -0.18

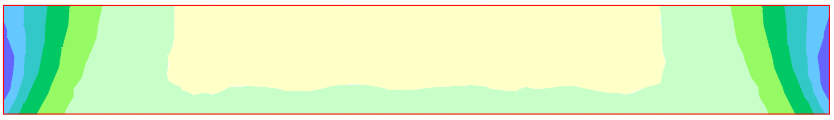
-0.53 a -0.35

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Momento de eje vertical (armado horizontal)



1.10 a 1.33

0.88 a 1.10

0.66 a 0.88

0.44 a 0.66

0.22 a 0.44

0.00 a 0.22

-0.00 a 0.00

-0.04 a -0.00

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

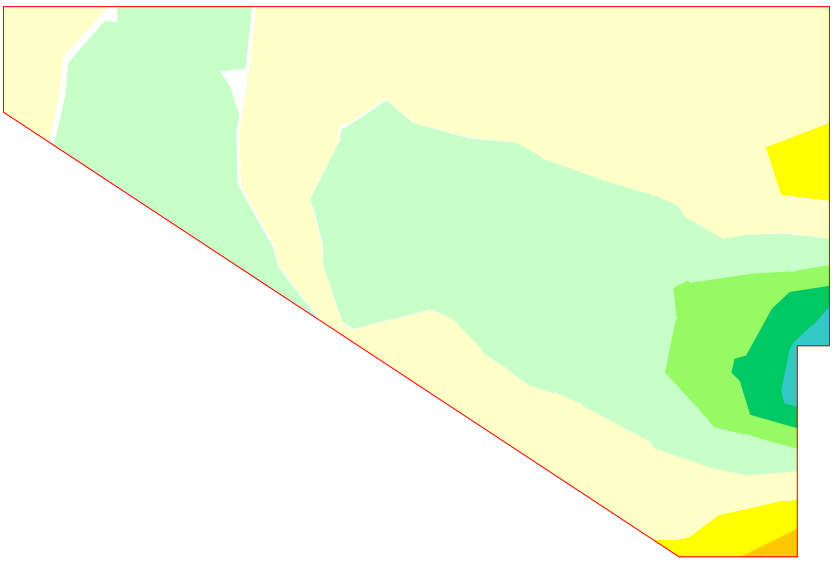
Momento de eje horizontal (armado vertical)

4.2.4 Aleta 1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

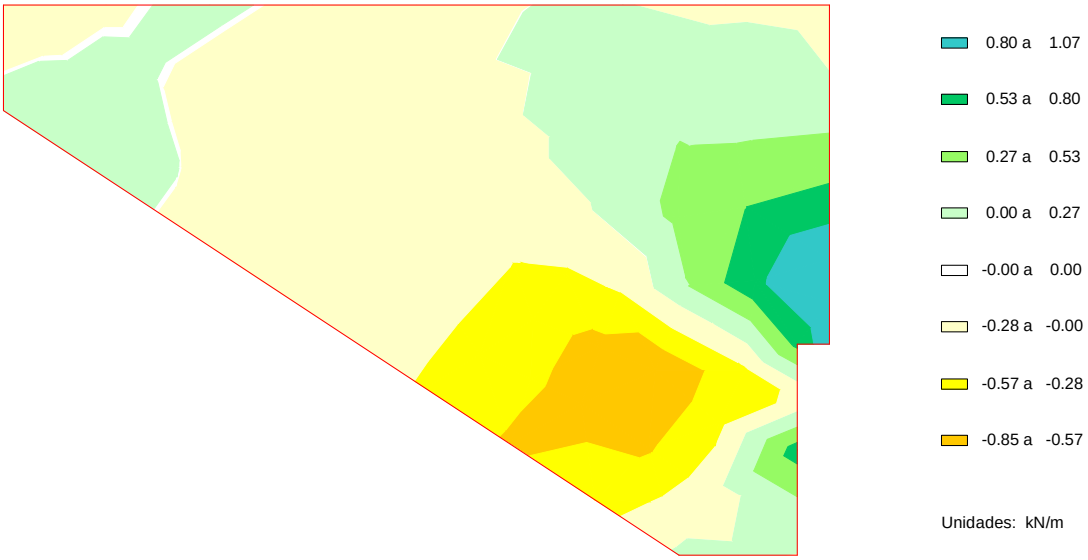
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

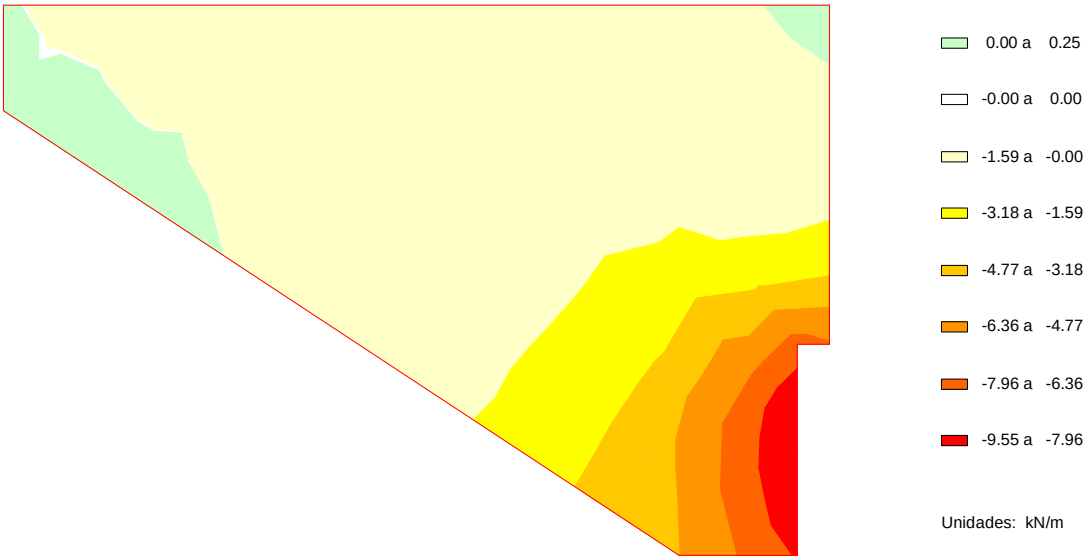
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

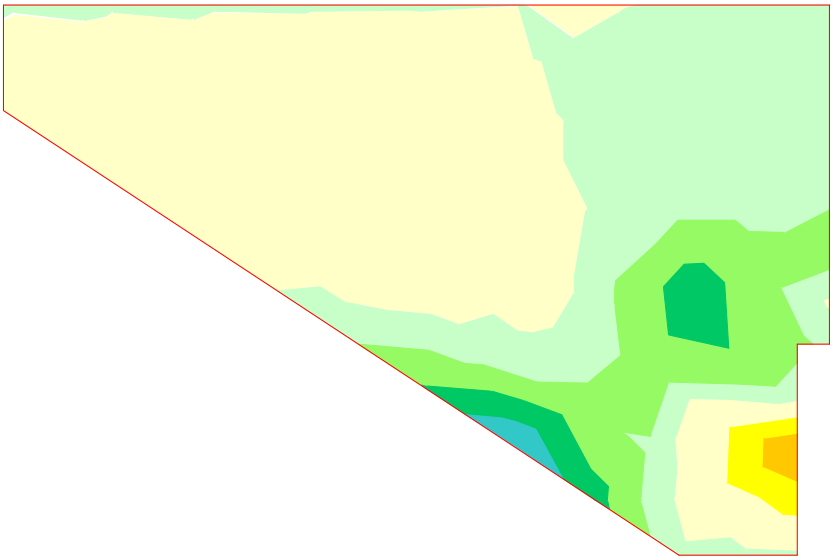
Cortante eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

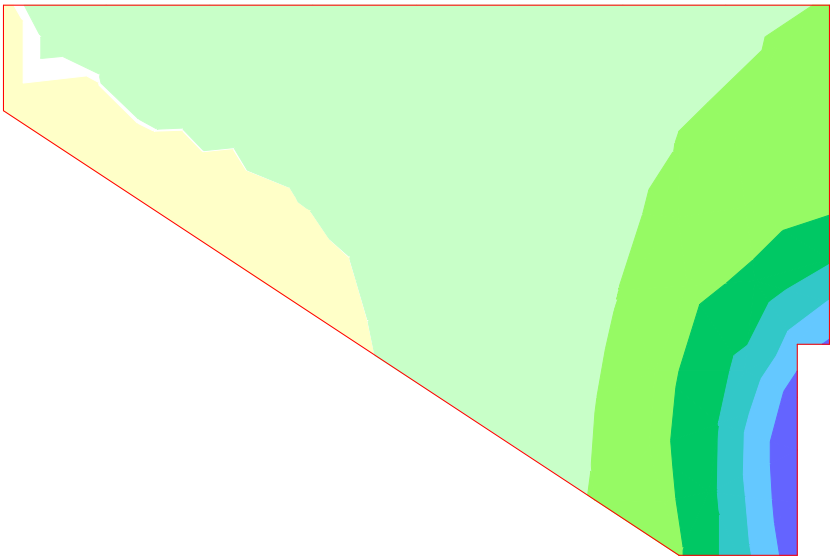
Cortante eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

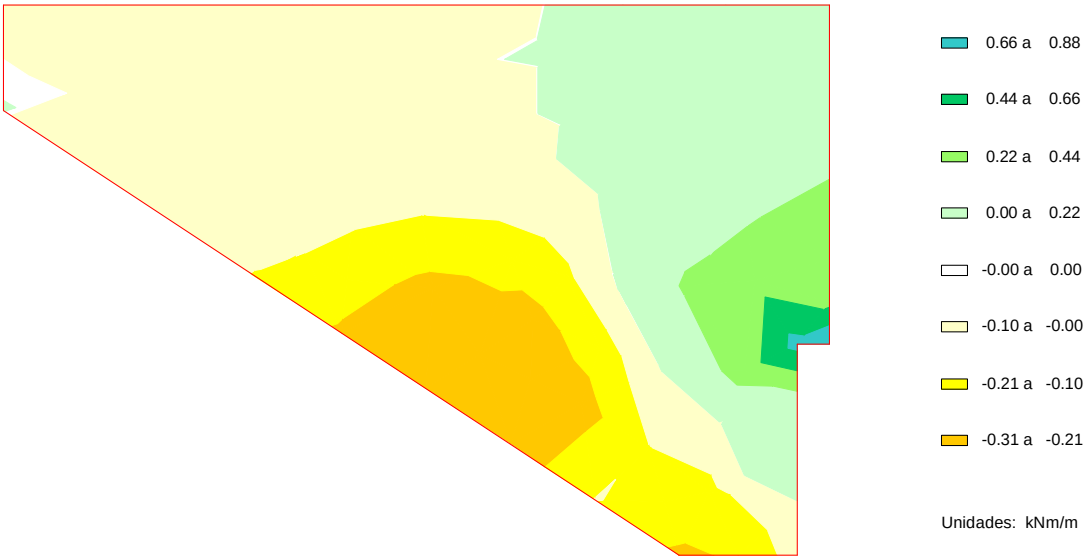
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Momento de eje horizontal (armado vertical)

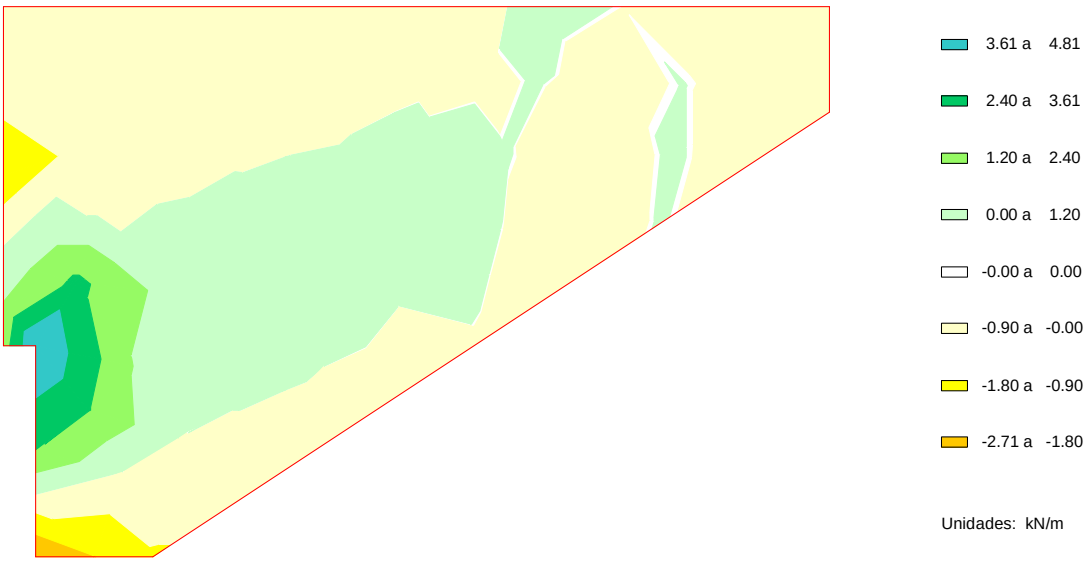


4.2.5 Aleta 2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

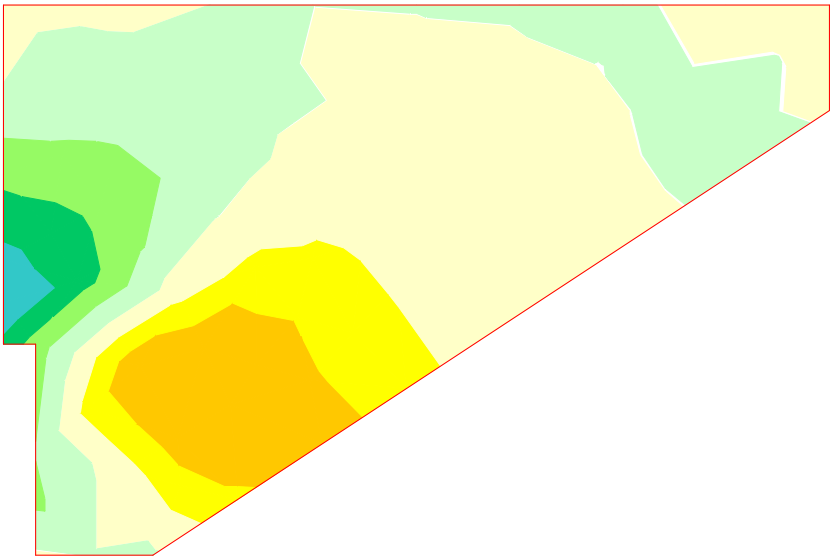
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Axil eje vertical



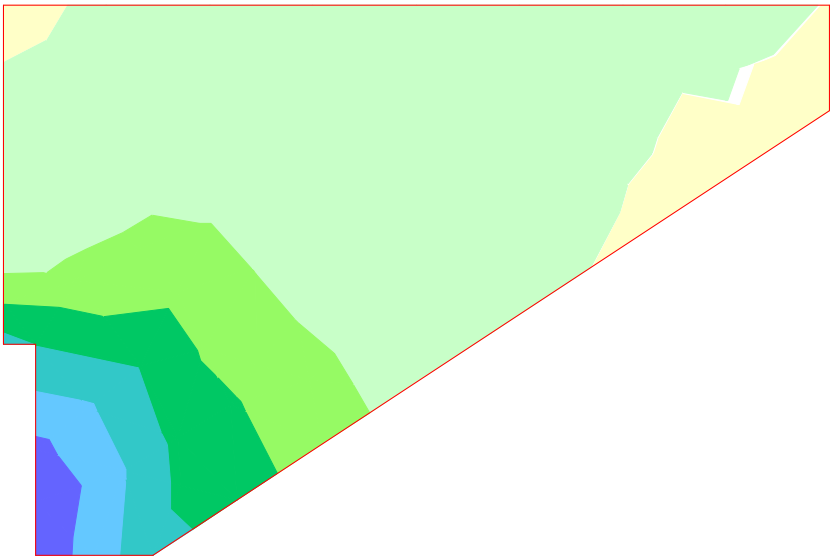
0.76 a 1.01
0.51 a 0.76
0.25 a 0.51
0.00 a 0.25
-0.00 a 0.00
-0.23 a -0.00
-0.45 a -0.23
-0.68 a -0.45

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Cortante eje horizontal



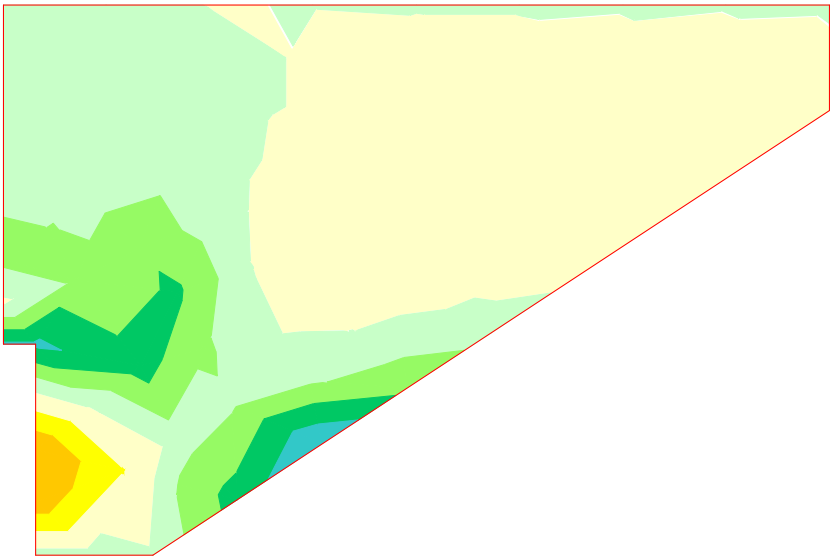
7.10 a 8.52
5.68 a 7.10
4.26 a 5.68
2.84 a 4.26
1.42 a 2.84
0.00 a 1.42
-0.00 a 0.00
-0.26 a -0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Cortante eje vertical



1.42 a 1.90

0.95 a 1.42

0.47 a 0.95

0.00 a 0.47

-0.00 a 0.00

-0.62 a -0.00

-1.23 a -0.62

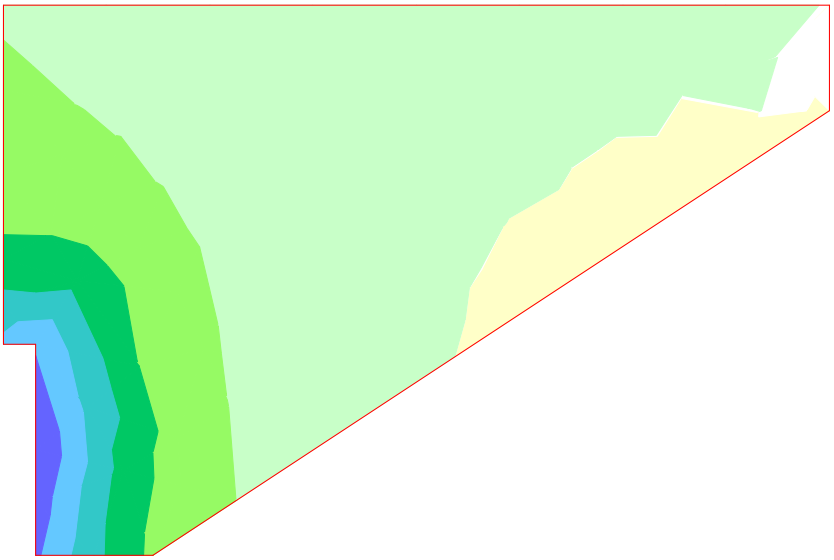
-1.85 a -1.23

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

Momento de eje vertical (armado horizontal)



5.68 a 6.82

4.55 a 5.68

3.41 a 4.55

2.27 a 3.41

1.14 a 2.27

0.00 a 1.14

-0.00 a 0.00

-0.05 a -0.00

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Terreno. Tierras. Empuje en trasdós

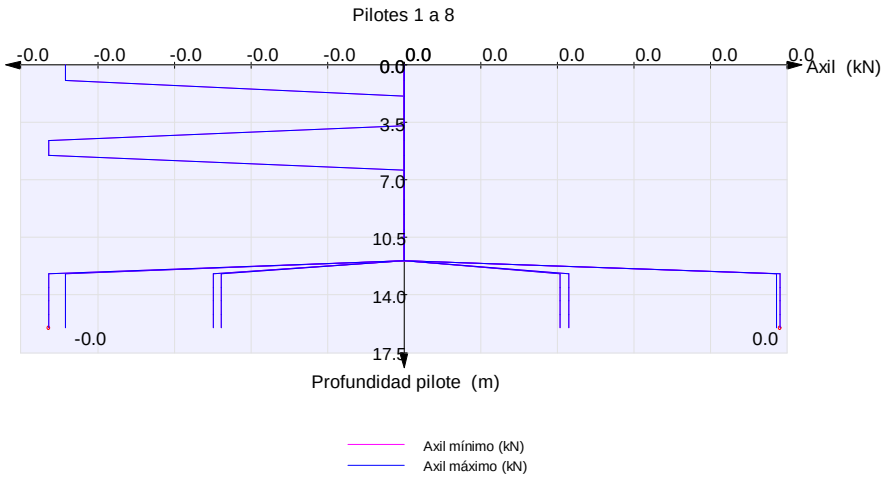
Momento de eje horizontal (armado vertical)

4.3 Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

4.3.1 Pilotes

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

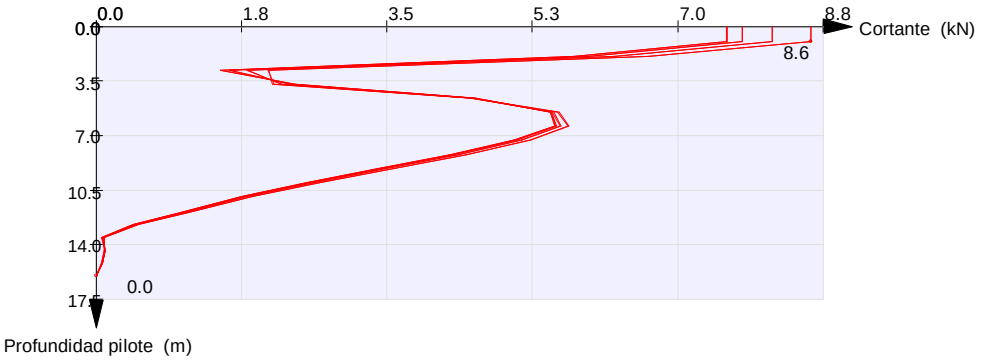
Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Pilotes 1 a 8

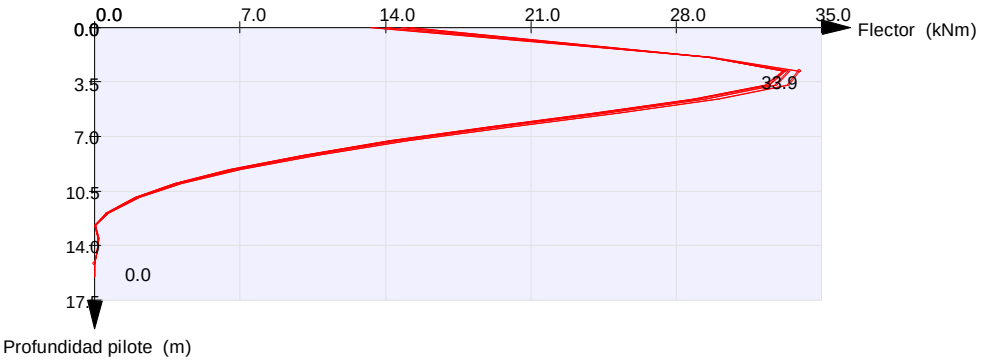


Cortante máximo (kN)

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Pilotes 1 a 8

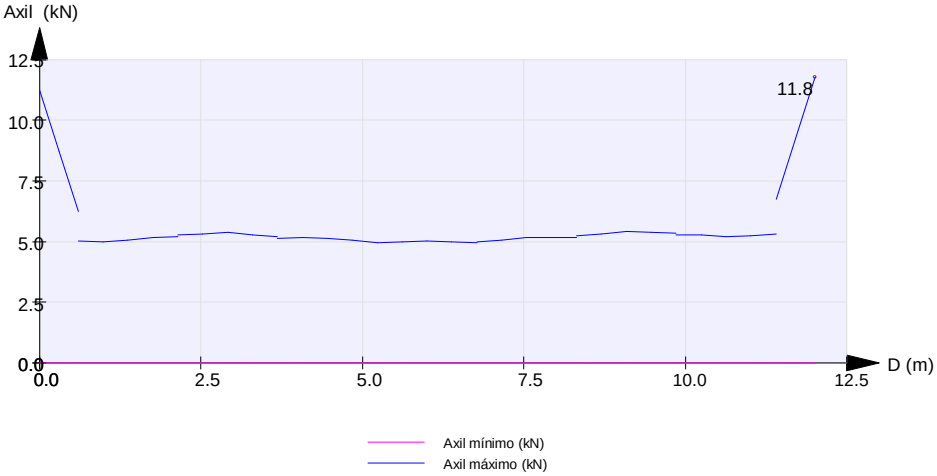


Flector máximo (kNm)

4.3.2 Cargadero

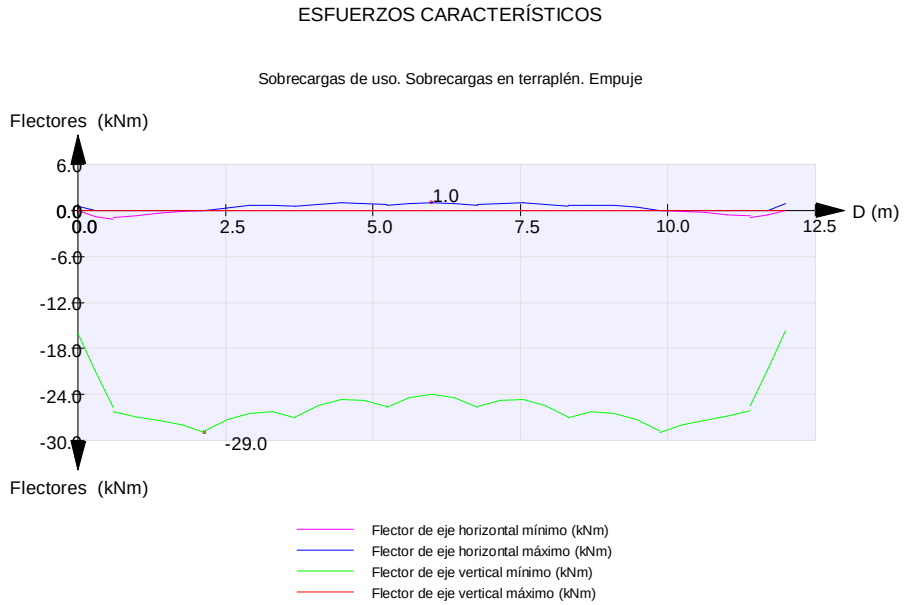
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

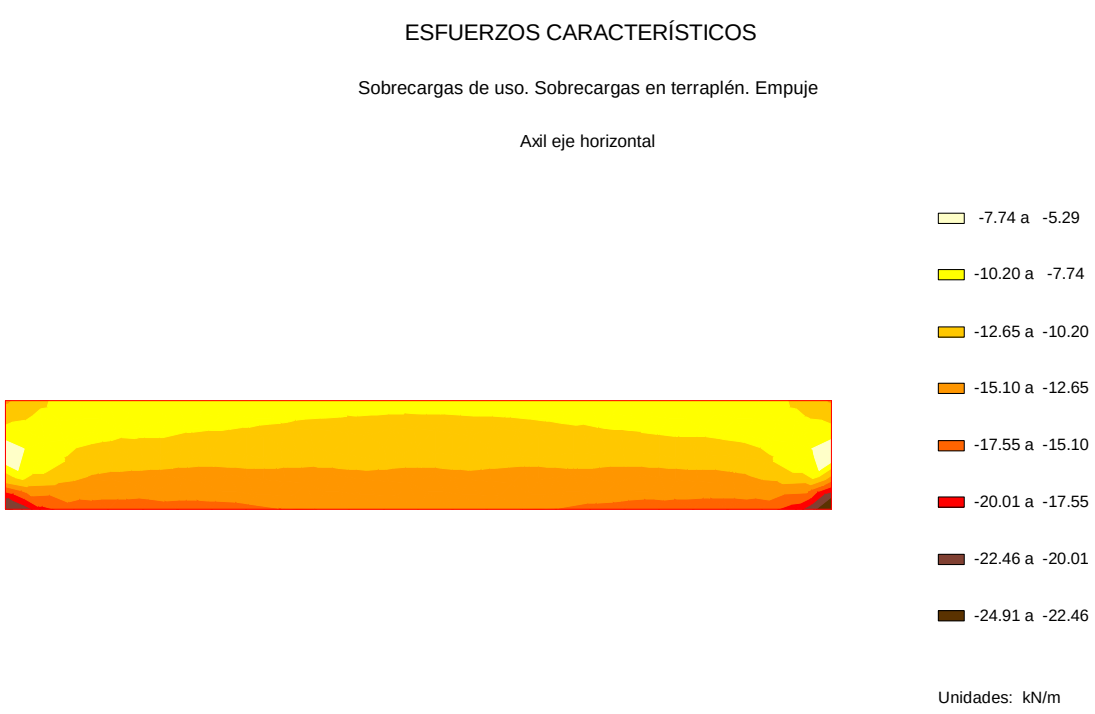


ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje



4.3.3 Espaldón



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Axil eje vertical

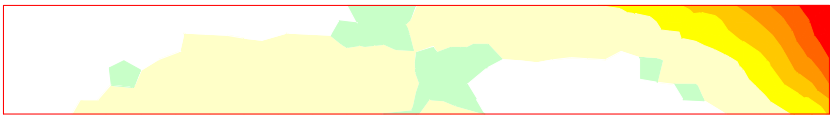
0.00 a 0.10
-0.00 a 0.00
-0.24 a -0.00
-0.47 a -0.24
-0.71 a -0.47
-0.94 a -0.71
-1.18 a -0.94
-1.41 a -1.18

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Cortante eje horizontal



0.00 a 0.10
-0.00 a 0.00
-1.56 a -0.00
-3.12 a -1.56
-4.68 a -3.12
-6.25 a -4.68
-7.81 a -6.25
-9.37 a -7.81

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Cortante eje vertical

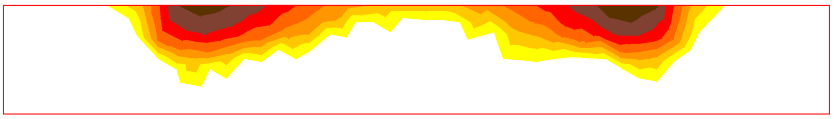
-0.00 a 0.00
-0.20 a -0.00
-0.39 a -0.20
-0.59 a -0.39
-0.79 a -0.59
-0.99 a -0.79
-1.18 a -0.99
-1.38 a -1.18

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Momento de eje vertical (armado horizontal)



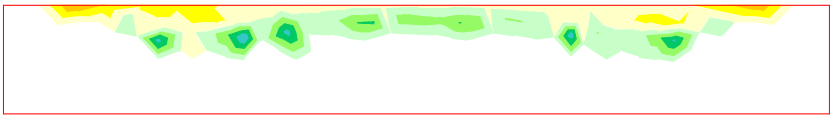
-0.00 a 0.00
-0.07 a -0.00
-0.13 a -0.07
-0.20 a -0.13
-0.26 a -0.20
-0.33 a -0.26
-0.40 a -0.33
-0.46 a -0.40

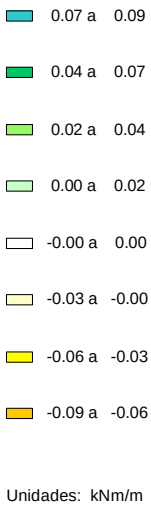
Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Momento de eje horizontal (armado vertical)



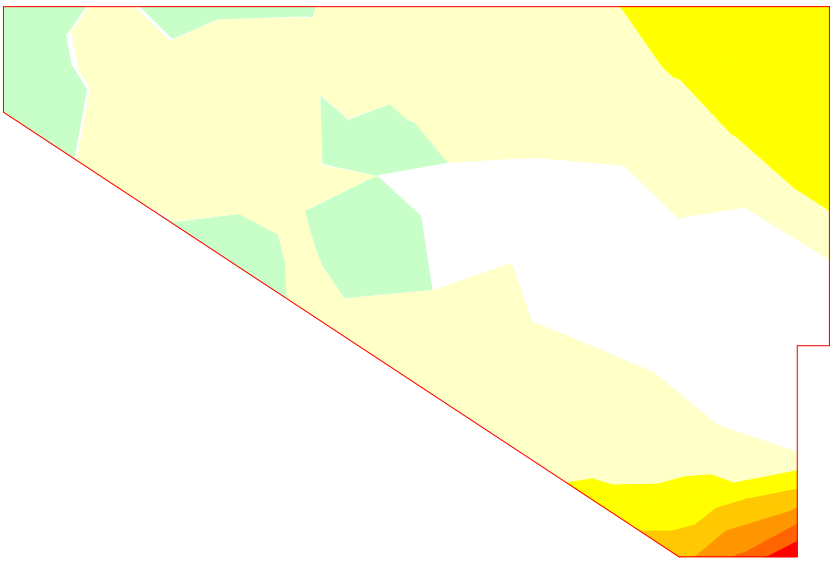


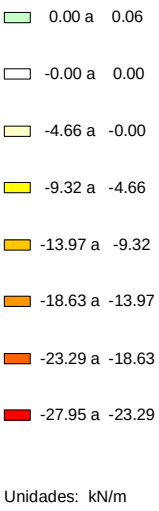
4.3.4 Aleta 1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Axil eje horizontal

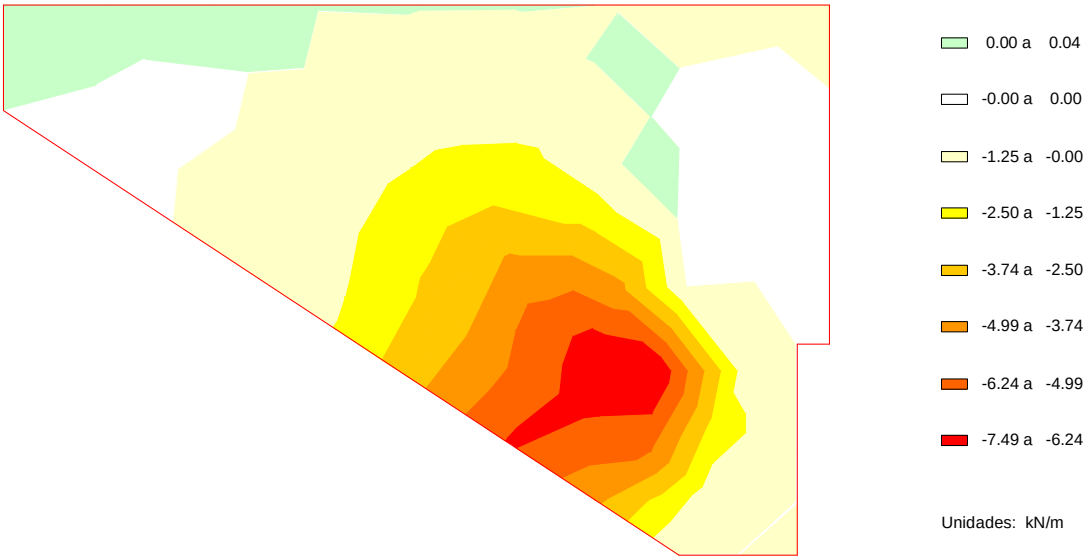




ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

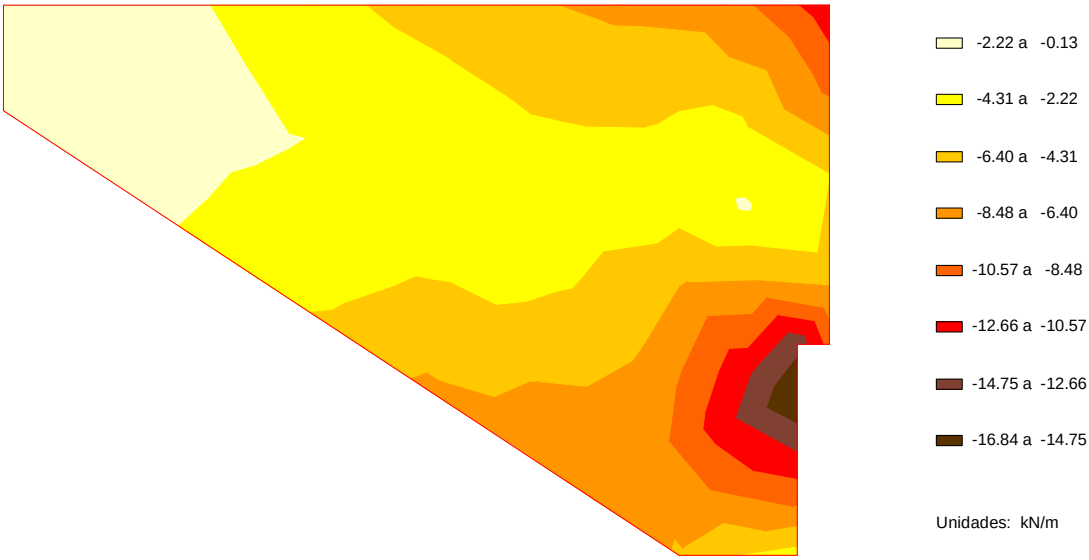
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

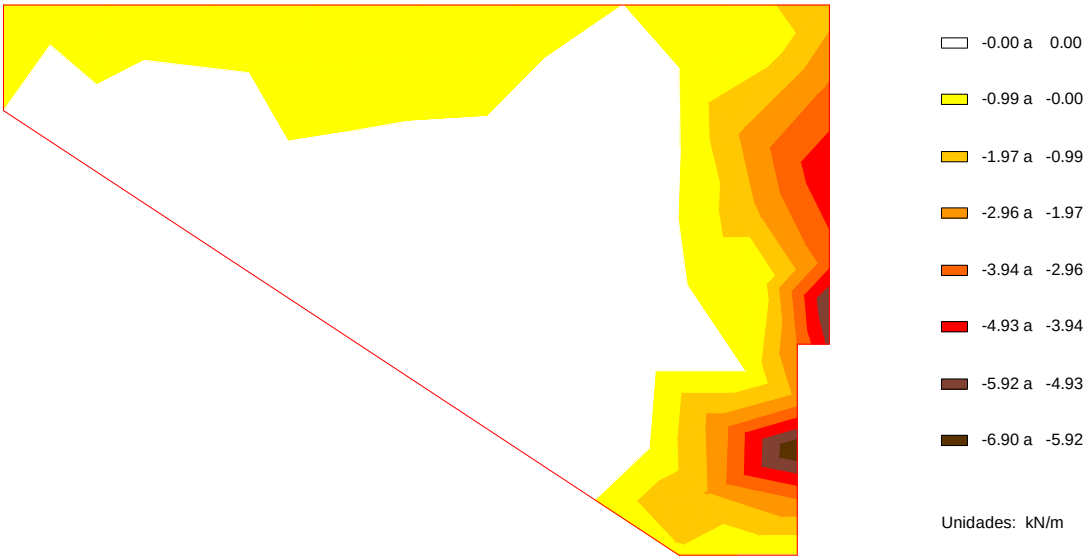
Cortante eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

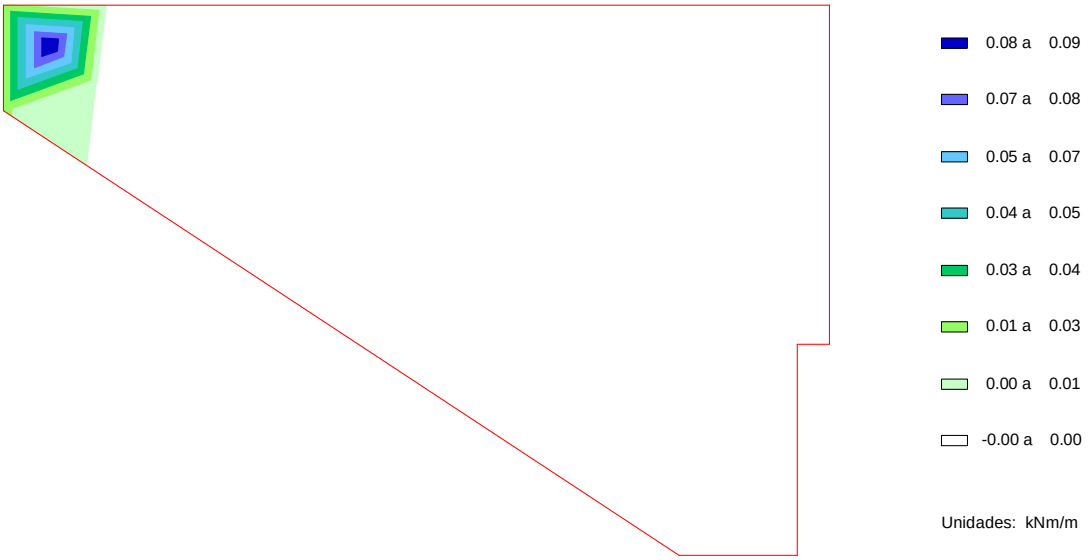
Cortante eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

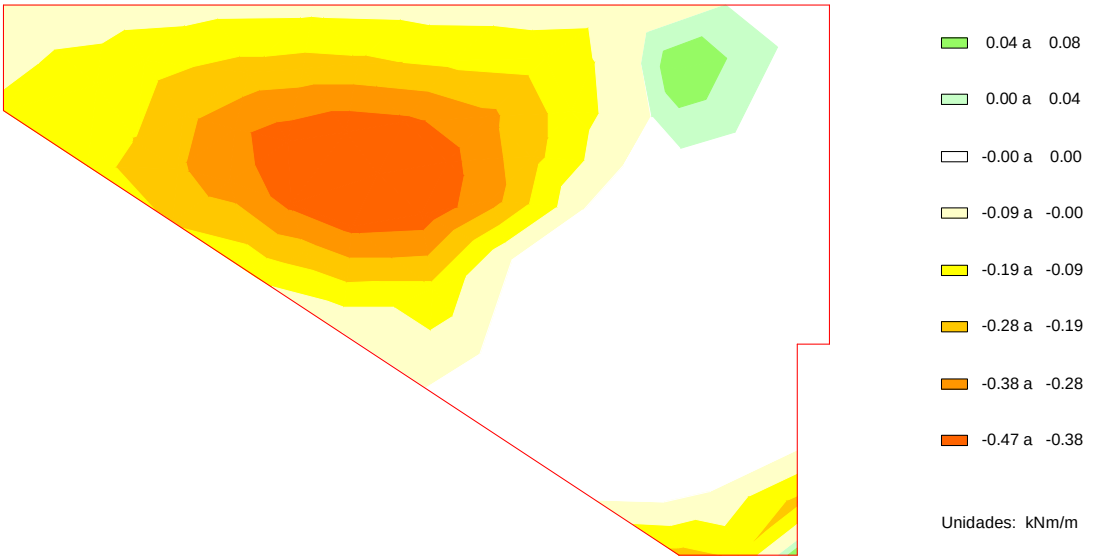
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Momento de eje horizontal (armado vertical)

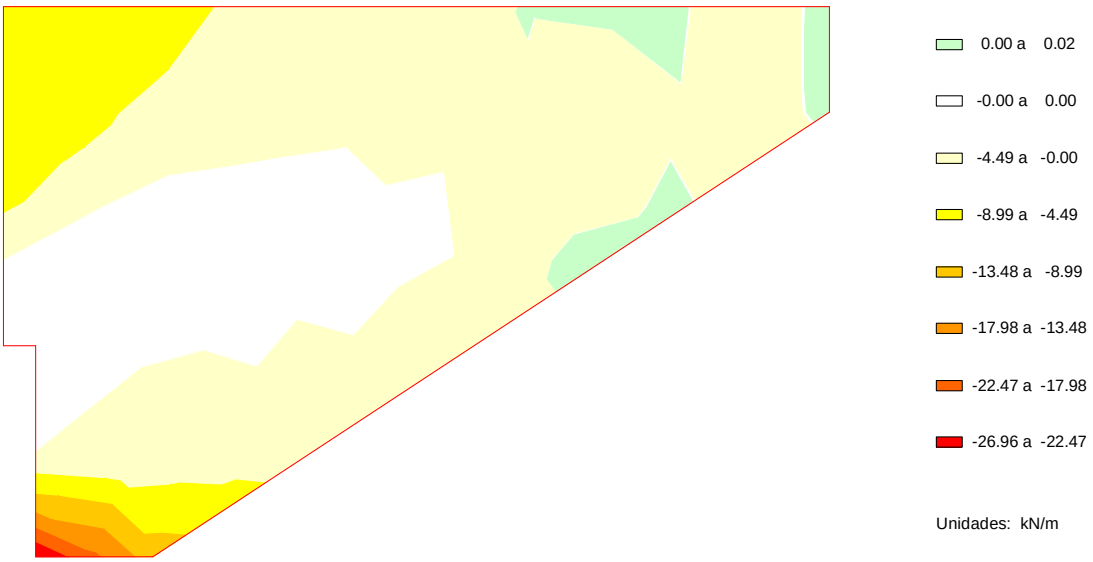


4.3.5 Aleta 2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

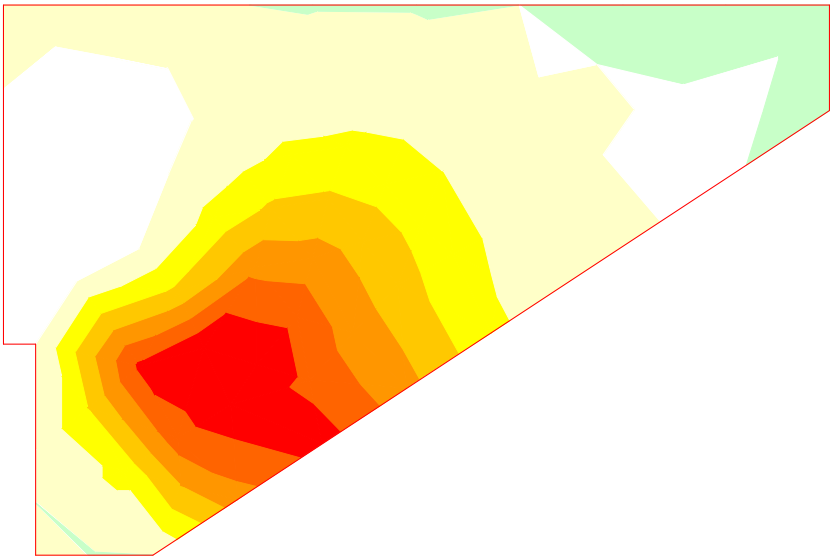
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

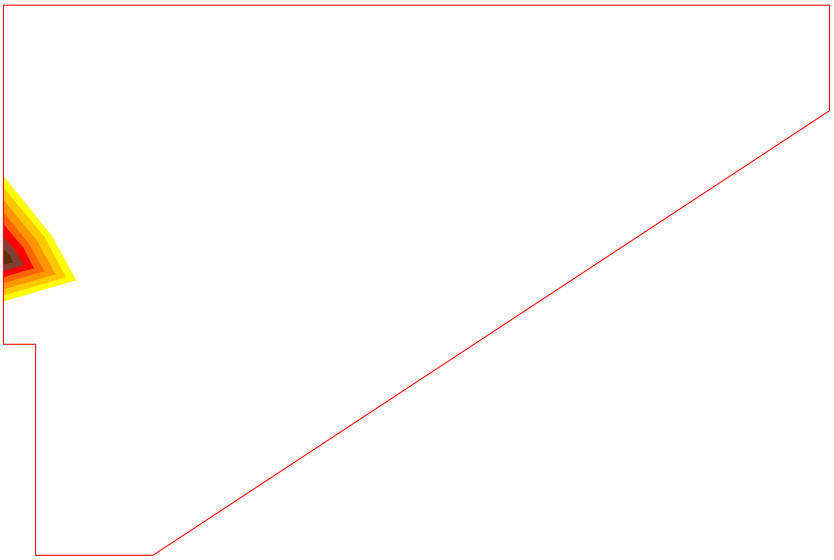
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

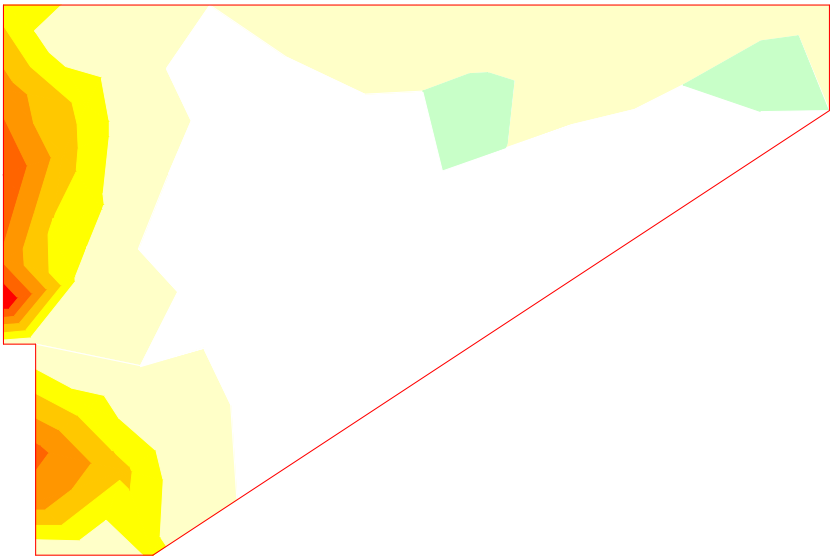
Cortante eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Cortante eje vertical



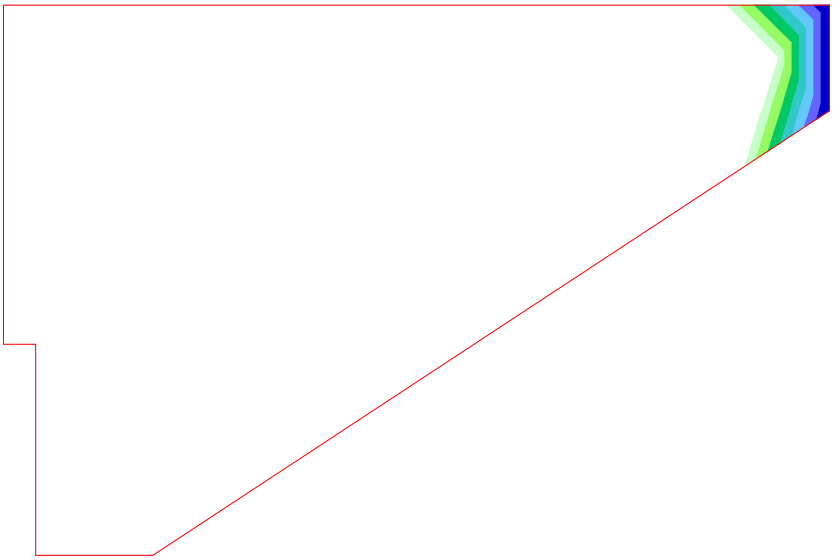
0.00 a 0.07
-0.00 a 0.00
-0.97 a -0.00
-1.94 a -0.97
-2.91 a -1.94
-3.89 a -2.91
-4.86 a -3.89
-5.83 a -4.86

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Momento de eje vertical (armado horizontal)



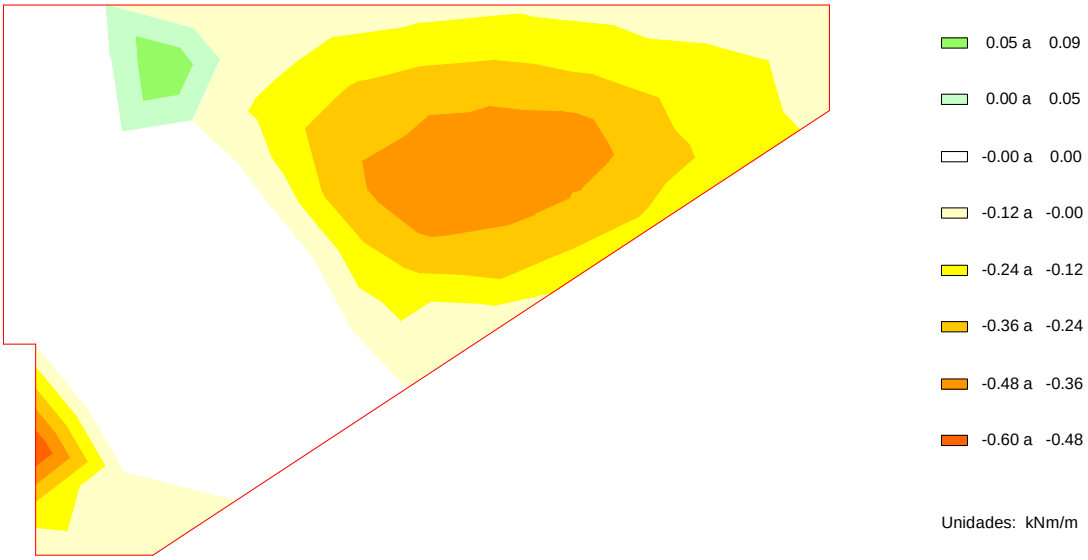
0.01 a 0.02
0.01 a 0.01
0.01 a 0.01
0.01 a 0.01
0.00 a 0.01
0.00 a 0.00
0.00 a 0.00
-0.00 a 0.00

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Empuje

Momento de eje horizontal (armado vertical)

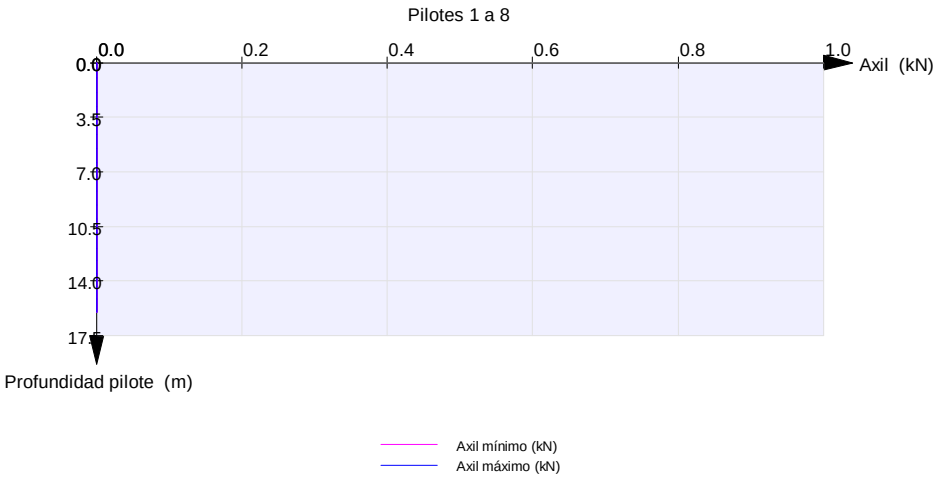


4.4 Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

4.4.1 Pilotes

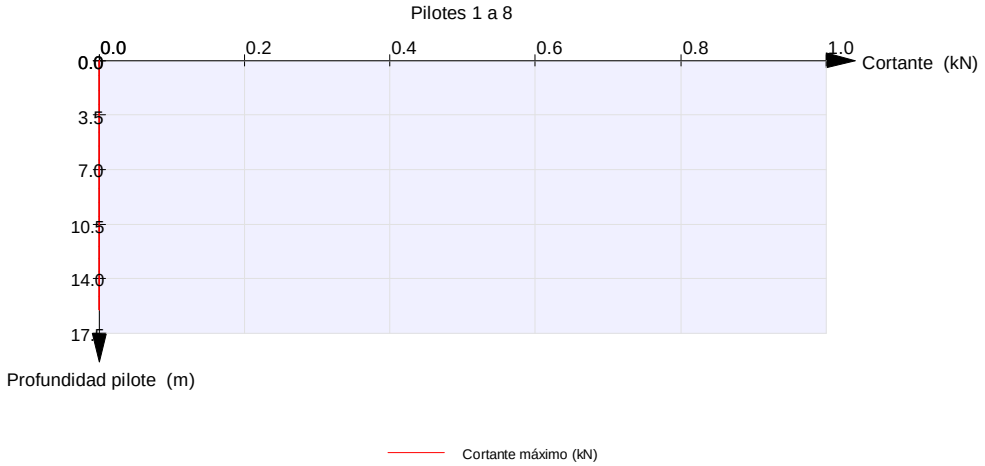
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical



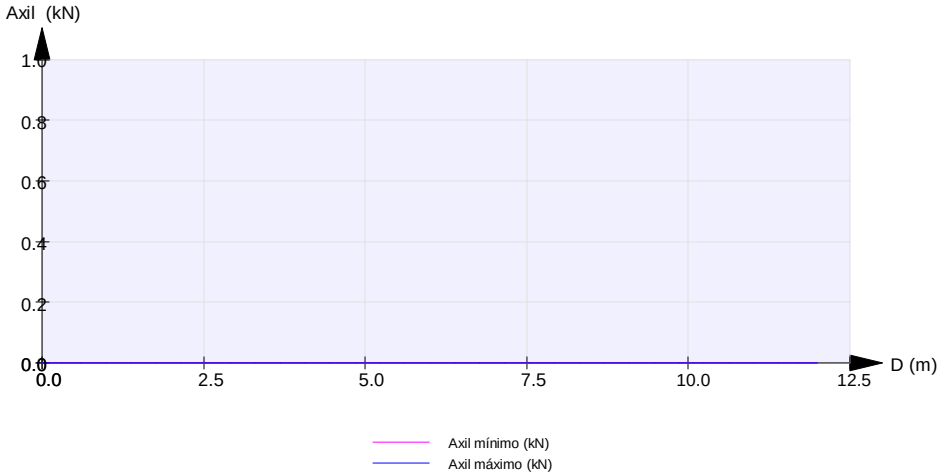
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

4.4.2 Cargadero

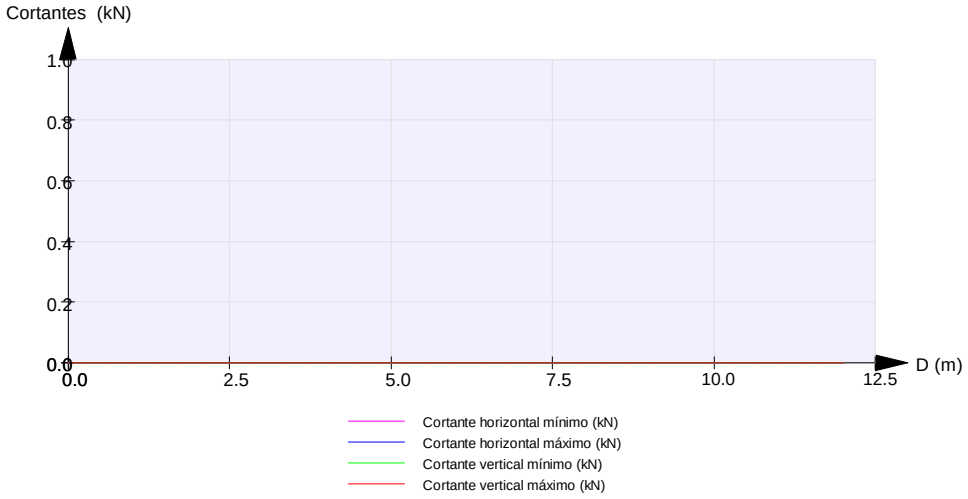
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical



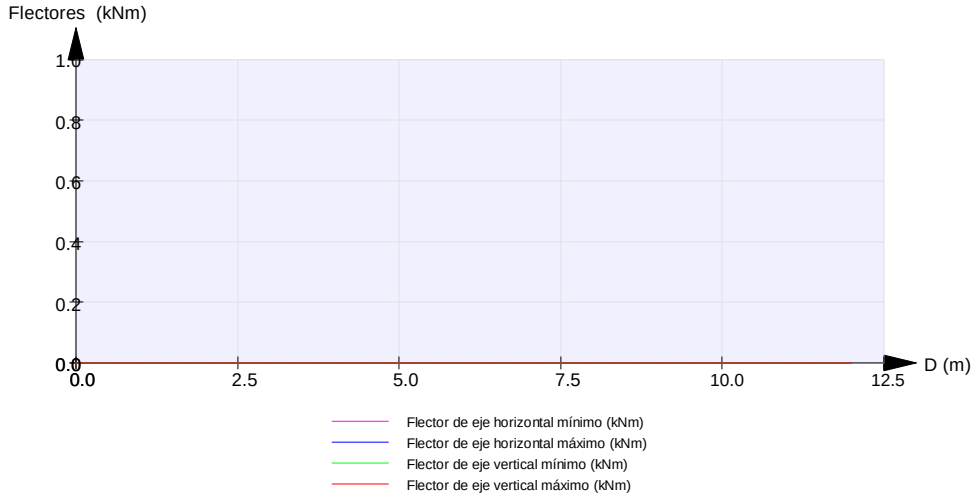
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

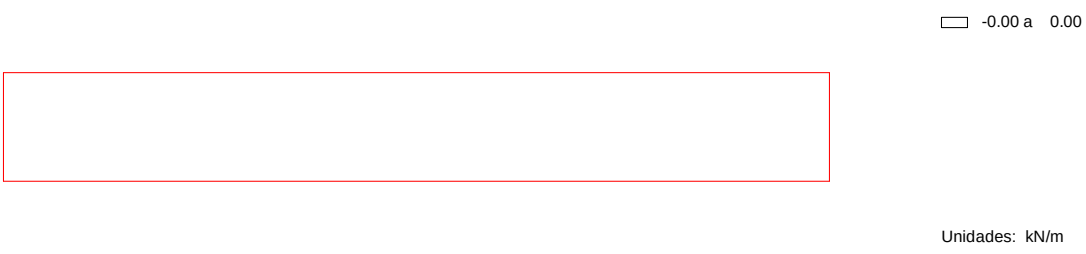


4.4.3 Espaldón

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Axil eje vertical

-0.00 a 0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Cortante eje horizontal

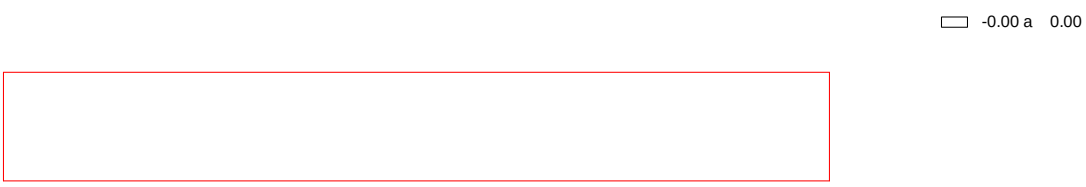
-0.00 a 0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Cortante eje vertical

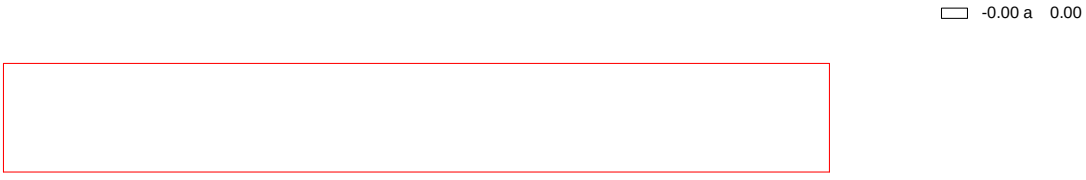


Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Momento de eje vertical (armado horizontal)

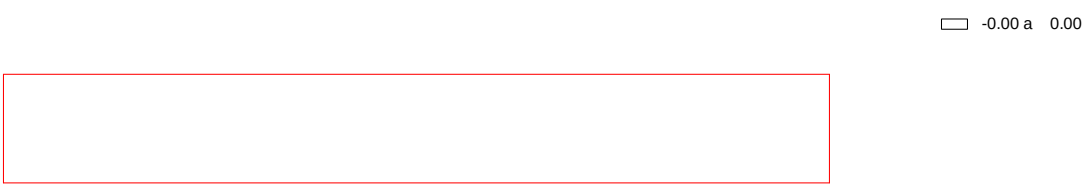


Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Momento de eje horizontal (armado vertical)



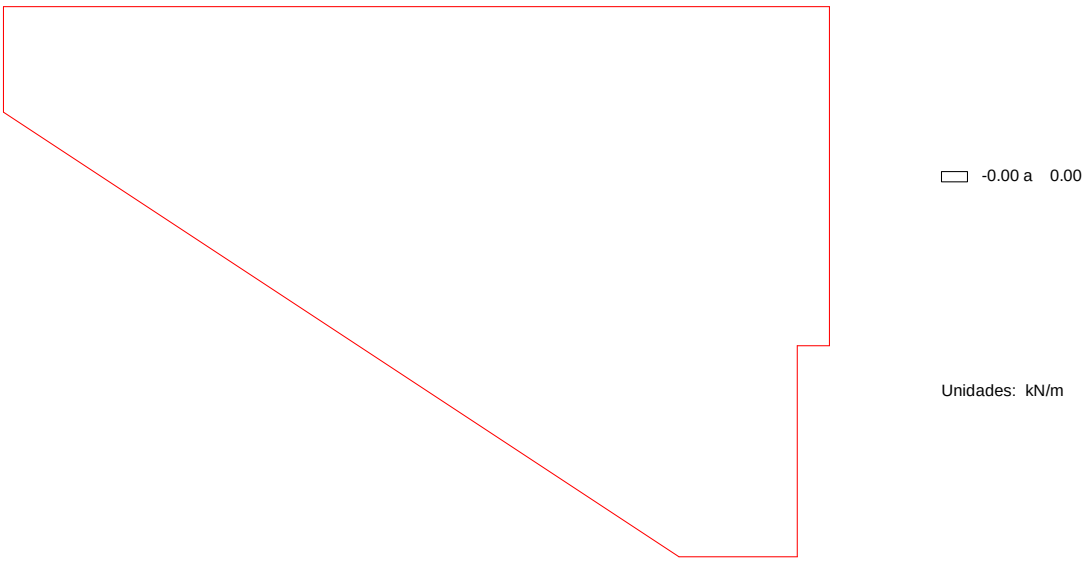
Unidades: kNm/m

4.4.4 Aleta 1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Axil eje horizontal

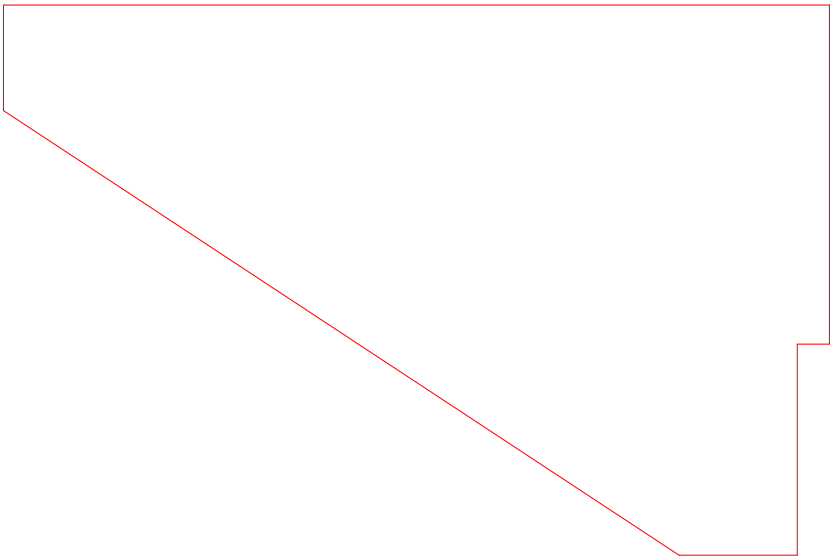


Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Axil eje vertical



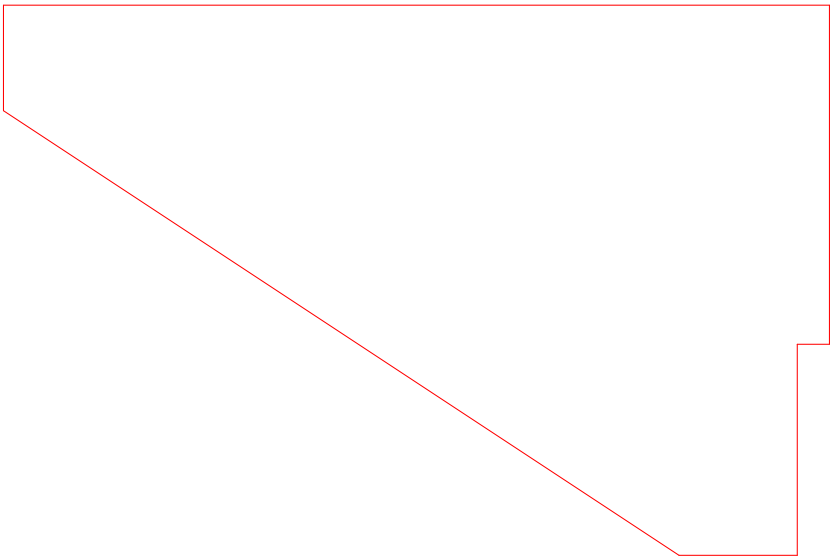
-0.00 a 0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Cortante eje horizontal



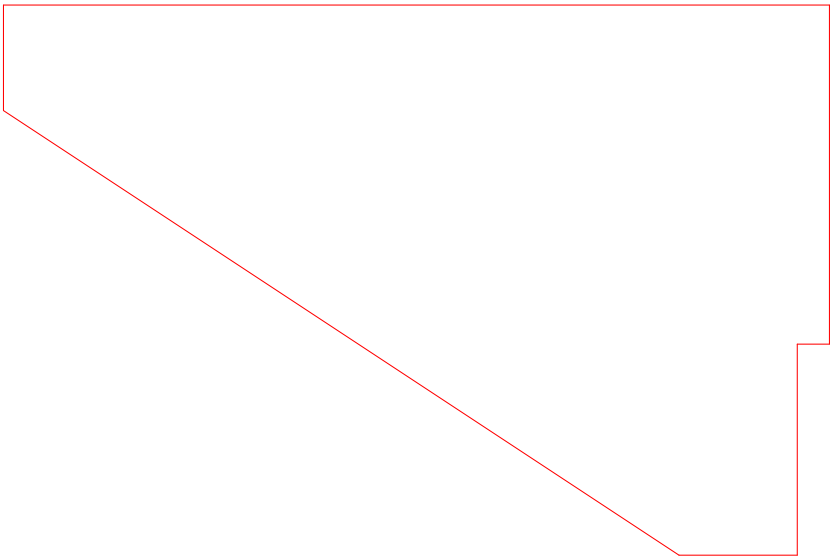
-0.00 a 0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Cortante eje vertical



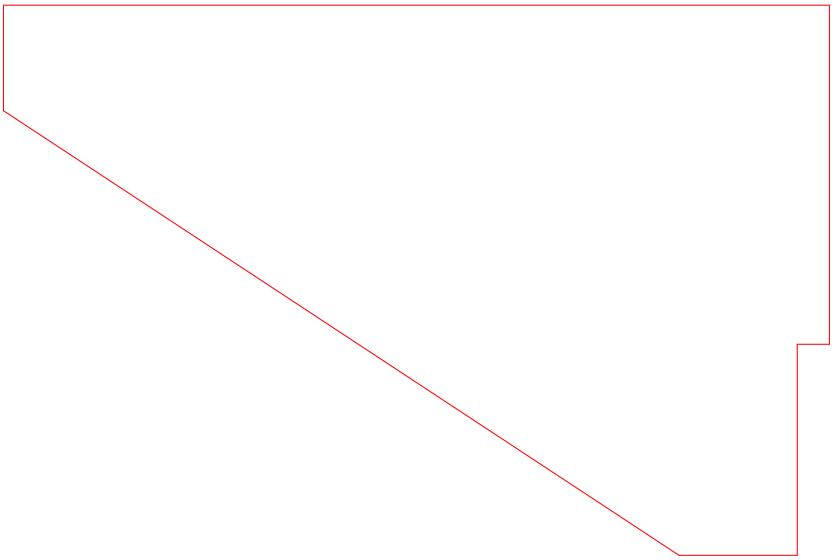
-0.00 a 0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Momento de eje vertical (armado horizontal)



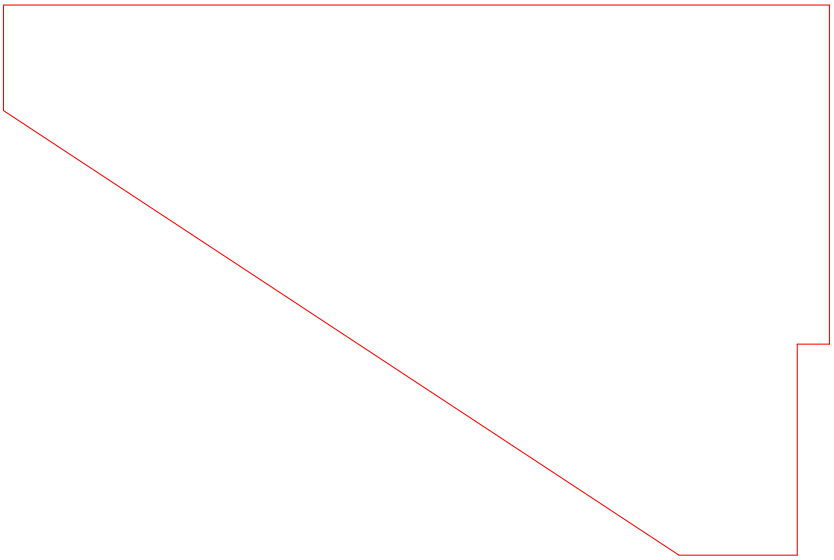
-0.00 a 0.00

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Momento de eje horizontal (armado vertical)



-0.00 a 0.00

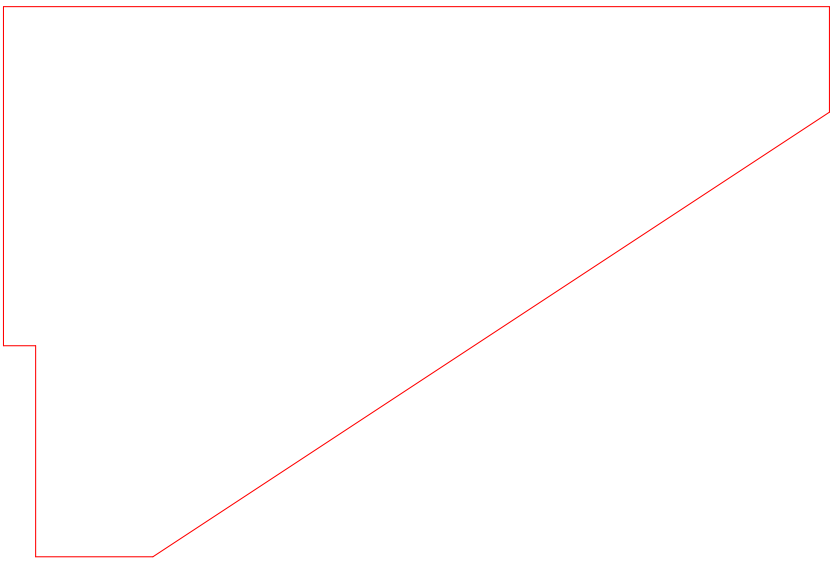
Unidades: kNm/m

4.4.5 Aleta 2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Axil eje horizontal



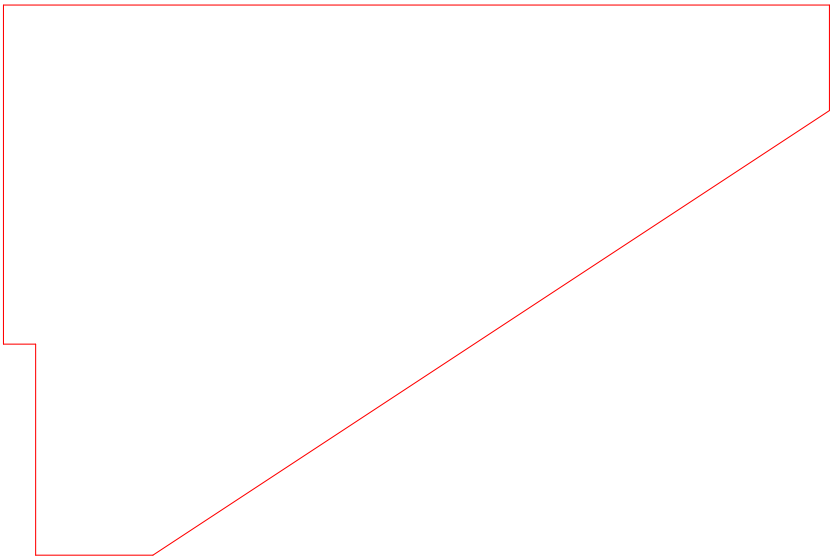
-0.00 a 0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Axil eje vertical



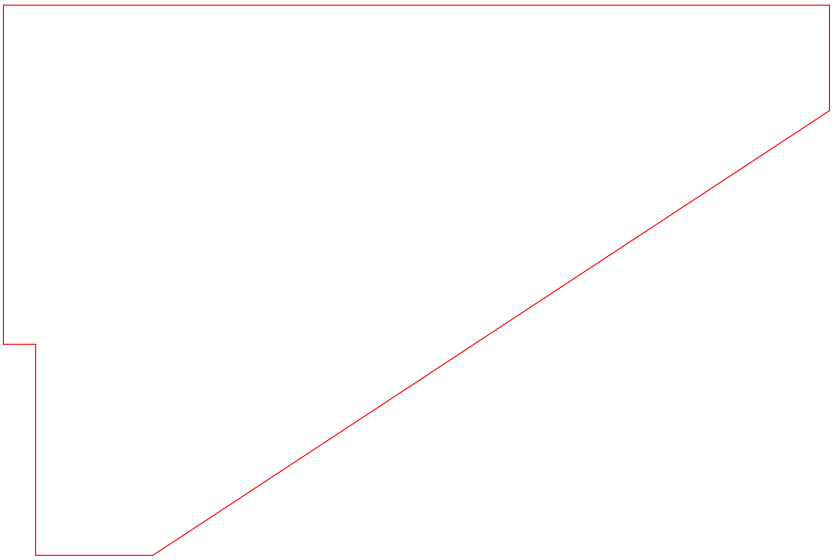
-0.00 a 0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Cortante eje horizontal



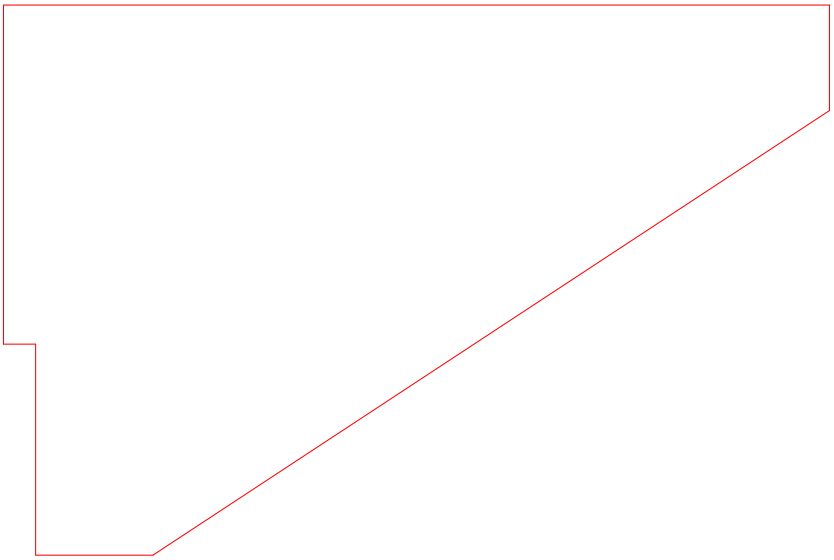
-0.00 a 0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Cortante eje vertical



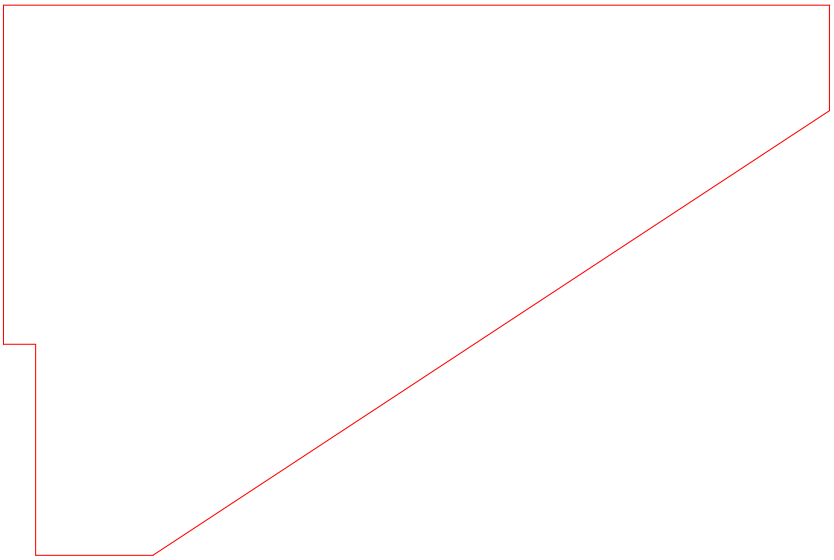
-0.00 a 0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Momento de eje vertical (armado horizontal)



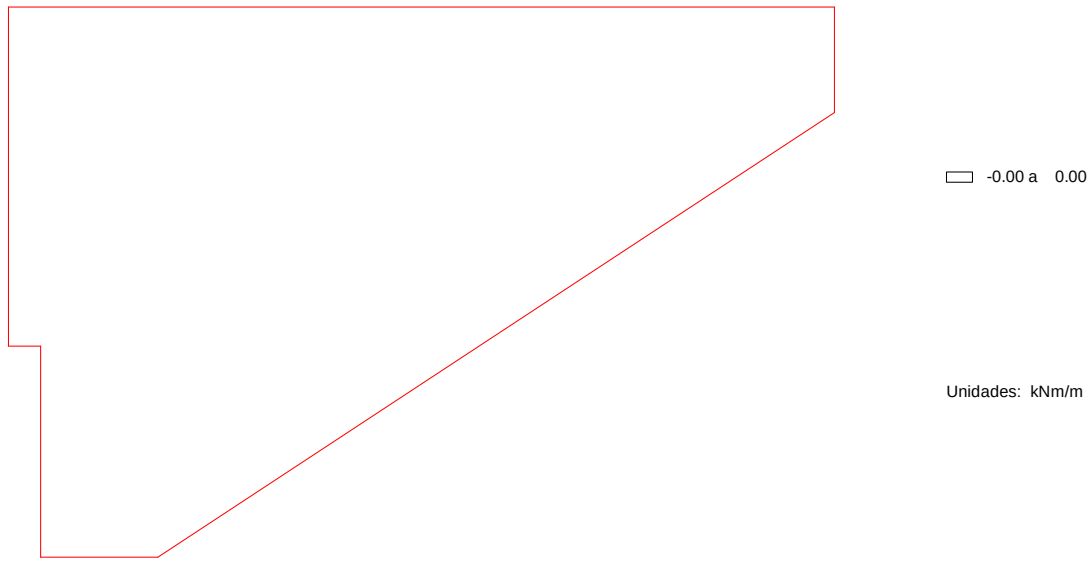
-0.00 a 0.00

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas en terraplén. Acción vertical

Momento de eje horizontal (armado vertical)



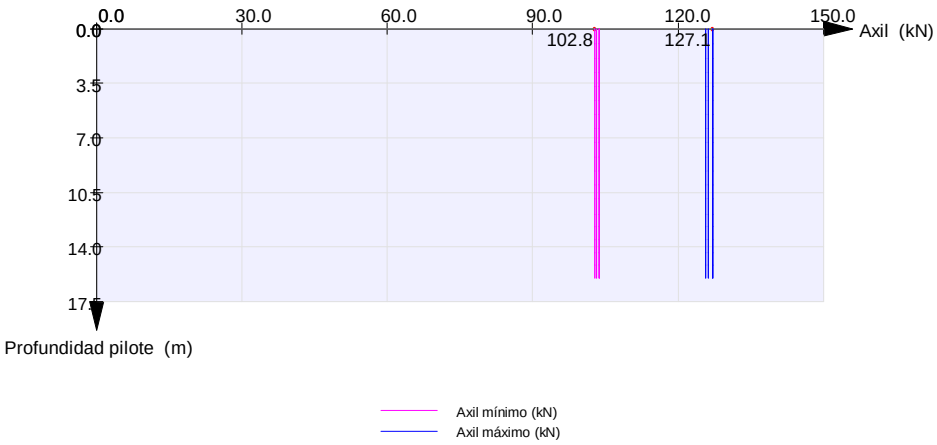
4.5 Peso propio. Tablero

4.5.1 Pilotes

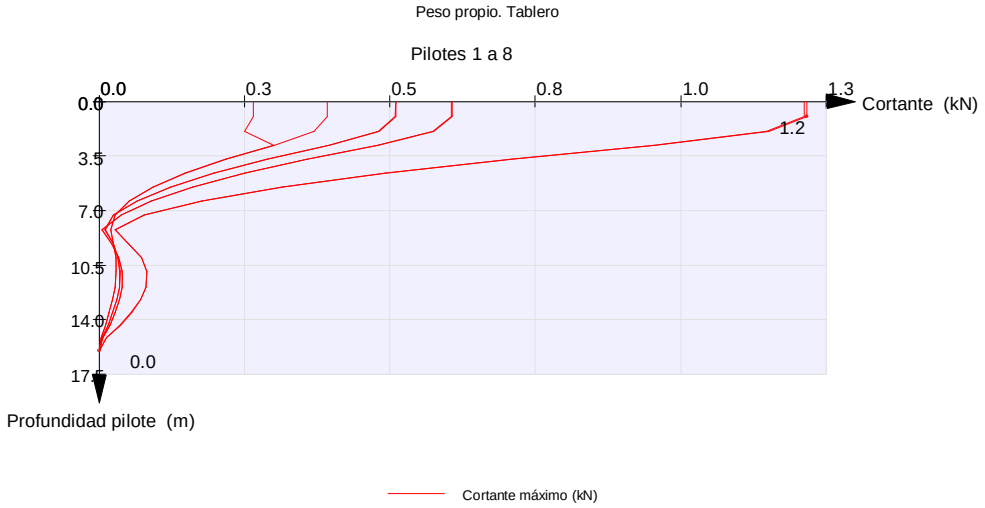
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

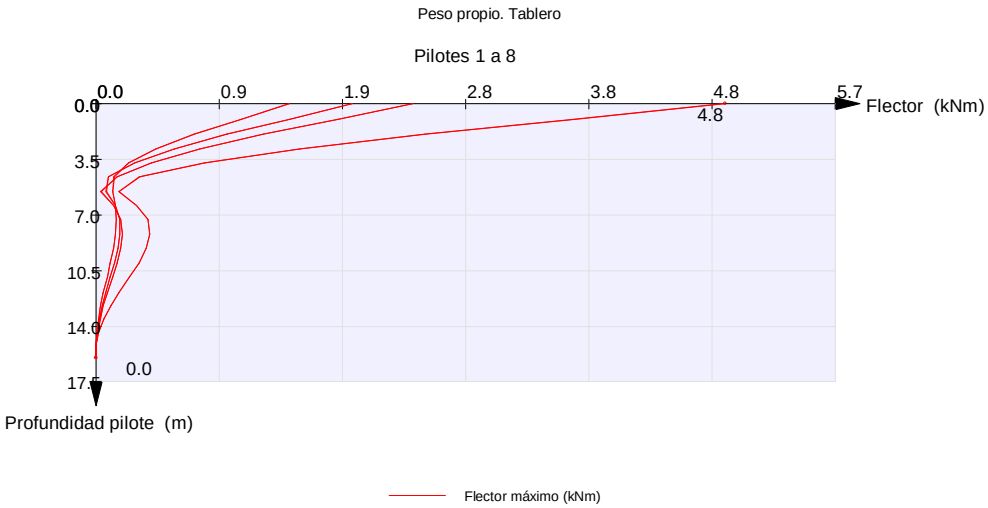
Pilotes 1 a 8



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

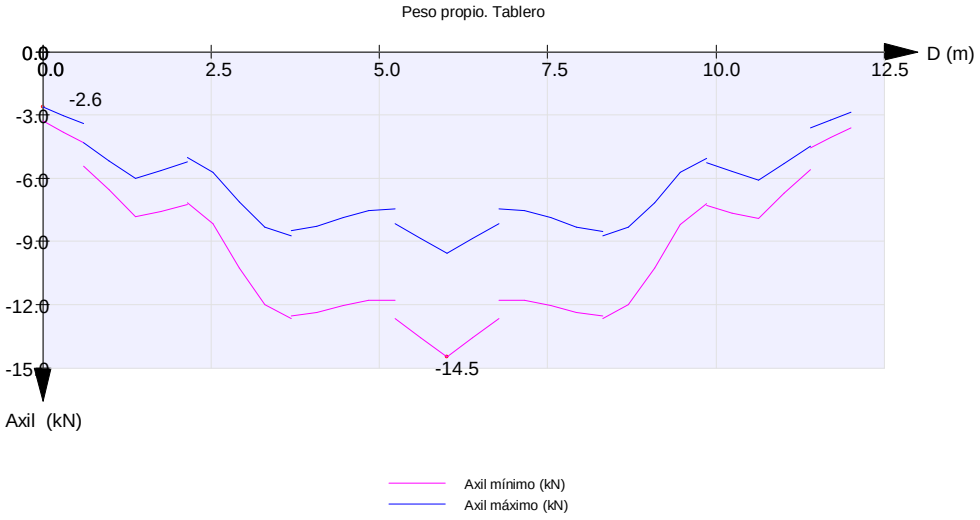


ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

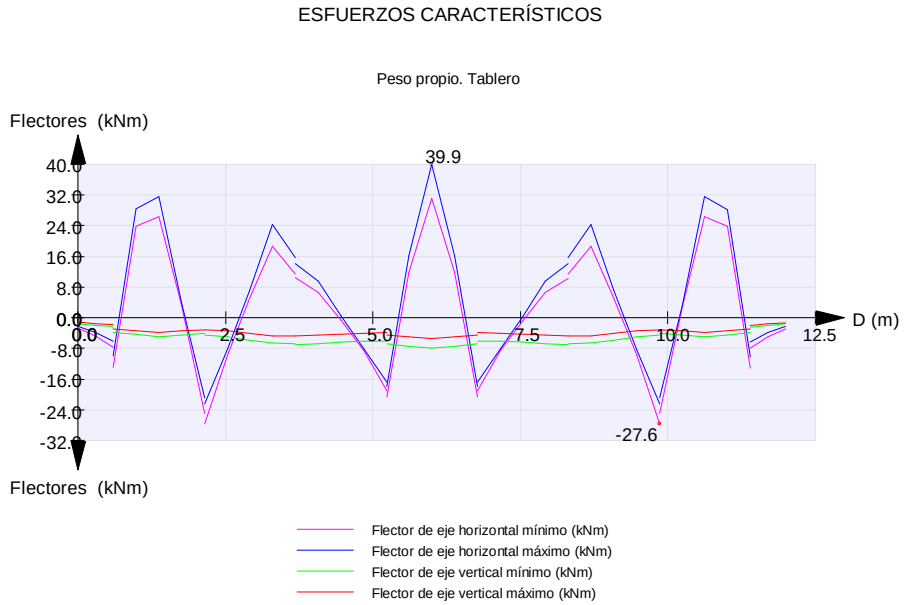


4.5.2 Cargadero

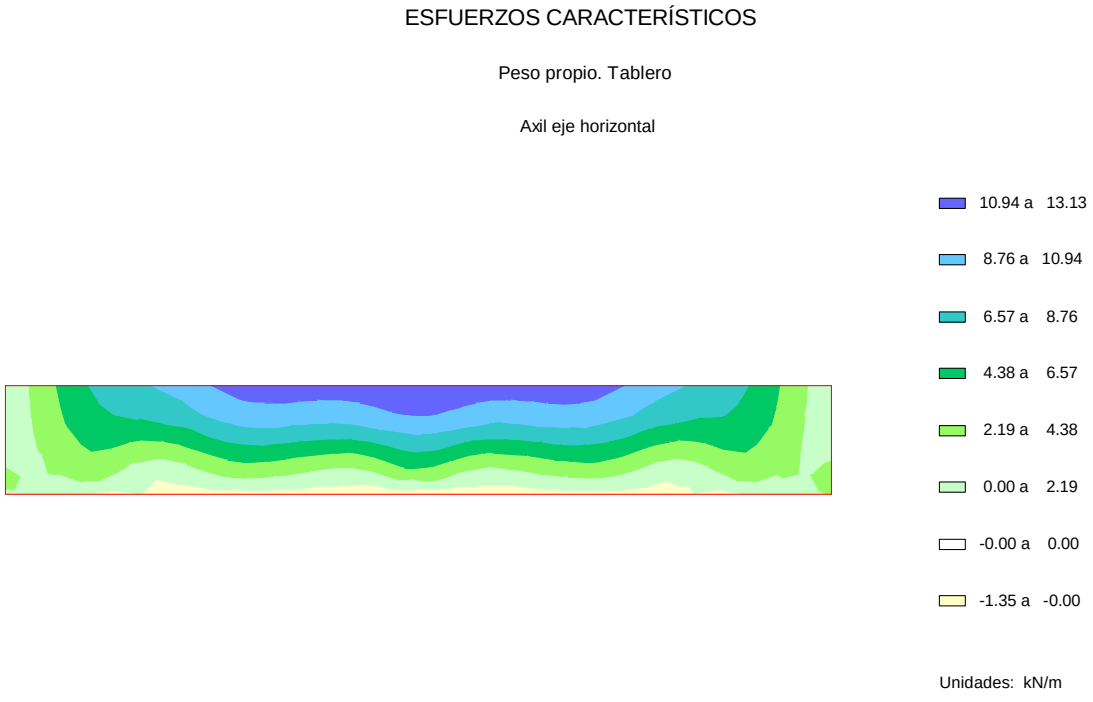
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS



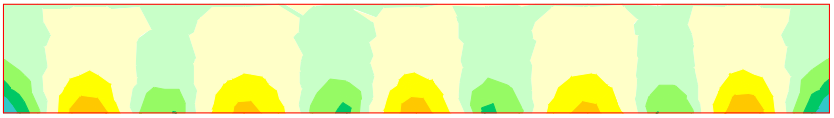
4.5.3 Espaldón



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

Axil eje vertical



3.84 a 5.12
2.56 a 3.84
1.28 a 2.56
0.00 a 1.28
-0.00 a 0.00
-2.11 a -0.00
-4.22 a -2.11
-6.34 a -4.22

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

Cortante eje horizontal

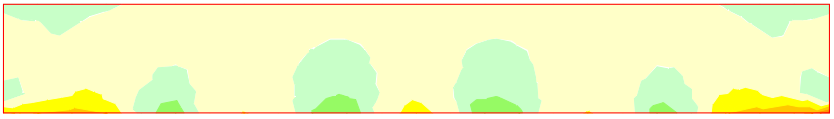
0.38 a 0.50
0.25 a 0.38
0.13 a 0.25
0.00 a 0.13
-0.00 a 0.00
-0.19 a -0.00
-0.39 a -0.19
-0.58 a -0.39

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

Cortante eje vertical



0.06 a 0.11

0.00 a 0.06

-0.00 a 0.00

-0.11 a -0.00

-0.21 a -0.11

-0.32 a -0.21

-0.43 a -0.32

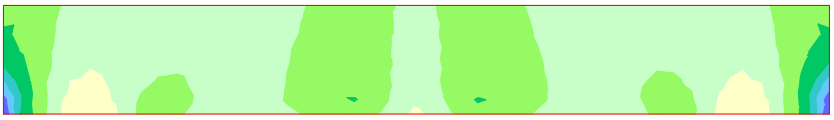
-0.53 a -0.43

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

Momento de eje vertical (armado horizontal)



0.20 a 0.24

0.16 a 0.20

0.12 a 0.16

0.08 a 0.12

0.04 a 0.08

0.00 a 0.04

-0.00 a 0.00

-0.03 a -0.00

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

Momento de eje horizontal (armado vertical)

0.07 a 0.10
0.05 a 0.07
0.02 a 0.05
0.00 a 0.02
-0.00 a 0.00
-0.02 a -0.00
-0.04 a -0.02
-0.07 a -0.04

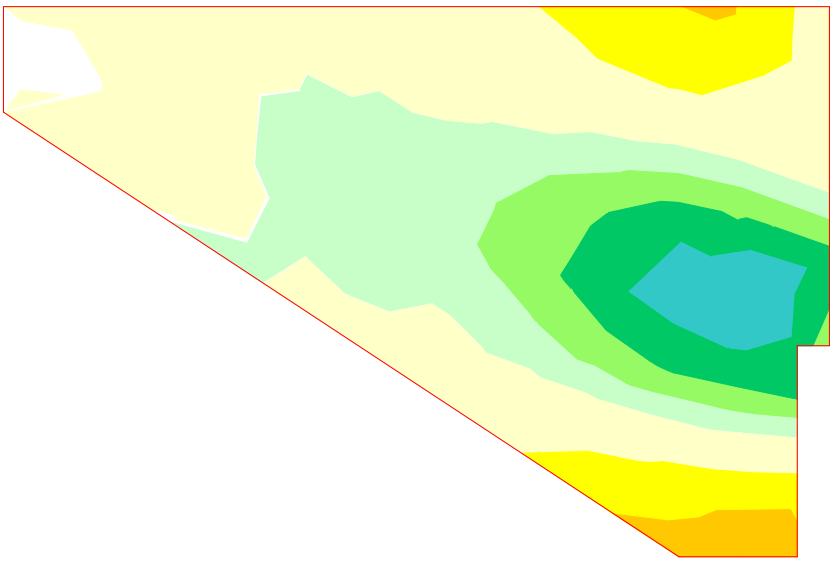
Unidades: kNm/m

4.5.4 Aleta 1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

Axil eje horizontal



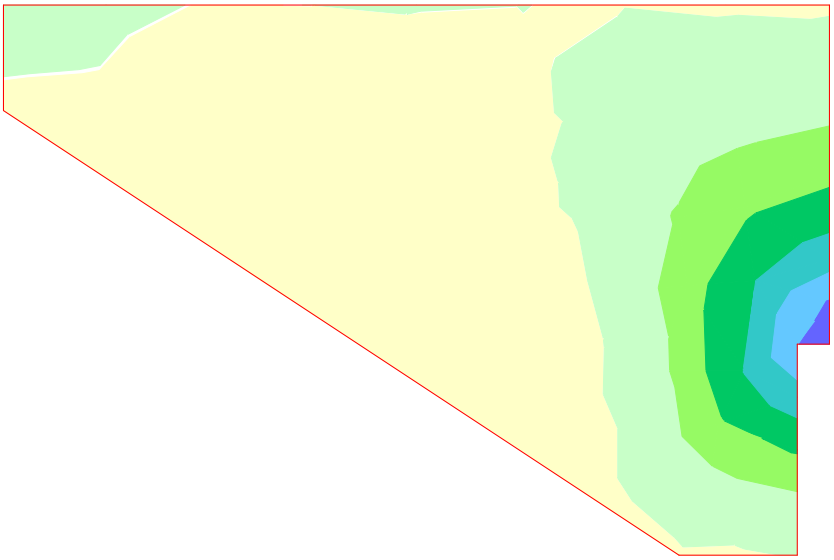
0.95 a 1.26
0.63 a 0.95
0.32 a 0.63
0.00 a 0.32
-0.00 a 0.00
-0.64 a -0.00
-1.27 a -0.64
-1.91 a -1.27

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

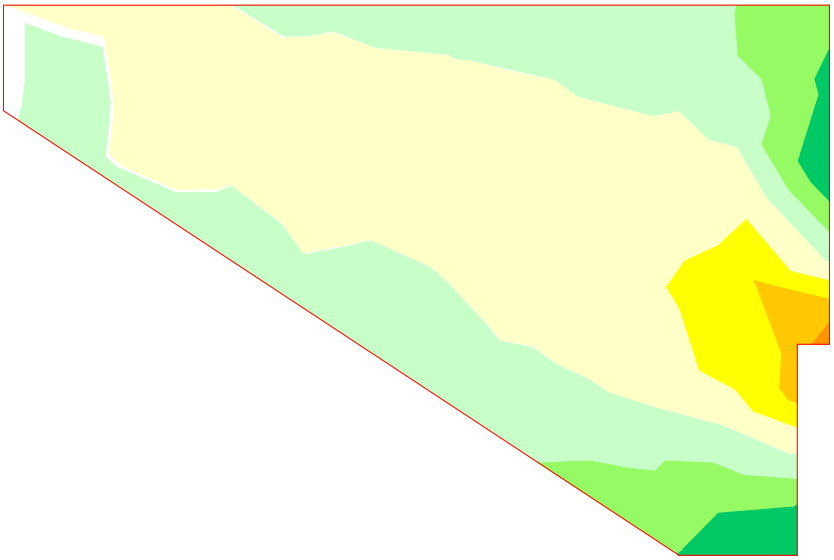
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

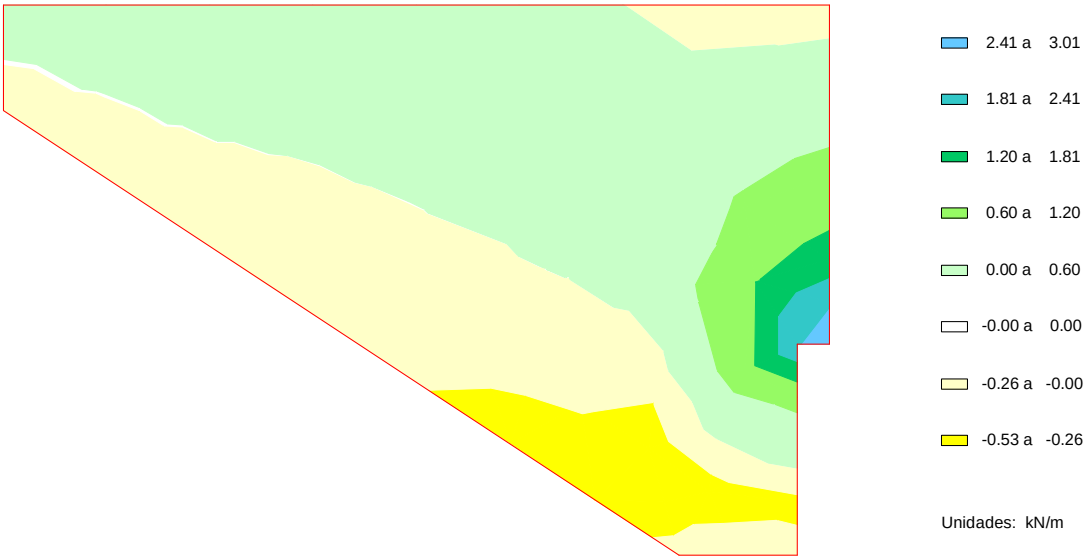
Cortante eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

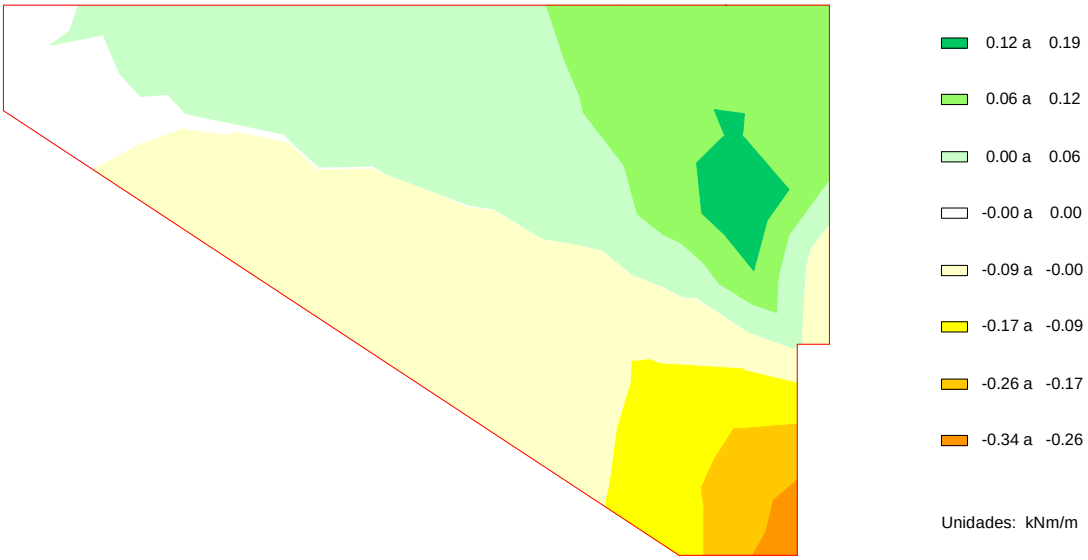
Cortante eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

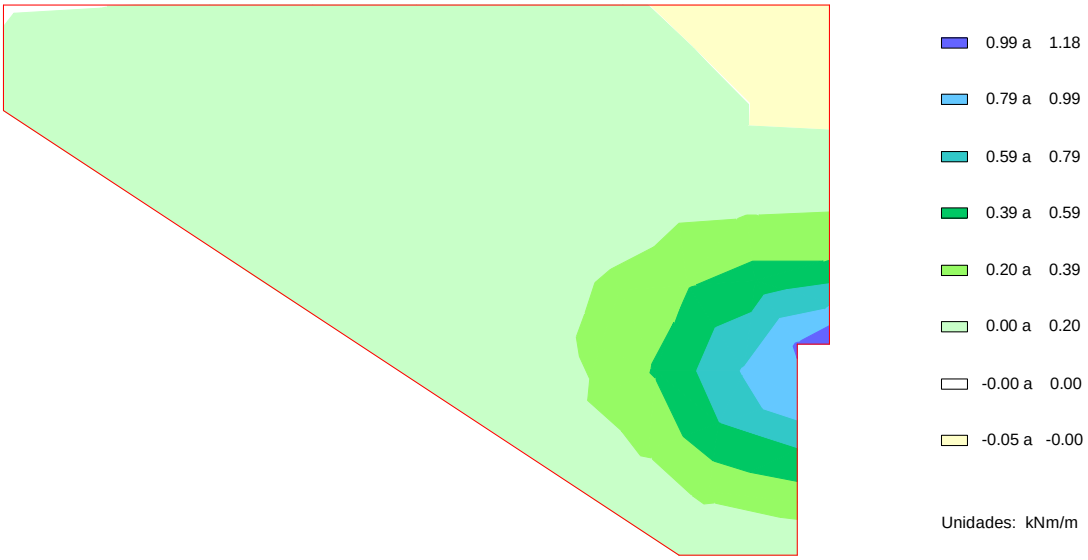
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

Momento de eje horizontal (armado vertical)

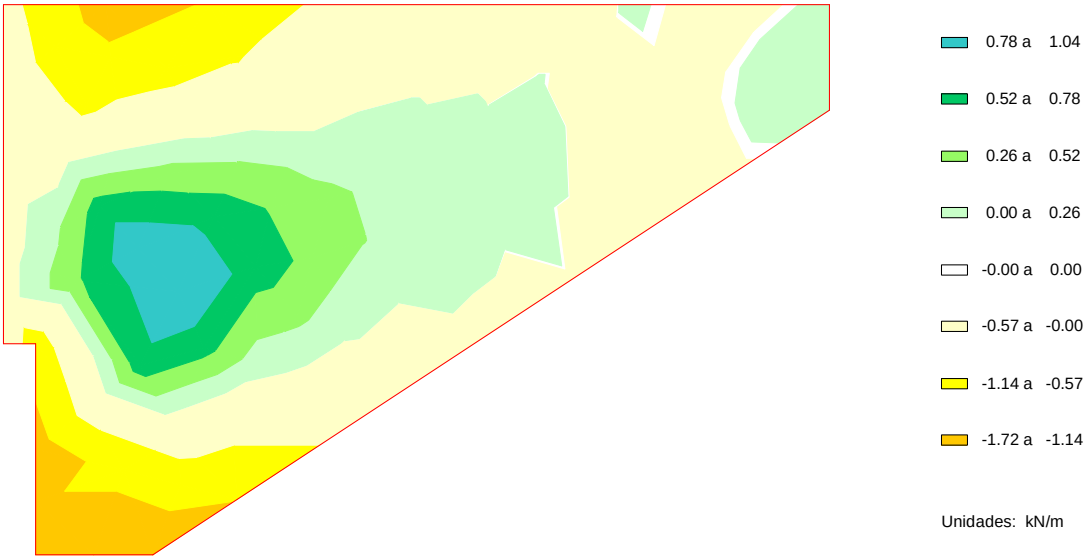


4.5.5 Aleta 2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

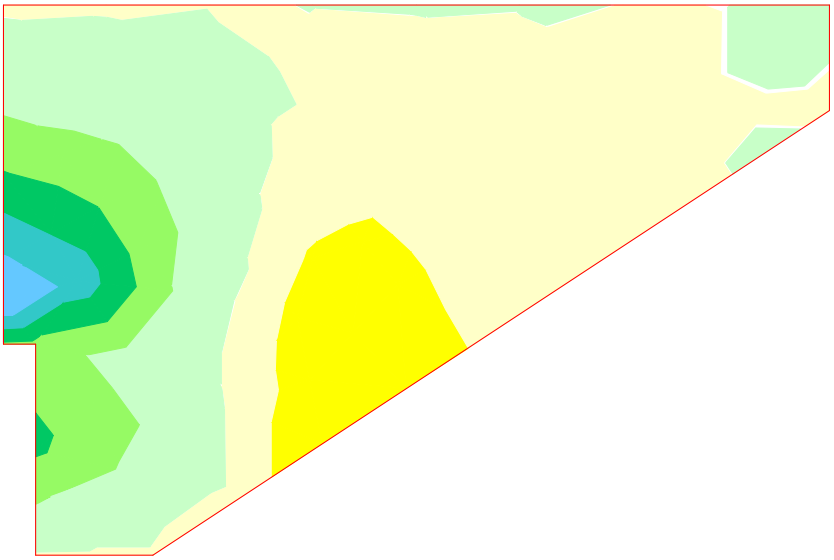
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

Axil eje vertical



4.34 a 5.42

3.25 a 4.34

2.17 a 3.25

1.08 a 2.17

0.00 a 1.08

-0.00 a 0.00

-0.41 a -0.00

-0.82 a -0.41

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

Cortante eje horizontal

1.83 a 2.44

1.22 a 1.83

0.61 a 1.22

0.00 a 0.61

-0.00 a 0.00

-0.35 a -0.00

-0.71 a -0.35

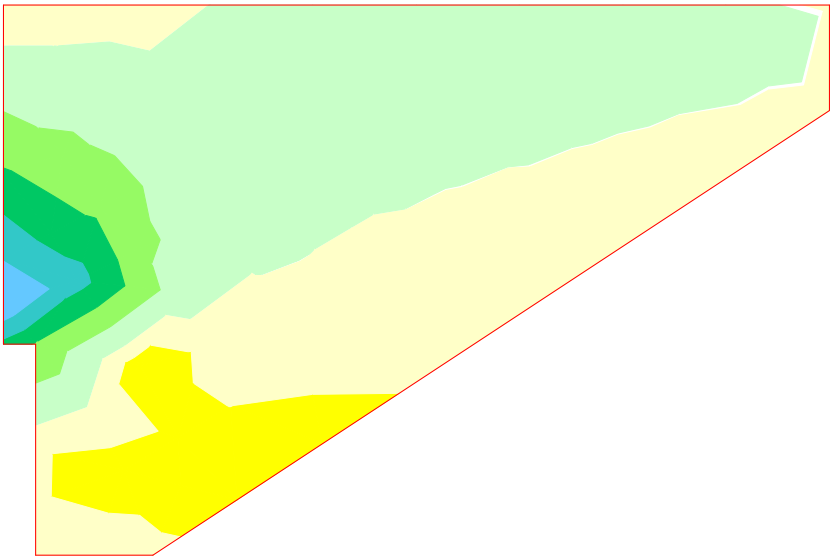
-1.06 a -0.71

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Peso propio. Tablero

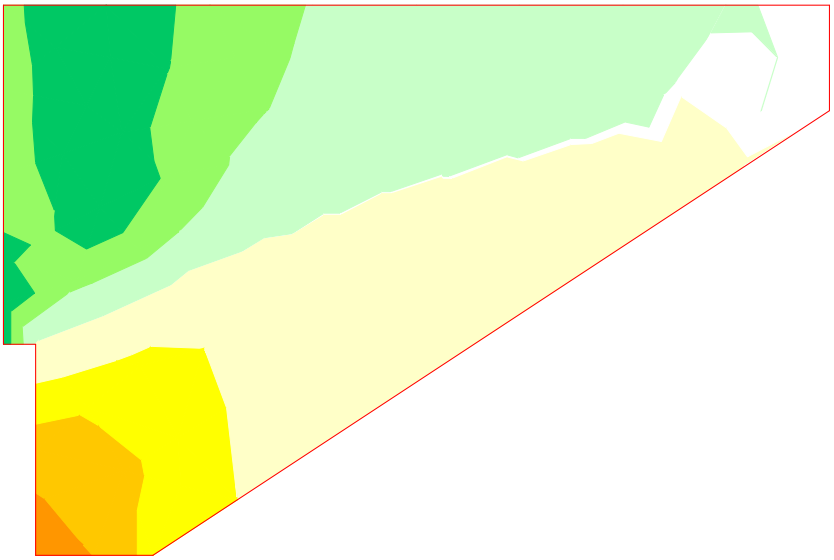
Cortante eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

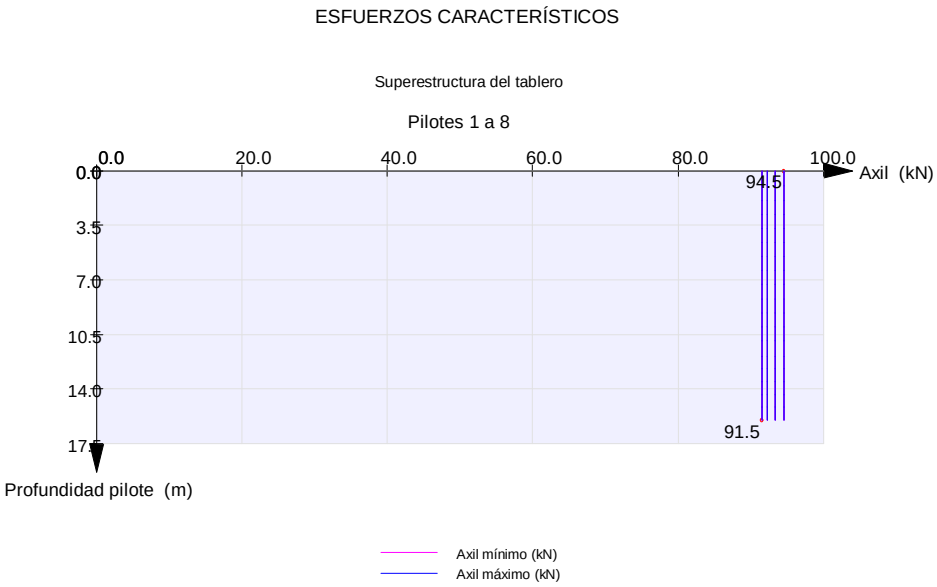
Peso propio. Tablero

Momento de eje vertical (armado horizontal)

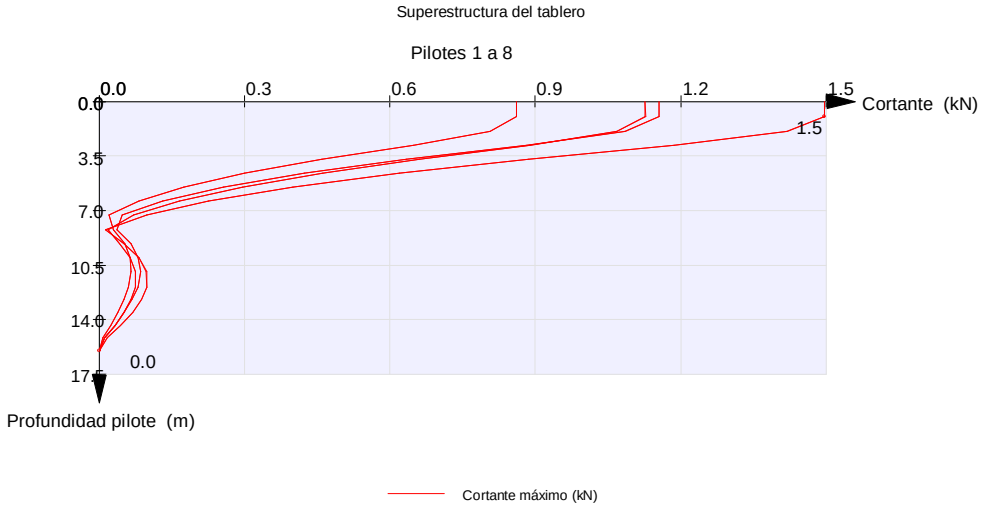


4.6 Superestructura del tablero

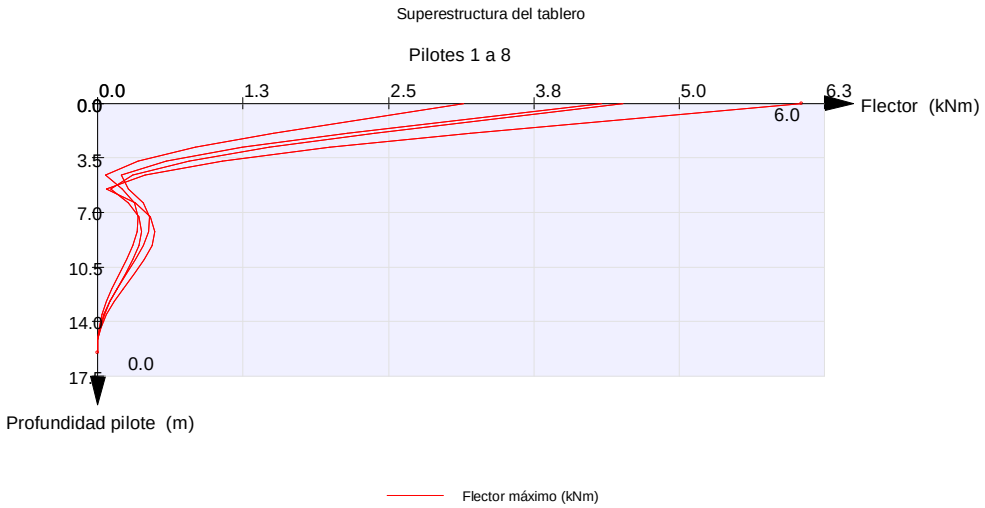
4.6.1 Pilotes



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS



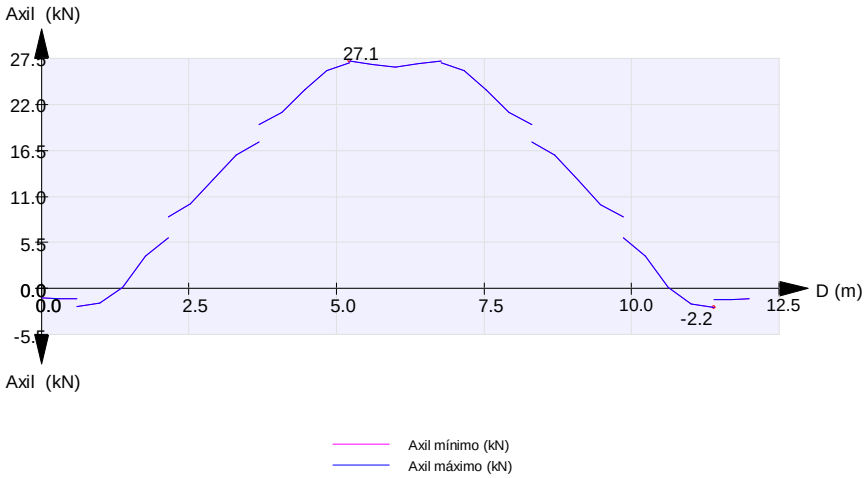
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS



4.6.2 Cargadero

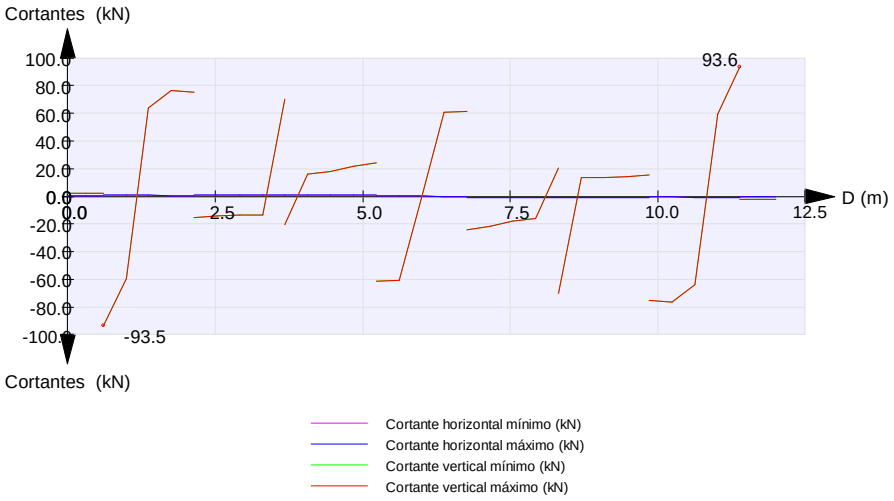
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

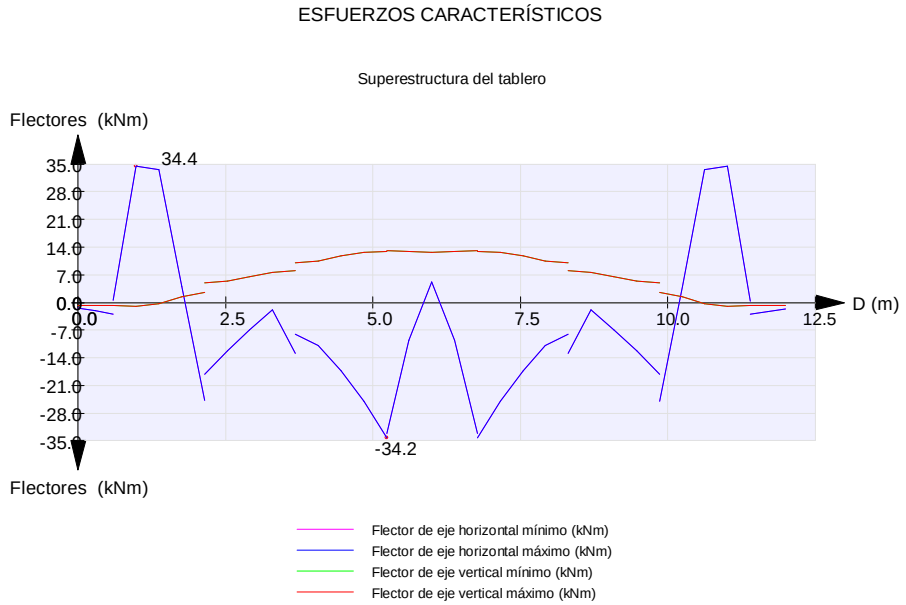
Superestructura del tablero



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero



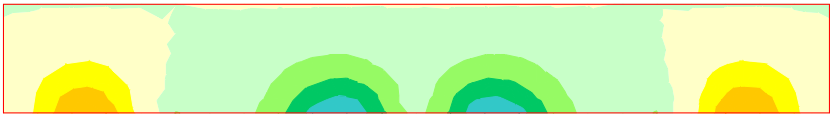


4.6.3 Espaldón

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

Axil eje vertical



5.43 a 7.24

3.62 a 5.43

1.81 a 3.62

0.00 a 1.81

-0.00 a 0.00

-3.70 a -0.00

-7.40 a -3.70

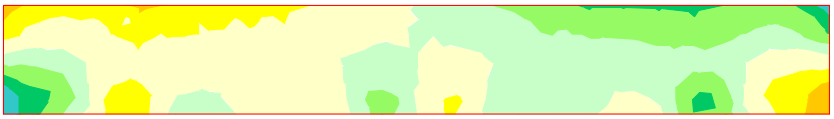
-11.10 a -7.40

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

Cortante eje horizontal



0.27 a 0.36

0.18 a 0.27

0.09 a 0.18

0.00 a 0.09

-0.00 a 0.00

-0.11 a -0.00

-0.23 a -0.11

-0.34 a -0.23

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

Cortante eje vertical

0.09 a 0.13

0.04 a 0.09

0.00 a 0.04

-0.00 a 0.00

-0.07 a -0.00

-0.13 a -0.07

-0.20 a -0.13

-0.27 a -0.20

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

Momento de eje vertical (armado horizontal)

0.05 a 0.08

0.03 a 0.05

0.00 a 0.03

-0.00 a 0.00

-0.05 a -0.00

-0.09 a -0.05

-0.14 a -0.09

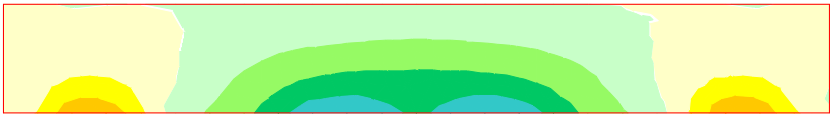
-0.19 a -0.14

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

Momento de eje horizontal (armado vertical)



0.10 a 0.13
0.07 a 0.10
0.03 a 0.07
0.00 a 0.03
-0.00 a 0.00
-0.03 a -0.00
-0.07 a -0.03
-0.10 a -0.07

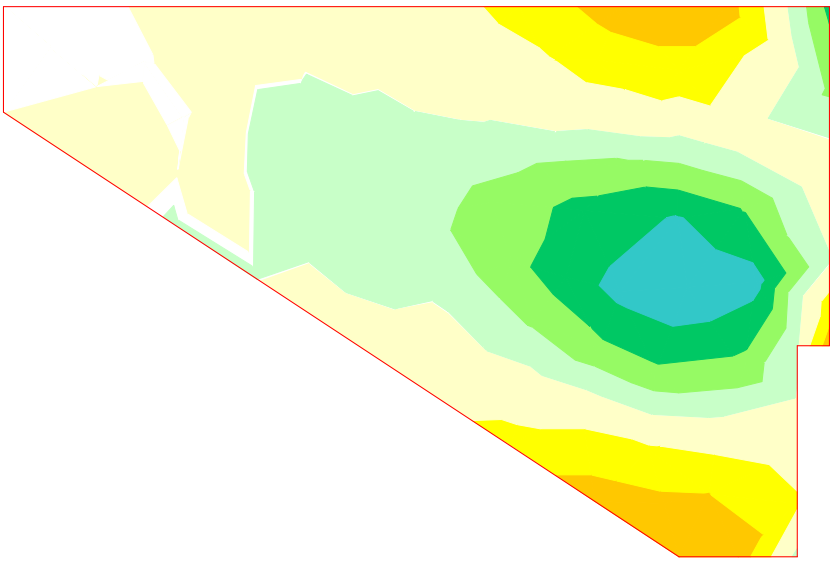
Unidades: kNm/m

4.6.4 Aleta 1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

Axil eje horizontal



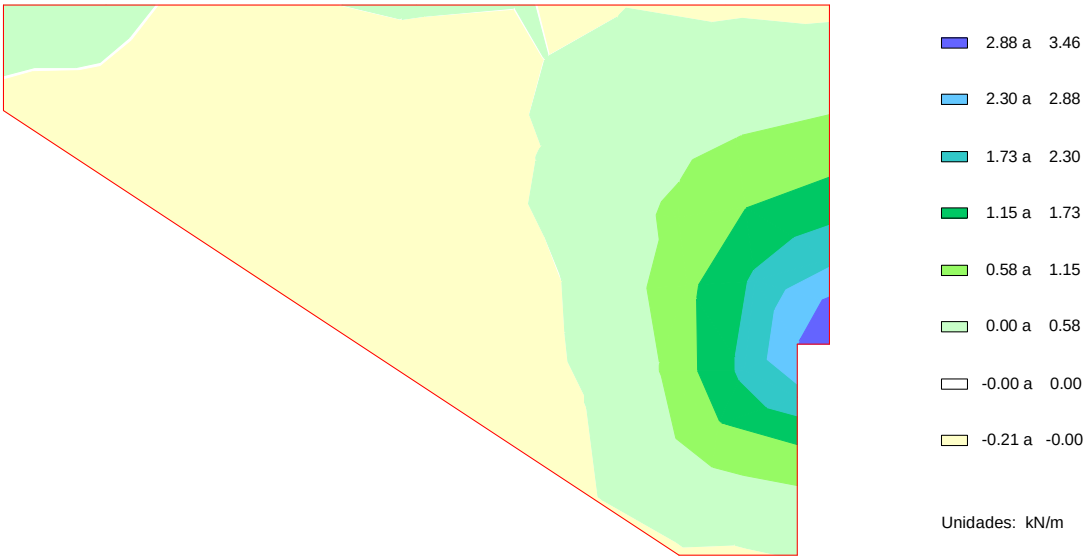
0.28 a 0.38
0.19 a 0.28
0.09 a 0.19
0.00 a 0.09
-0.00 a 0.00
-0.13 a -0.00
-0.25 a -0.13
-0.38 a -0.25

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

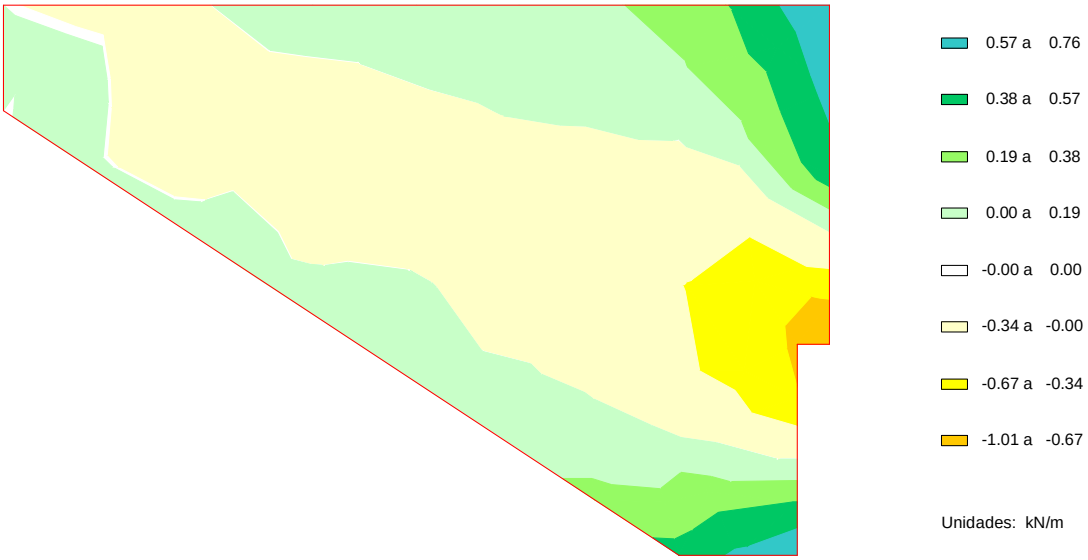
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

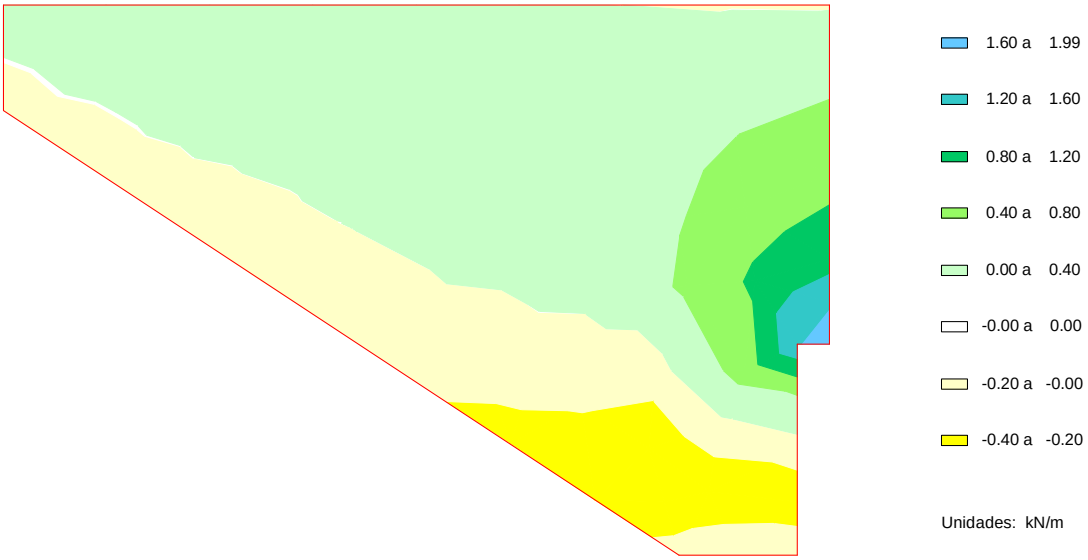
Cortante eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

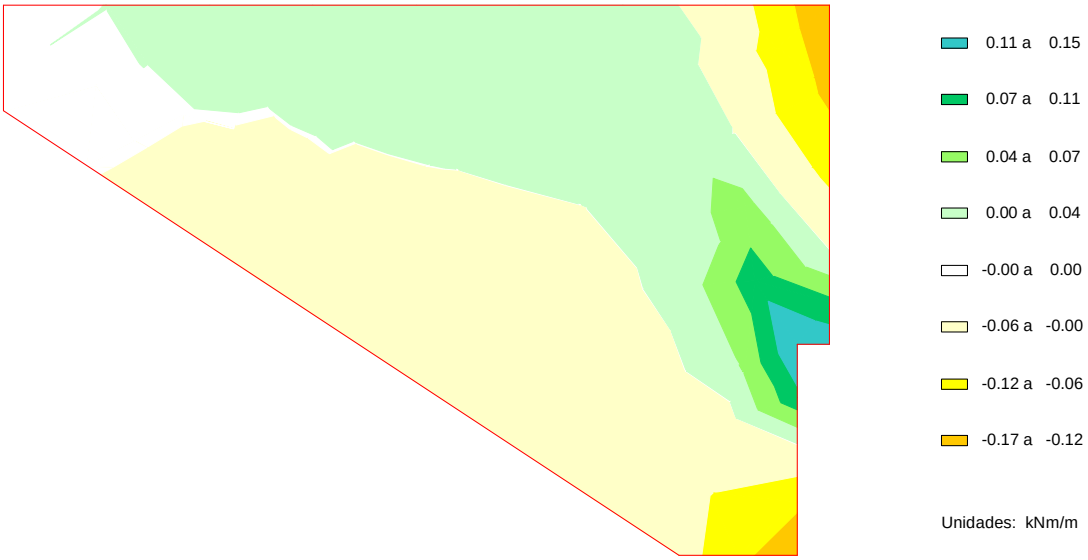
Cortante eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

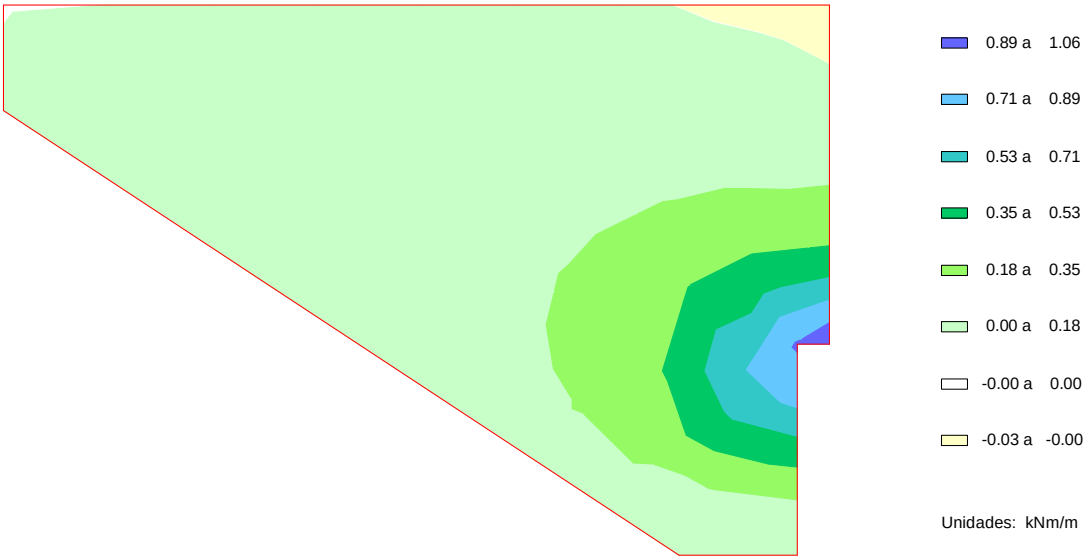
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

Momento de eje horizontal (armado vertical)

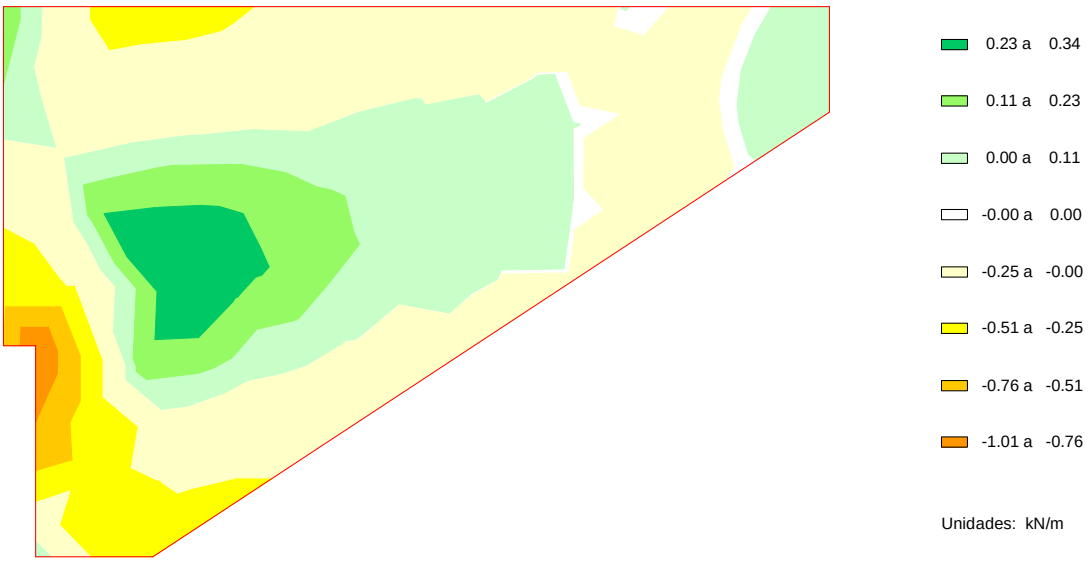


4.6.5 Aleta 2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

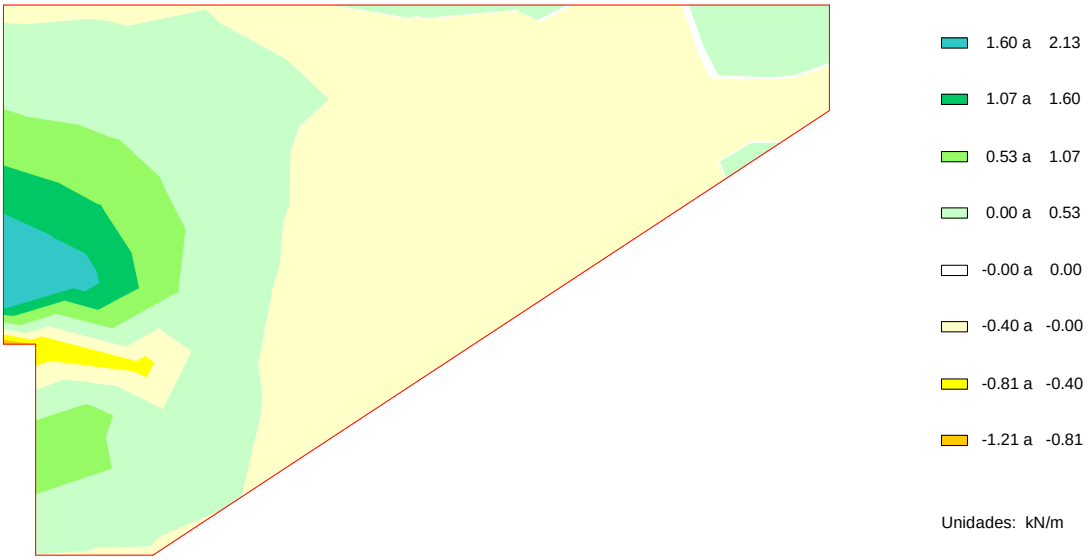
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

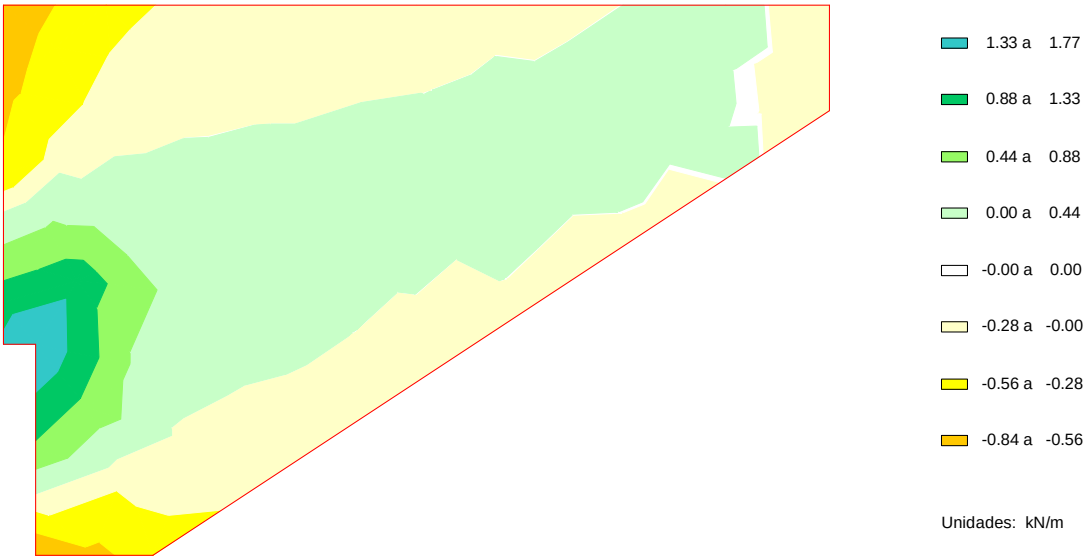
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

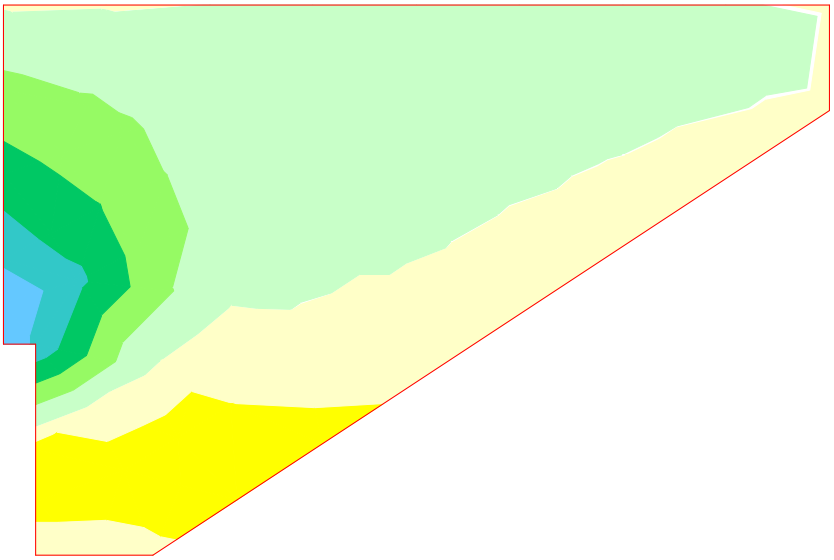
Cortante eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

Cortante eje vertical



1.14 a 1.43

0.86 a 1.14

0.57 a 0.86

0.29 a 0.57

0.00 a 0.29

-0.00 a 0.00

-0.19 a -0.00

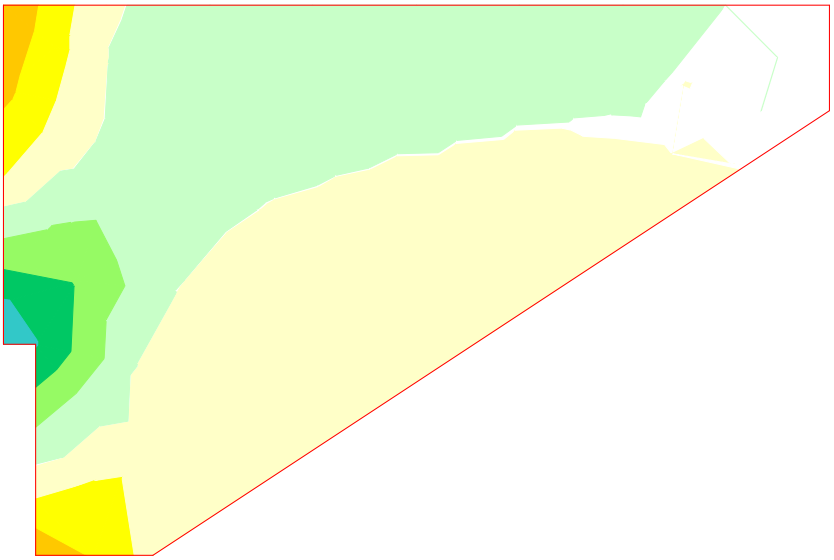
-0.38 a -0.19

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Superestructura del tablero

Momento de eje vertical (armado horizontal)



0.16 a 0.22

0.11 a 0.16

0.05 a 0.11

0.00 a 0.05

-0.00 a 0.00

-0.05 a -0.00

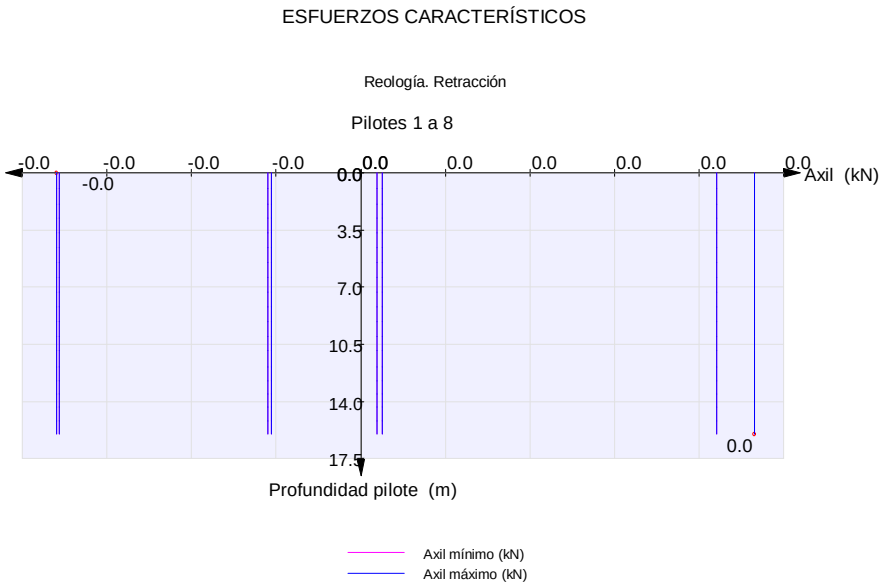
-0.10 a -0.05

-0.16 a -0.10

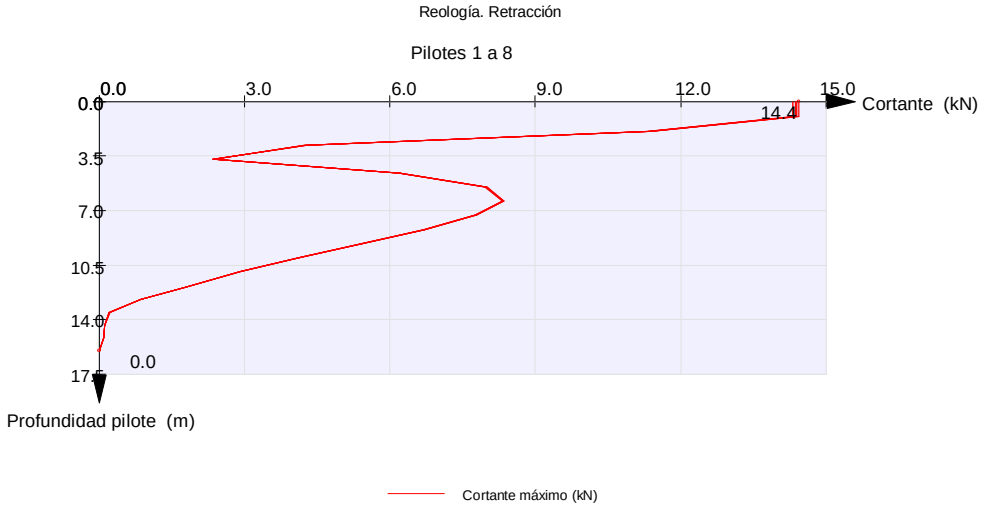
Unidades: kNm/m

4.7 Reología. Retracción

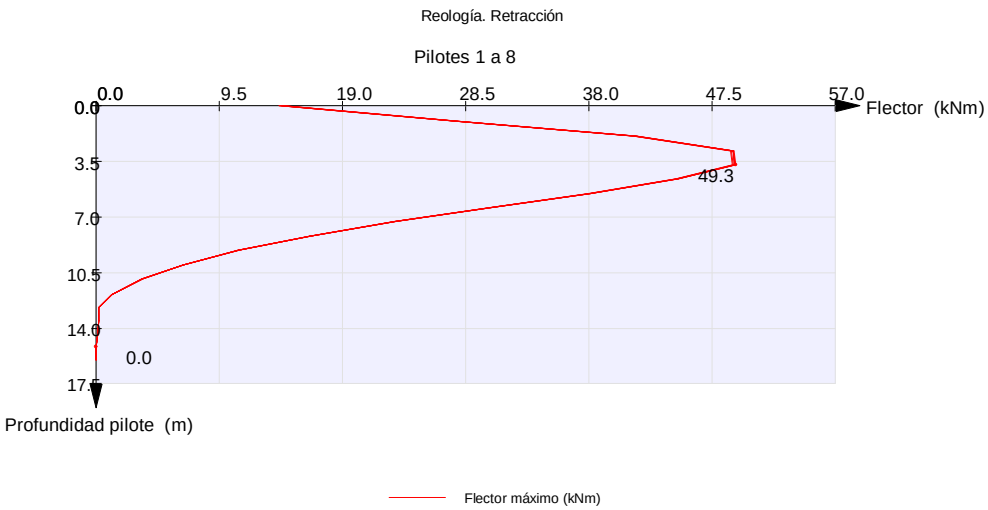
4.7.1 Pilotes



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

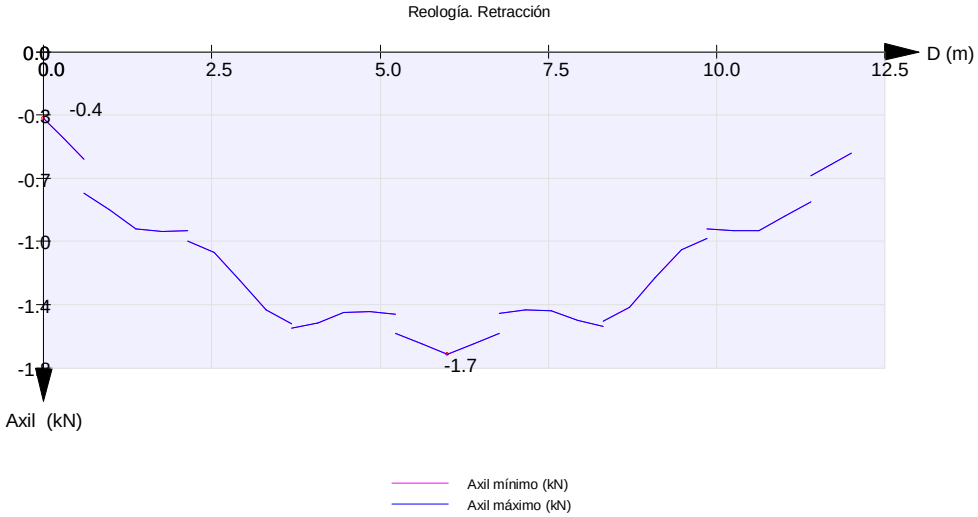


ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS



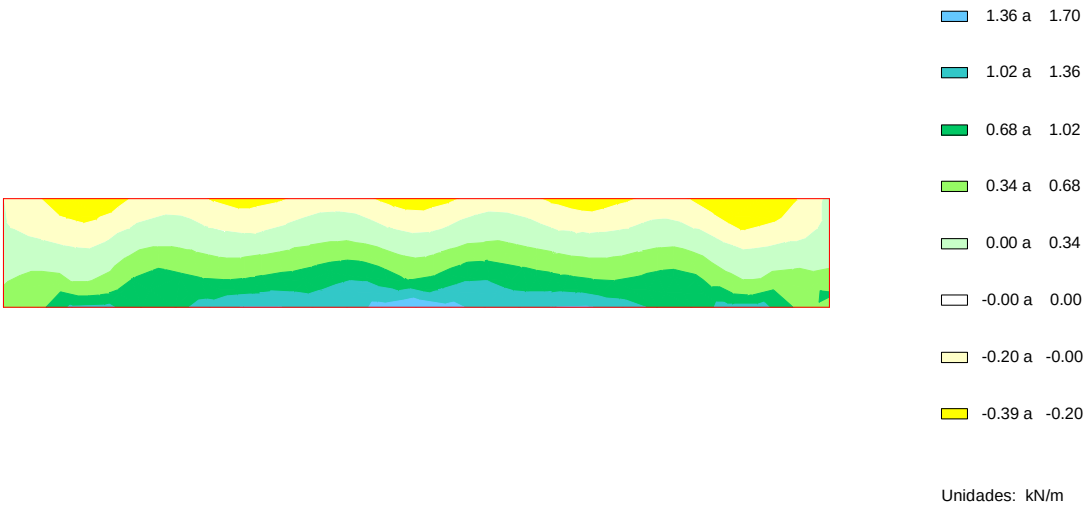
4.7.2 Cargadero

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

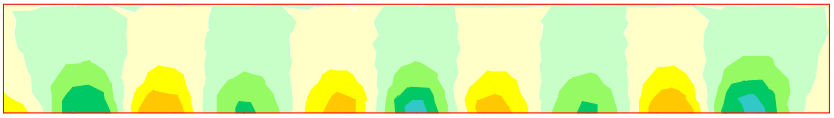
4.7.3 Espaldón



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

Axil eje vertical



0.64 a 0.85

0.42 a 0.64

0.21 a 0.42

0.00 a 0.21

-0.00 a 0.00

-0.22 a -0.00

-0.43 a -0.22

-0.65 a -0.43

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

Cortante eje horizontal

0.20 a 0.26

0.13 a 0.20

0.07 a 0.13

0.00 a 0.07

-0.00 a 0.00

-0.08 a -0.00

-0.17 a -0.08

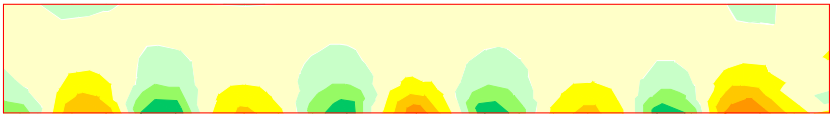
-0.25 a -0.17

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

Cortante eje vertical



0.04 a 0.06
0.02 a 0.04
0.00 a 0.02
-0.00 a 0.00
-0.03 a -0.00
-0.06 a -0.03
-0.08 a -0.06
-0.11 a -0.08

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

Momento de eje vertical (armado horizontal)

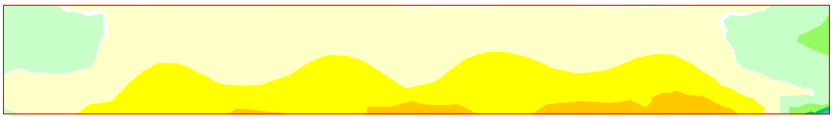
0.04 a 0.06
0.02 a 0.04
0.00 a 0.02
-0.00 a 0.00
-0.03 a -0.00
-0.06 a -0.03
-0.09 a -0.06
-0.12 a -0.09

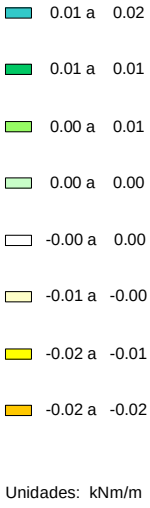
Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

Momento de eje horizontal (armado vertical)



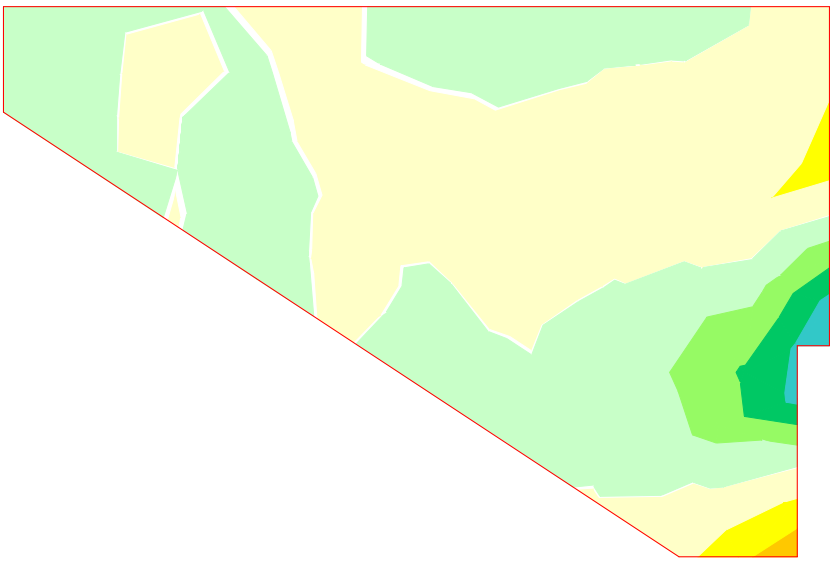


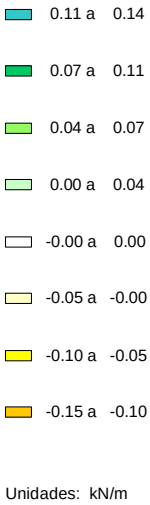
4.7.4 Aleta 1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

Axil eje horizontal

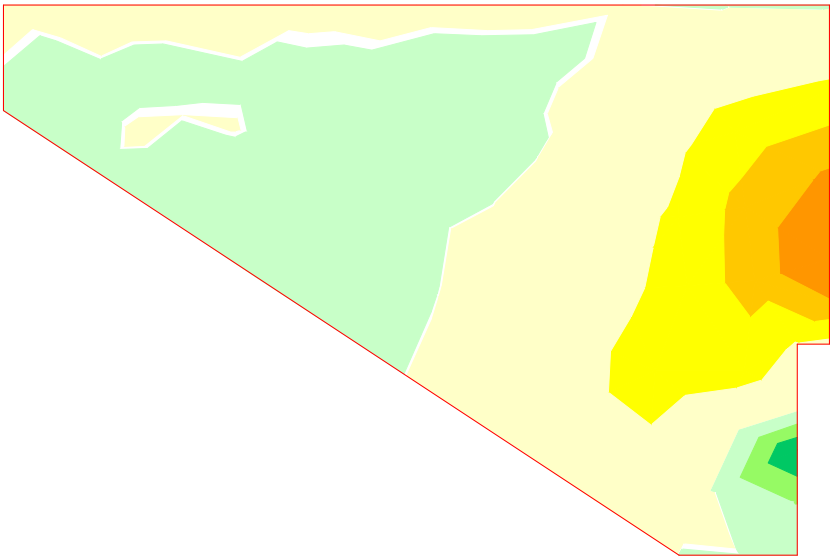




ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

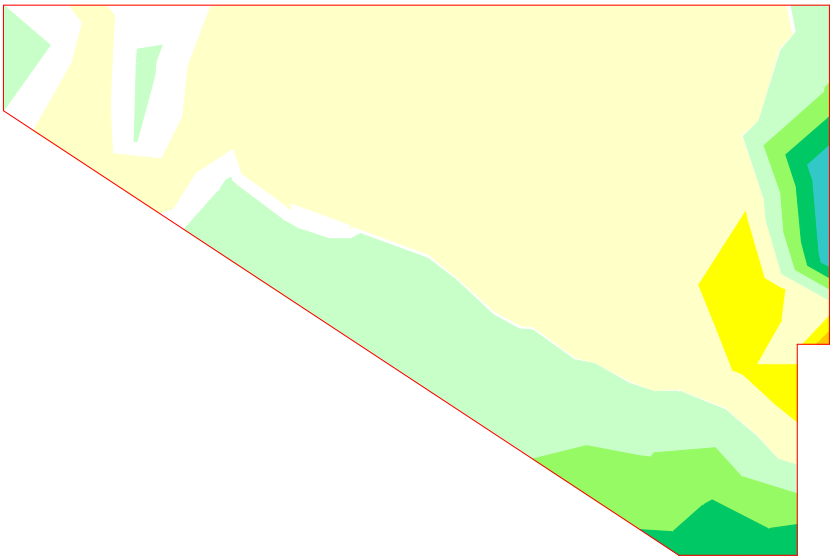
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

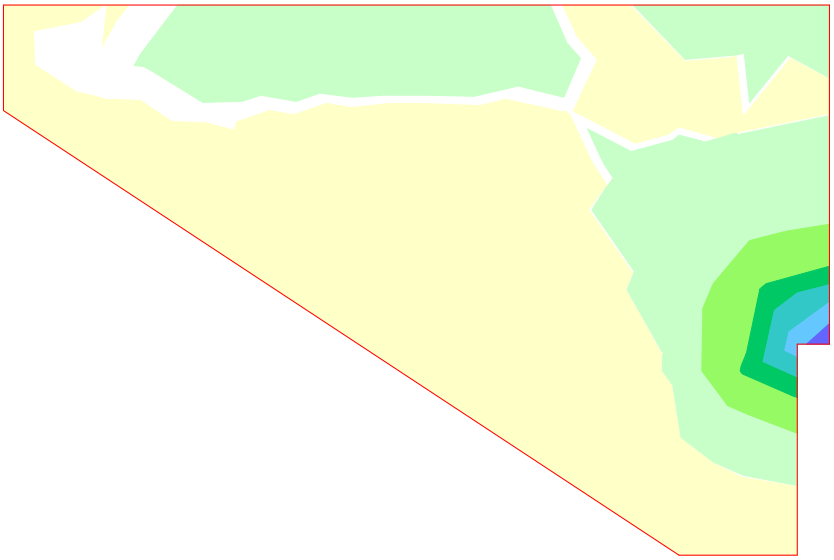
Cortante eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

Cortante eje vertical



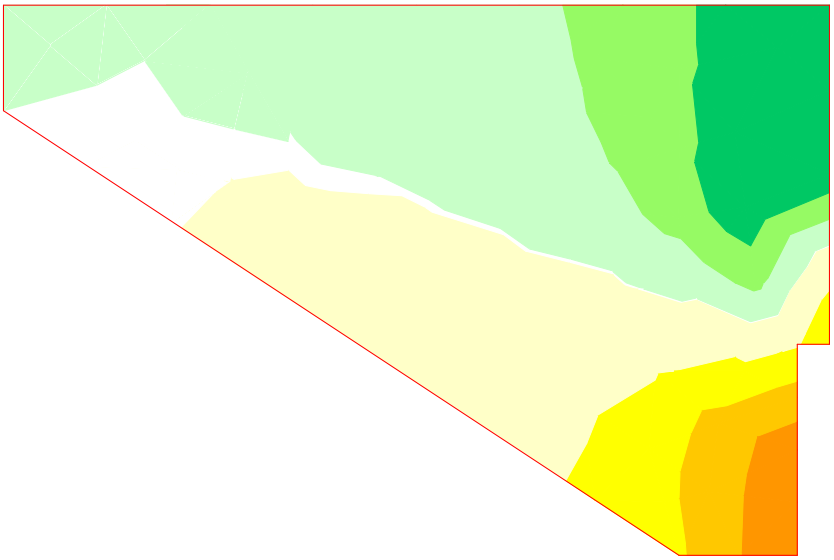
0.28 a 0.34
0.23 a 0.28
0.17 a 0.23
0.11 a 0.17
0.06 a 0.11
0.00 a 0.06
-0.00 a 0.00
-0.03 a -0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

Momento de eje vertical (armado horizontal)



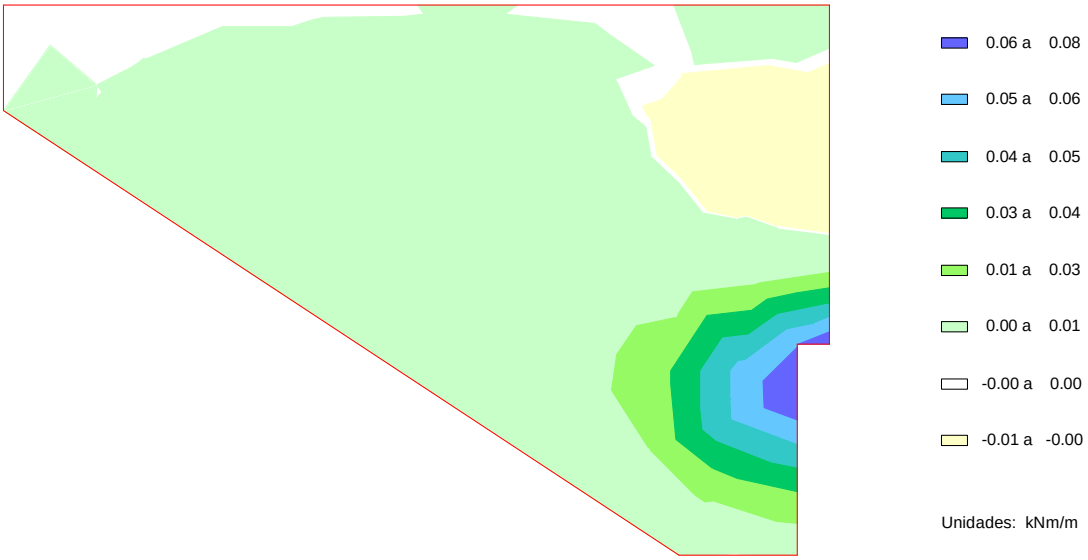
0.01 a 0.02
0.01 a 0.01
0.00 a 0.01
-0.00 a 0.00
-0.01 a -0.00
-0.02 a -0.01
-0.03 a -0.02
-0.04 a -0.03

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

Momento de eje horizontal (armado vertical)

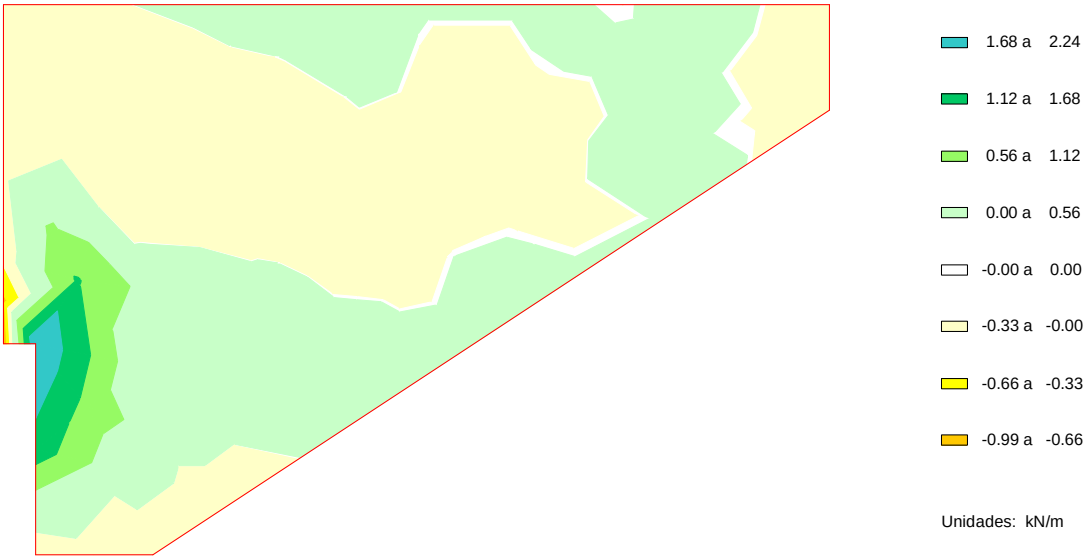


4.7.5 Aleta 2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

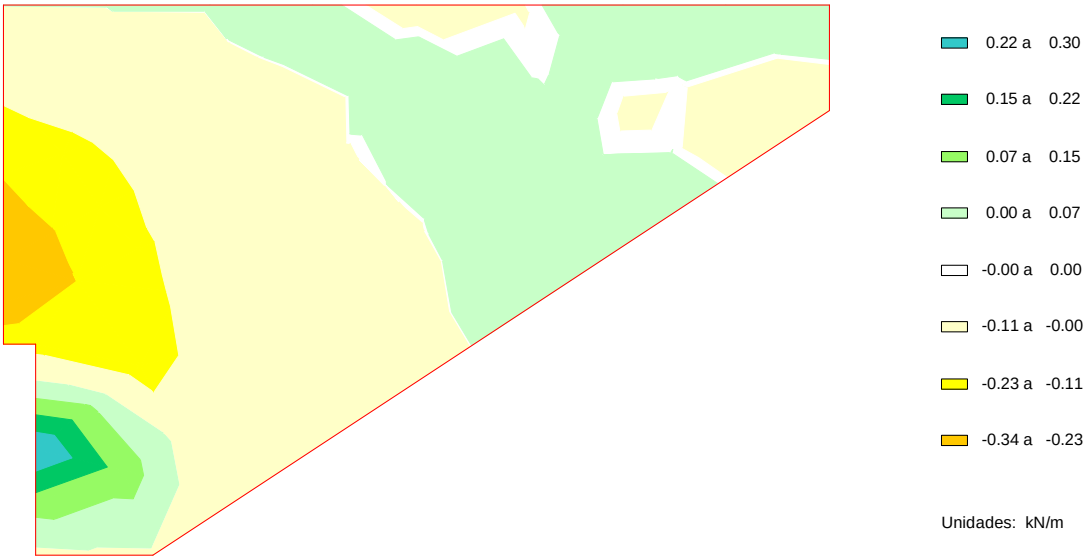
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

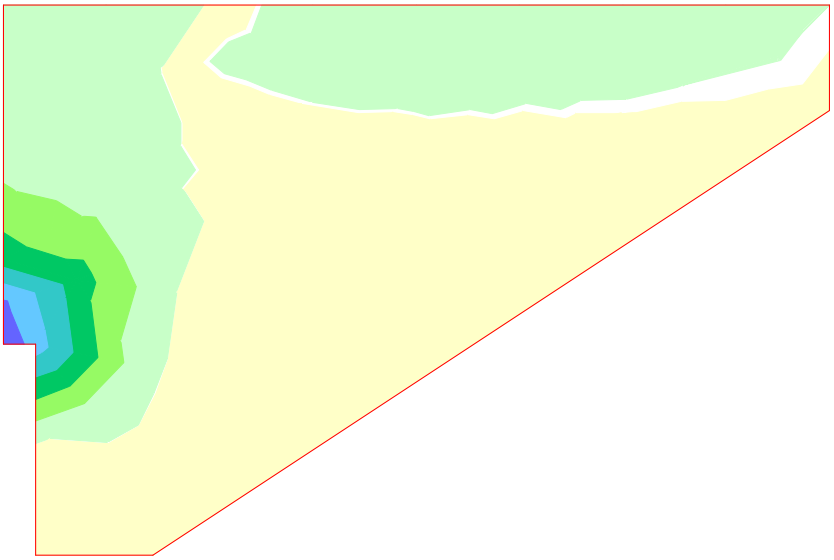
Reología. Retracción

Cortante eje horizontal

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

Cortante eje vertical



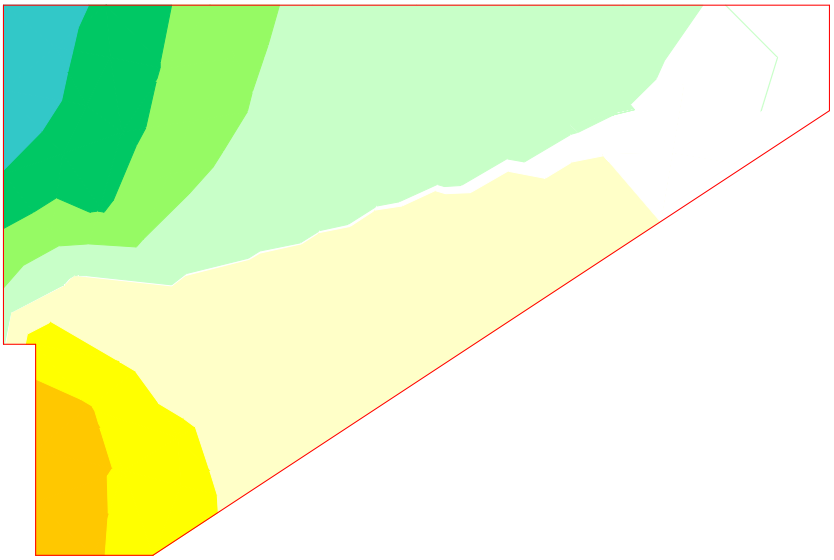
0.35 a 0.42
0.28 a 0.35
0.21 a 0.28
0.14 a 0.21
0.07 a 0.14
0.00 a 0.07
-0.00 a 0.00
-0.05 a -0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Reología. Retracción

Momento de eje vertical (armado horizontal)

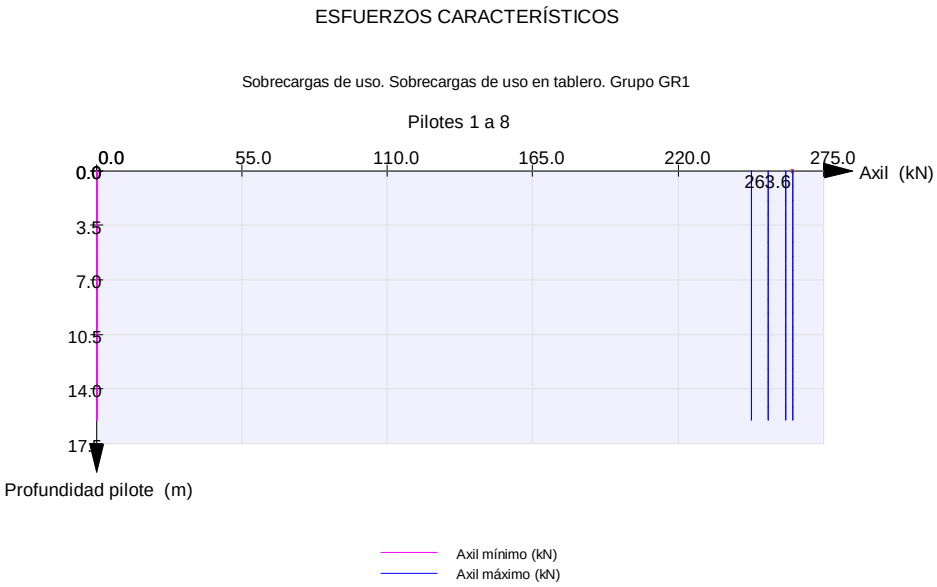


0.04 a 0.06
0.03 a 0.04
0.01 a 0.03
0.00 a 0.01
-0.00 a 0.00
-0.02 a -0.00
-0.05 a -0.02
-0.07 a -0.05

Unidades: kNm/m

4.8 Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

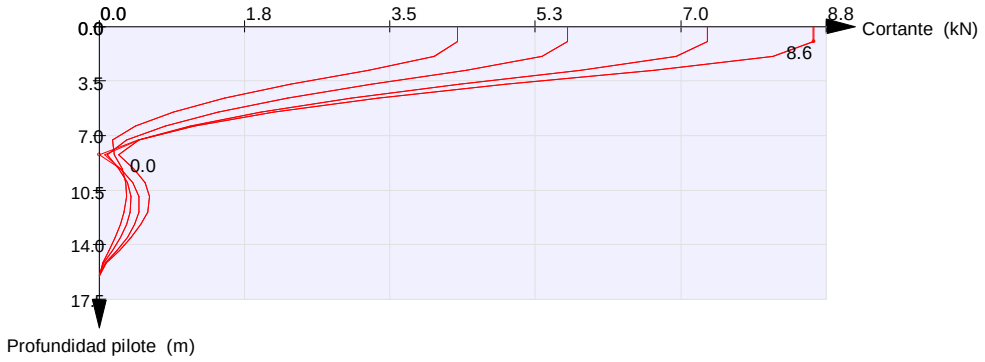
4.8.1 Pilotes



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Pilotes 1 a 8

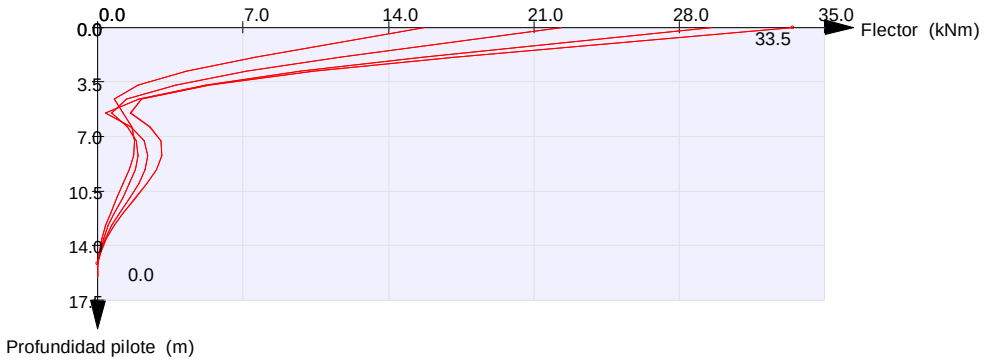


Cortante máximo (kN)

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Pilotes 1 a 8

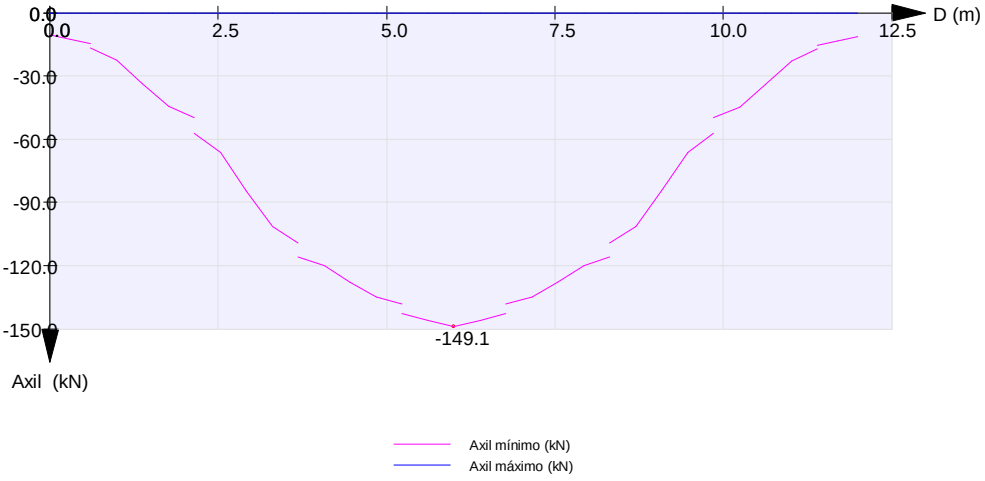


Flector máximo (kNm)

4.8.2 Cargadero

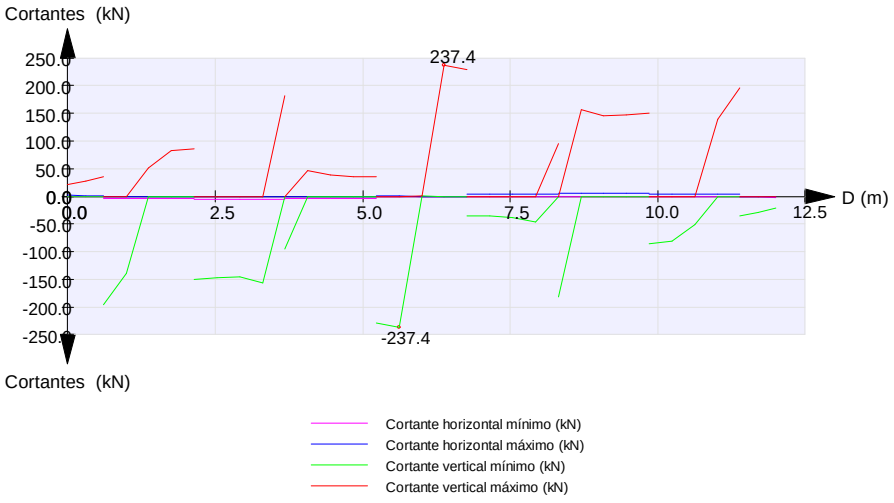
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1



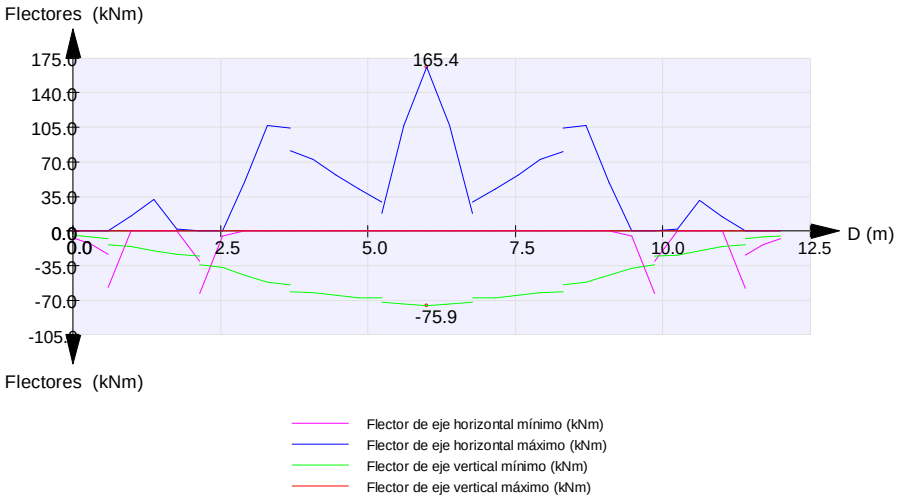
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

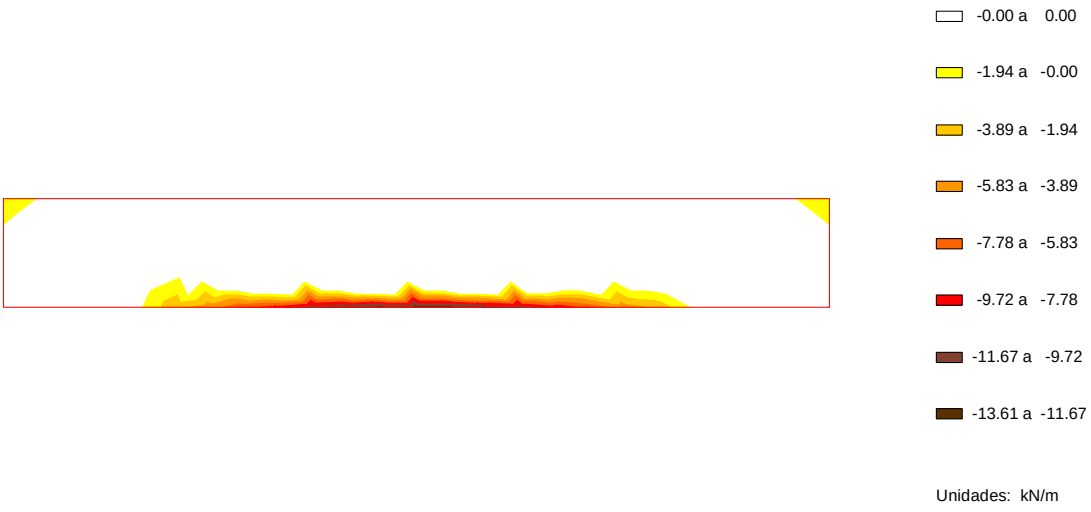


4.8.3 Espaldón

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

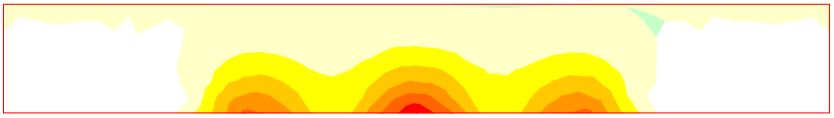
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Axil eje vertical



0.00 a 0.09

-0.00 a 0.00

-5.74 a -0.00

-11.48 a -5.74

-17.23 a -11.48

-22.97 a -17.23

-28.71 a -22.97

-34.45 a -28.71

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Cortante eje horizontal

0.00 a 0.10

-0.00 a 0.00

-0.27 a -0.00

-0.54 a -0.27

-0.82 a -0.54

-1.09 a -0.82

-1.36 a -1.09

-1.63 a -1.36

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Cortante eje vertical

0.00 a 0.05

-0.00 a 0.00

-0.32 a -0.00

-0.64 a -0.32

-0.96 a -0.64

-1.28 a -0.96

-1.60 a -1.28

-1.92 a -1.60

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Momento de eje vertical (armado horizontal)

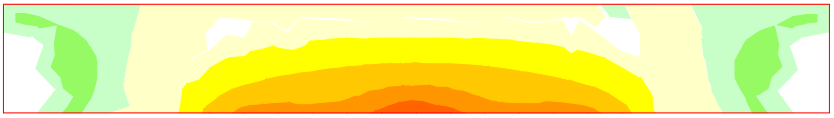
-0.00 a 0.00

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Momento de eje horizontal (armado vertical)

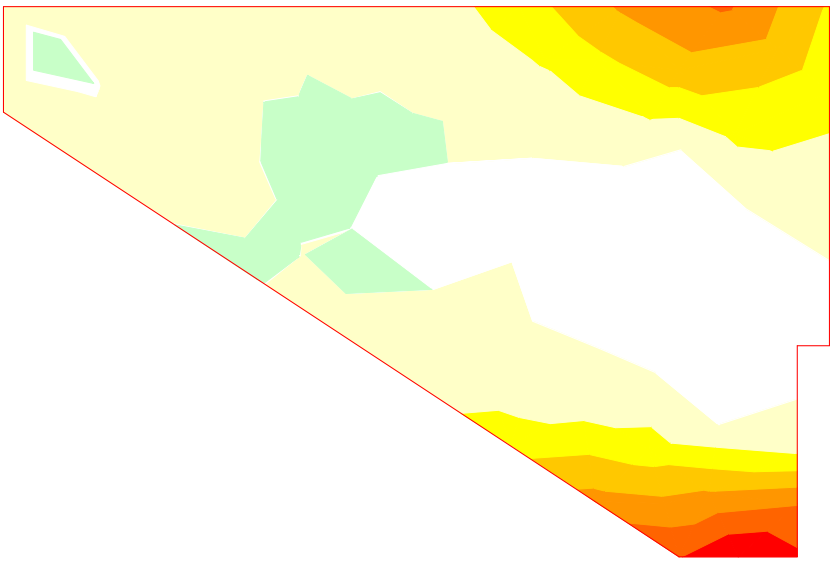


4.8.4 Aleta 1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

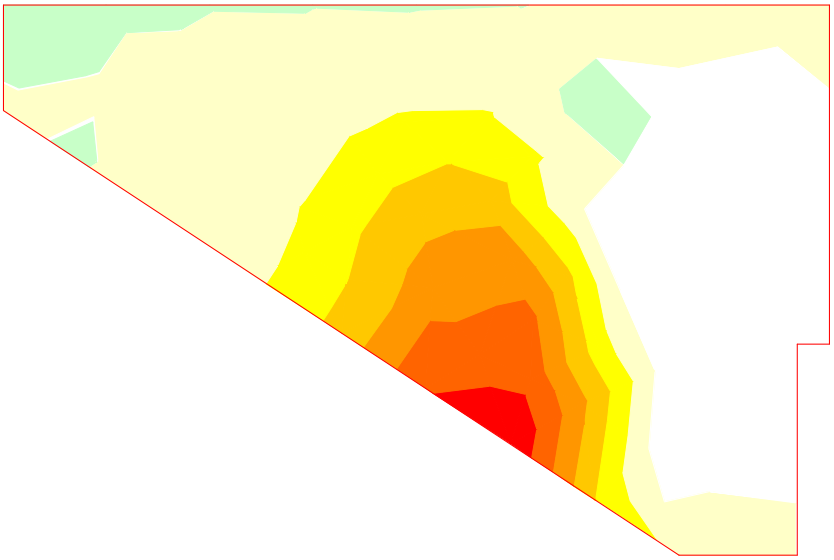
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Axil eje vertical



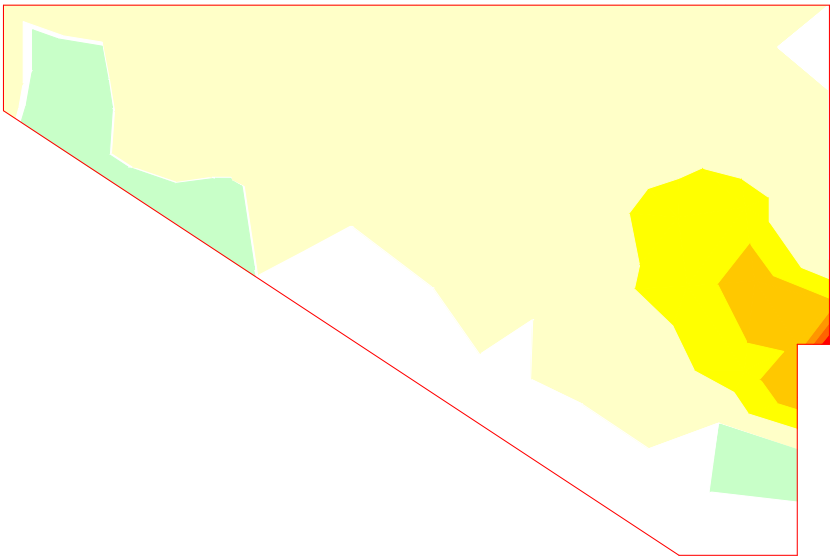
0.00 a 0.04
-0.00 a 0.00
-0.52 a -0.00
-1.04 a -0.52
-1.56 a -1.04
-2.08 a -1.56
-2.60 a -2.08
-3.12 a -2.60

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Cortante eje horizontal



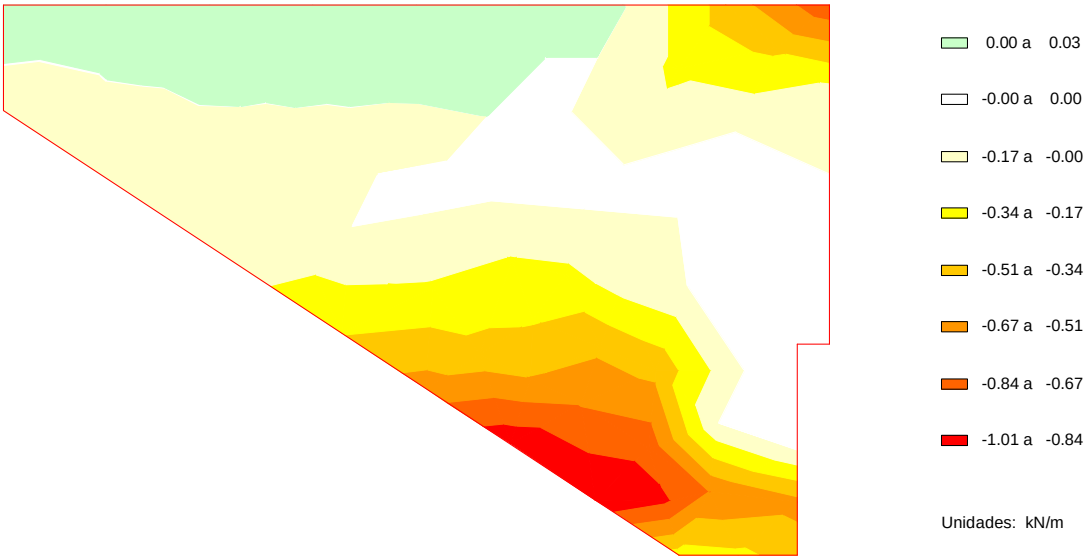
0.00 a 0.01
-0.00 a 0.00
-0.42 a -0.00
-0.84 a -0.42
-1.26 a -0.84
-1.69 a -1.26
-2.11 a -1.69
-2.53 a -2.11

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

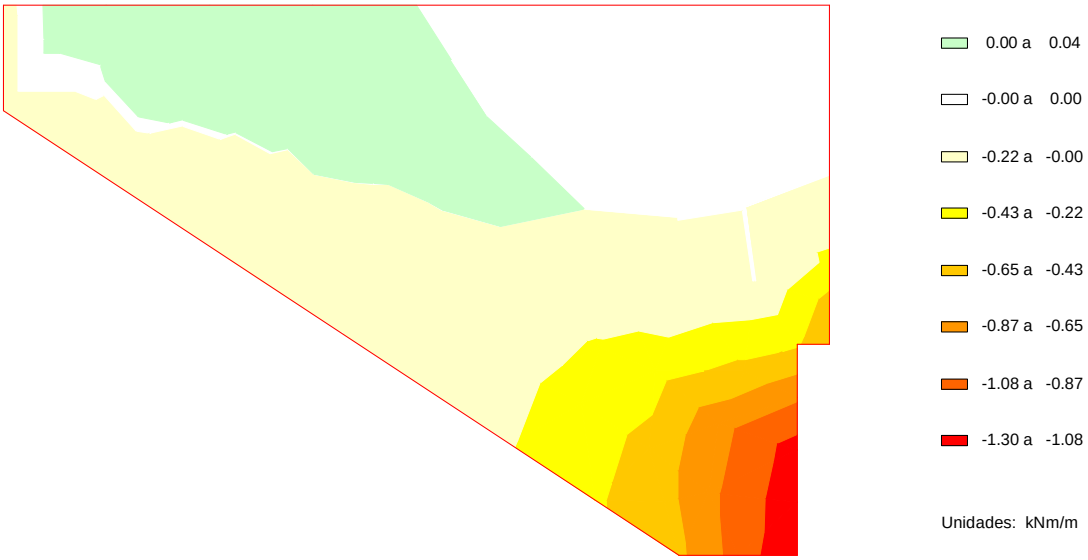
Cortante eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

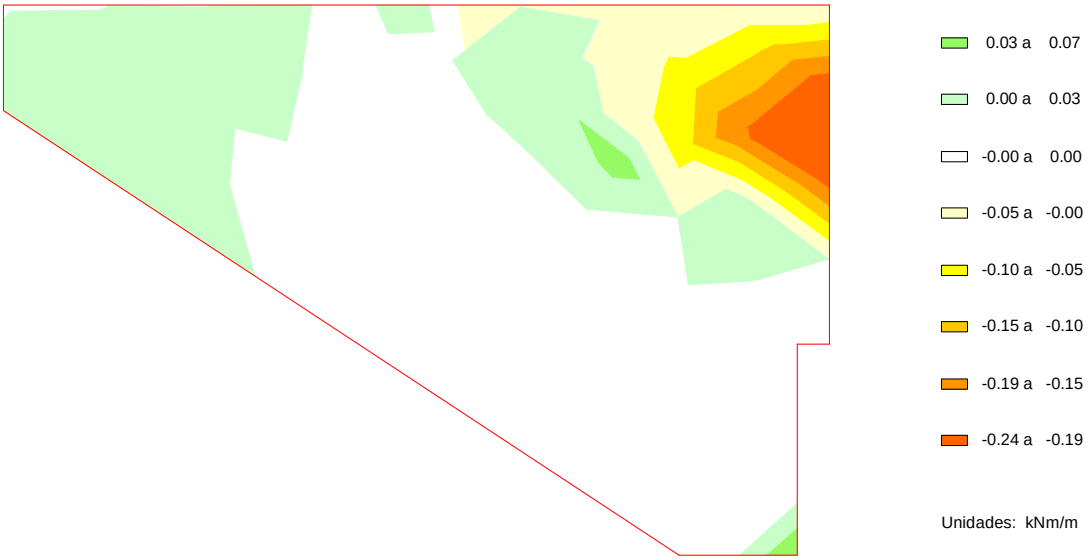
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Momento de eje horizontal (armado vertical)

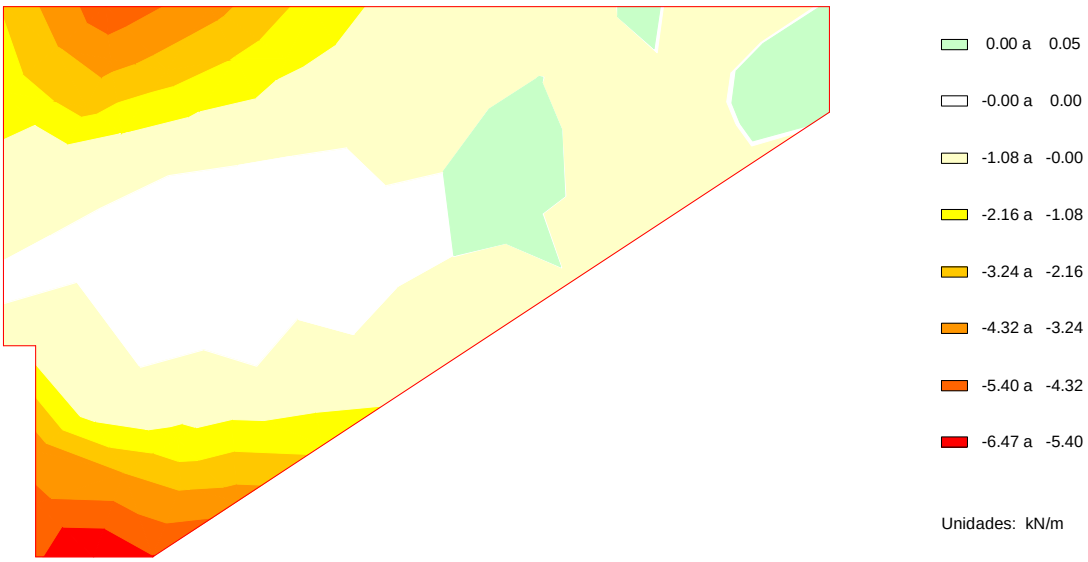


4.8.5 Aleta 2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

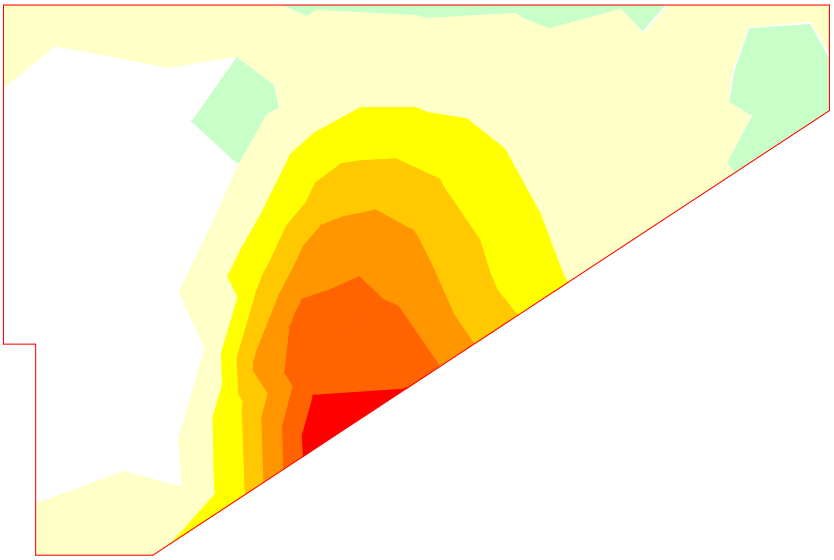
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Axil eje vertical



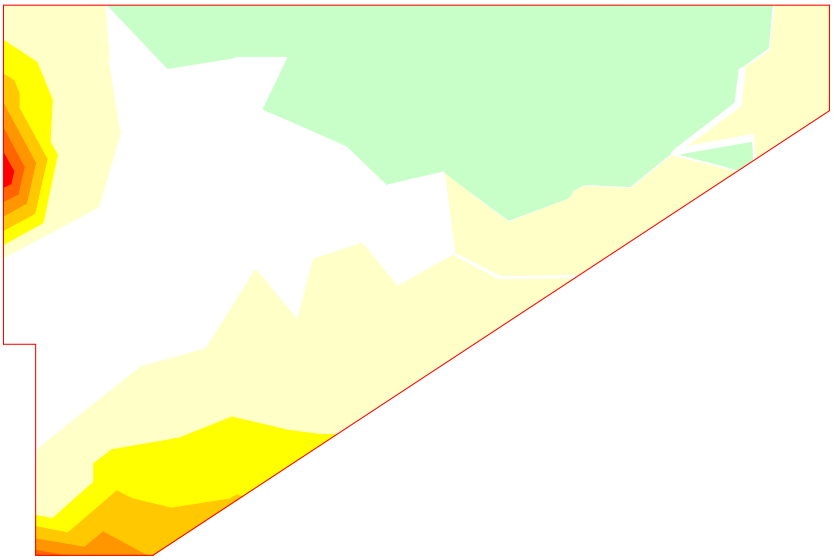
0.00 a 0.08
-0.00 a 0.00
-0.48 a -0.00
-0.97 a -0.48
-1.45 a -0.97
-1.93 a -1.45
-2.41 a -1.93
-2.90 a -2.41

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Cortante eje horizontal



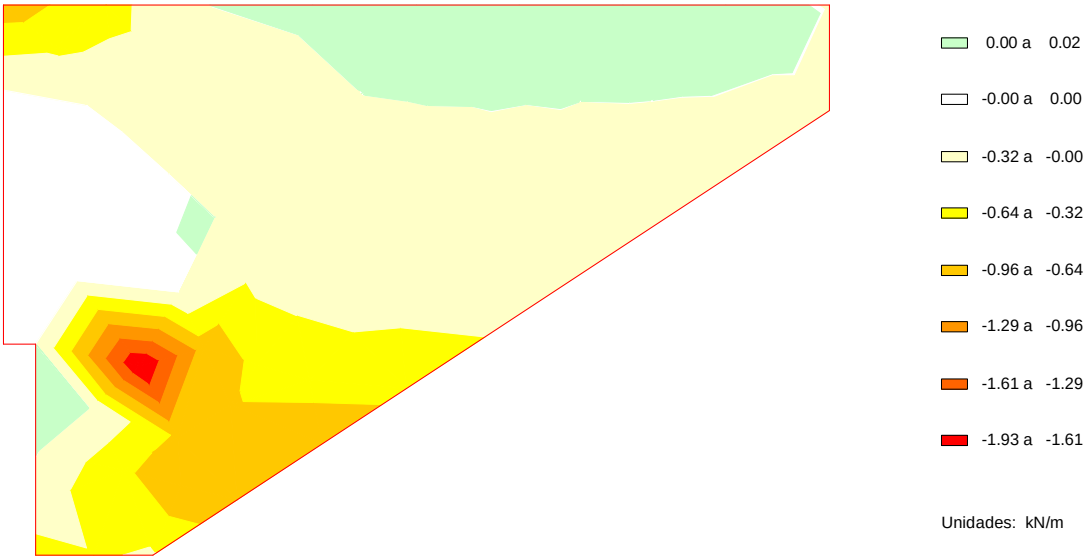
0.00 a 0.09
-0.00 a 0.00
-0.43 a -0.00
-0.86 a -0.43
-1.29 a -0.86
-1.72 a -1.29
-2.15 a -1.72
-2.58 a -2.15

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

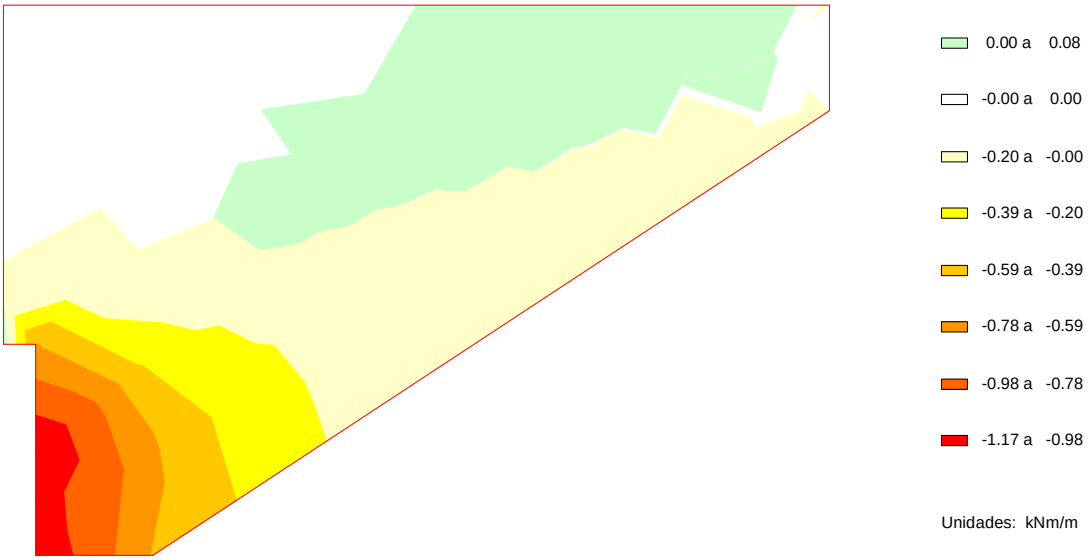
Cortante eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

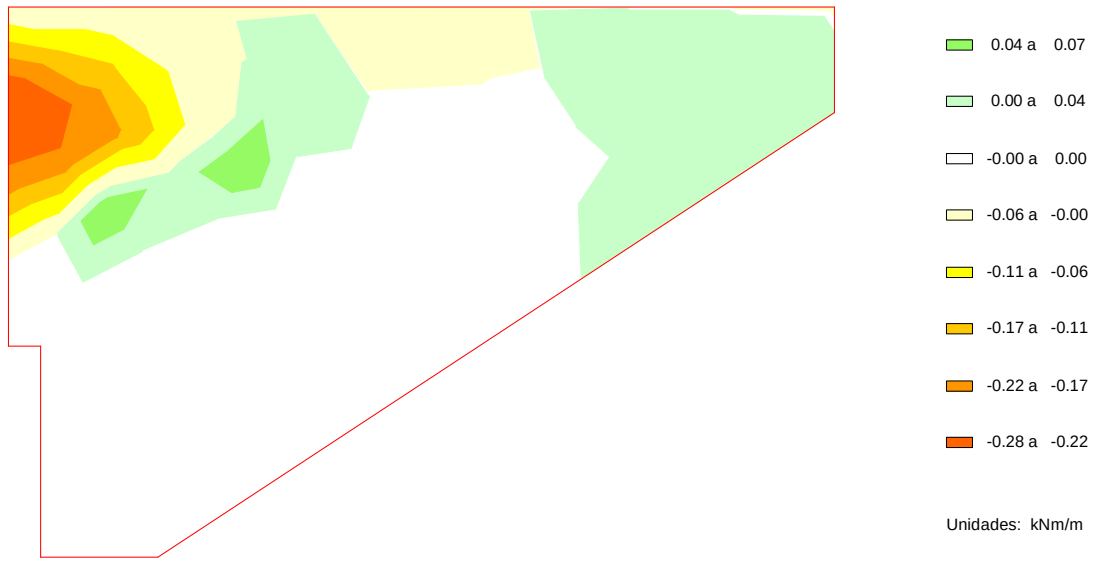
Momento de eje vertical (armado horizontal)



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR1

Momento de eje horizontal (armado vertical)

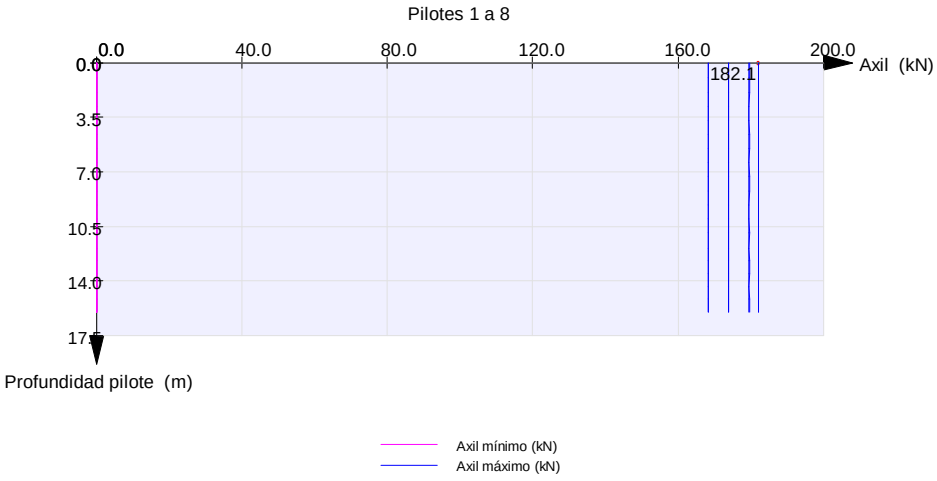


4.9 Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

4.9.1 Pilotes

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

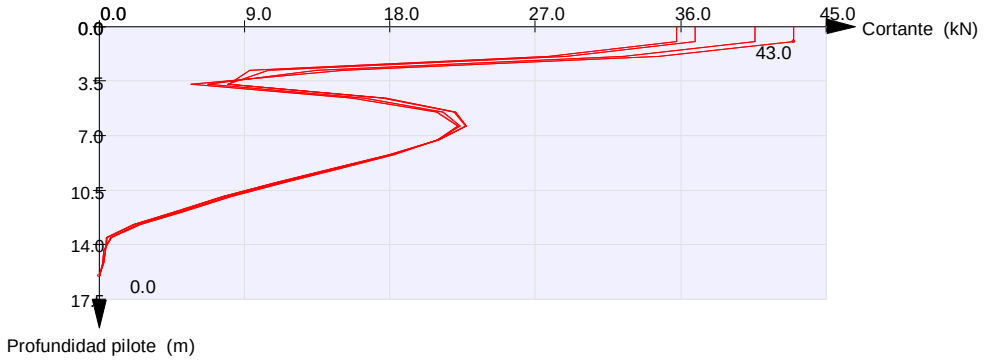
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Pilotes 1 a 8

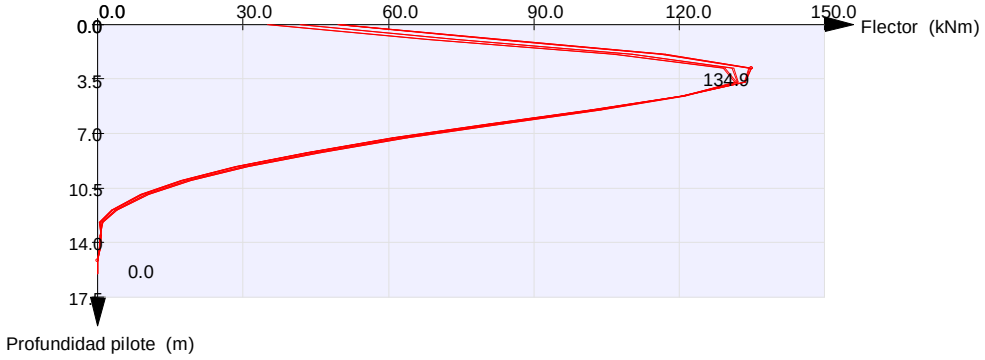


Cortante máximo (kN)

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Pilotes 1 a 8

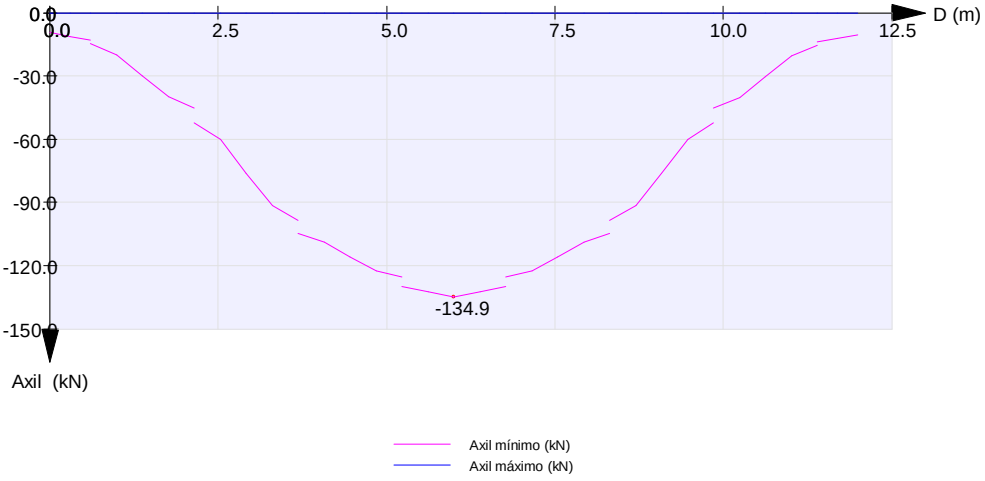


Flector máximo (kNm)

4.9.2 Cargadero

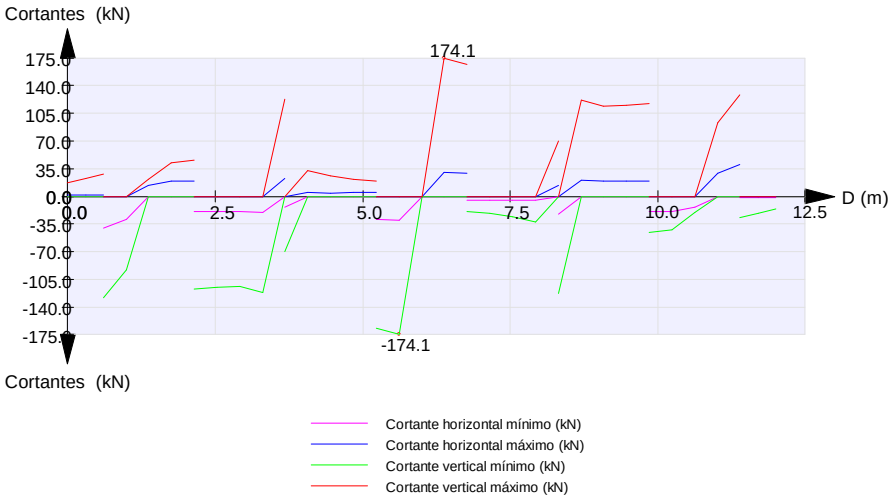
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2



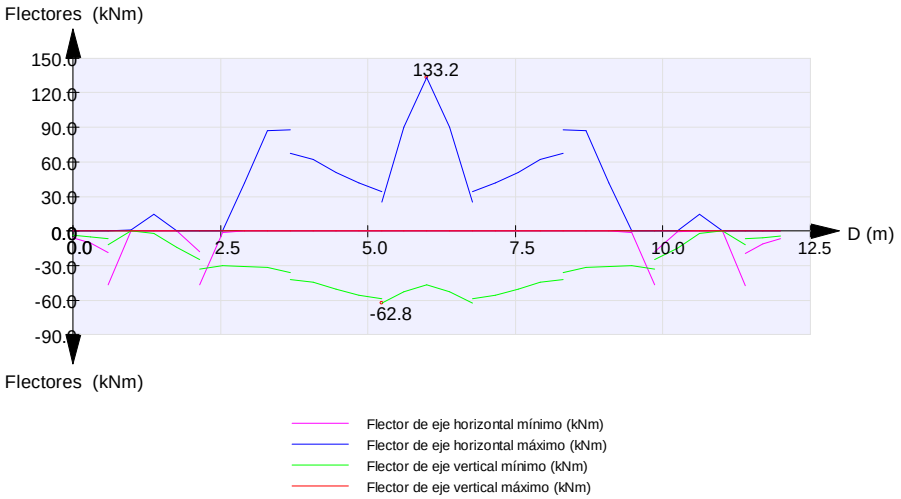
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

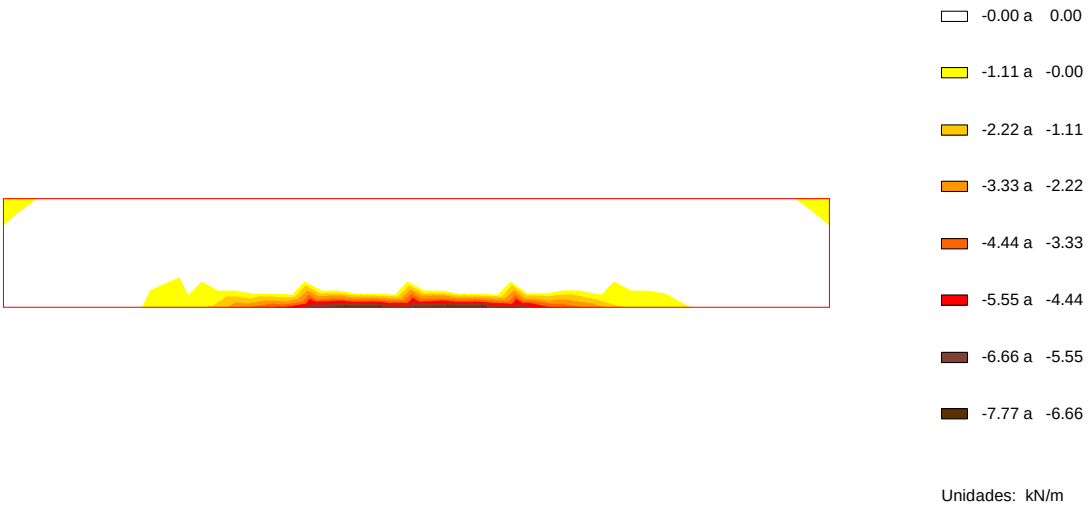


4.9.3 Espaldón

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Axil eje vertical

0.00 a 0.10

-0.00 a 0.00

-4.39 a -0.00

-8.78 a -4.39

-13.18 a -8.78

-17.57 a -13.18

-21.96 a -17.57

-26.35 a -21.96

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Cortante eje horizontal

0.00 a 0.09

-0.00 a 0.00

-0.29 a -0.00

-0.59 a -0.29

-0.88 a -0.59

-1.17 a -0.88

-1.47 a -1.17

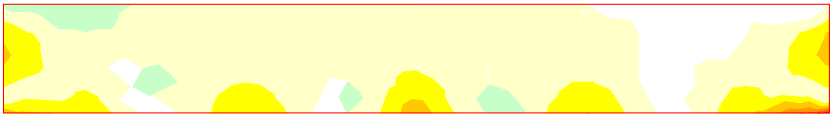
-1.76 a -1.47

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Cortante eje vertical



0.00 a 0.10
-0.00 a 0.00
-0.27 a -0.00
-0.54 a -0.27
-0.81 a -0.54
-1.08 a -0.81
-1.35 a -1.08
-1.62 a -1.35

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Momento de eje vertical (armado horizontal)

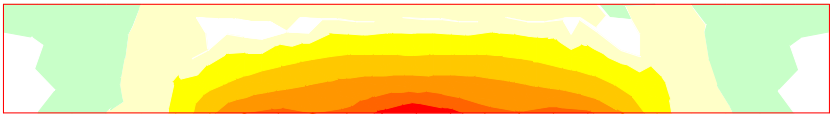
0.07 a 0.10
0.05 a 0.07
0.02 a 0.05
0.00 a 0.02
-0.00 a 0.00
-0.01 a -0.00
-0.02 a -0.01
-0.03 a -0.02

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Momento de eje horizontal (armado vertical)

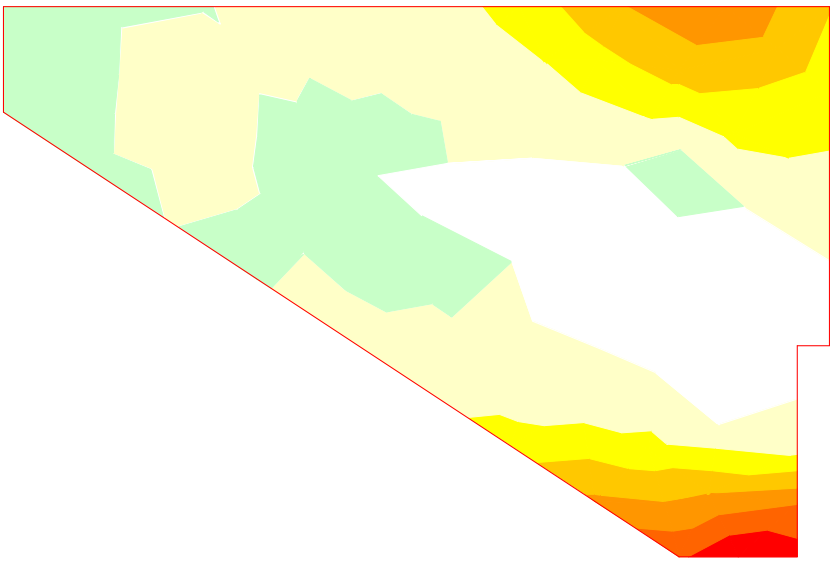


4.9.4 Aleta 1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

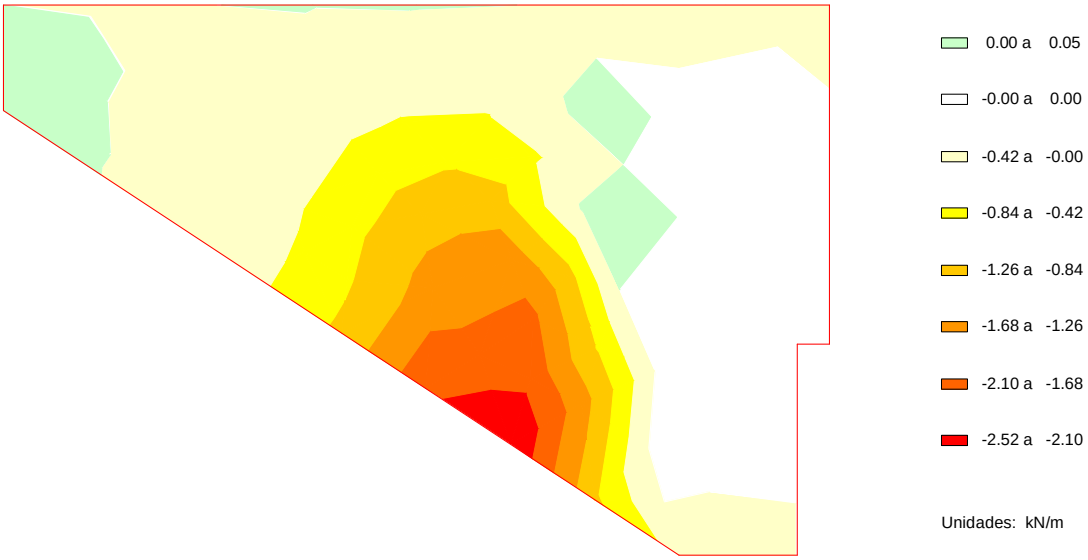
Axil eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

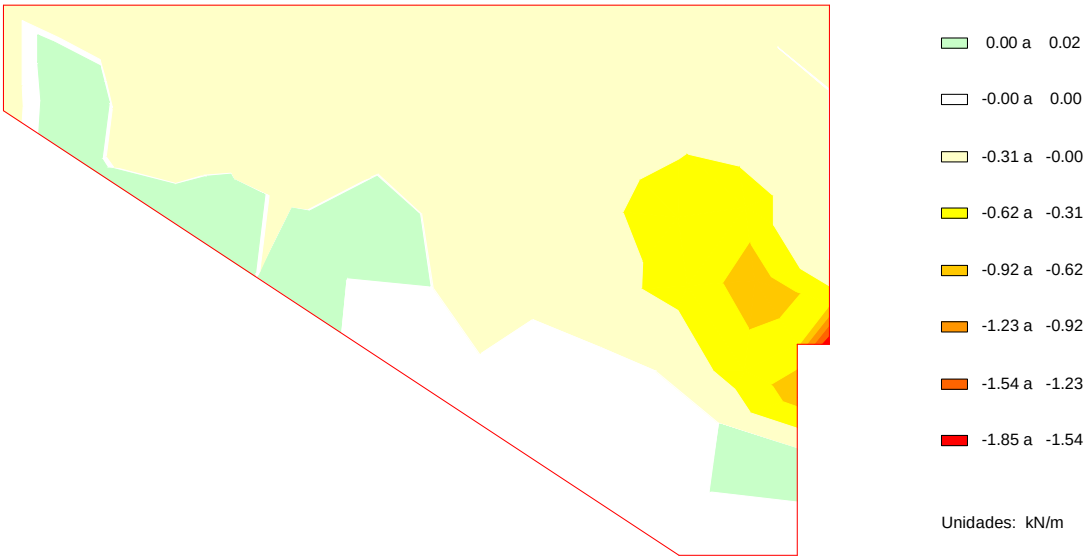
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

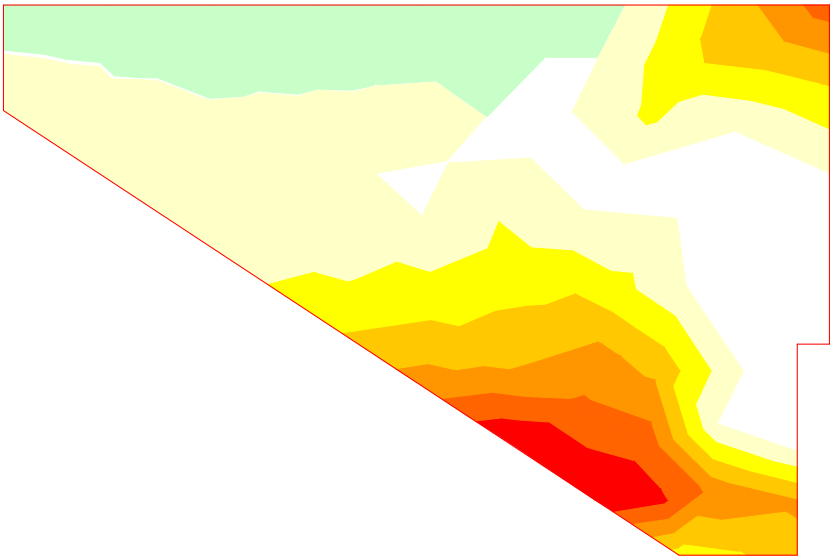
Cortante eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Cortante eje vertical



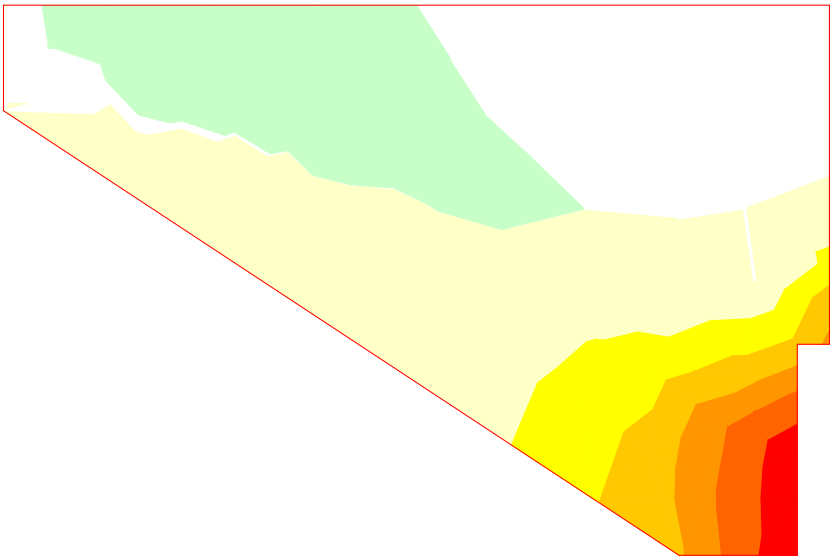
0.00 a 0.02
-0.00 a 0.00
-0.13 a -0.00
-0.25 a -0.13
-0.38 a -0.25
-0.50 a -0.38
-0.63 a -0.50
-0.75 a -0.63

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Momento de eje vertical (armado horizontal)



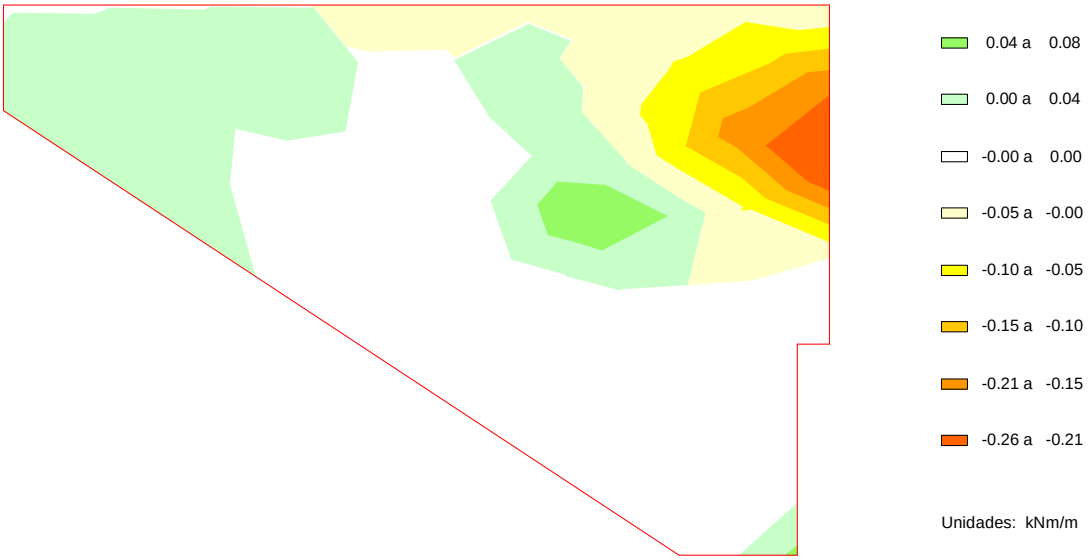
0.00 a 0.04
-0.00 a 0.00
-0.18 a -0.00
-0.36 a -0.18
-0.55 a -0.36
-0.73 a -0.55
-0.91 a -0.73
-1.09 a -0.91

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Momento de eje horizontal (armado vertical)



4.9.5 Aleta 2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

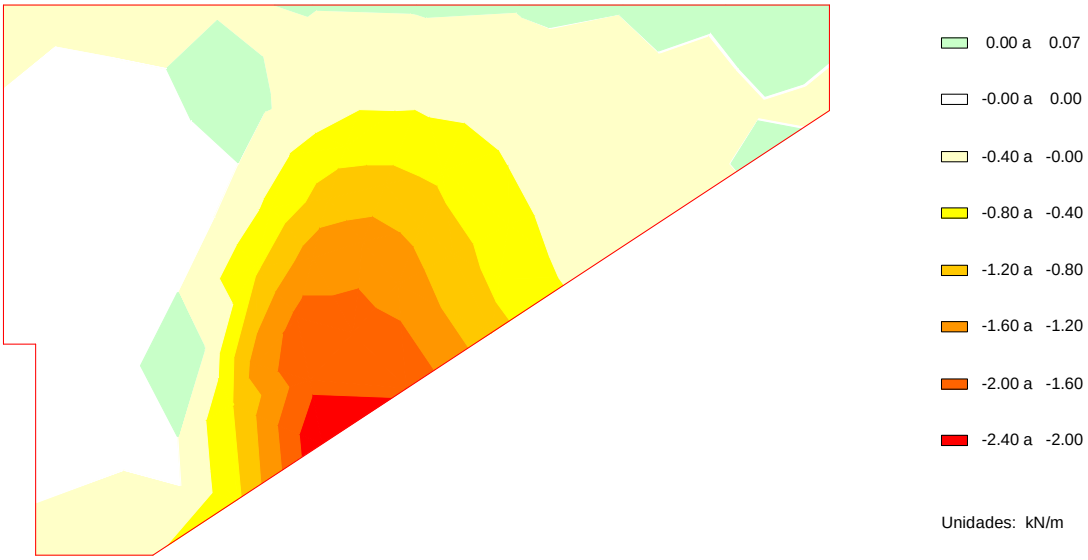
Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Axil eje horizontal

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

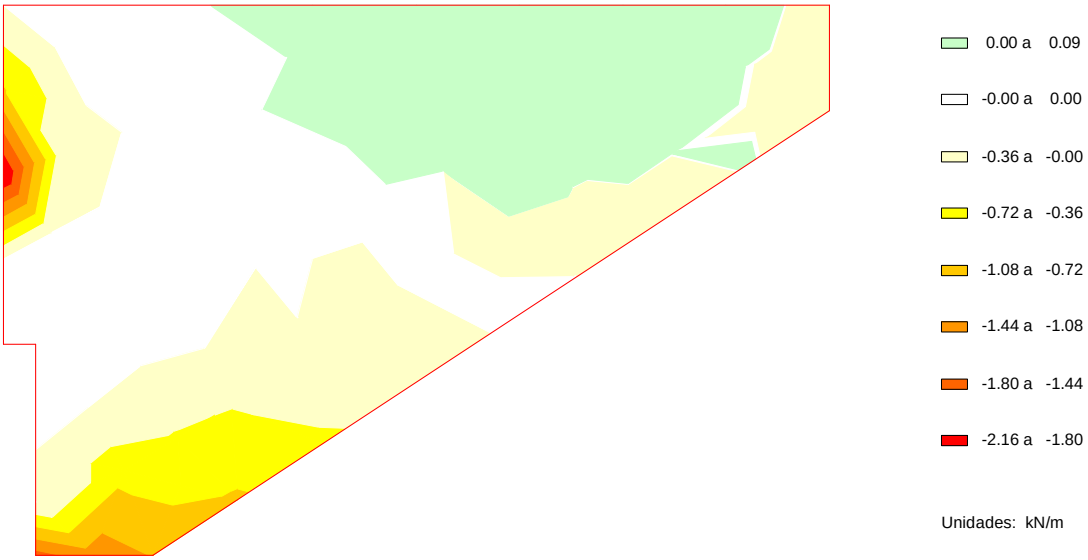
Axil eje vertical



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

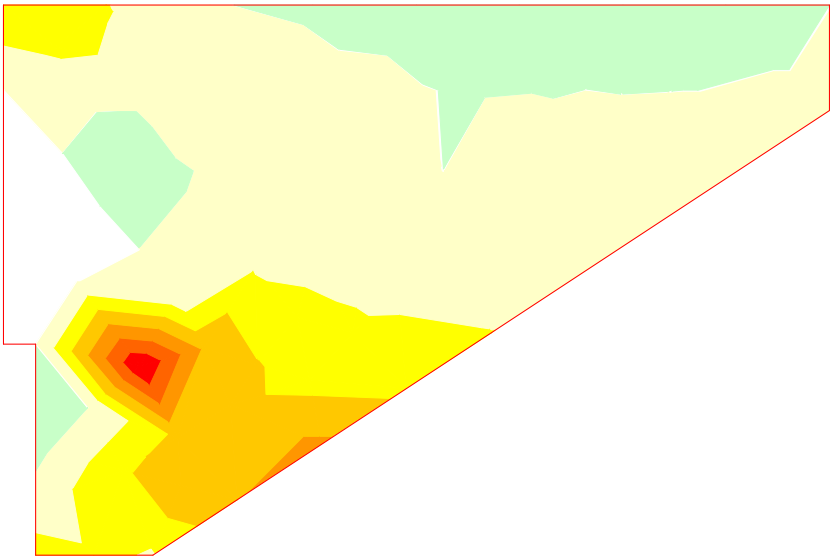
Cortante eje horizontal



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Cortante eje vertical



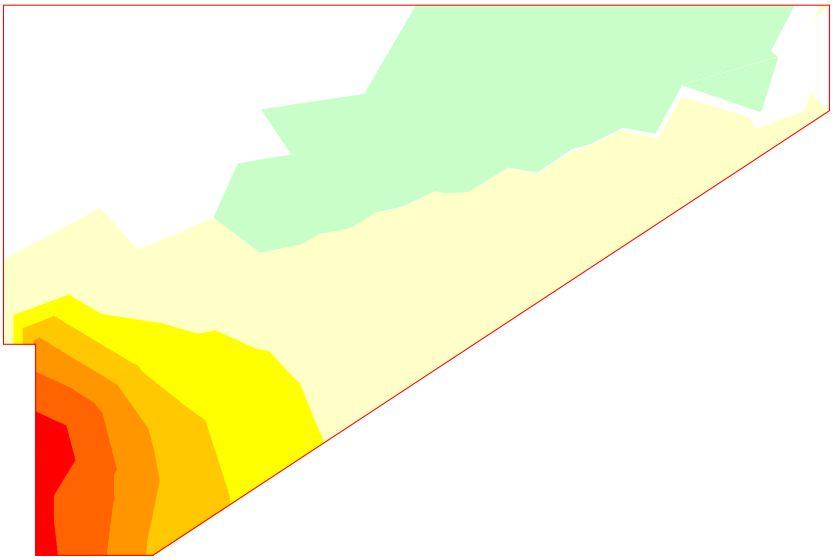
0.00 a 0.09
-0.00 a 0.00
-0.25 a -0.00
-0.50 a -0.25
-0.76 a -0.50
-1.01 a -0.76
-1.26 a -1.01
-1.51 a -1.26

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Momento de eje vertical (armado horizontal)



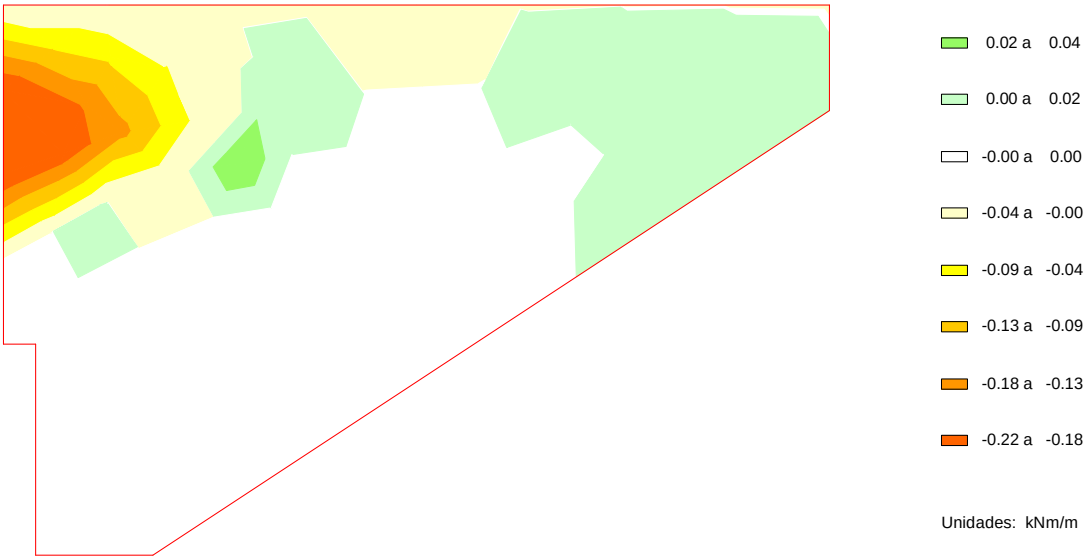
0.00 a 0.08
-0.00 a 0.00
-0.19 a -0.00
-0.38 a -0.19
-0.58 a -0.38
-0.77 a -0.58
-0.96 a -0.77
-1.15 a -0.96

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Sobrecargas de uso. Sobrecargas de uso en tablero. Grupo GR2

Momento de eje horizontal (armado vertical)



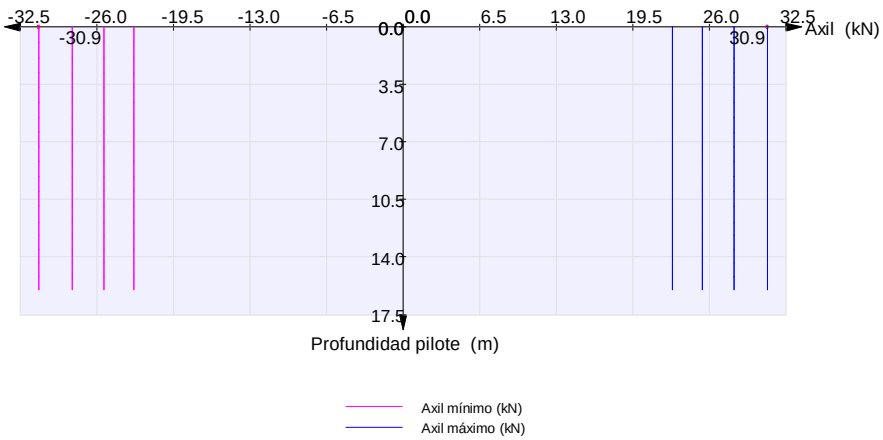
4.10 Viento. Con sobrecarga de uso

4.10.1 Pilotes

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

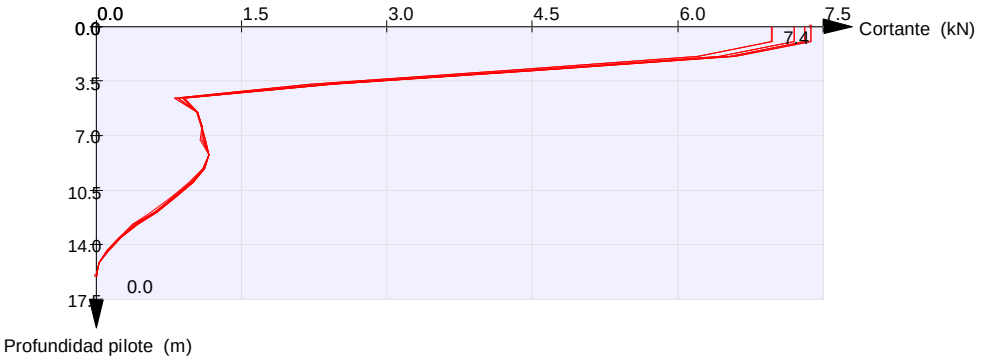
Pilotes 1 a 8



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Pilotes 1 a 8

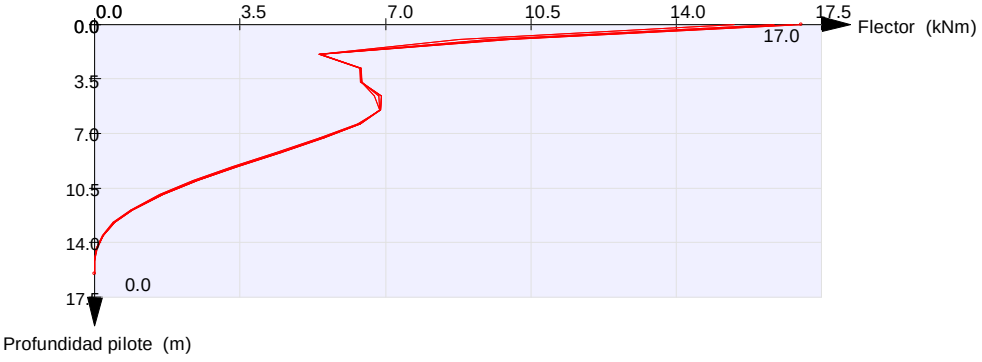


Cortante máximo (kN)

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Pilotes 1 a 8

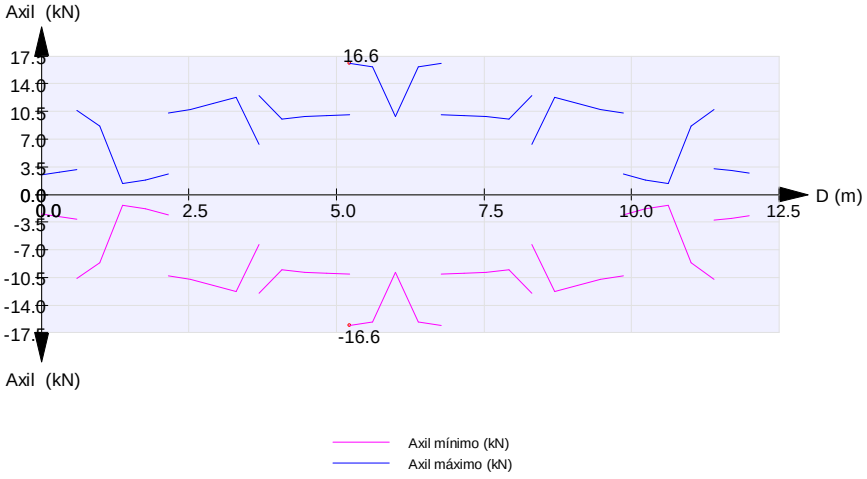


Flector máximo (kNm)

4.10.2 Cargadero

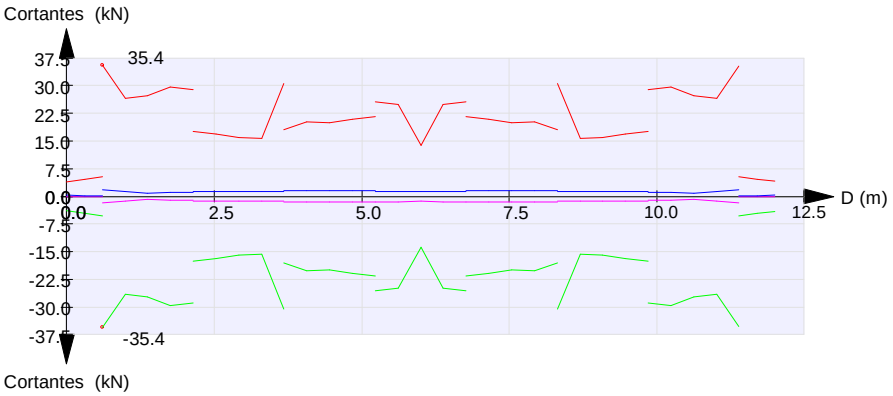
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

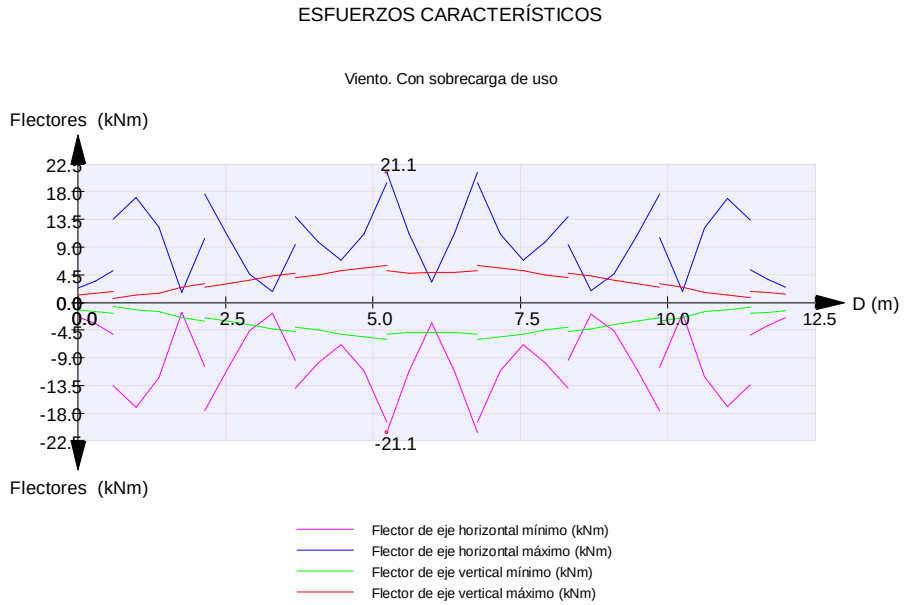
Viento. Con sobrecarga de uso



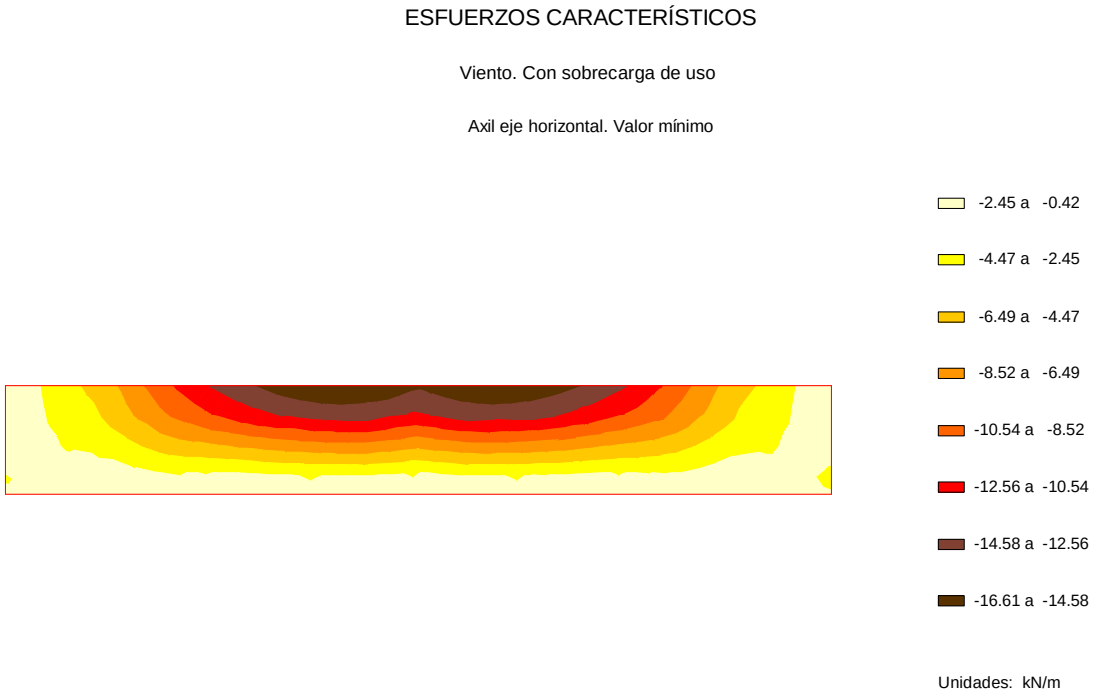
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso





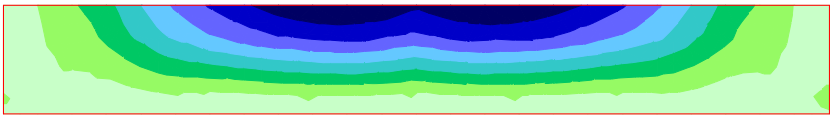
4.10.3 Espaldón



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Axil eje horizontal. Valor máximo



14.58 a 16.61

12.56 a 14.58

10.54 a 12.56

8.52 a 10.54

6.50 a 8.52

4.48 a 6.50

2.46 a 4.48

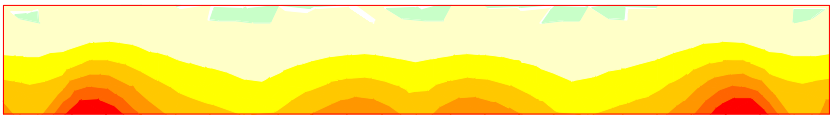
0.44 a 2.46

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Axil eje vertical. Valor mínimo



0.00 a 0.00

-0.00 a 0.00

-0.77 a -0.00

-1.53 a -0.77

-2.30 a -1.53

-3.06 a -2.30

-3.83 a -3.06

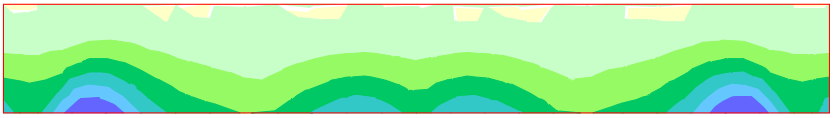
-4.60 a -3.83

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Axil eje vertical. Valor máximo



3.83 a 4.60

3.06 a 3.83

2.30 a 3.06

1.53 a 2.30

0.77 a 1.53

0.00 a 0.77

-0.00 a 0.00

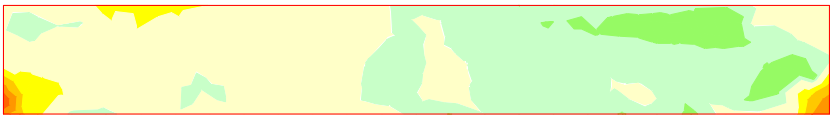
-0.00 a -0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Cortante eje horizontal. Valor mínimo



0.04 a 0.08

0.00 a 0.04

-0.00 a 0.00

-0.08 a -0.00

-0.16 a -0.08

-0.23 a -0.16

-0.31 a -0.23

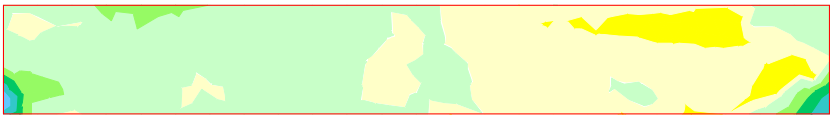
-0.39 a -0.31

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Cortante eje horizontal. Valor máximo



0.31 a 0.39

0.23 a 0.31

0.16 a 0.23

0.08 a 0.16

0.00 a 0.08

-0.00 a 0.00

-0.04 a -0.00

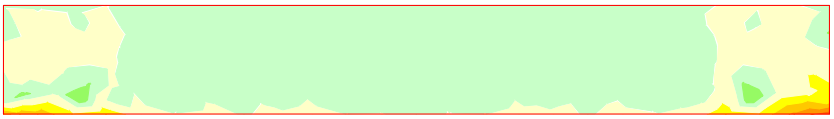
-0.08 a -0.04

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Cortante eje vertical. Valor mínimo



0.03 a 0.07

0.00 a 0.03

-0.00 a 0.00

-0.05 a -0.00

-0.10 a -0.05

-0.15 a -0.10

-0.20 a -0.15

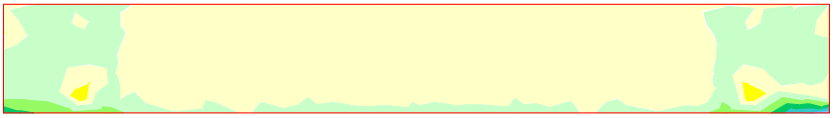
-0.25 a -0.20

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Cortante eje vertical. Valor máximo



0.22 a 0.28

0.17 a 0.22

0.11 a 0.17

0.06 a 0.11

0.00 a 0.06

-0.00 a 0.00

-0.03 a -0.00

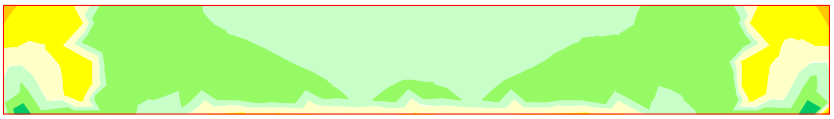
-0.07 a -0.03

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor mínimo



0.03 a 0.05

0.02 a 0.03

0.00 a 0.02

-0.00 a 0.00

-0.02 a -0.00

-0.05 a -0.02

-0.07 a -0.05

-0.09 a -0.07

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor máximo

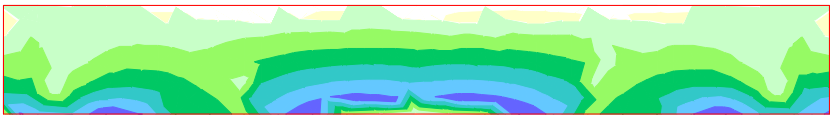
0.10 a 0.13
0.06 a 0.10
0.03 a 0.06
0.00 a 0.03
-0.00 a 0.00
-0.01 a -0.00
-0.03 a -0.01
-0.04 a -0.03

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor mínimo



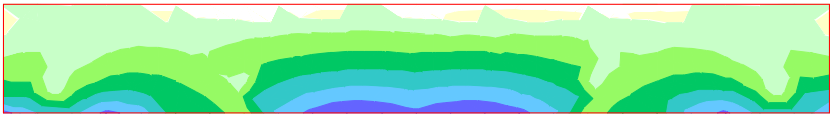
0.04 a 0.05
0.03 a 0.04
0.03 a 0.03
0.02 a 0.03
0.01 a 0.02
0.00 a 0.01
-0.00 a 0.00
-0.00 a -0.00

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor máximo



0.05 a 0.06
0.04 a 0.05
0.03 a 0.04
0.02 a 0.03
0.01 a 0.02
0.00 a 0.01
-0.00 a 0.00
-0.00 a -0.00

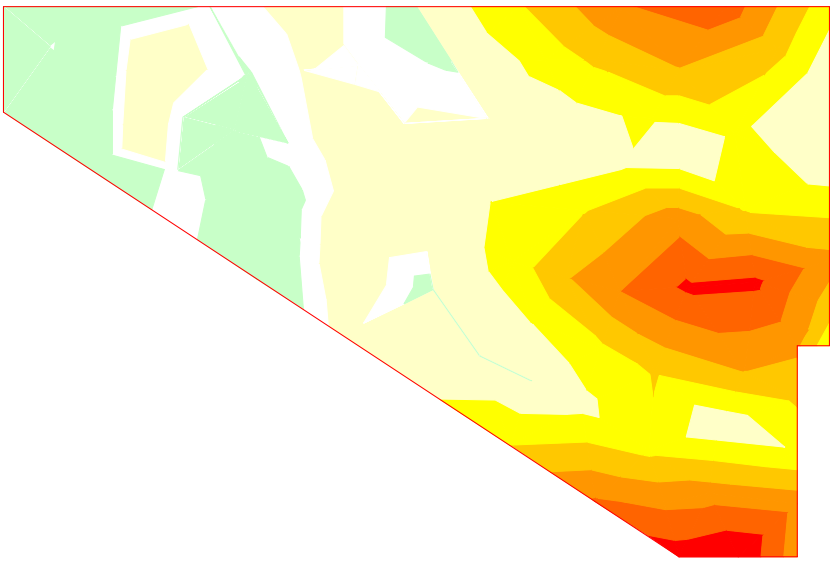
Unidades: kNm/m

4.10.4 Aleta 1

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Axil eje horizontal. Valor mínimo



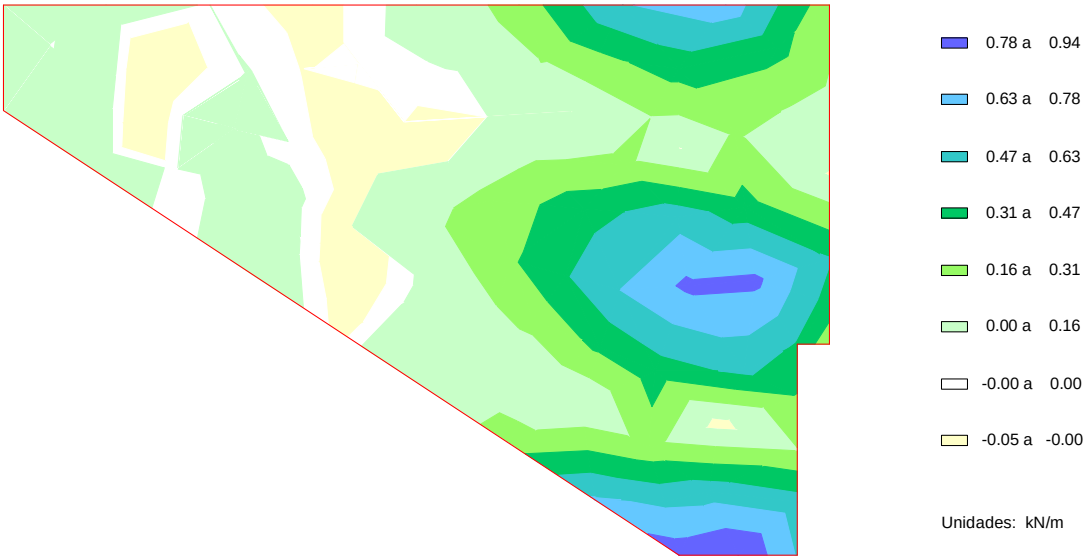
0.00 a 0.00
-0.00 a 0.00
-0.16 a -0.00
-0.31 a -0.16
-0.47 a -0.31
-0.63 a -0.47
-0.78 a -0.63
-0.94 a -0.78

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

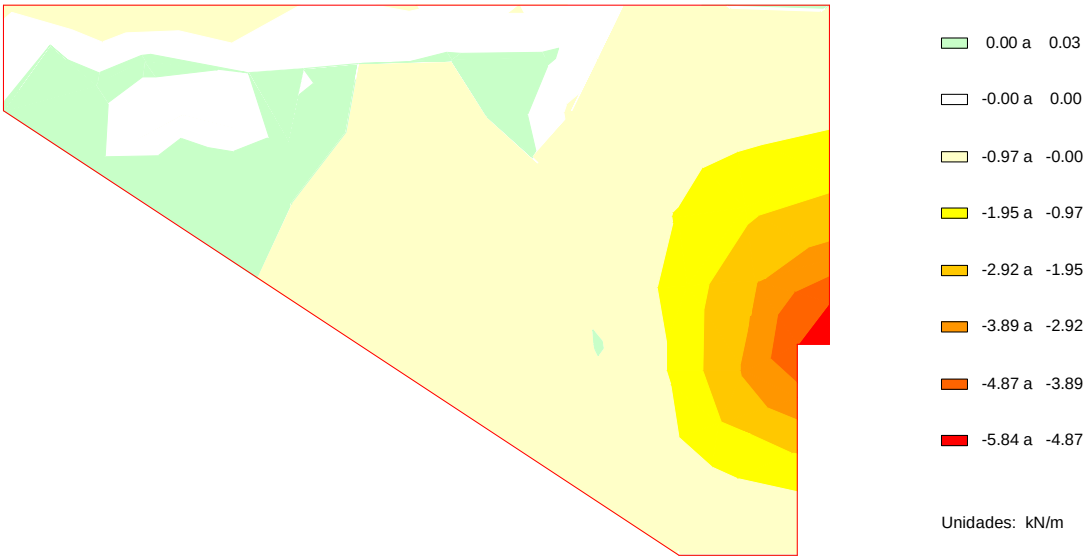
Axil eje horizontal. Valor máximo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

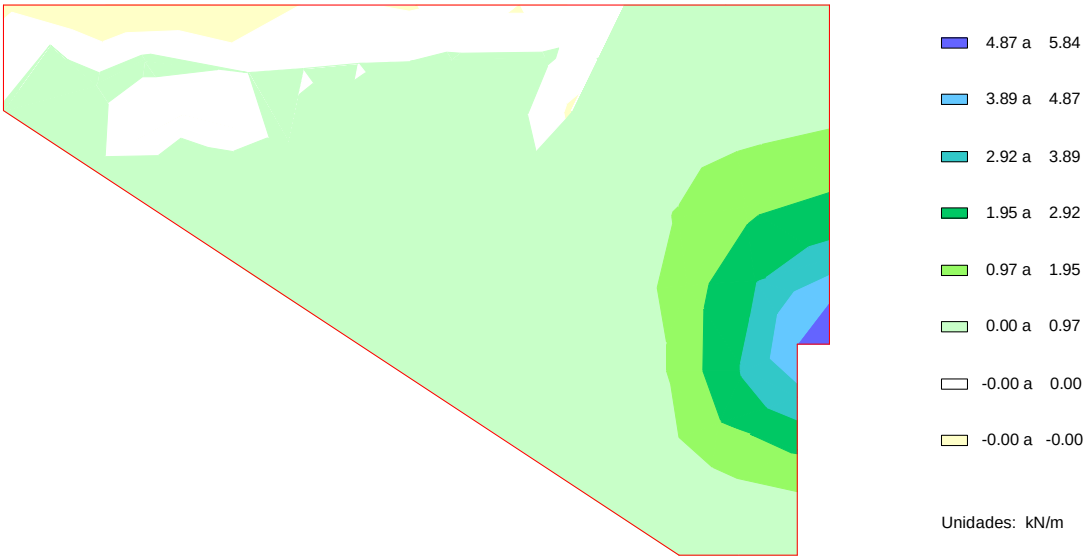
Axil eje vertical. Valor mínimo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

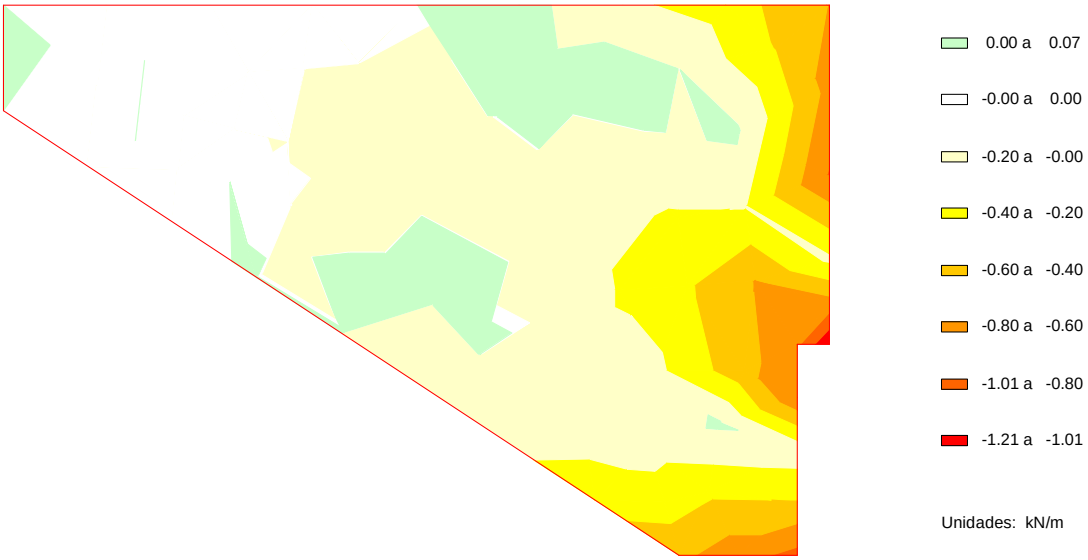
Axil eje vertical. Valor máximo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

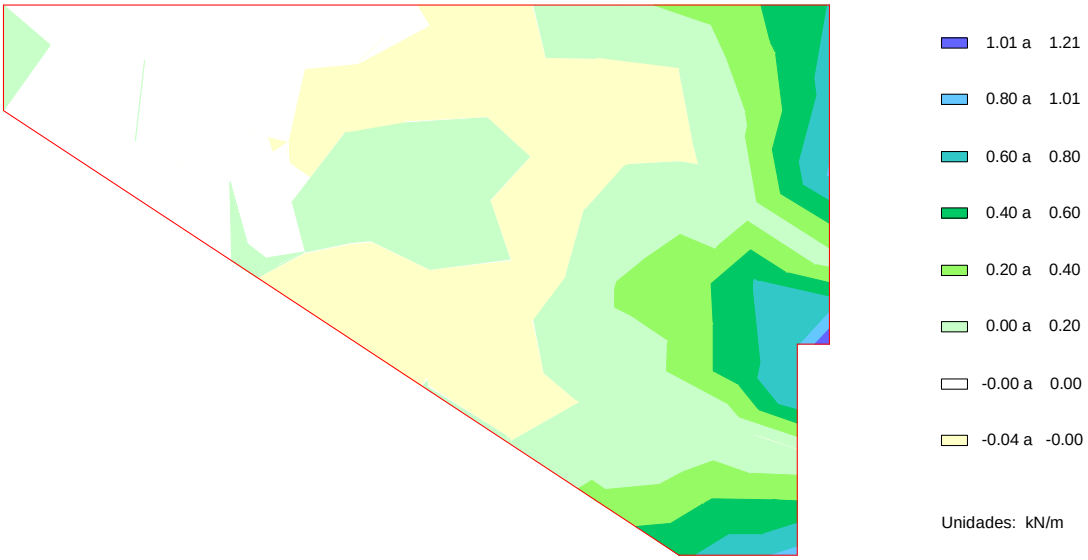
Cortante eje horizontal. Valor mínimo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

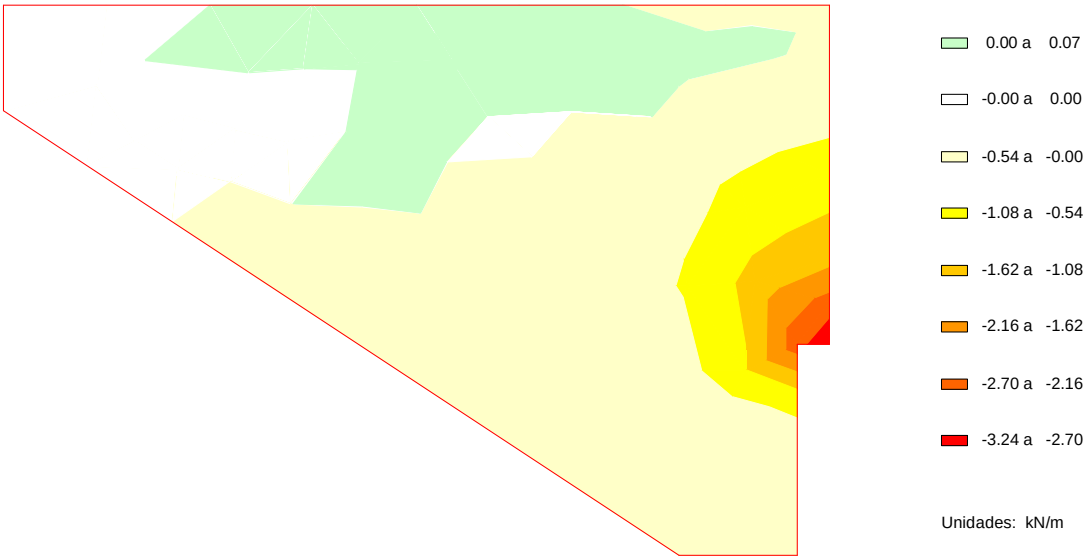
Cortante eje horizontal. Valor máximo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

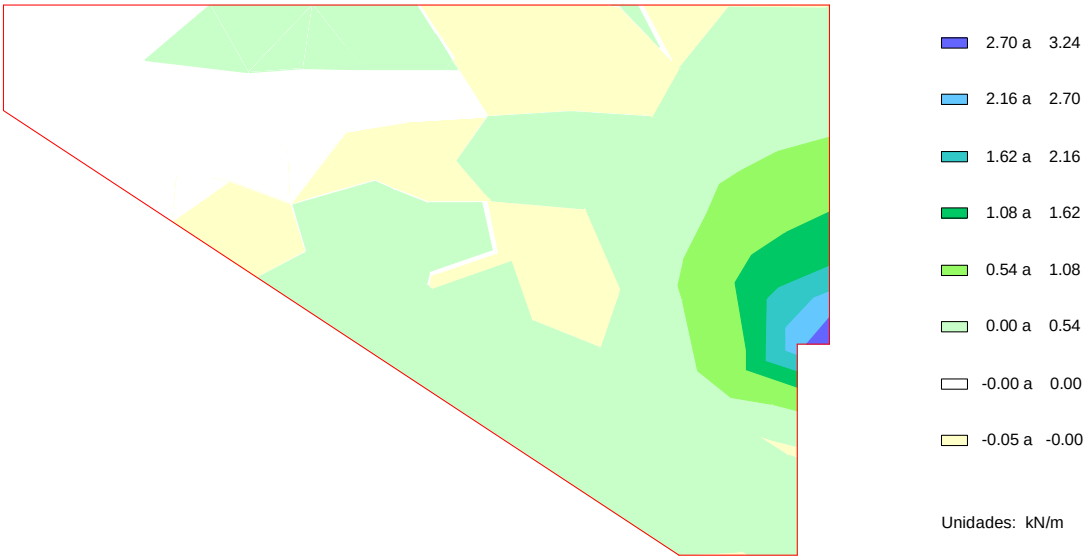
Cortante eje vertical. Valor mínimo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

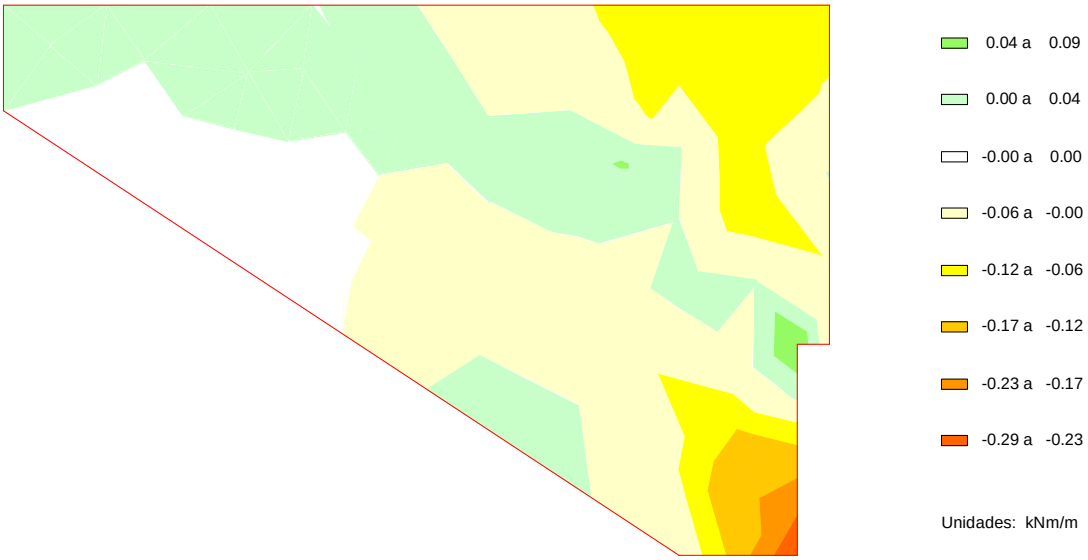
Cortante eje vertical. Valor máximo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

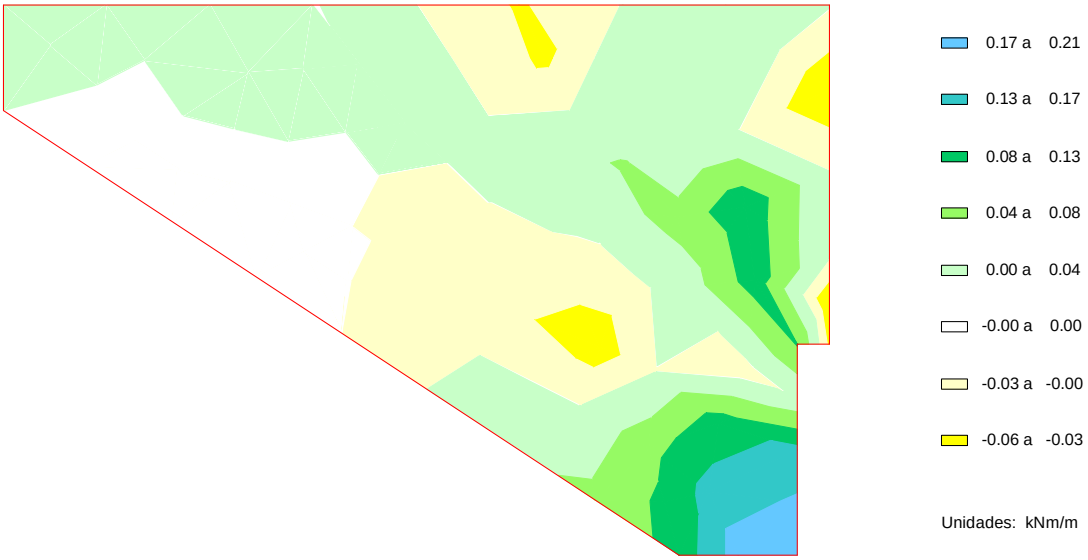
Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor mínimo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

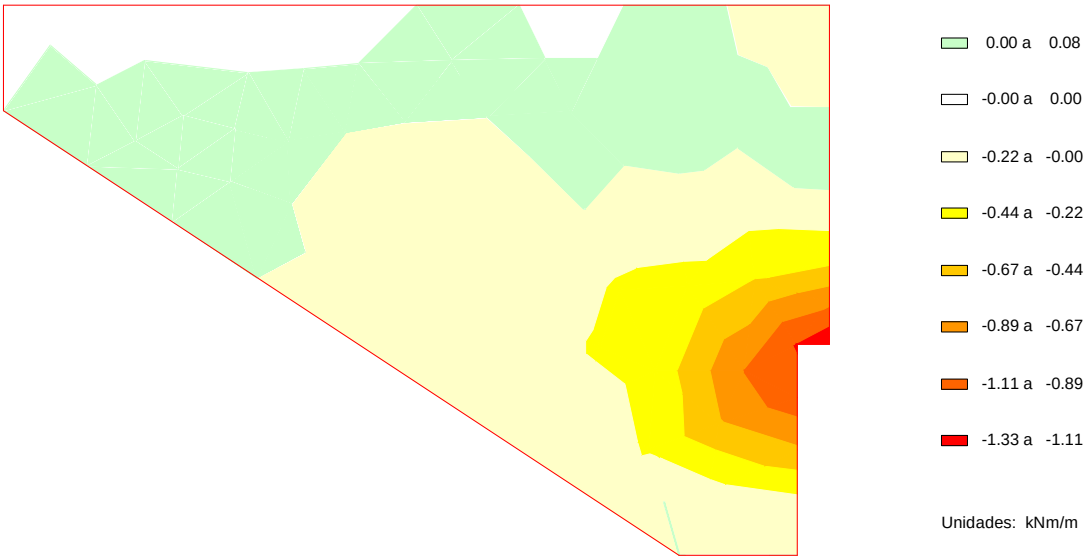
Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor máximo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

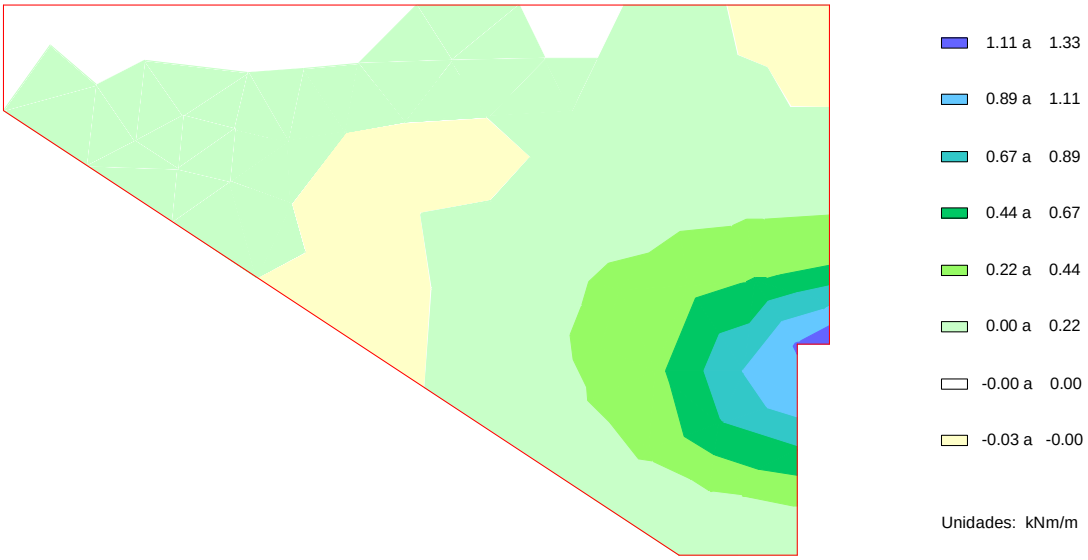
Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor mínimo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor máximo

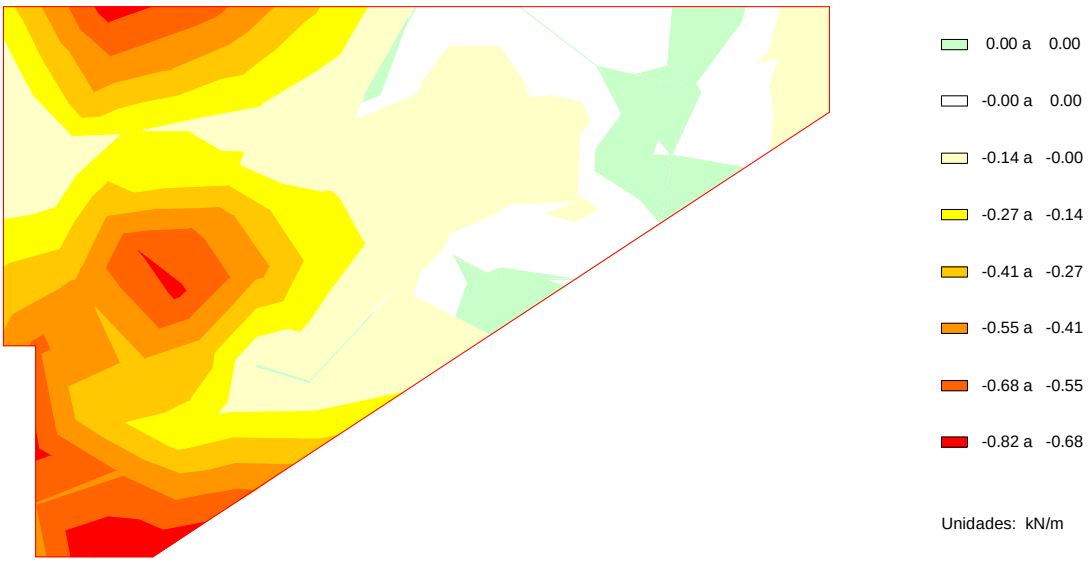


4.10.5 Aleta 2

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

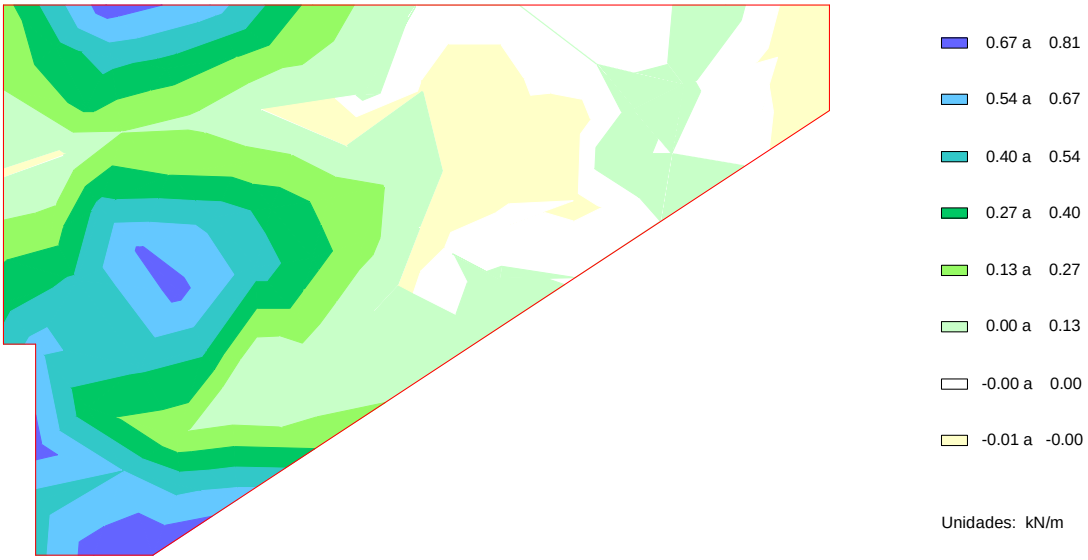
Axil eje horizontal. Valor mínimo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

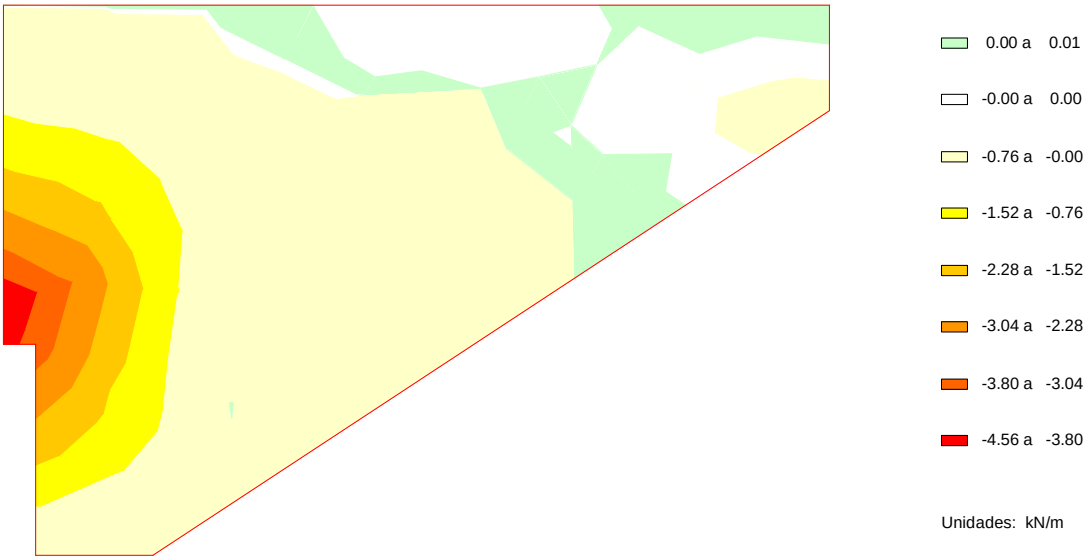
Axil eje horizontal. Valor máximo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

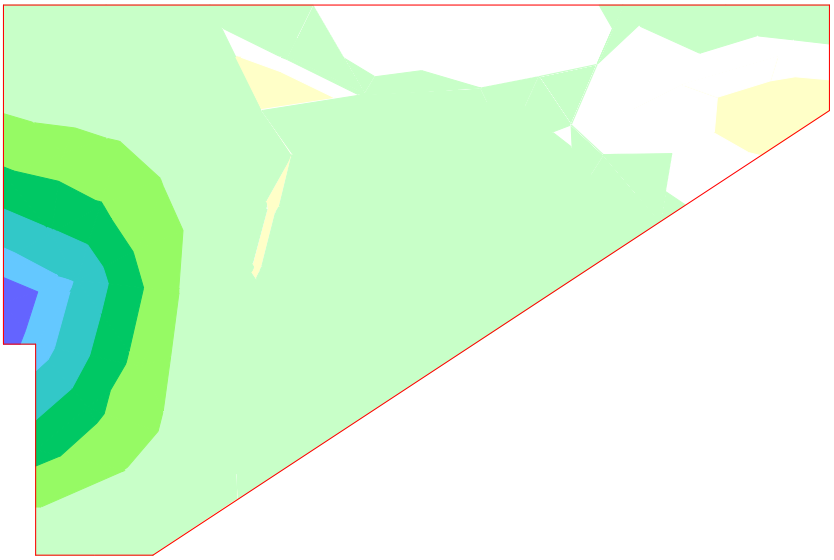
Axil eje vertical. Valor mínimo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Axil eje vertical. Valor máximo



3.80 a 4.56

3.04 a 3.80

2.28 a 3.04

1.52 a 2.28

0.76 a 1.52

0.00 a 0.76

-0.00 a 0.00

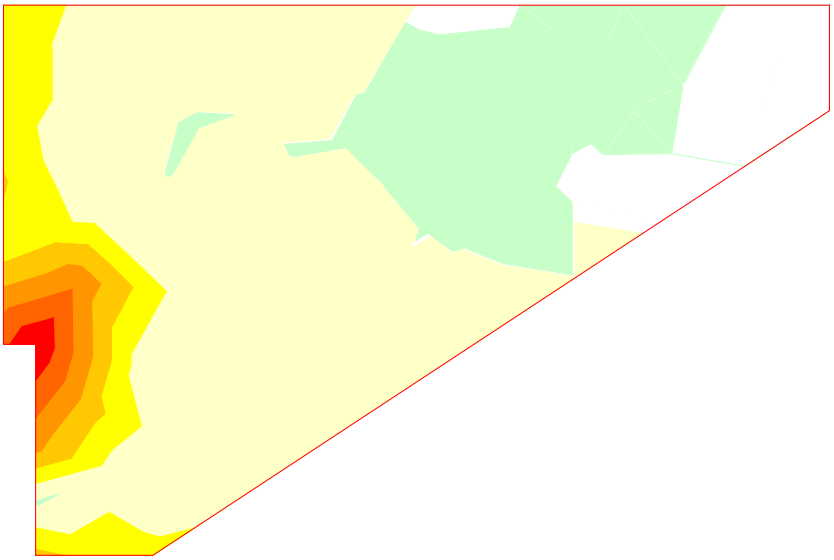
-0.03 a -0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Cortante eje horizontal. Valor mínimo



0.00 a 0.05

-0.00 a 0.00

-0.42 a -0.00

-0.84 a -0.42

-1.26 a -0.84

-1.68 a -1.26

-2.09 a -1.68

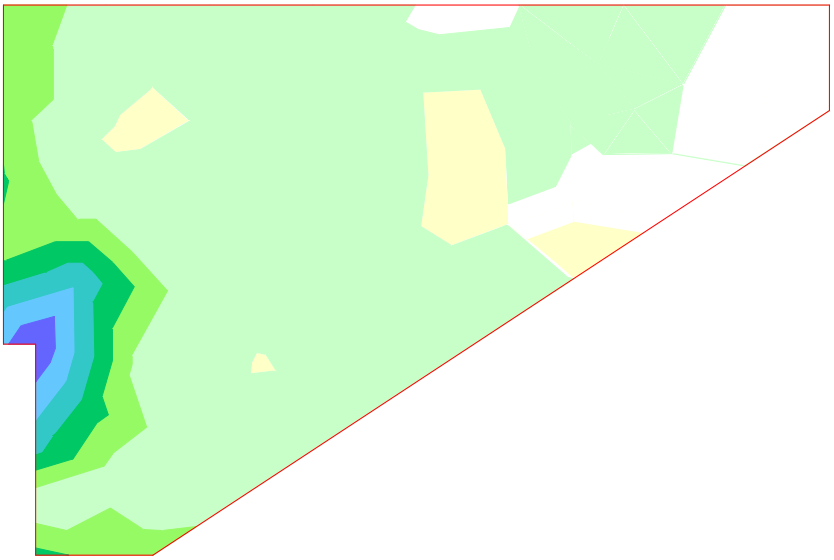
-2.51 a -2.09

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Cortante eje horizontal. Valor máximo



2.09 a 2.51

1.68 a 2.09

1.26 a 1.68

0.84 a 1.26

0.42 a 0.84

0.00 a 0.42

-0.00 a 0.00

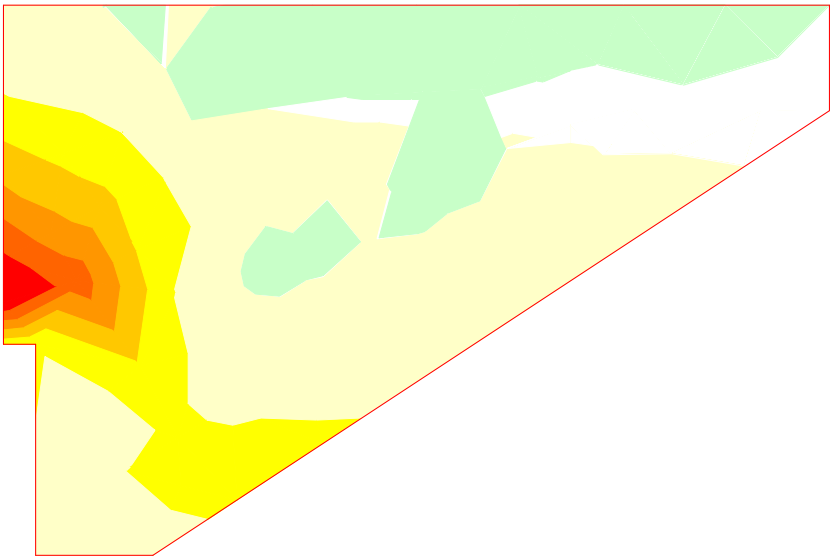
-0.07 a -0.00

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Cortante eje vertical. Valor mínimo



0.00 a 0.06

-0.00 a 0.00

-0.29 a -0.00

-0.58 a -0.29

-0.87 a -0.58

-1.16 a -0.87

-1.46 a -1.16

-1.75 a -1.46

Unidades: kN/m

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

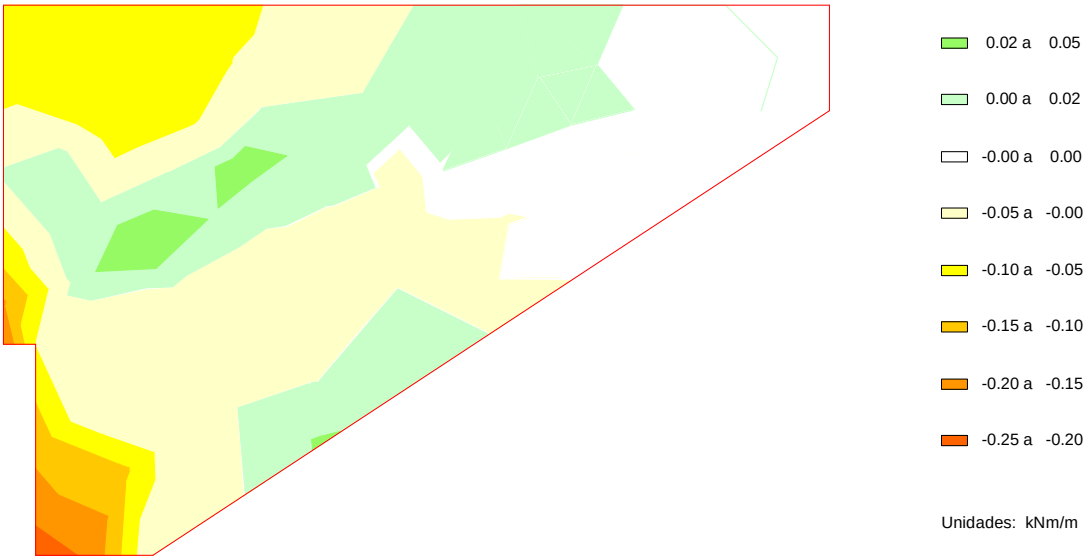
Viento. Con sobrecarga de uso

Cortante eje vertical. Valor máximo

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor mínimo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

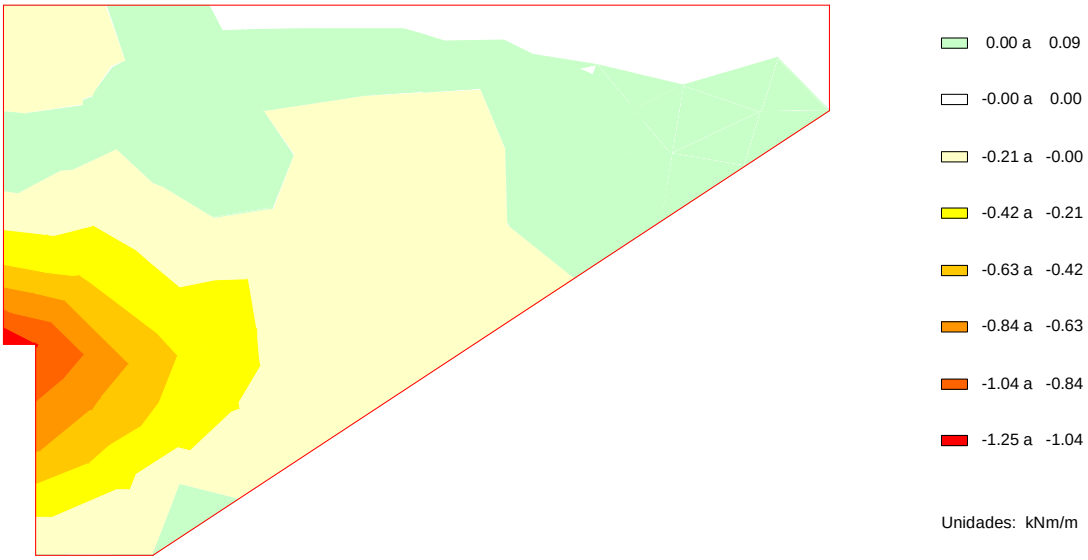
Viento. Con sobrecarga de uso

Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor máximo

ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

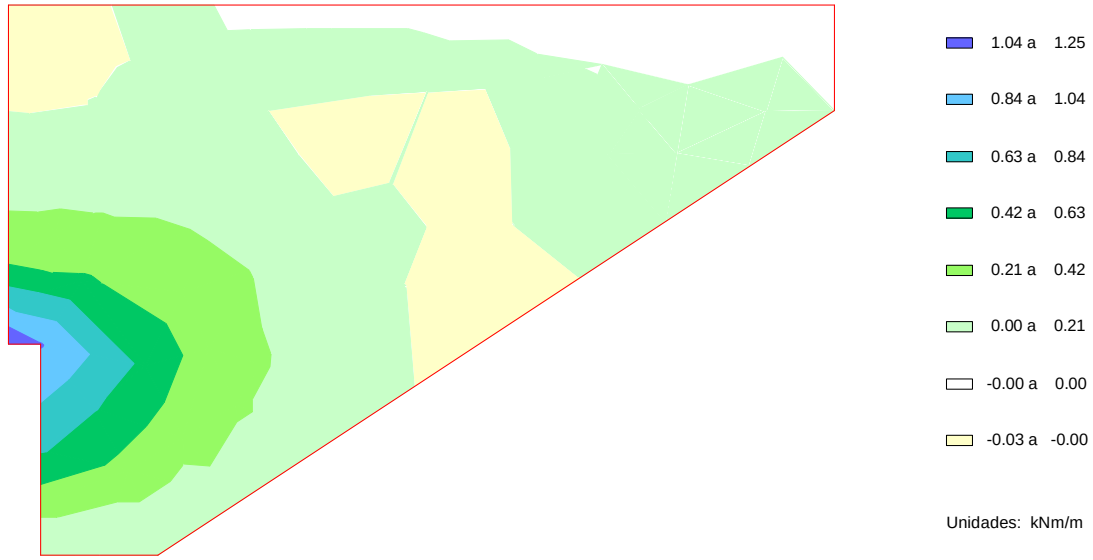
Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor mínimo



ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Viento. Con sobrecarga de uso

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor máximo



5 ESTADO LíMITE DE HUNDIMIENTO

5.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Pilote más cargado : 1.

Coordenadas pilote más cargado :

X	:	0.600 m
Y	:	-0.600 m

Carga máxima	:	543.44 kN
Carga de hundimiento por fuste	:	1220.35 kN
Carga de hundimiento por punta	:	1038.43 kN
Carga de hundimiento	:	2258.79 kN
Factor de seguridad admisible	:	3.000
Carga admisible, Q_{adm}	:	752.93 kN
Factor de seguridad , FS	:	4.156

FS = 4.156 >= FS_{adm} = 3.000 -> Cumple

5.2 Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio

Pilote más cargado : 6.

Coordenadas pilote más cargado :

X	:	8.314 m
Y	:	-0.600 m

Carga máxima	:	814.47 kN
Carga de hundimiento por fuste	:	1220.35 kN

Carga de hundimiento por punta	:	1038.43	kN
Carga de hundimiento	:	2258.79	kN
Factor de seguridad admisible	:	2.600	
Carga admisible, Q_{adm}	:	868.76	kN
Factor de seguridad , FS	:	2.773	

FS = 2.773 >= FS_{adm} = 2.600 -> Cumple

5.3 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Verifica la comprobación.

Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio. Verifica la comprobación.

6 ESTADO LÍMITE DE ASIENTOS

6.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Asiento máximo	:	10.0	mm
Asiento admisible	:	25.0	mm

6.2 Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio

Asiento máximo	:	15.0	mm
Asiento admisible	:	25.0	mm

6.3 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Verifica la comprobación.

Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio. Verifica la comprobación.

7 ESTADO LÍMITE DE ARRANQUE DE LOS PILOTES

7.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Pilote más traccionado : 5.

Coordenadas pilote más traccionado :

X	:	6.771	m
Y	:	-0.600	m

Carga mínima	:	513.17	kN
Carga de arranque	:	-852.64	kN
Factor de seguridad admisible	:	3.000	
Carga admisible, Q_{adm}	:	-284.21	kN
Factor de seguridad , FS	:	100.000	

FS = 100.000 >= FS_{adm} = 3.000 -> Cumple

7.2 Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio

Pilote más traccionado : 5.

Coordenadas pilote más traccionado :
X : 6.771 m
Y : -0.600 m

Carga mínima	:	499.45	kN
Carga de arranque	:	-852.64	kN
Factor de seguridad admisible	:	2.600	
Carga admisible, Q_{adm}	:	-327.94	kN
Factor de seguridad , FS	:	100.000	

FS = 100.000 >= FS_{adm} = 2.600 -> Cumple

7.3 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Verifica la comprobación.

Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio. Verifica la comprobación.

8 ESTADO LíMITE DE FLEXIóN

8.1 Pilotes

8.1.1 Esfuerzos de cálculo

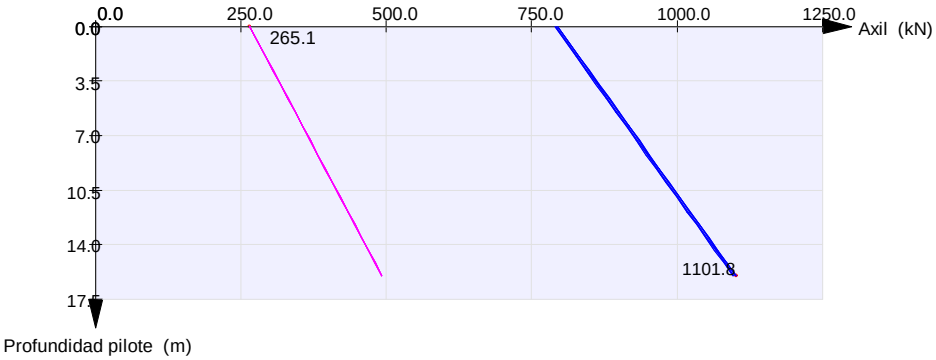
Criterio de signos:

Los axiles positivos comprimen al pilote.

ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Pilotes 1 a 8

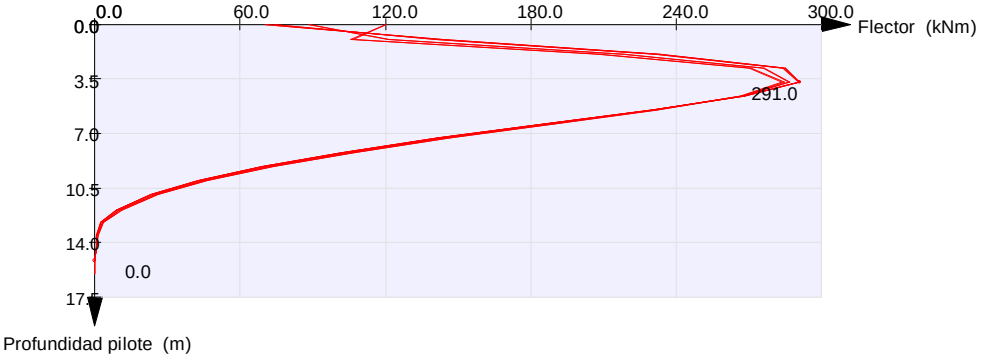


Axil mínimo (kN)
Axil máximo (kN)

ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Pilotes 1 a 8



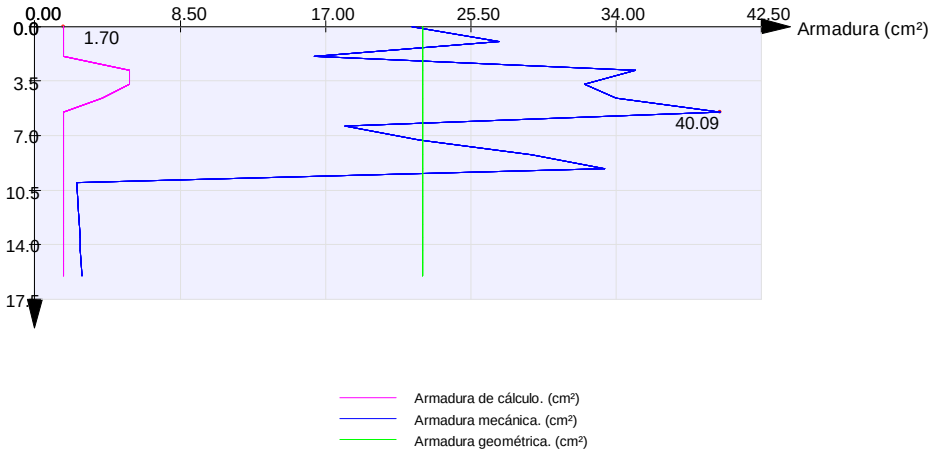
Flector máximo (kNm)

8.1.2 Armaduras

ARMADURA. EL Rotura por flexión

Envolvente global

Pilotes 1 a 8



8.2 Espaldón

8.2.1 Esfuerzos de cálculo

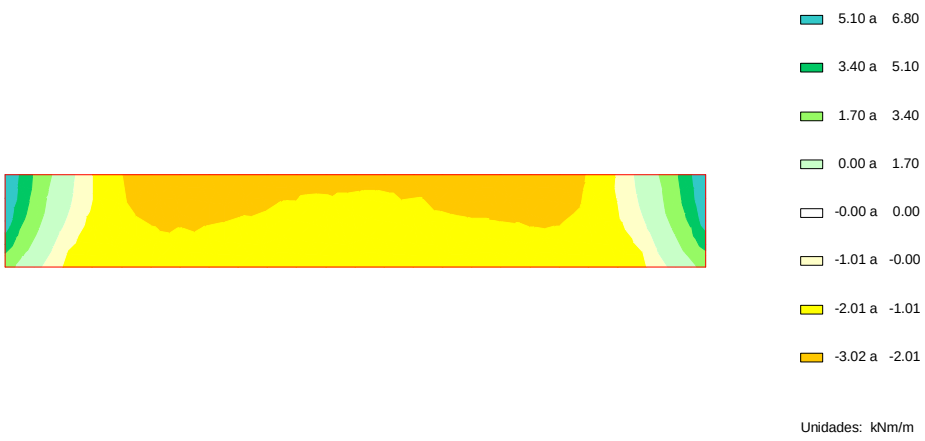
Criterio de signos:

Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores positivos traccionan el trasdós del espaldón.

ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

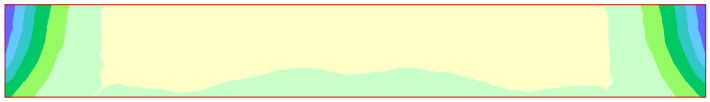
Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor máximo



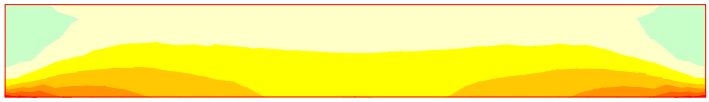
19.02 a 22.82
15.21 a 19.02
11.41 a 15.21
7.61 a 11.41
3.80 a 7.61
0.00 a 3.80
-0.00 a 0.00
-1.43 a -0.00

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor mínimo



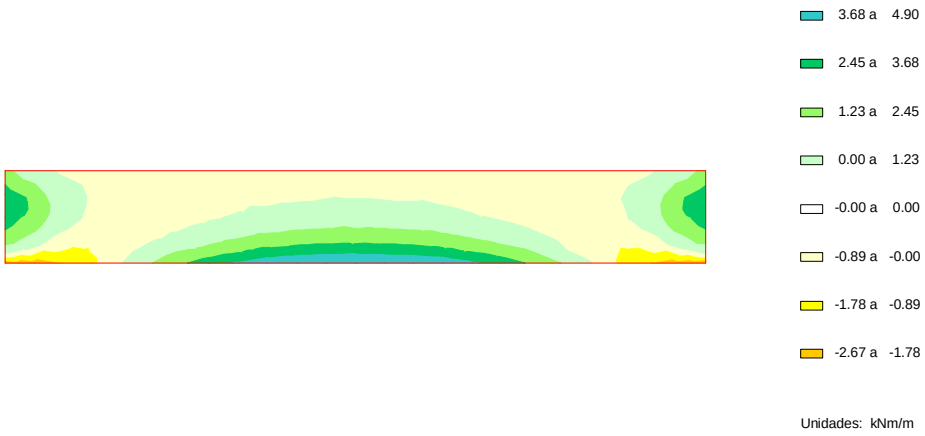
0.00 a 1.00
-0.00 a 0.00
-1.18 a -0.00
-2.36 a -1.18
-3.53 a -2.36
-4.71 a -3.53
-5.89 a -4.71
-7.07 a -5.89

Unidades: kNm/m

ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor máximo



8.2.2 Armaduras

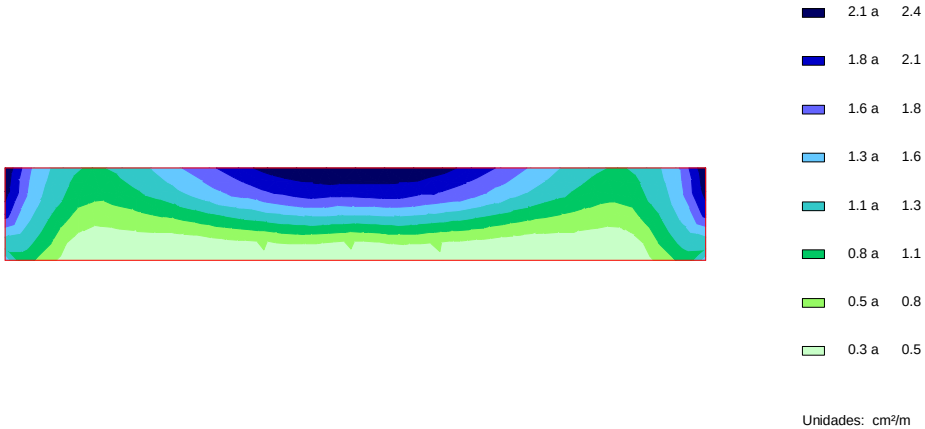
Cuantías de cálculo :

EL Rotura por flexión

Envolvente global

Espaldón. Armadura horizontal interior. cm²/m

Armaduras de cálculo

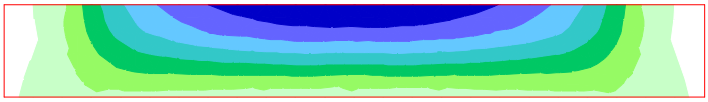


EL Rotura por flexión

Envolvente global

Espaldón. Armadura horizontal exterior. cm²/m

Armaduras de cálculo



2.5 a 2.9
2.1 a 2.5
1.7 a 2.1
1.3 a 1.7
0.8 a 1.3
0.4 a 0.8
0.0 a 0.4
-0.0 a 0.0

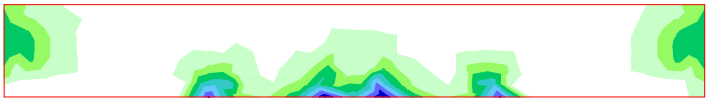
Unidades: cm²/m

EL Rotura por flexión

Envolvente global

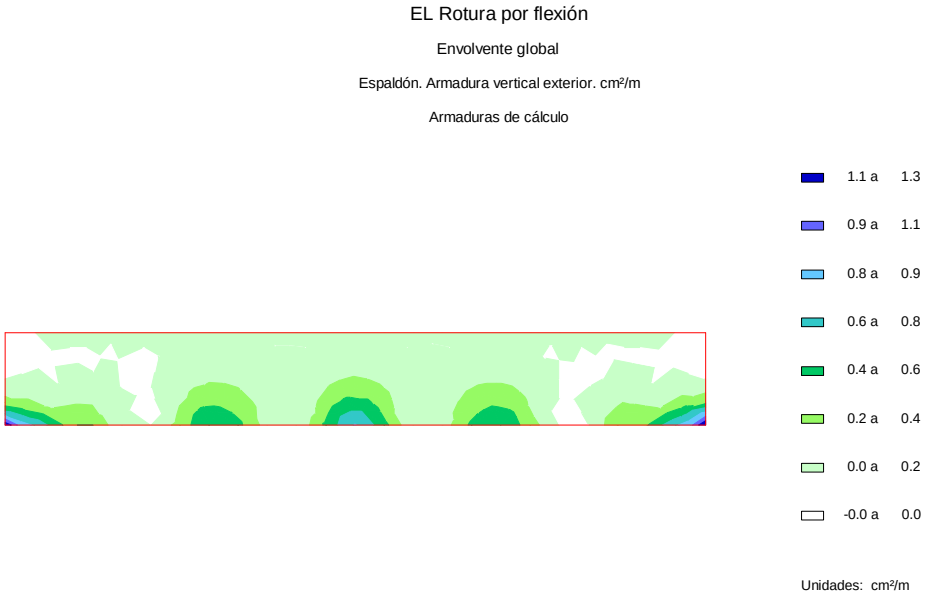
Espaldón. Armadura vertical interior. cm²/m

Armaduras de cálculo



0.6 a 0.7
0.5 a 0.6
0.4 a 0.5
0.3 a 0.4
0.2 a 0.3
0.1 a 0.2
0.0 a 0.1
-0.0 a 0.0

Unidades: cm²/m



Cuantías máximas de cálculo :

Armadura horizontal en cara interior	:	2.4 cm^2/m
Armadura horizontal en cara exterior	:	2.9 cm^2/m
Armadura vertical en cara interior	:	0.7 cm^2/m
Armadura vertical en cara exterior	:	1.3 cm^2/m

Cuantías mecánicas :

Armadura horizontal en cara interior	:	5.4 cm^2/m
Armadura horizontal en cara exterior	:	5.3 cm^2/m
Armadura vertical en cara interior	:	5.8 cm^2/m
Armadura vertical en cara exterior	:	5.8 cm^2/m

Cuantías geométricas :

Armadura horizontal en cara interior	:	1.4 cm^2/m
Armadura horizontal en cara exterior	:	1.4 cm^2/m
Armadura vertical en cara interior	:	2.7 cm^2/m
Armadura vertical en cara exterior	:	2.7 cm^2/m

8.3 Cargadero

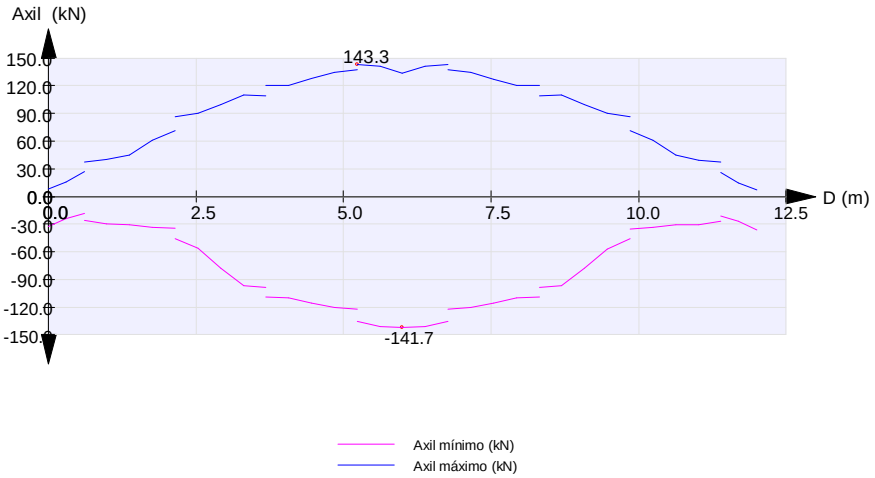
8.3.1 Esfuerzos de cálculo

Criterio de signos:

Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores de eje vertical positivos comprimen la cara posterior del cargadero.
Los flectores de eje horizontal positivos comprimen la cara superior del cargadero.

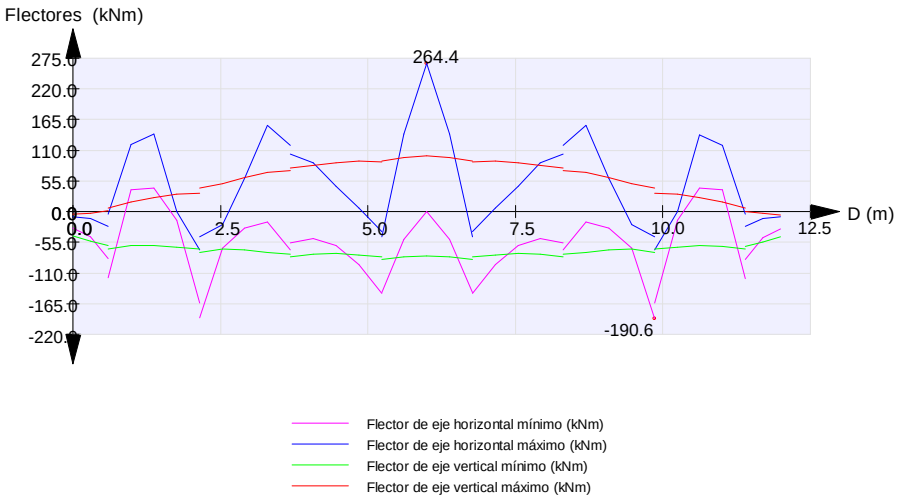
ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global



ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

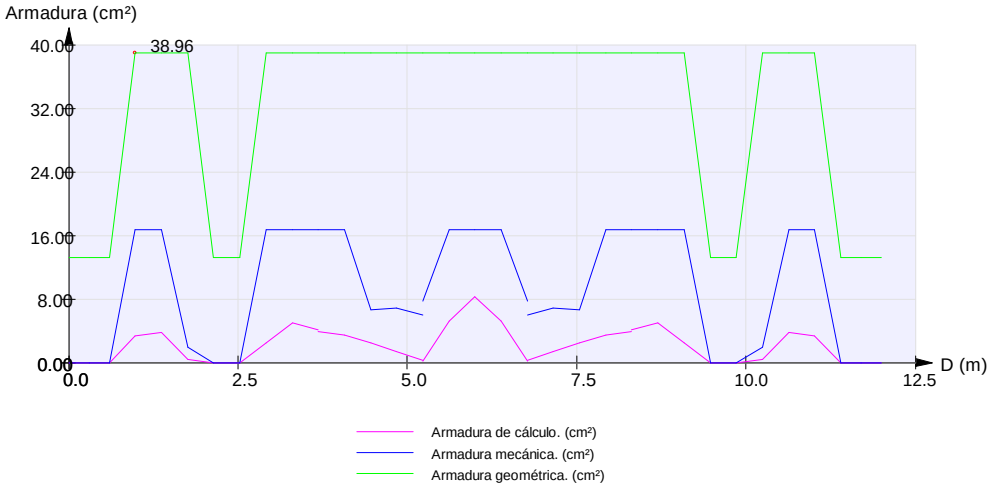


8.3.2 Armaduras

ARMADURA. EL Rotura por flexión

Envolvente global

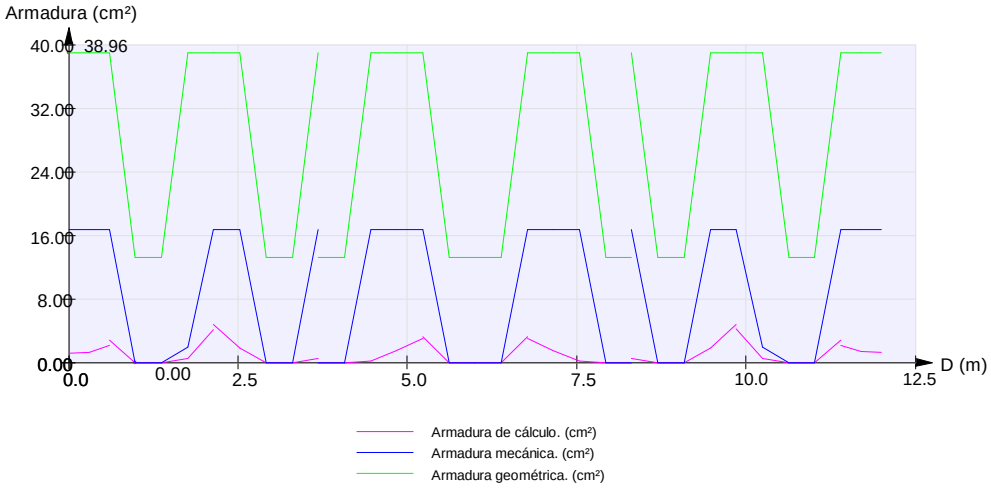
Armadura en la cara inferior

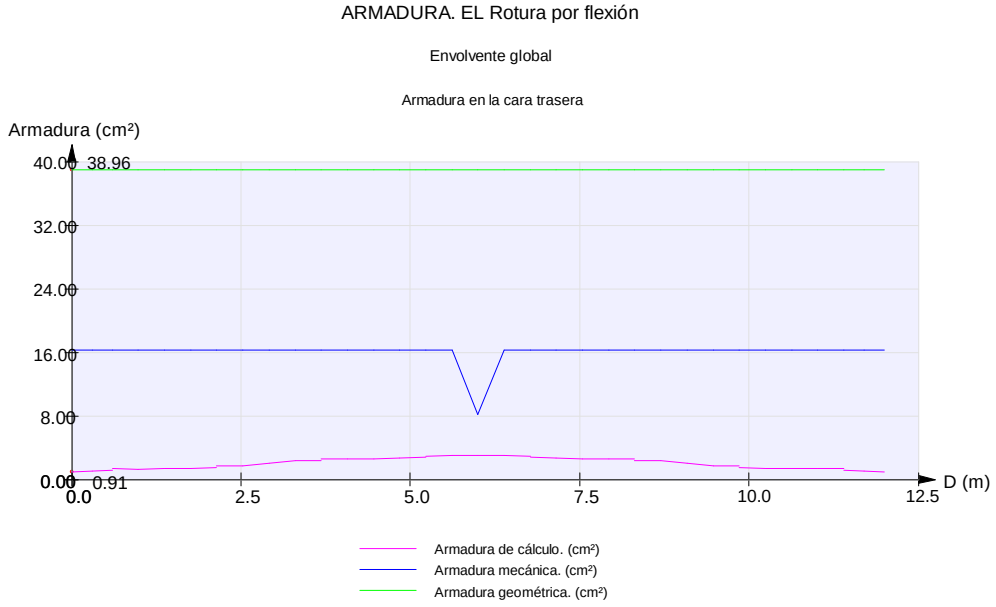


ARMADURA. EL Rotura por flexión

Envolvente global

Armadura en la cara superior





8.4 Aleta 1

8.4.1 Esfuerzos de cálculo

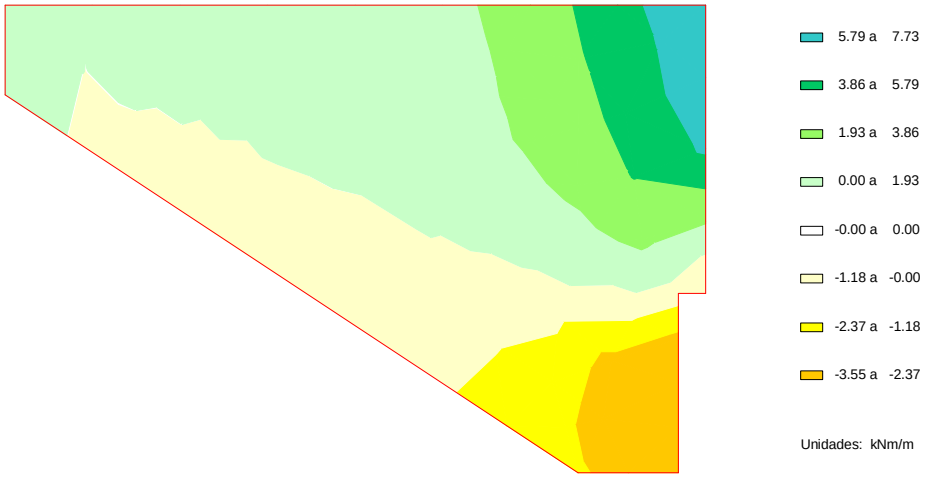
Criterio de signos:

Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores positivos traccionan la cara interior de la aleta.

ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

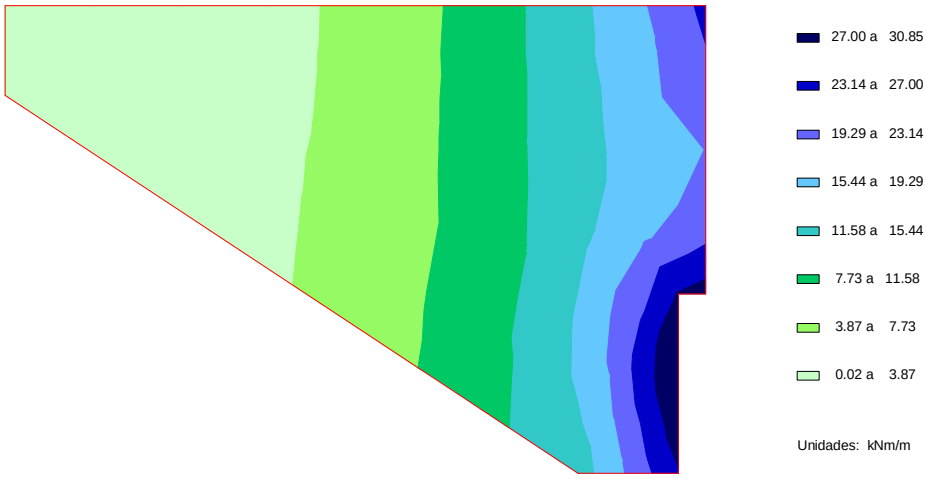
Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

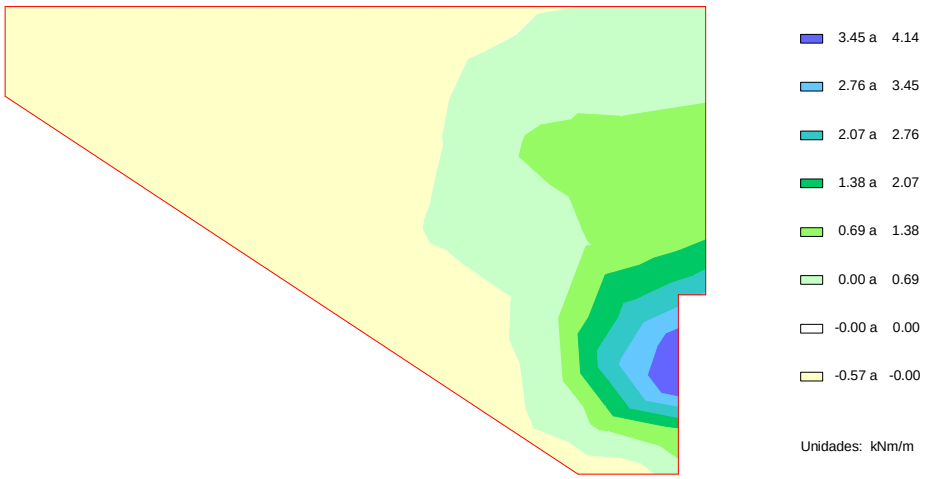
Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor máximo



ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

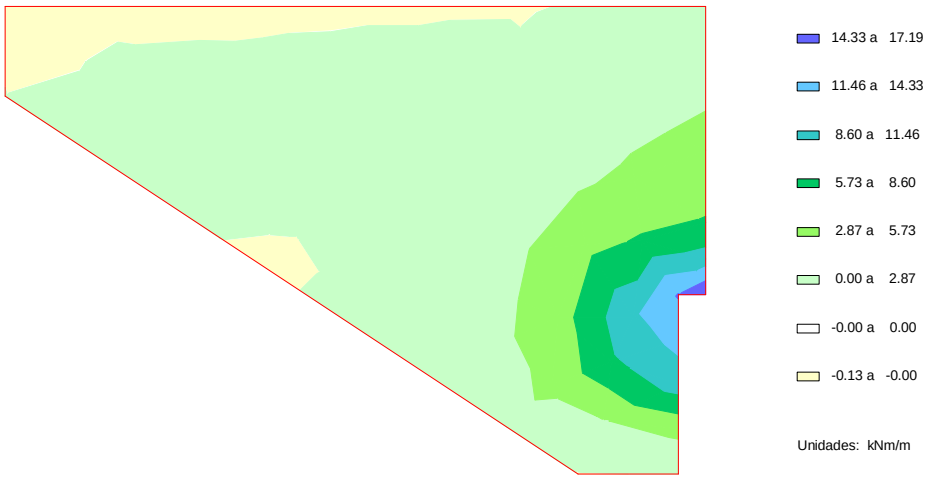
Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor máximo



8.4.2 Armaduras

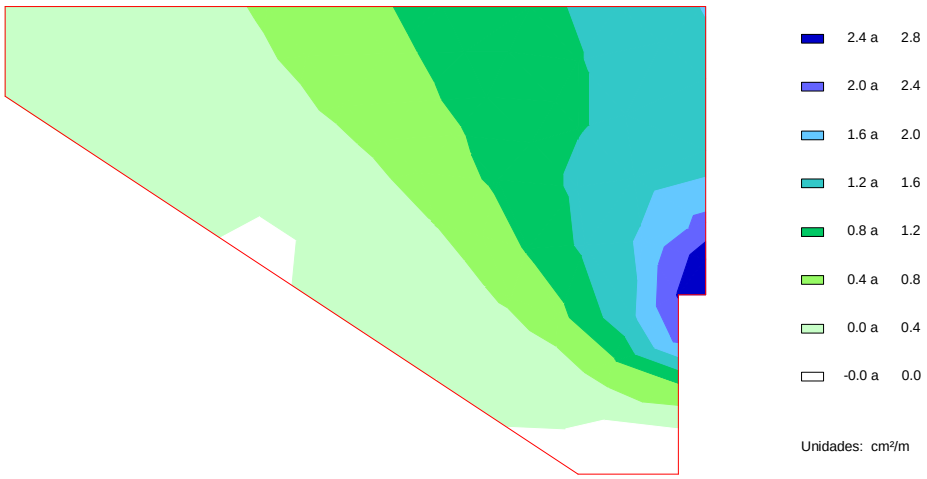
Cuantías de cálculo :

EL Rotura por flexión

Envolvente global

Aletas. Armadura horizontal interior. cm²/m

Armaduras de cálculo

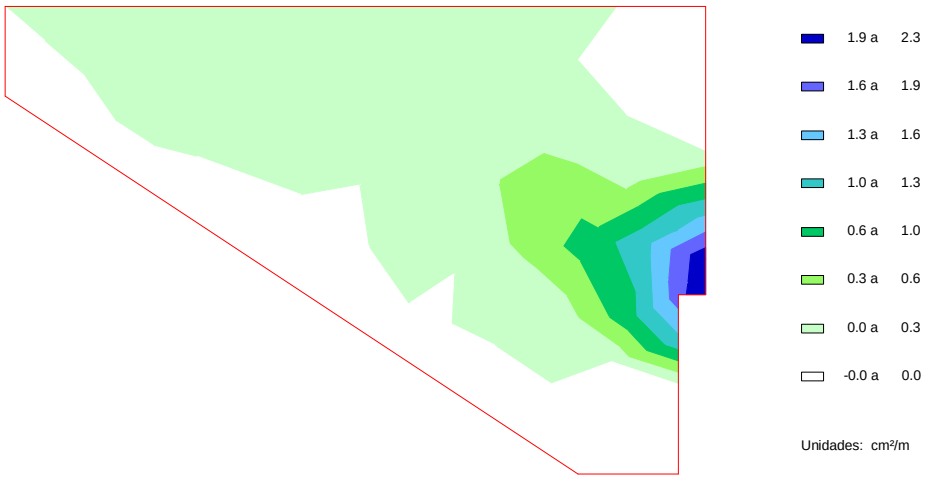


EL Rotura por flexión

Envolvente global

Aletas. Armadura horizontal exterior. cm²/m

Armaduras de cálculo

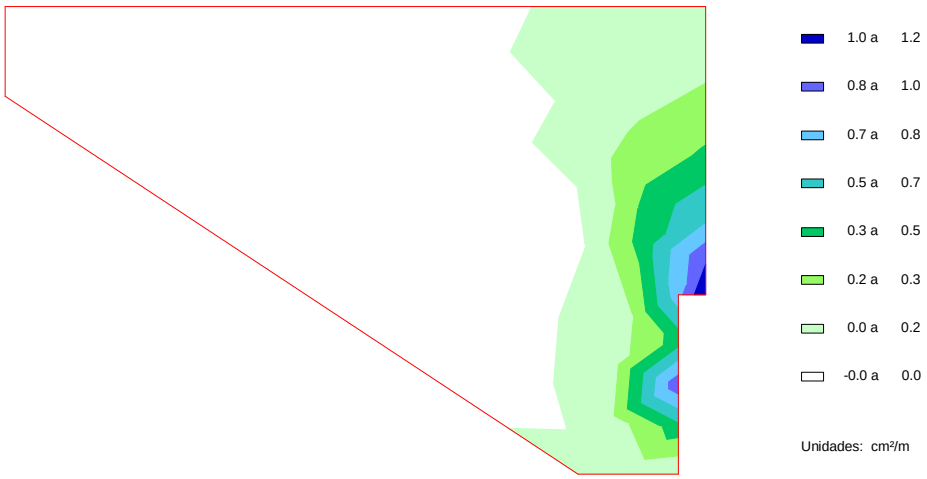


EL Rotura por flexión

Envolvente global

Aletas. Armadura vertical interior. cm²/m

Armaduras de cálculo

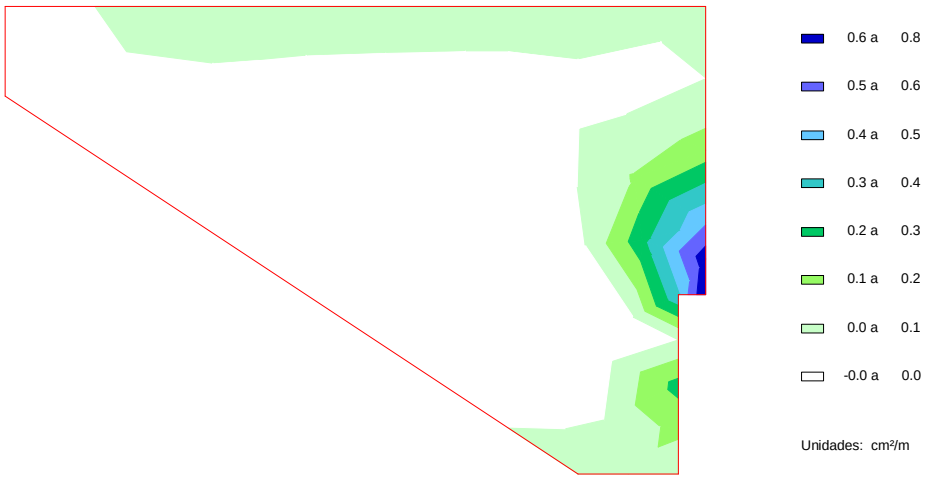


EL Rotura por flexión

Envolvente global

Aletas. Armadura vertical exterior. cm²/m

Armaduras de cálculo



Cuantías máximas de cálculo :

Voladizo aleta 1

Armadura horizontal en cara interior	:	2.8 cm^2/m
Armadura horizontal en cara exterior	:	2.3 cm^2/m
Armadura vertical en cara interior	:	1.2 cm^2/m
Armadura vertical en cara exterior	:	0.8 cm^2/m

Cuantías mecánicas :

Voladizo aleta 1

Armadura horizontal en cara interior	:	6.9 cm^2/m
Armadura horizontal en cara exterior	:	6.9 cm^2/m
Armadura vertical en cara interior	:	7.2 cm^2/m
Armadura vertical en cara exterior	:	7.2 cm^2/m

Cuantías geométricas :

Voladizo aleta 1

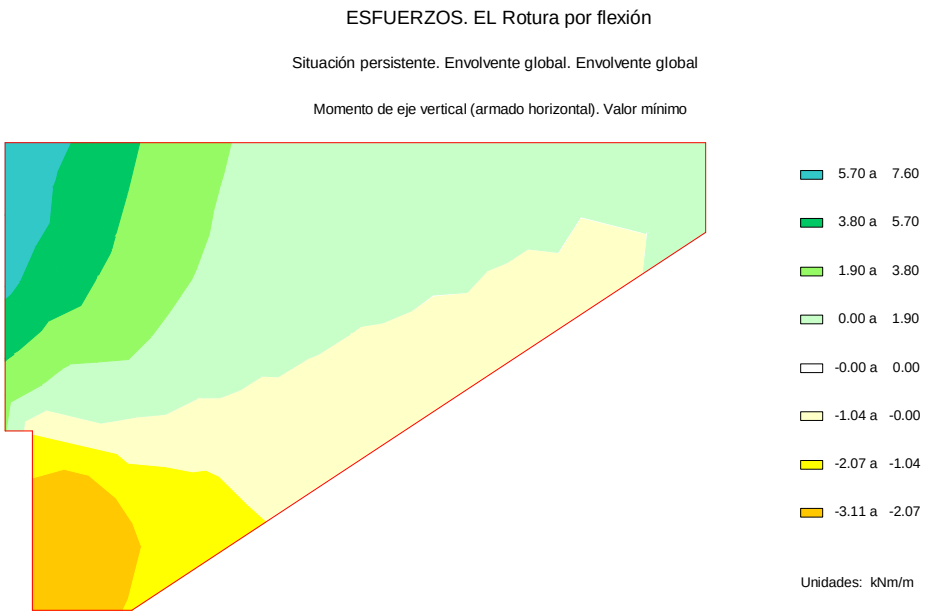
Armadura horizontal en cara interior	:	2.5 cm^2/m
Armadura horizontal en cara exterior	:	2.5 cm^2/m
Armadura vertical en cara interior	:	4.5 cm^2/m
Armadura vertical en cara exterior	:	4.5 cm^2/m

8.5 Aleta2

8.5.1 Esfuerzos de cálculo

Criterio de signos:

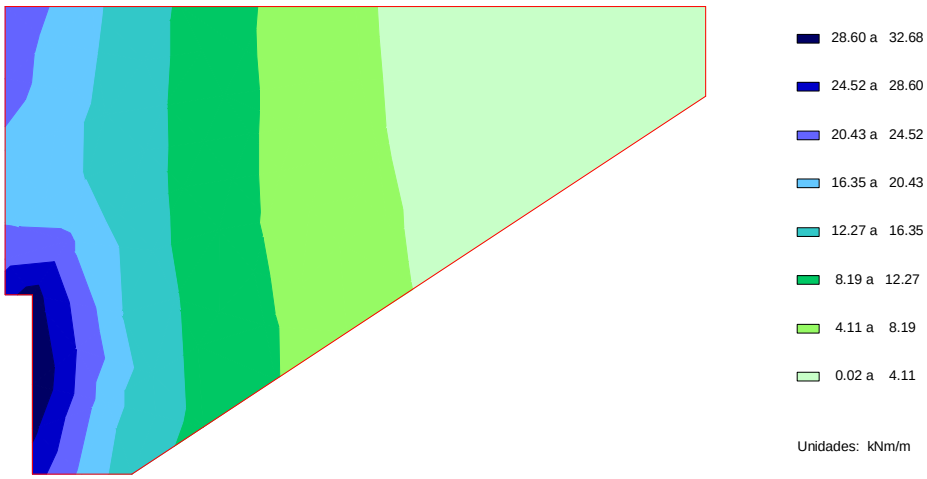
Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores positivos traccionan la cara interior de la aleta.



ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

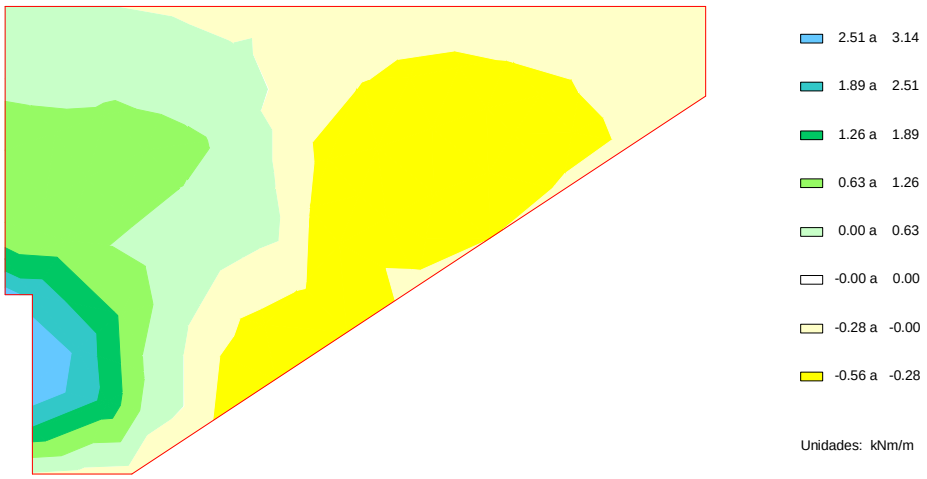
Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor máximo



ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

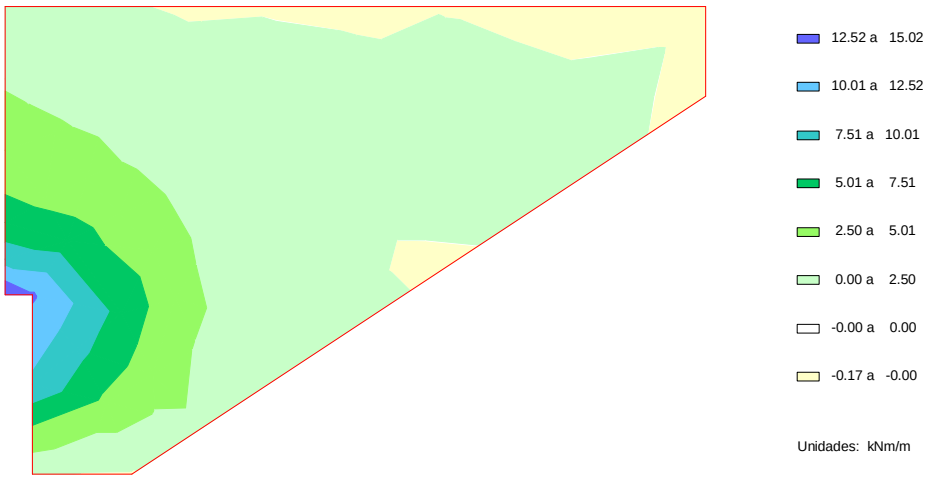
Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Rotura por flexión

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor máximo



8.5.2 Armaduras

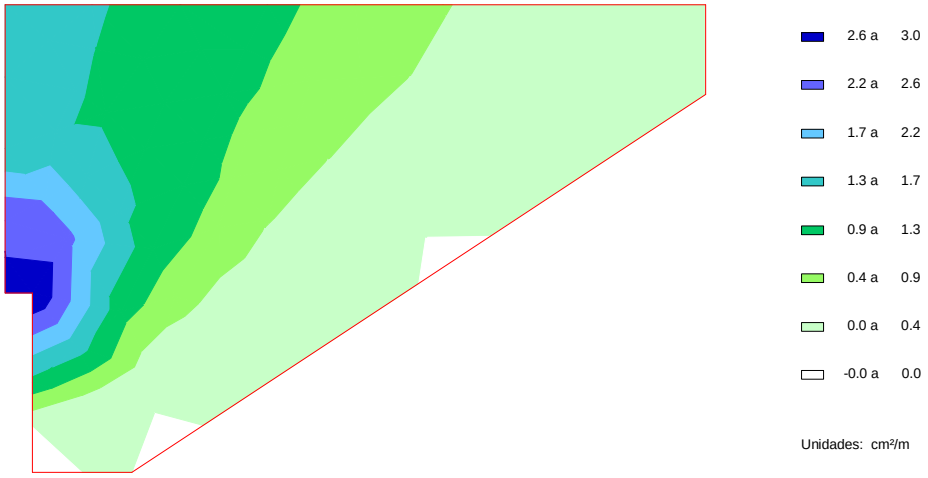
Cuantías de cálculo :

EL Rotura por flexión

Envolvente global

Aletas. Armadura horizontal interior. cm²/m

Armaduras de cálculo

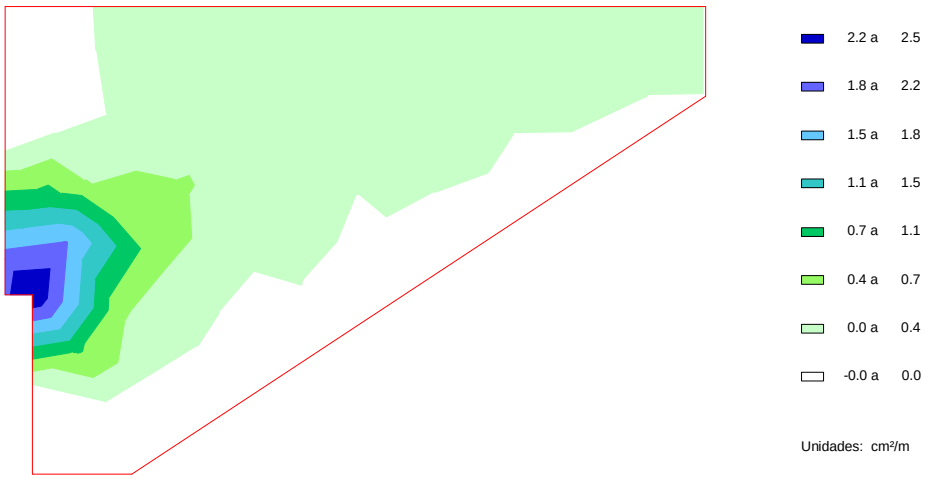


EL Rotura por flexión

Envolvente global

Aletas. Armadura horizontal exterior. cm²/m

Armaduras de cálculo

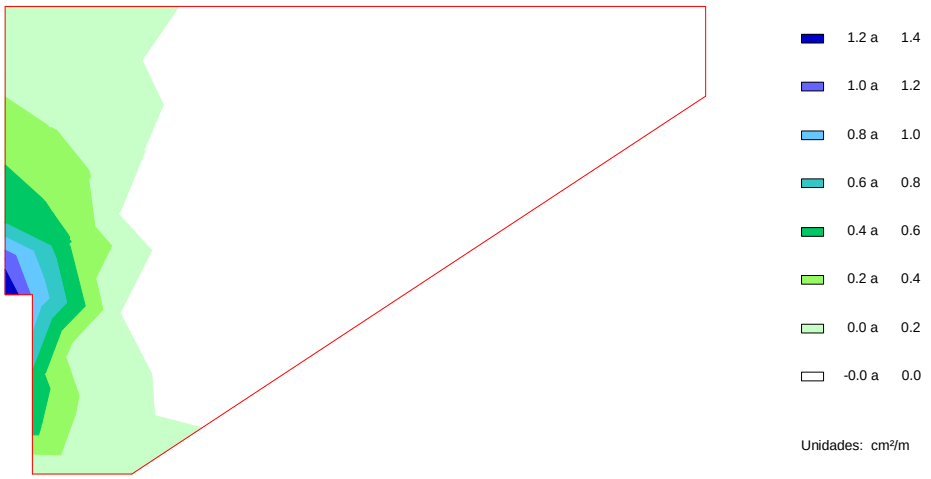


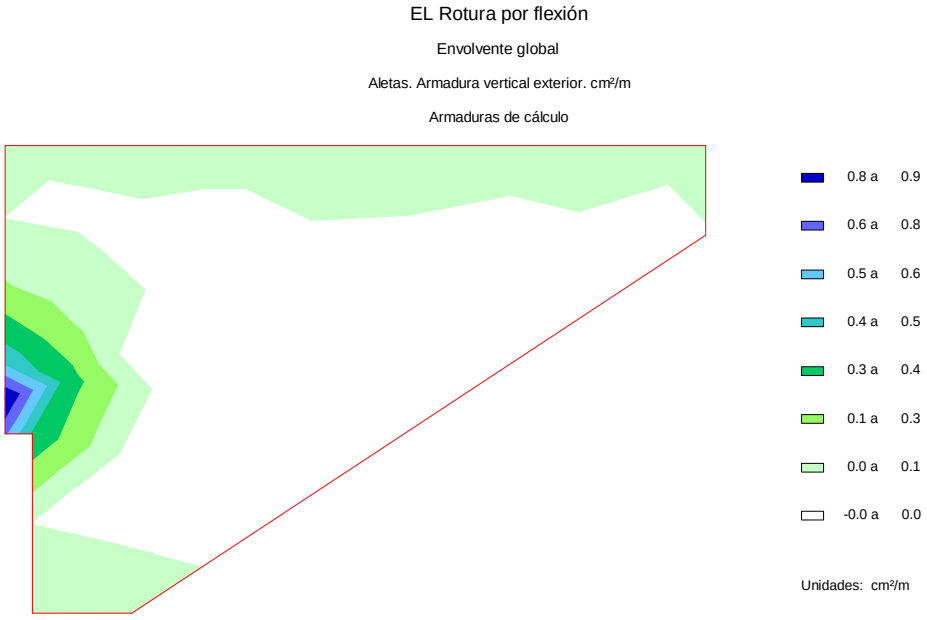
EL Rotura por flexión

Envolvente global

Aletas. Armadura vertical interior. cm²/m

Armaduras de cálculo





Cuantías máximas de cálculo :

Voladizo aleta 2

Armadura horizontal en cara interior	:	3.0 cm^2/m
Armadura horizontal en cara exterior	:	2.5 cm^2/m
Armadura vertical en cara interior	:	1.4 cm^2/m
Armadura vertical en cara exterior	:	0.9 cm^2/m

Cuantías mecánicas :

Voladizo aleta 2

Armadura horizontal en cara interior	:	6.9 cm^2/m
Armadura horizontal en cara exterior	:	0.0 cm^2/m
Armadura vertical en cara interior	:	7.2 cm^2/m
Armadura vertical en cara exterior	:	7.2 cm^2/m

Cuantías geométricas :

Voladizo aleta 2

Armadura horizontal en cara interior	:	2.5 cm^2/m
Armadura horizontal en cara exterior	:	2.5 cm^2/m
Armadura vertical en cara interior	:	4.5 cm^2/m
Armadura vertical en cara exterior	:	4.5 cm^2/m

8.6 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Aleta 1. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Aleta 2. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Cargadero. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Pilotes. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Espaldón. Verifica la comprobación.

Pilotes :

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Pilotes. Verifica la comprobación.

Espaldón

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Espaldón. Verifica la comprobación.

Cargadero

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Cargadero. Verifica la comprobación.

Aleta 1 :

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Aleta 1. Verifica la comprobación.

Aleta 2 :

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Aleta 2. Verifica la comprobación.

9 ESTADO LíMITE DE TORSIóN

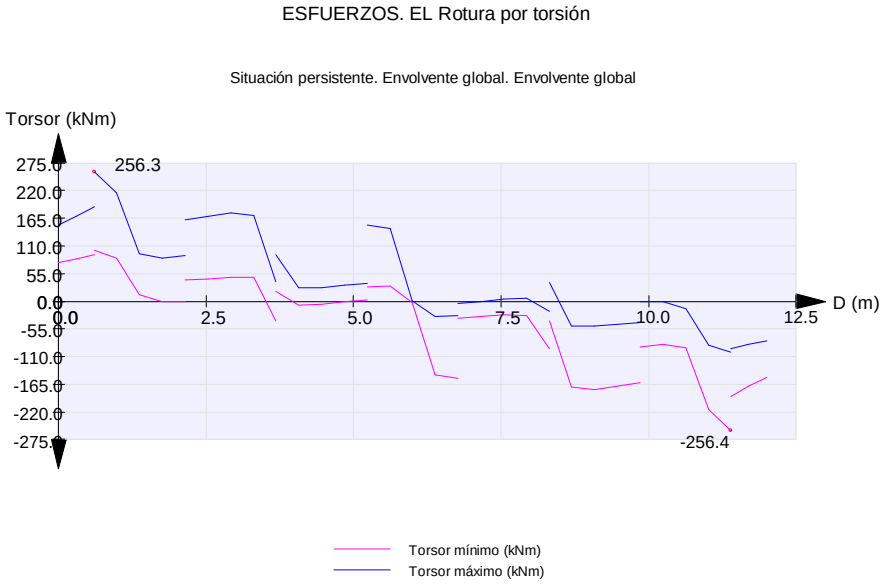
9.1 Cargadero

9.1.1 Esfuerzos de cálculo

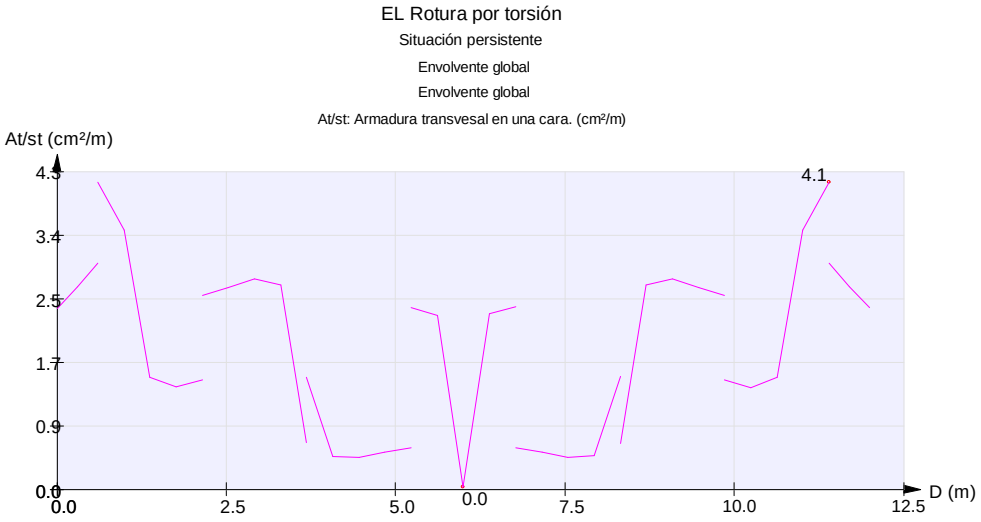
D : Distancia al inicio del cargadero (m)

Criterio de signos:

Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores de eje vertical positivos comprimen la cara posterior del cargadero.
Los flectores de eje horizontal positivos comprimen la cara superior del cargadero.



9.1.2 Dimensionamiento de armaduras



9.2 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Cargadero. Verifica la comprobación.

Muro frontal :

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Cargadero. Verifica la comprobación.

10 ESTADO LíMITE DE FISURACIóN

10.1 Pilotes

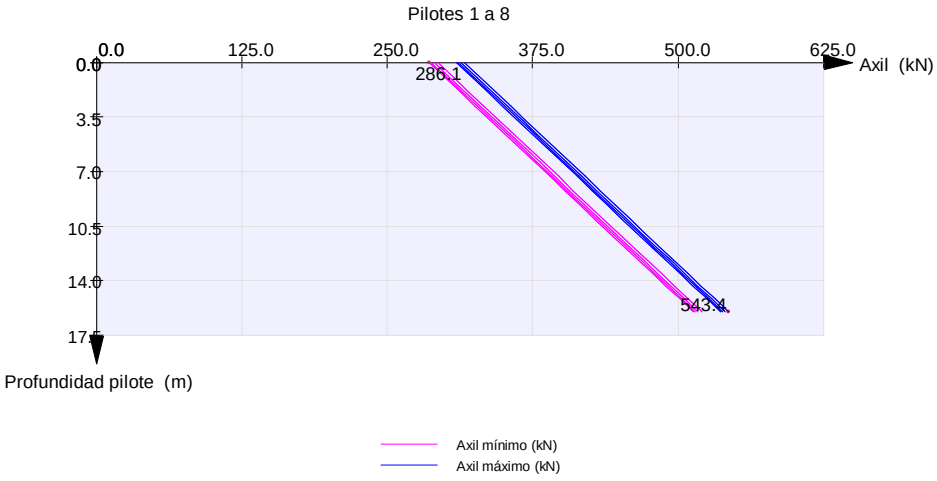
10.1.1 Esfuerzos de cálculo

Criterio de signos:

Los axiles positivos comprimen al pilote.

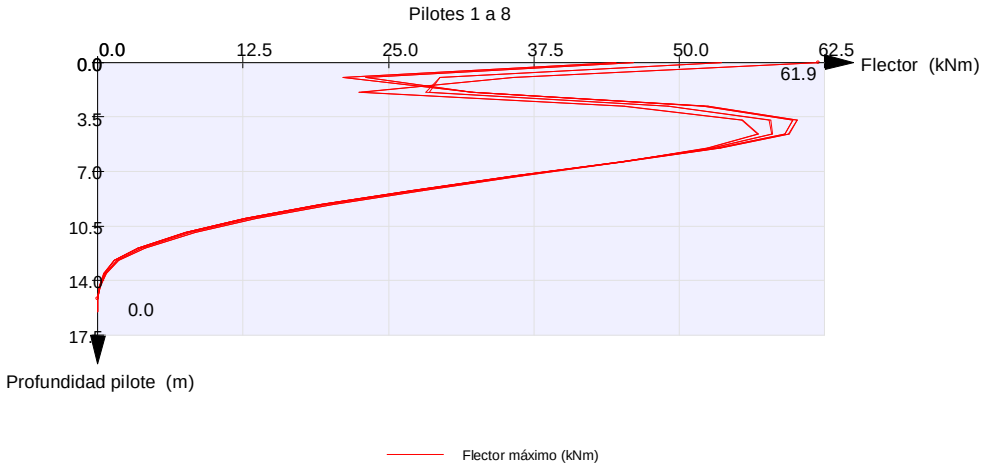
ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio



ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio



10.1.2 Cálculo de E.L. de fisuración

Pilotes. Armadura longitudinal principal

Recubrimiento geométrico: 0.070 m

Capa	Recubrimiento mecánico (m)
1	0.100

Zona A

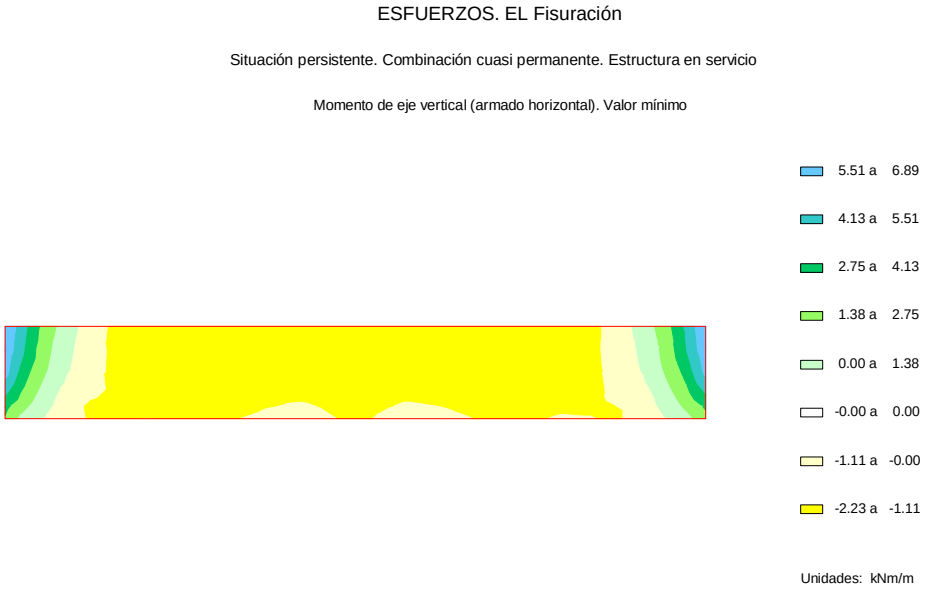
Hipótesis	Axil (kN)	Flector (kNm)	Arm. dispuesta	Abertura de fisura (mm)	Abertura admisible (mm)	Cumple
1	286.1	44.6	9 Ø25 a 0.250 m	0.00	0.30	Sí
2	543.4	0.0	9 Ø25 a 0.250 m	0.00	0.30	Sí
3	316.5	61.9	9 Ø25 a 0.250 m	0.00	0.30	Sí

10.2 Espaldón

10.2.1 Esfuerzos de cálculo

Criterio de signos:

Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores positivos traccionan el trasdós del espaldón.



ESFUERZOS. EL Fisuración

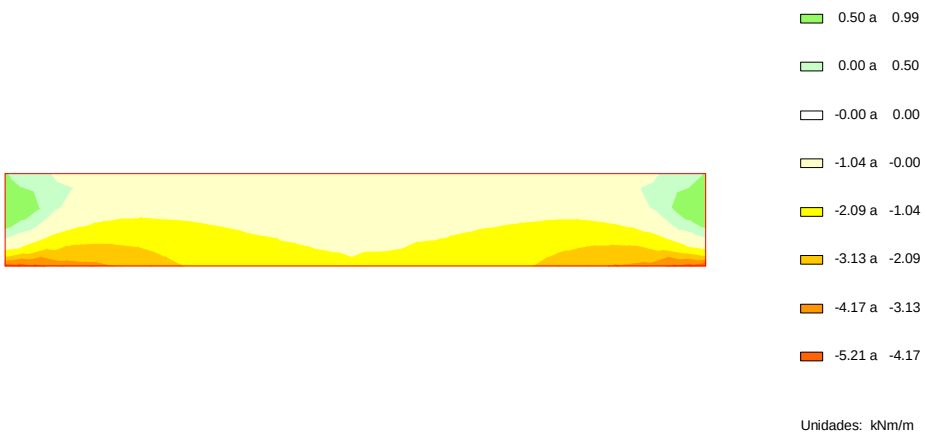
Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor máximo

ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

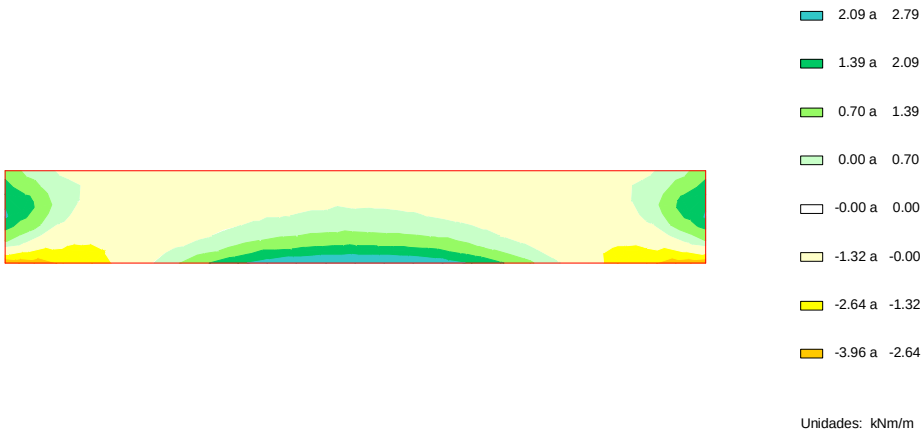
Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor máximo



10.2.2 Cálculo de E.L. de fisuración

Espaldón. Armadura vertical. Cara trasera

Recubrimiento mecánico:	0.075	m
Recubrimiento geométrico:	0.065	m

Hipótesis	Ancho	Canto	As. flexión Vertical interior	As. flexión Vertical exterior	Arm. dispuesta	N_k	M_k	w_k	w_{ac}
	(m)	(m)	(cm^2)	(cm^2)		(kN)	(kNm)	(mm)	(mm)
1	1.000	0.300	5.79	5.79	6 Ø12 a 0.175 m	-26.2	-1.9	0.01	0.3
2	1.000	0.300	5.79	5.79	6 Ø12 a 0.175 m	28.2	2.7	0.00	0.3
3	1.000	0.300	5.79	5.79	6 Ø12 a 0.175 m	19.7	2.8	0.00	0.3
4	1.000	0.300	5.79	5.79	6 Ø12 a 0.175 m	20.4	2.8	0.00	0.3

w_k: abertura de fisura en la fibra de la vertical interior

El momento positivo comprime la fibra de la vertical exterior

Sí cumple.

Espaldón. Armadura horizontal. Cara trasera

Recubrimiento mecánico:	0.055	m
Recubrimiento geométrico:	0.045	m

Hipótesis	Ancho	Canto	As. flexión Horizontal interior	As. flexión Horizontal exterior	Arm. dispuesta	N_k	M_k	w_k
	(m)	(m)	(cm^2)	(cm^2)		(kN)	(kNm)	(mm)
1	1.000	0.300	5.35	5.31	5 Ø12 a 0.200 m	-156.2	-1.7	0.11
2	1.000	0.300	5.35	5.31	5 Ø12 a 0.200 m	24.3	2.9	0.00
3	1.000	0.300	5.35	5.31	5 Ø12 a 0.200 m	-6.7	14.9	0.08
4	1.000	0.300	5.35	5.31	5 Ø12 a 0.200 m	-6.7	14.9	0.08

w_k: abertura de fisura en la fibra de la horizontal interior

El momento positivo comprime la fibra de la horizontal exterior

Sí cumple.

Espaldón. Armadura vertical. Cara frontal

Recubrimiento mecánico:	0.075	m
Recubrimiento geométrico:	0.065	m

Hipótesis	Ancho (m)	Canto (m)	As. flexión Vertical interior (cm^2)	As. flexión Vertical exterior (cm^2)	Arm. dispuesta	N_k (kN)	M_k (kNm)	w_k (mm)	w_{ac} (mm)
1	1.000	0.300	5.79	5.79	6 Ø12 a 0.175 m	-26.2	-1.9	0.03	0.3
2	1.000	0.300	5.79	5.79	6 Ø12 a 0.175 m	28.2	-1.1	0.00	0.3
3	1.000	0.300	5.79	5.79	6 Ø12 a 0.175 m	-25.6	-5.2	0.05	0.3
4	1.000	0.300	5.79	5.79	6 Ø12 a 0.175 m	-24.1	-5.2	0.05	0.3

w_k: abertura de fisura en la fibra de la vertical exterior

El momento positivo comprime la fibra de la vertical exterior

Sí cumple.

Espaldón. Armadura horizontal. Cara frontal

Recubrimiento mecánico:	0.055	m
Recubrimiento geométrico:	0.045	m

Hipótesis	Ancho (m)	Canto (m)	As. flexión Horizontal interior (cm^2)	As. flexión Horizontal exterior (cm^2)	Arm. dispuesta	N_k (kN)	M_k (kNm)	w_k (mm)
1	1.000	0.300	5.35	5.31	5 Ø12 a 0.200 m	-156.2	-1.7	0.13
2	1.000	0.300	5.35	5.31	5 Ø12 a 0.200 m	24.3	2.9	0.00
3	1.000	0.300	5.35	5.31	5 Ø12 a 0.200 m	-111.9	-2.2	0.09
4	1.000	0.300	5.35	5.31	5 Ø12 a 0.200 m	-107.2	-2.2	0.09

w_k: abertura de fisura en la fibra de la horizontal exterior

El momento positivo comprime la fibra de la horizontal exterior

Sí cumple.

10.3 Cargadero

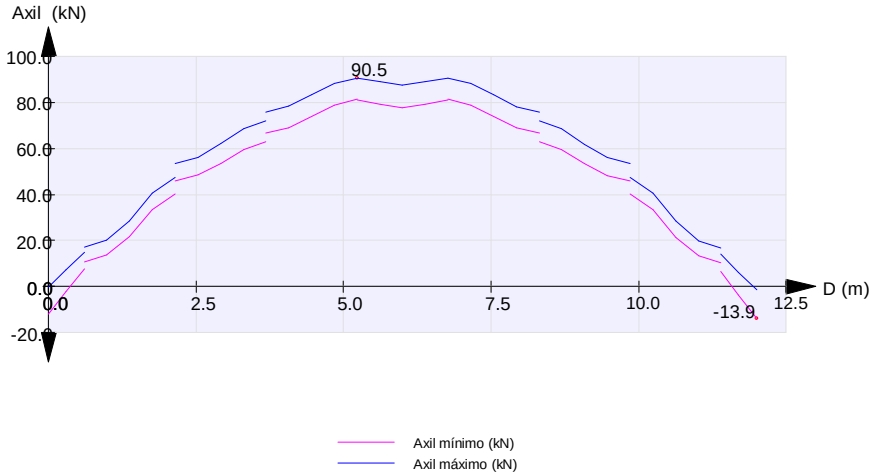
10.3.1 Esfuerzos de cálculo

Criterio de signos:

Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores de eje vertical positivos comprimen la cara posterior del cargadero.
Los flectores de eje horizontal positivos comprimen la cara superior del cargadero.

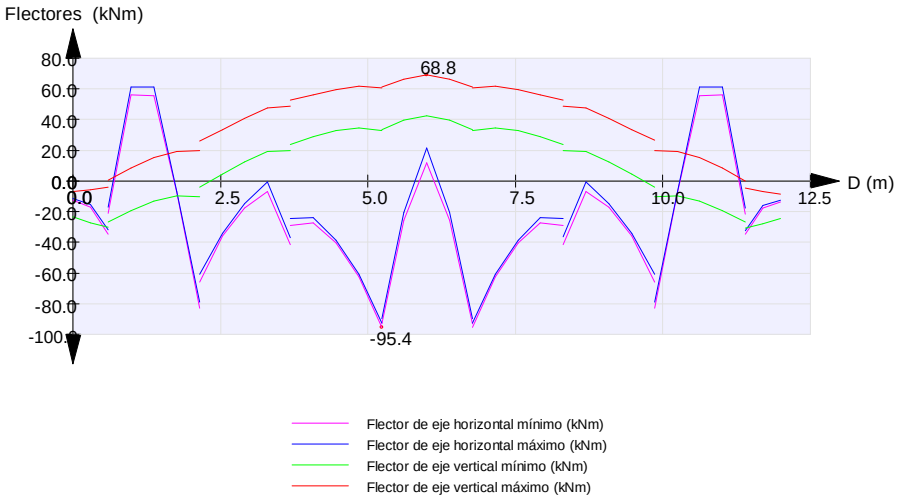
ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio



ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio



10.3.2 Cálculo de E.L. de fisuración

Armadura del despiece

Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara inferior : 9 Ø25
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara superior : 9 Ø25
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara interior : Ø25 a 0.100
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara exterior : Ø25 a 0.100

10.3.2.1 Resultados del cálculo por secciones

Hip.	Id.	N	$M_{y'}$	$M_{z'}$	w_k	w_k admisible

		(kN)	(kNm)	(kNm)	(mm)	(mm)	
1	Sec. 1	0.0	0.0	-23.4	1000000.00	0.30	No cumple
2	Sec. 2	0.0	0.0	-27.3	1000000.00	0.30	No cumple
3	Sec. 3	0.0	0.0	-26.7	1000000.00	0.30	No cumple
4	Sec. 4	0.0	60.6	-19.3	1000000.00	0.30	No cumple
5	Sec. 5	0.0	61.1	0.0	1000000.00	0.30	No cumple
6	Sec. 6	0.0	0.0	19.3	1000000.00	0.30	No cumple
7	Sec. 7	0.0	-65.8	24.9	1000000.00	0.30	No cumple
8	Sec. 8	0.0	-35.9	31.6	1000000.00	0.30	No cumple
9	Sec. 9	0.0	0.0	40.6	1000000.00	0.30	No cumple
10	Sec. 10	0.0	0.0	47.4	1000000.00	0.30	No cumple
11	Sec. 11	0.0	-28.8	52.7	1000000.00	0.30	No cumple
12	Sec. 12	0.0	-27.3	56.2	1000000.00	0.30	No cumple
13	Sec. 13	0.0	-40.5	59.4	1000000.00	0.30	No cumple
14	Sec. 14	0.0	-61.7	61.4	1000000.00	0.30	No cumple
15	Sec. 15	0.0	-92.8	58.8	1000000.00	0.30	No cumple
16	Sec. 16	0.0	-25.7	66.3	1000000.00	0.30	No cumple
17	Sec. 17	0.0	0.0	68.8	1000000.00	0.30	No cumple
18	Sec. 18	0.0	-25.7	66.3	1000000.00	0.30	No cumple
19	Sec. 19	0.0	-95.4	58.5	1000000.00	0.30	No cumple
20	Sec. 20	0.0	-61.7	61.4	1000000.00	0.30	No cumple
21	Sec. 21	0.0	-40.5	59.4	1000000.00	0.30	No cumple
22	Sec. 22	0.0	-27.3	56.2	1000000.00	0.30	No cumple
23	Sec. 23	0.0	-41.5	48.5	1000000.00	0.30	No cumple
24	Sec. 24	0.0	0.0	47.5	1000000.00	0.30	No cumple
25	Sec. 25	0.0	0.0	40.6	1000000.00	0.30	No cumple
26	Sec. 26	0.0	-35.9	31.7	1000000.00	0.30	No cumple
27	Sec. 27	0.0	-82.8	18.7	1000000.00	0.30	No cumple
28	Sec. 28	0.0	0.0	19.4	1000000.00	0.30	No cumple
29	Sec. 29	0.0	60.9	0.0	1000000.00	0.30	No cumple
30	Sec. 30	0.0	60.4	-19.4	1000000.00	0.30	No cumple
31	Sec. 31	0.0	-34.7	-30.5	1000000.00	0.30	No cumple
32	Sec. 32	0.0	0.0	-28.0	1000000.00	0.30	No cumple
33	Sec. 33	0.0	0.0	-24.4	1000000.00	0.30	No cumple

Hip.	Id.	Armadura resultante
1	Sec. 1	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
2	Sec. 2	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
3	Sec. 3	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
4	Sec. 4	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
5	Sec. 5	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
6	Sec. 6	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
7	Sec. 7	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
8	Sec. 8	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
9	Sec. 9	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
10	Sec. 10	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
11	Sec. 11	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
12	Sec. 12	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
13	Sec. 13	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
14	Sec. 14	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
15	Sec. 15	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
16	Sec. 16	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
17	Sec. 17	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
18	Sec. 18	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
19	Sec. 19	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
20	Sec. 20	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
21	Sec. 21	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
22	Sec. 22	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
23	Sec. 23	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
24	Sec. 24	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
25	Sec. 25	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
26	Sec. 26	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
27	Sec. 27	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
28	Sec. 28	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
29	Sec. 29	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
30	Sec. 30	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
31	Sec. 31	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25

32	Sec. 32	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25
33	Sec. 33	9Ø25 + 9Ø25 + 9Ø25 + 8Ø25

10.3.2.2 Resultados del cálculo en la sección más desfavorable

Sección más desfavorable: Sec. 19

Condicionantes de las armaduras

Armadura	$As_{flexión}$ (cm^2)	$\phi_{mín.}$ (mm)	$\phi_{máx.}$ (mm)	Sep.mín. (mm)	Sep.máx. (mm)
1	54.88	25.0	25.0	175	175
2	54.88	25.0	25.0	175	175
3	38.96	25.0	25.0	100	100
4	38.96	25.0	25.0	100	100

Esfuerzos de cálculo :

Hipótesis	N (kN)	$M_{y'}$ (kNm)	$M_{z'}$ (kNm)
1	0.0	-95.4	58.5
2	0.0	-92.4	35.1
3	0.0	-94.7	32.9
4	0.0	-93.1	60.7

Armadura de la sección

Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara inferior :	9 Ø25
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara superior :	9 Ø25
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara interior :	9 Ø25
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara exterior :	8 Ø25

Resultados de la hipótesis pésima

La hipótesis pésima es la hipótesis 1

Esfuerzos de cálculo :

N 0.0 kN
$M_{y'}$ -95.4 kNm
$M_{z'}$ 58.5 kNm

Parámetros de cálculo :

Esfuerzos de fisuración :

N_{fis} 0.0 kN
$M_{y' fis}$ 0.0 kNm
$M_{z' fis}$ 0.0 kNm

Coeficiente β	:	1.700	
Coeficiente K_1	:	0.000	
Coeficiente K_2	:	0.500	
Recubrimiento geométrico, C	:	0	mm
Separación armaduras, S	:	0	mm
Área eficaz, $A_{c, ef}$	:	0.0	mm^2
Área de armadura en $A_{c, ef}$	:	0.0	mm^2
Diámetro, ϕ	:	0	mm
Separación media fisuras, s_m	:	0	mm
Tensión en la armadura más traccionada, σ_s	:	0.00	MPa

Tensión armadura en fisuración, σ_{sr}	:	0.00	MPa
Deformación media, ε_{sm}	:	0.00000	
Abertura de fisura admisible	:	0.30	mm

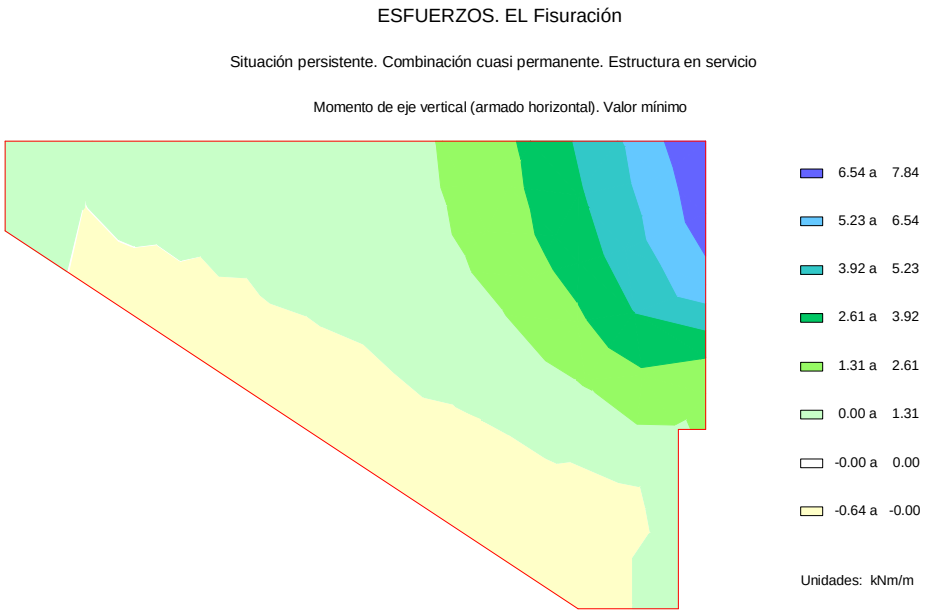
Abertura de fisura, w_k: 1000000.00 mm

10.4 Aleta 1

10.4.1 Esfuerzos de cálculo

Criterio de signos:

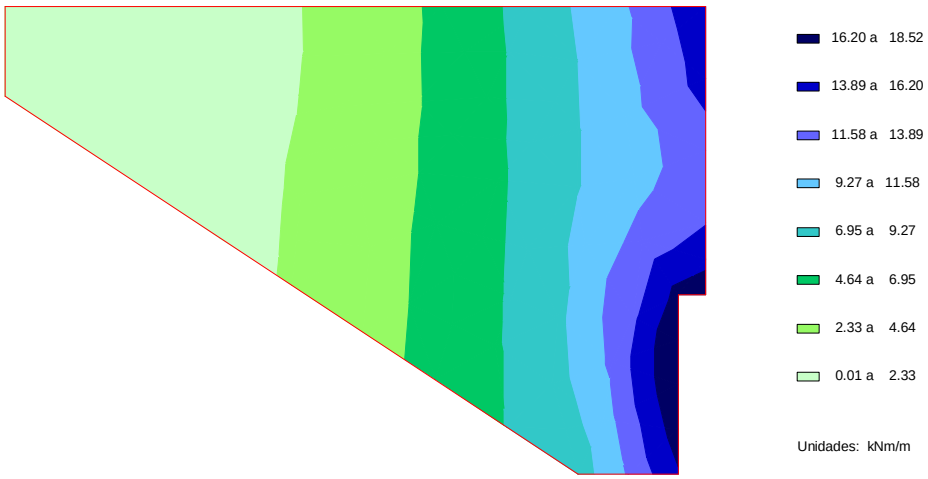
Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores positivos traccionan la cara interior de la aleta.



ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

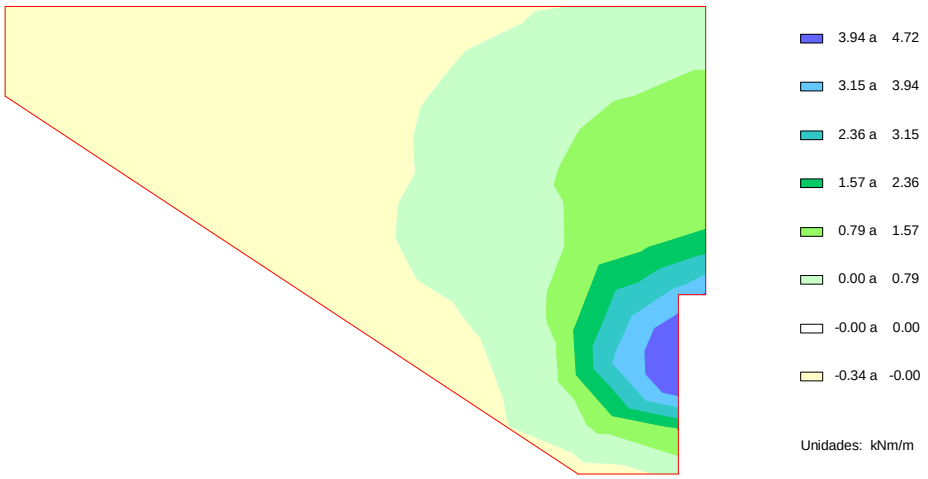
Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor máximo



ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

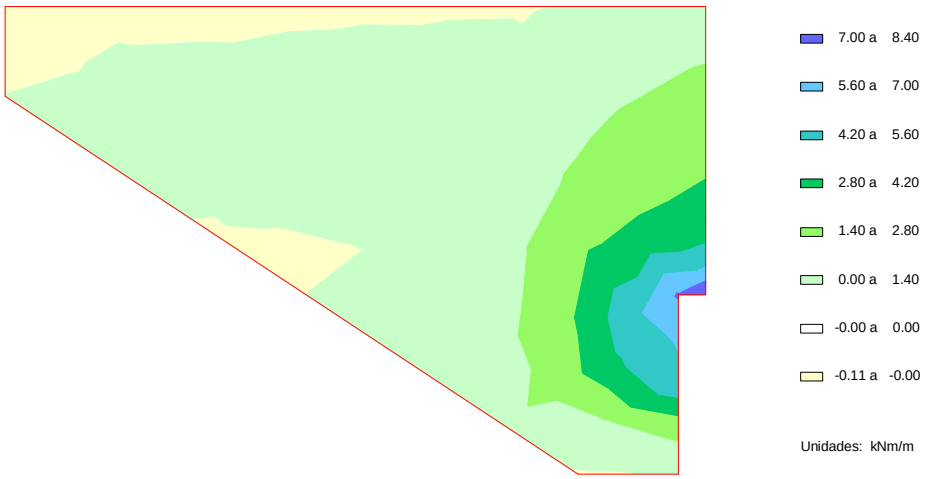
Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor máximo



10.4.2 Cálculo de E.L. de fisuración

Aleta 1. Voladizo. Armadura vertical. Cara exterior.

Recubrimiento mecánico:	0.075	m
Recubrimiento geométrico:	0.065	m

Hipótesis	Ancho (m)	Canto (m)	As. flexión Vertical interior (cm^2)	As. flexión Vertical exterior (cm^2)	Arm. dispuesta	N_k (kN)	M_k (kNm)	w_k (mm)	w_{ac} (mm)
1	1.000	0.500	7.20	7.18	7 Ø12 a 0.150 m	-54.9	4.0	0.02	0.3
2	1.000	0.500	7.20	7.18	7 Ø12 a 0.150 m	55.7	-0.2	0.00	0.3
3	1.000	0.500	7.20	7.18	7 Ø12 a 0.150 m	8.8	-0.3	0.00	0.3
4	1.000	0.500	7.20	7.18	7 Ø12 a 0.150 m	8.8	-0.3	0.00	0.3

w_k: abertura de fisura en la fibra de la vertical exterior

El momento positivo comprime la fibra de la vertical exterior

Sí cumple.

Aleta 1. Voladizo. Armadura vertical. Cara interior.

Recubrimiento mecánico:	0.075	m
Recubrimiento geométrico:	0.065	m

Hipótesis	Ancho (m)	Canto (m)	As. flexión Vertical interior (cm^2)	As. flexión Vertical exterior (cm^2)	Arm. dispuesta	N_k (kN)	M_k (kNm)	w_k (mm)	w_{ac} (mm)
1	1.000	0.500	7.20	7.18	7 Ø12 a 0.150 m	-54.9	4.0	0.05	0.3
2	1.000	0.500	7.20	7.18	7 Ø12 a 0.150 m	55.7	-0.2	0.00	0.3
3	1.000	0.500	7.20	7.18	7 Ø12 a 0.150 m	-41.0	8.4	0.05	0.3
4	1.000	0.500	7.20	7.18	7 Ø12 a 0.150 m	-41.0	8.4	0.05	0.3

w_k: abertura de fisura en la fibra de la vertical interior

El momento positivo comprime la fibra de la vertical exterior

Sí cumple.

Aleta 1. Armadura horizontal. Cara exterior.

Recubrimiento mecánico: 0.055 m
Recubrimiento geométrico: 0.045 m

Hipótesis	Ancho (m)	Canto (m)	As. flexión Horizontal interior (cm^2)	As. flexión Horizontal exterior (cm^2)	Arm. dispuesta	N_k (kN)	M_k (kNm)	w_k (mm)
1	1.000	0.500	6.90	6.86	7 Ø12 a 0.150 m	-145.5	1.4	0.10
2	1.000	0.500	6.90	6.86	7 Ø12 a 0.150 m	261.4	0.9	0.00
3	1.000	0.500	6.90	6.86	7 Ø12 a 0.150 m	79.1	-0.7	0.00
4	1.000	0.500	6.90	6.86	7 Ø12 a 0.150 m	79.3	-0.6	0.00

w_k: abertura de fisura en la fibra de la horizontal exterior

El momento positivo comprime la fibra de la horizontal exterior

Sí cumple.

Aleta 1. Armadura horizontal. Cara interior.

Recubrimiento mecánico: 0.055 m
Recubrimiento geométrico: 0.045 m

Hipótesis	Ancho (m)	Canto (m)	As. flexión Horizontal interior (cm^2)	As. flexión Horizontal exterior (cm^2)	Arm. dispuesta	N_k (kN)	M_k (kNm)	w_k (mm)
1	1.000	0.500	6.90	6.86	7 Ø12 a 0.150 m	-145.5	1.4	0.10
2	1.000	0.500	6.90	6.86	7 Ø12 a 0.150 m	261.4	0.9	0.00
3	1.000	0.500	6.90	6.86	7 Ø12 a 0.150 m	-52.1	18.6	0.07
4	1.000	0.500	6.90	6.86	7 Ø12 a 0.150 m	-51.9	18.5	0.07

w_k: abertura de fisura en la fibra de la horizontal interior

El momento positivo comprime la fibra de la horizontal exterior

Sí cumple.

10.5 Aleta2

10.5.1 Esfuerzos de cálculo

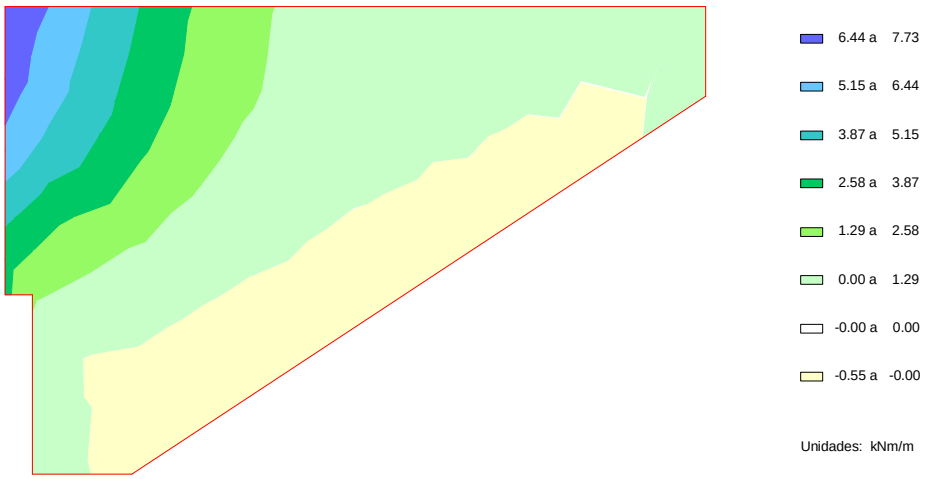
Criterio de signos:

Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores positivos traccionan la cara interior de la aleta.

ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

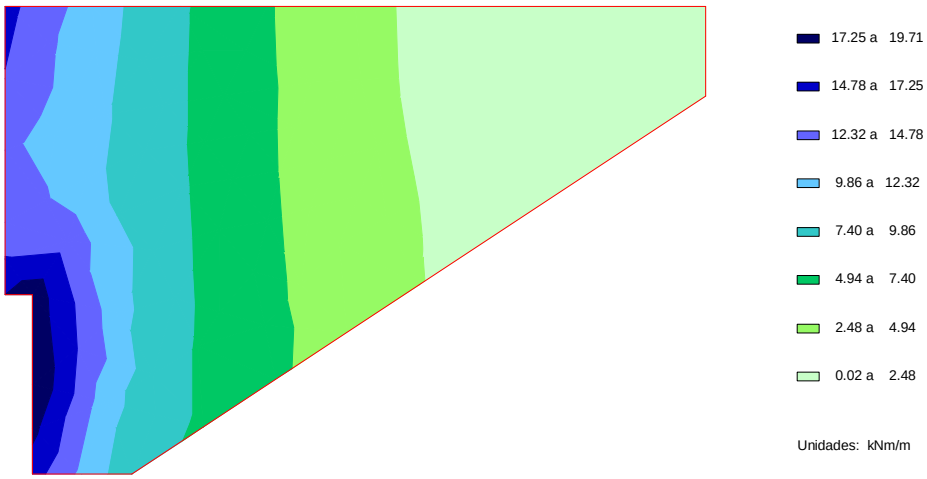
Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

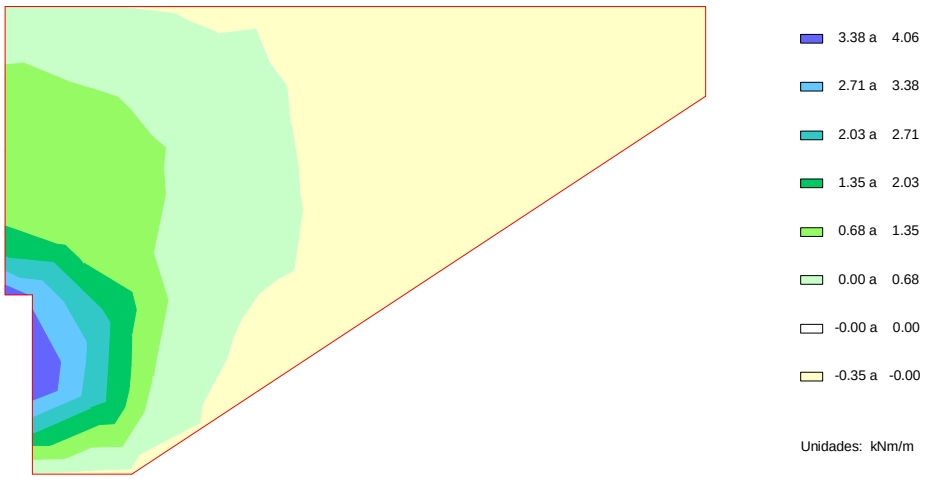
Momento de eje vertical (armado horizontal). Valor máximo



ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

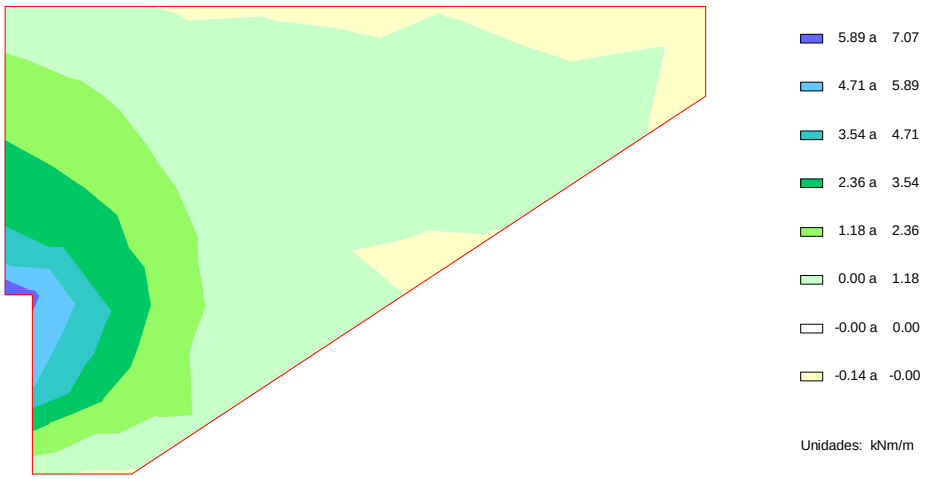
Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Fisuración

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Momento de eje horizontal (armado vertical). Valor máximo



10.5.2 Cálculo de E.L. de fisuración

Aleta 2. Voladizo. Armadura vertical. Cara exterior.

Recubrimiento mecánico:	0.075	m
Recubrimiento geométrico:	0.065	m

Hipótesis	Ancho (m)	Canto (m)	As. flexión Vertical interior (cm^2)	As. flexión Vertical exterior (cm^2)	Arm. dispuesta	N_k (kN)	M_k (kNm)	w_k (mm)	w_{ac} (mm)
1	1.000	0.500	7.20	7.18	7 Ø12 a 0.150 m	-59.4	2.1	0.03	0.3
2	1.000	0.500	7.20	7.18	7 Ø12 a 0.150 m	53.9	-0.2	0.00	0.3
3	1.000	0.500	7.20	7.18	7 Ø12 a 0.150 m	10.4	-0.4	0.00	0.3

4	1.000	0.500	7.20	7.18	7 Ø12 a 0.150	m	10.4	-0.4	0.00	0.

w_k: abertura de fisura en la fibra de la vertical exterior

El momento positivo comprime la fibra de la vertical exterior

Sí cumple.

Aleta 2. Voladizo. Armadura vertical. Cara interior.

Recubrimiento mecánico: 0.075 m
Recubrimiento geométrico: 0.065 m

Hipótesis	Ancho	Canto	As. flexión Vertical interior	As. flexión Vertical exterior	Arm. dispuesta		N_k	M_k	w_k	w_{ac}
	(m)	(m)	(cm^2)	(cm^2)			(kN)	(kNm)	(mm)	(mm
1	1.000	0.500	7.20	7.18	7 Ø12 a 0.150	m	-59.4	2.1	0.05	0.
2	1.000	0.500	7.20	7.18	7 Ø12 a 0.150	m	53.9	-0.2	0.00	0.
3	1.000	0.500	7.20	7.18	7 Ø12 a 0.150	m	-49.1	7.1	0.05	0.
4	1.000	0.500	7.20	7.18	7 Ø12 a 0.150	m	-49.1	7.1	0.05	0.

w_k: abertura de fisura en la fibra de la vertical interior

El momento positivo comprime la fibra de la vertical exterior

Sí cumple.

Aleta 2. Armadura horizontal. Cara exterior.

Recubrimiento mecánico: 0.055 m
Recubrimiento geométrico: 0.045 m

Hipótesis	Ancho	Canto	As. flexión Horizontal interior	As. flexión Horizontal exterior	Arm. dispuesta		N_k	M_k	w_k
	(m)	(m)	(cm^2)	(cm^2)			(kN)	(kNm)	(mm)
1	1.000	0.500	6.90	2.55	3 Ø12 a 0.350	m	-158.2	1.4	0.23
2	1.000	0.500	6.90	2.55	3 Ø12 a 0.350	m	255.1	1.1	0.00
3	1.000	0.500	6.90	2.55	3 Ø12 a 0.350	m	77.1	-0.6	0.00
4	1.000	0.500	6.90	2.55	3 Ø12 a 0.350	m	77.4	-0.5	0.00

w_k: abertura de fisura en la fibra de la horizontal exterior

El momento positivo comprime la fibra de la horizontal exterior

Sí cumple.

Aleta 2. Armadura horizontal. Cara interior.

Recubrimiento mecánico: 0.055 m
Recubrimiento geométrico: 0.045 m

Hipótesis	Ancho	Canto	As. flexión Horizontal interior	As. flexión Horizontal exterior	Arm. dispuesta		N_k	M_k	w_k
	(m)	(m)	(cm^2)	(cm^2)			(kN)	(kNm)	(mm)
1	1.000	0.500	6.90	2.55	7 Ø12 a 0.150	m	-158.2	1.4	0.09
2	1.000	0.500	6.90	2.55	7 Ø12 a 0.150	m	255.1	1.1	0.00
3	1.000	0.500	6.90	2.55	7 Ø12 a 0.150	m	38.6	19.6	0.03
4	1.000	0.500	6.90	2.55	7 Ø12 a 0.150	m	38.9	19.7	0.03

w_k: abertura de fisura en la fibra de la horizontal interior

El momento positivo comprime la fibra de la horizontal exterior

Sí cumple.

10.6 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Pilotes. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Encepado. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Cargadero. No se ha encontrado solución en el cálculo a fisuración.
Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Cargadero. No verifica la comprobación.
Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Aleta 1. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Aleta 2. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Losa de transición. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Espaldón. Verifica la comprobación.

Pilotes :

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Pilotes. Verifica la comprobación.

Espaldón

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Espaldón. Verifica la comprobación.

Cargadero

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Cargadero. No se ha encontrado solución en el cálculo a fisuración.
Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Cargadero. No verifica la comprobación.

Aleta 1 :

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Aleta 1. Verifica la comprobación.

Aleta 2 :

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Aleta 2. Verifica la comprobación.

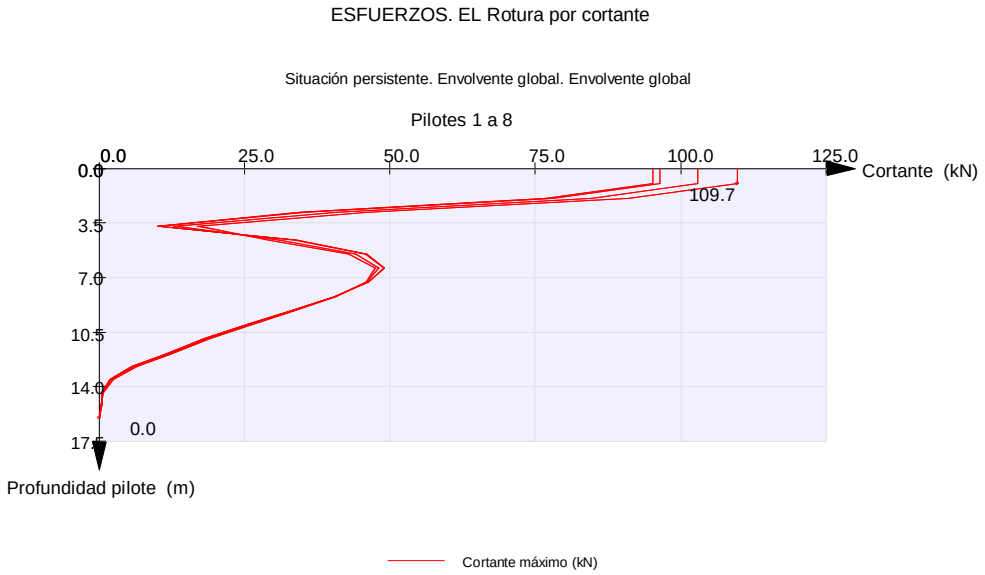
11 ESTADO LíMITE DE CORTANTE

11.1 Pilotes

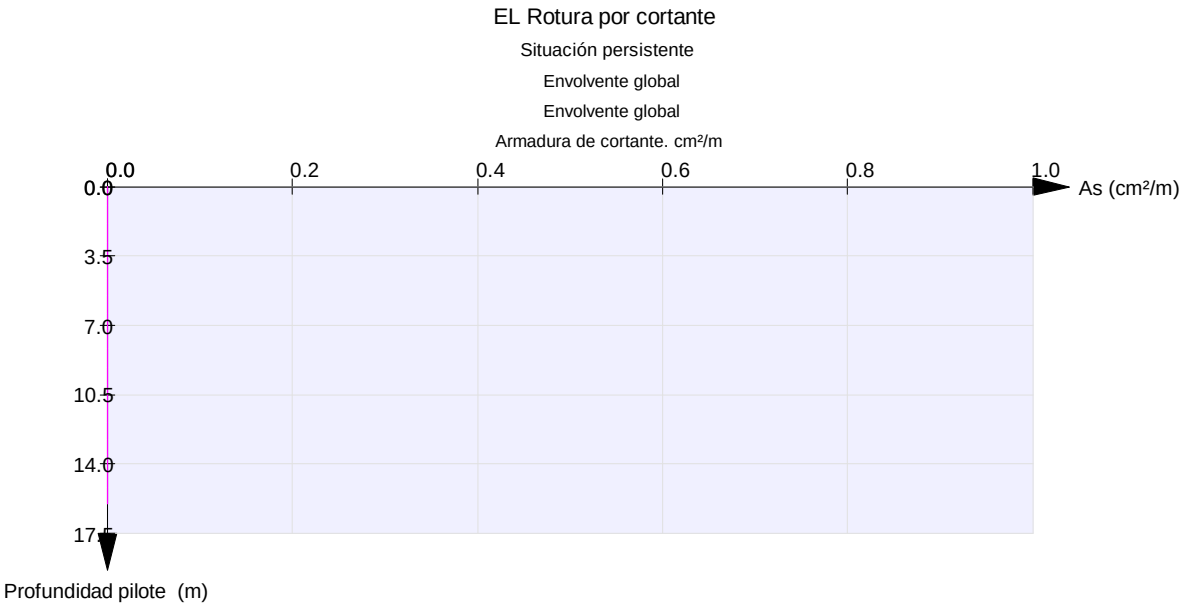
11.1.1 Esfuerzos de cálculo

Criterio de signos:

Los axiles positivos comprimen al pilote.



11.1.2 Armaduras de cortante



Comprobación de las bielas de compresión

$K = V_d / V_{u1}$

11.2 Espaldón

11.2.1 Esfuerzos de cálculo

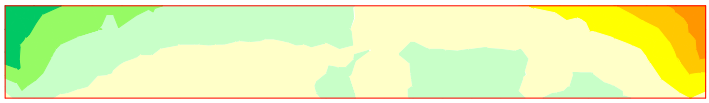
Criterio de signos:

Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores positivos traccionan el trasdós del espaldón.

ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Cortante eje horizontal. Valor mínimo



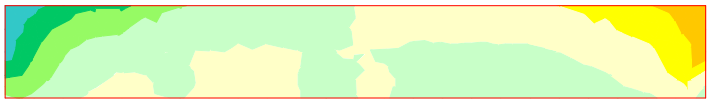
8.45 a 12.67
4.22 a 8.45
0.00 a 4.22
-0.00 a 0.00
-8.25 a -0.00
-16.50 a -8.25
-24.75 a -16.50
-33.01 a -24.75

Unidades: kN/m

ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Cortante eje horizontal. Valor máximo



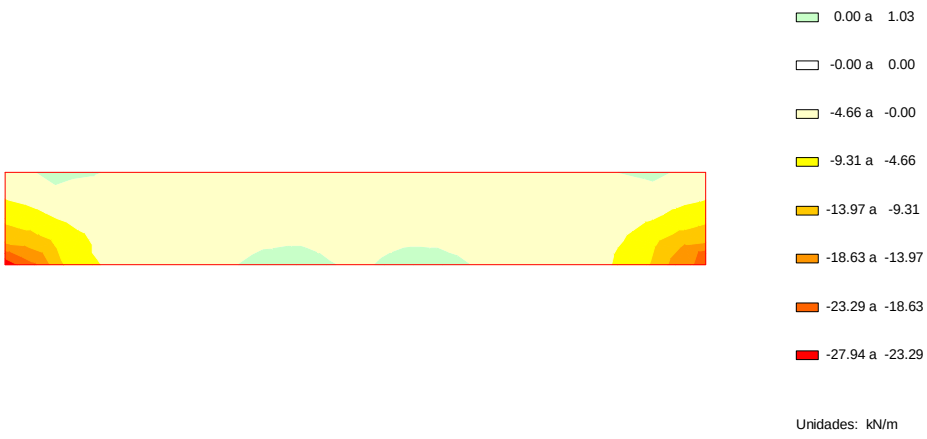
24.84 a 33.12
16.56 a 24.84
8.28 a 16.56
0.00 a 8.28
-0.00 a 0.00
-4.18 a -0.00
-8.36 a -4.18
-12.54 a -8.36

Unidades: kN/m

ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

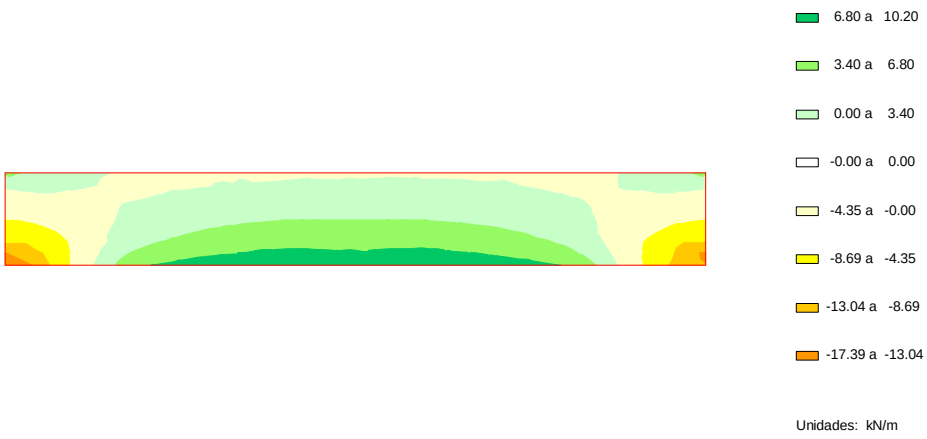
Cortante eje vertical. Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Cortante eje vertical. Valor máximo



11.2.2 Armaduras de cortante

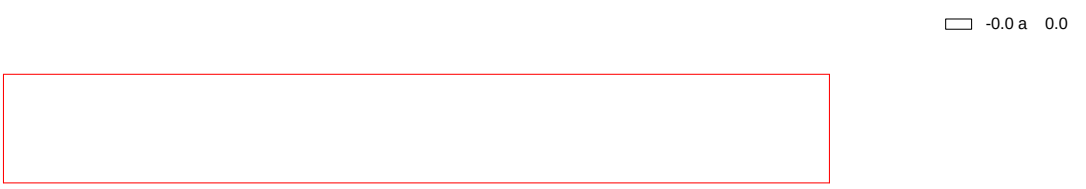
EL Rotura por cortante

Situación persistente

Envolvente global

Envolvente global

Armadura de cortante. cm²/m²



Unidades: cm²/m²

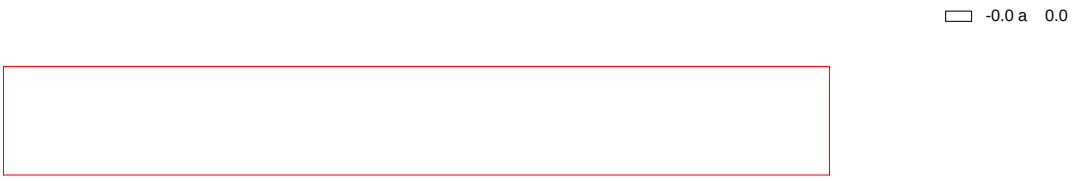
EL Rotura por cortante

Situación persistente

Envolvente global

Envolvente global

Armadura mínima de cortante. cm²/m²



Unidades: cm²/m²

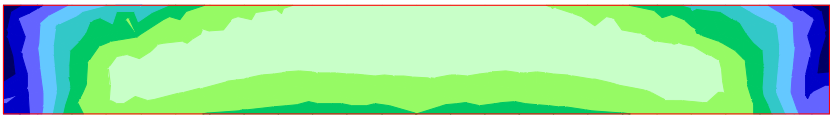
EL Rotura por cortante

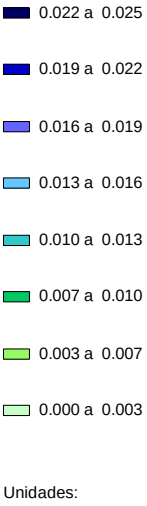
Situación persistente

Envolvente global

Envolvente global

Resultado de la comprobación relativa a las bielas de compresión





11.3 Cargadero

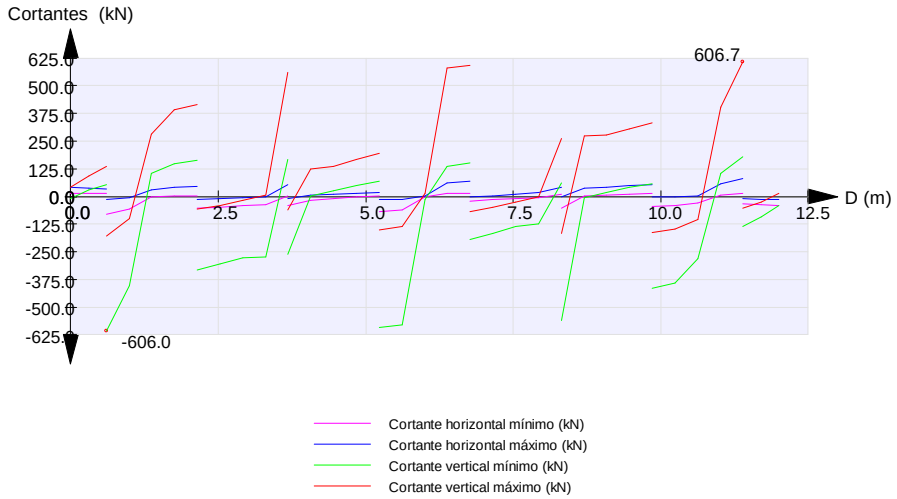
11.3.1 Esfuerzos de cálculo

Criterio de signos:

Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores de eje vertical positivos comprimen la cara posterior del cargadero.
Los flectores de eje horizontal positivos comprimen la cara superior del cargadero.

ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global



11.3.2 Armaduras de cortante

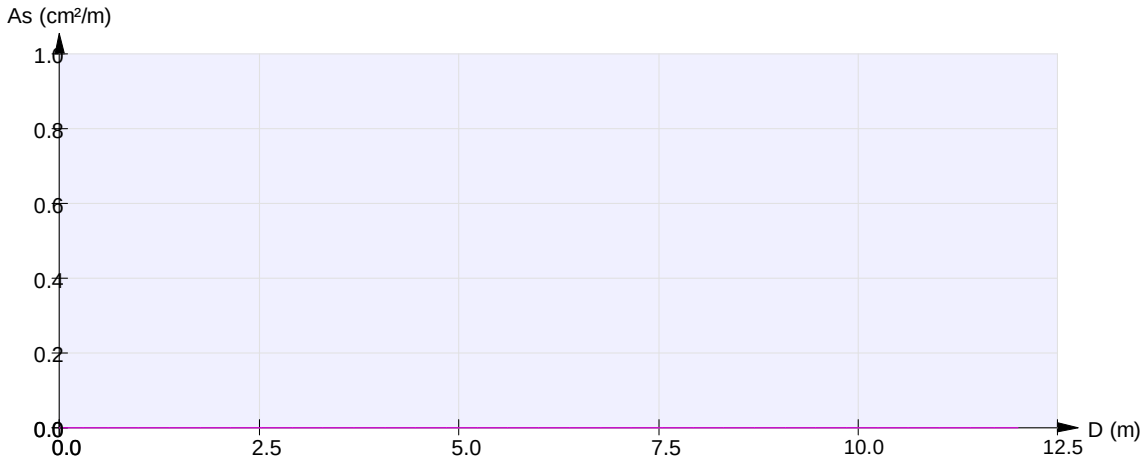
EL Rotura por cortante

Situación persistente

Envolvente global

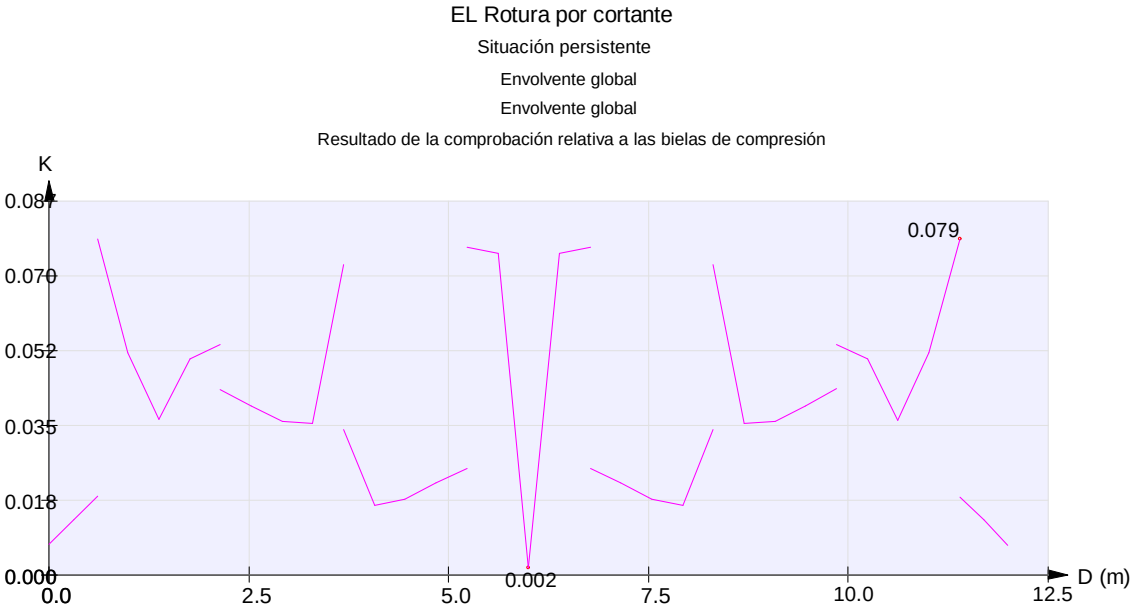
Envolvente global

Armadura de cortante. cm²/m



Comprobación de las bielas de compresión

$K = ((V_{dx} / V_{u1x})^2 + (V_{dy} / V_{u1y})^2)^{1/2}$



11.4 Aleta 1

11.4.1 Esfuerzos de cálculo

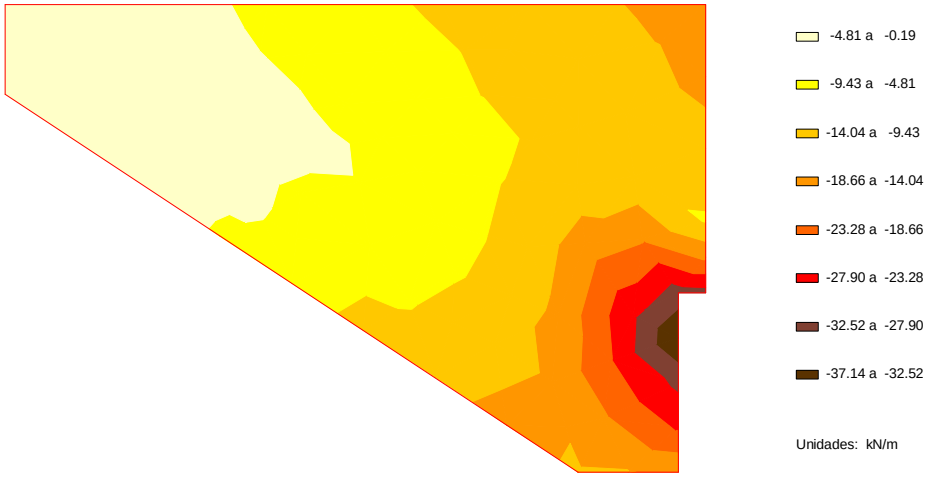
Criterio de signos:

Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores positivos traccionan la cara interior de la aleta.

ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

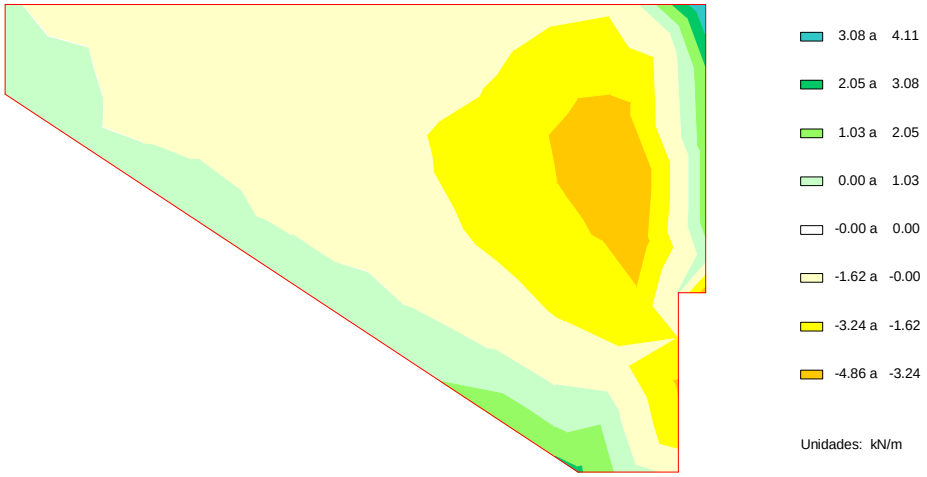
Cortante eje horizontal. Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

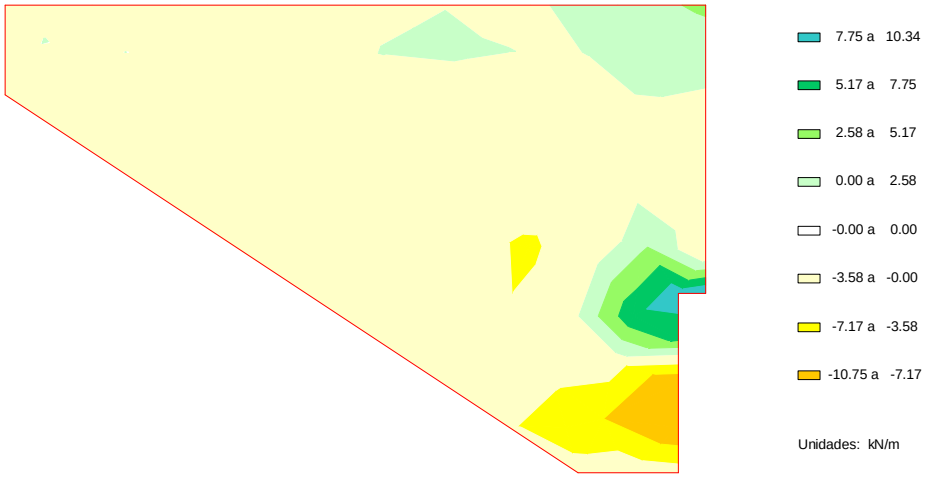
Cortante eje horizontal. Valor máximo



ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

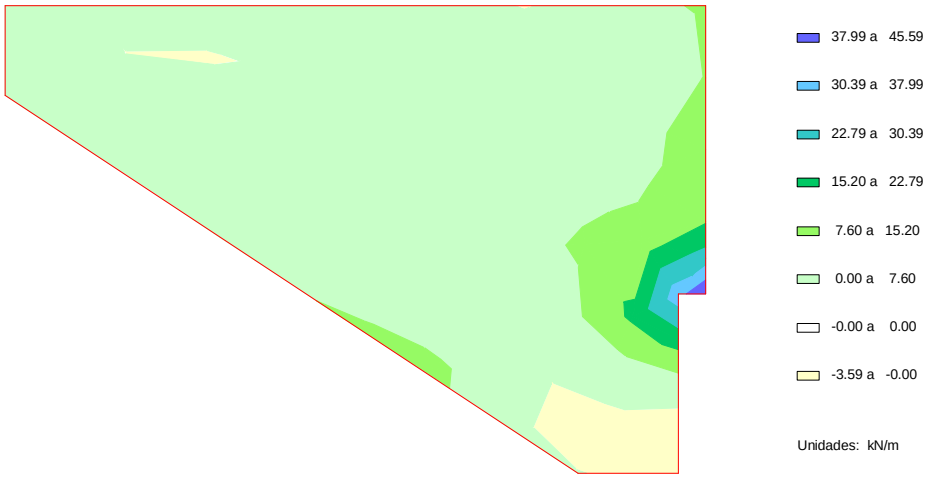
Cortante eje vertical. Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Cortante eje vertical. Valor máximo



11.4.2 Armaduras de cortante

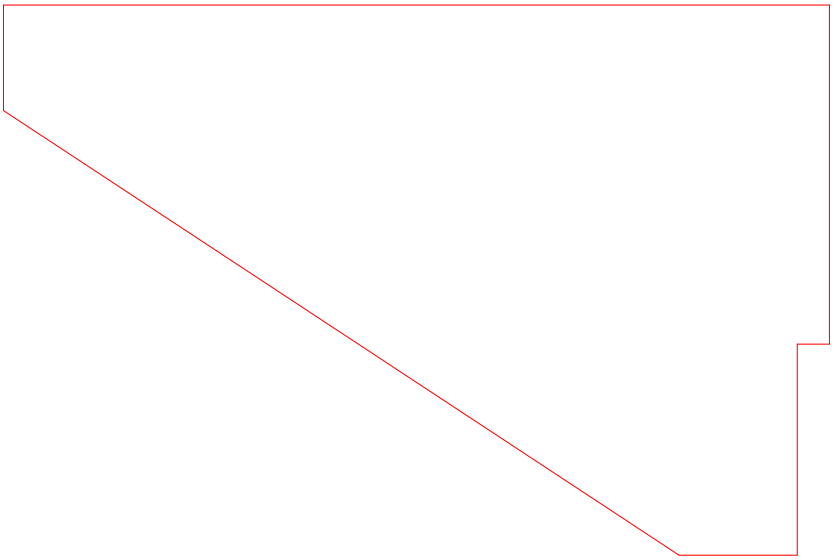
EL Rotura por cortante

Situación persistente

Envolvente global

Envolvente global

Armadura de cortante. cm²/m²



-0.0 a 0.0

Unidades: cm²/m²

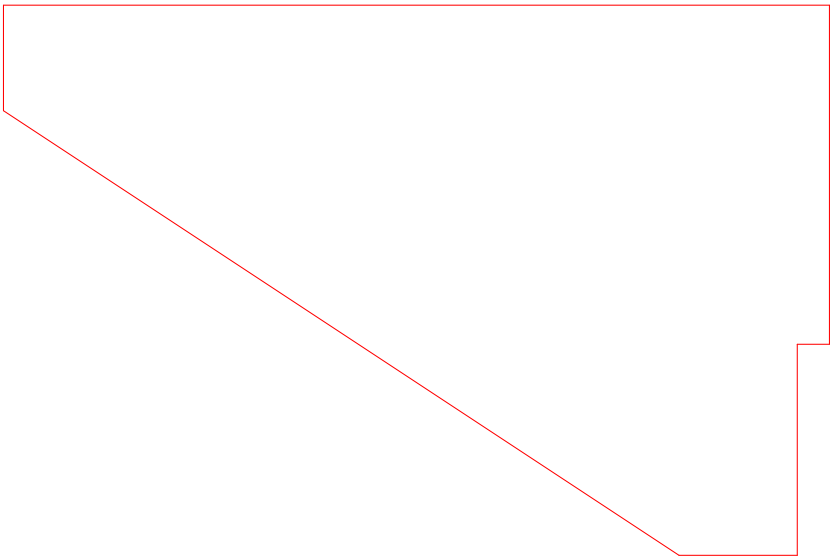
EL Rotura por cortante

Situación persistente

Envolvente global

Envolvente global

Armadura mínima de cortante. cm²/m²



-0.0 a 0.0

Unidades: cm²/m²

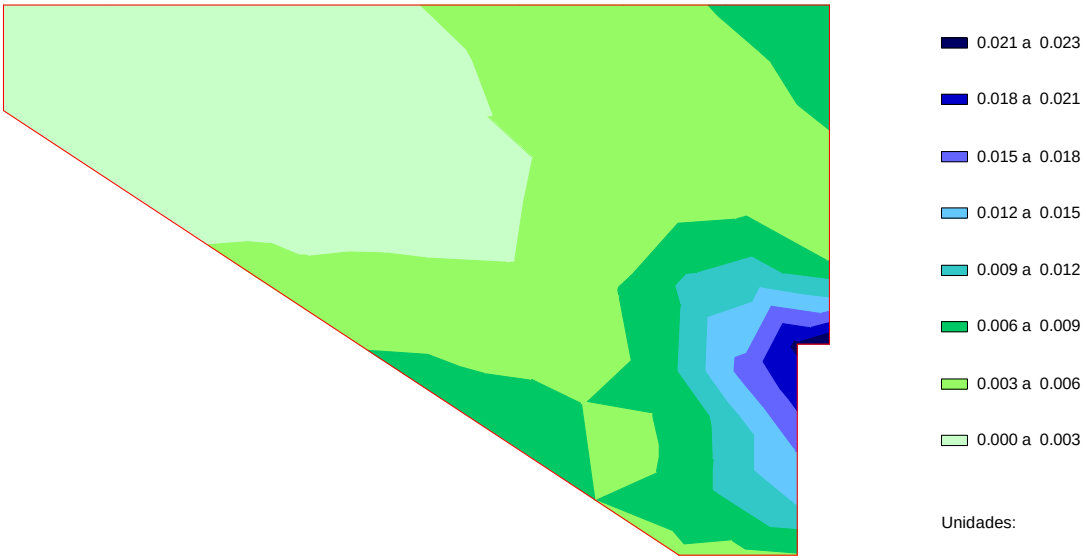
EL Rotura por cortante

Situación persistente

Envolvente global

Envolvente global

Resultado de la comprobación relativa a las bielas de compresión



11.5 Aleta2

11.5.1 Esfuerzos de cálculo

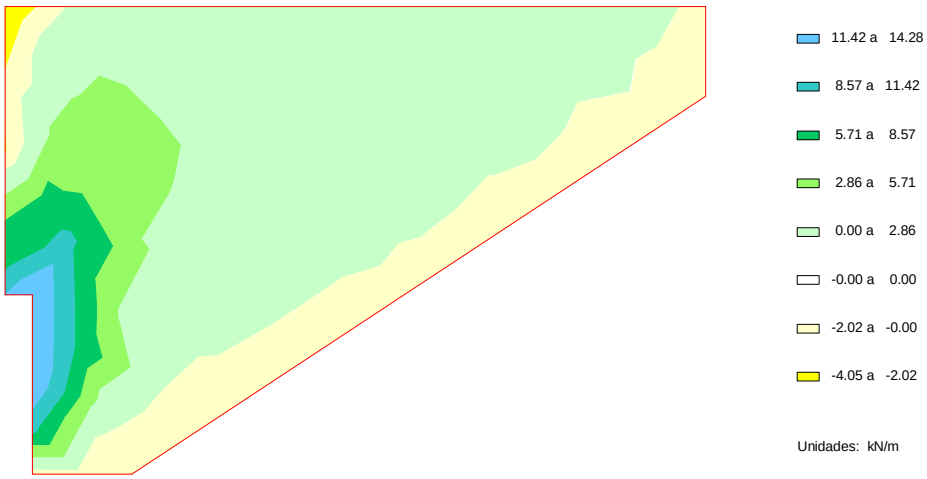
Criterio de signos:

Los axiles positivos son los que inducen compresión.
Los flectores positivos traccionan la cara interior de la aleta.

ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

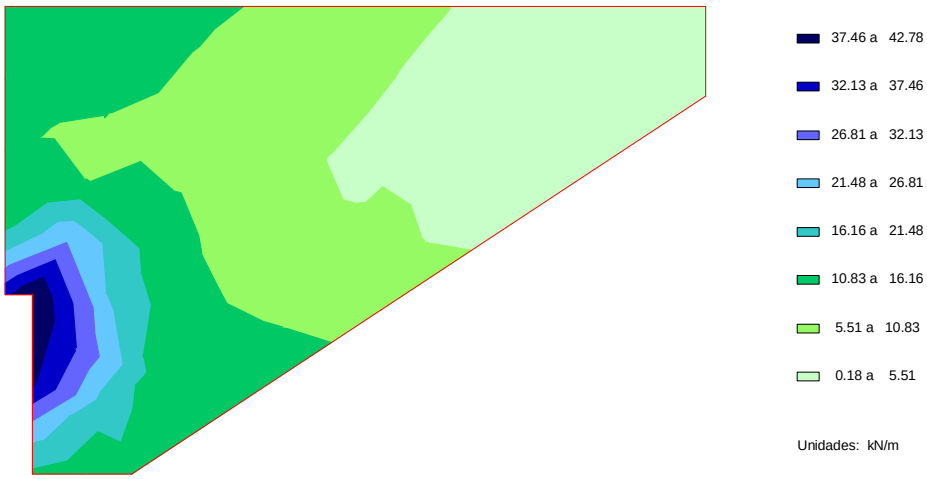
Cortante eje horizontal. Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

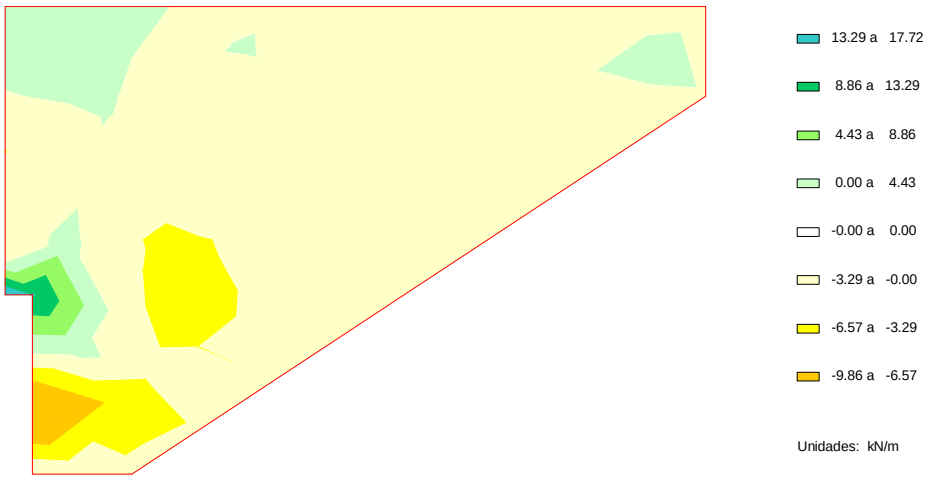
Cortante eje horizontal. Valor máximo



ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

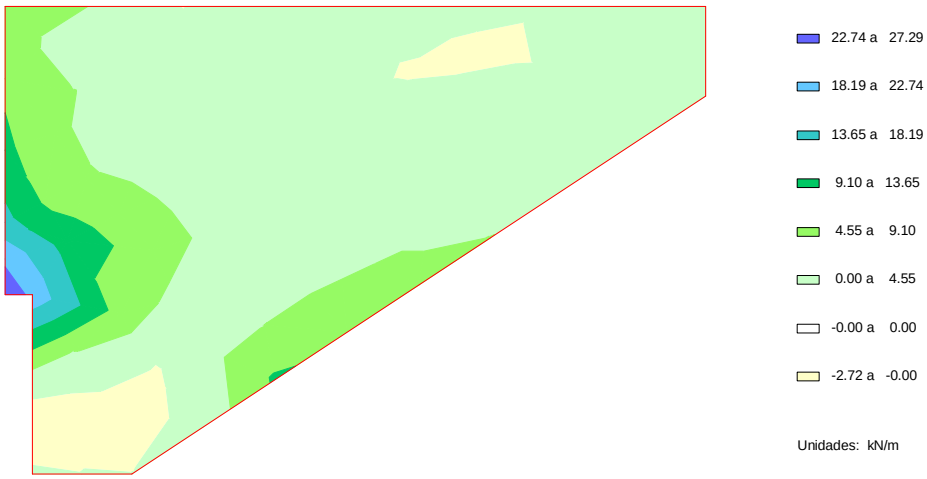
Cortante eje vertical. Valor mínimo



ESFUERZOS. EL Rotura por cortante

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global

Cortante eje vertical. Valor máximo



11.5.2 Armaduras de cortante

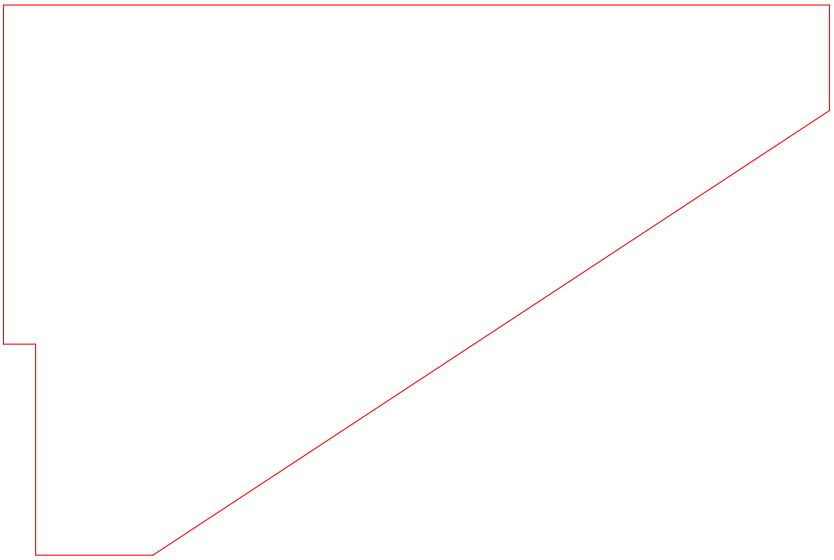
EL Rotura por cortante

Situación persistente

Envolvente global

Envolvente global

Armadura de cortante. cm²/m²



-0.0 a 0.0

Unidades: cm²/m²

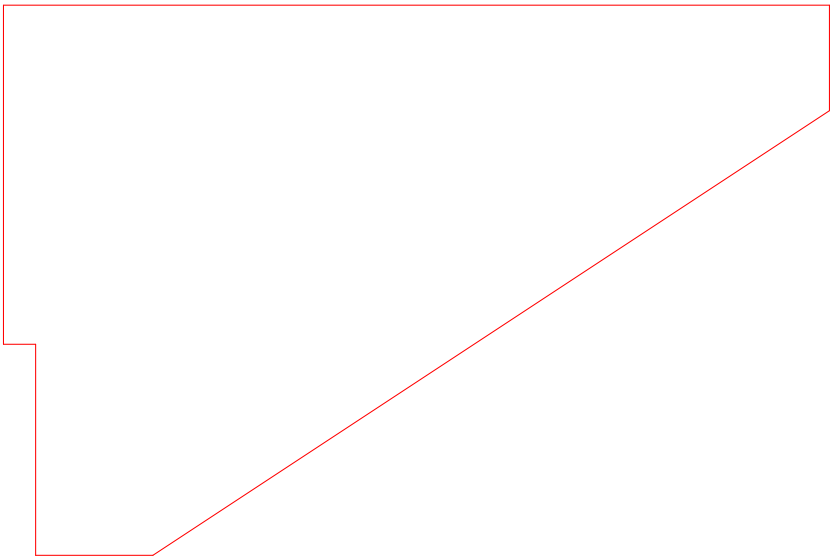
EL Rotura por cortante

Situación persistente

Envolvente global

Envolvente global

Armadura mínima de cortante. cm²/m²



-0.0 a 0.0

Unidades: cm²/m²

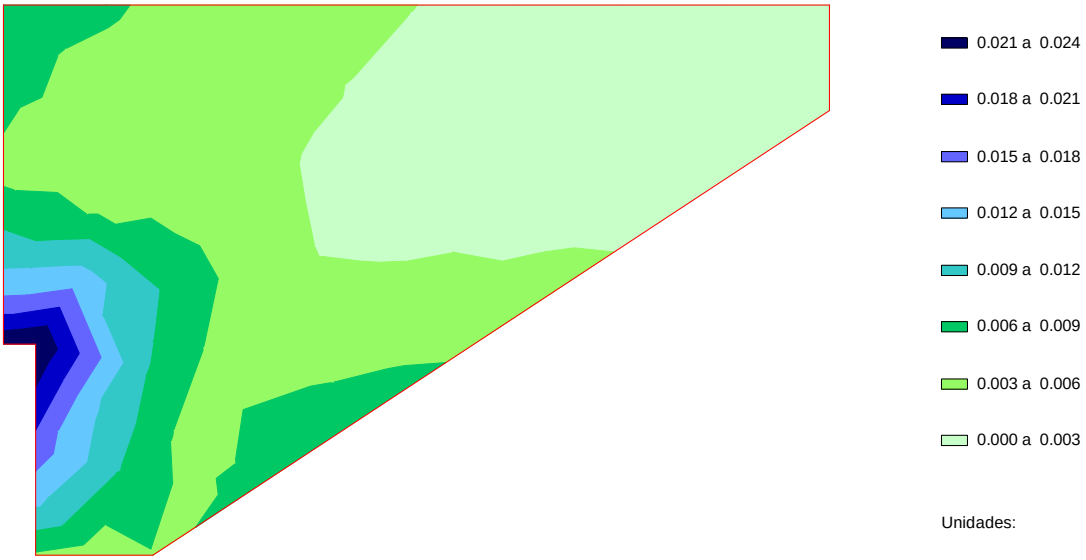
EL Rotura por cortante

Situación persistente

Envolvente global

Envolvente global

Resultado de la comprobación relativa a las bielas de compresión



11.6 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Aleta 1. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Aleta 2. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Cargadero. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Pilotes. Verifica la comprobación.
Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Espaldón. Verifica la comprobación.

Pilotes :

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Pilotes. Verifica la comprobación.

Espaldón

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Espaldón. Verifica la comprobación.

Cargadero

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Cargadero. Verifica la comprobación.

Aleta 1 :

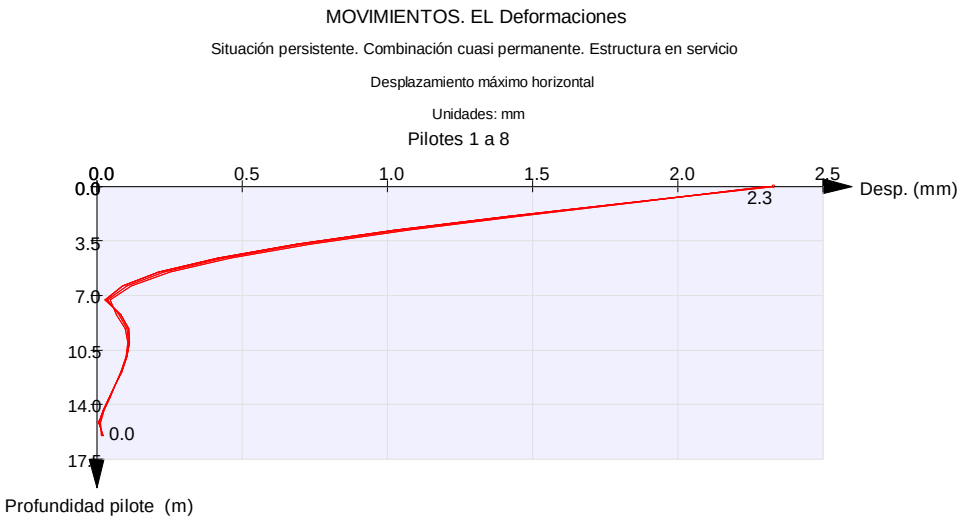
Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Aleta 1. Verifica la comprobación.

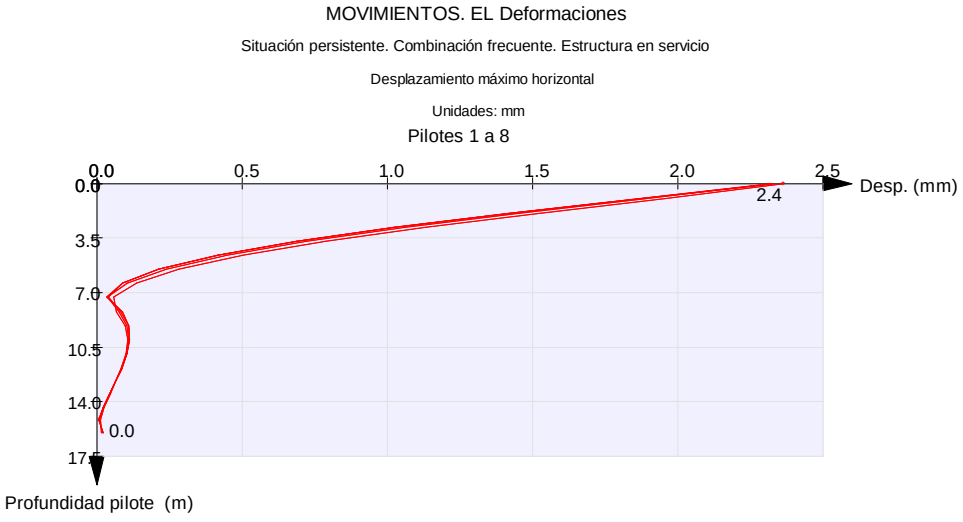
Aleta 2 :

Situación persistente. Envolvente global. Envolvente global. Aleta 2. Verifica la comprobación.

12 ESTADO LíMITE DE DEFORMACIONES

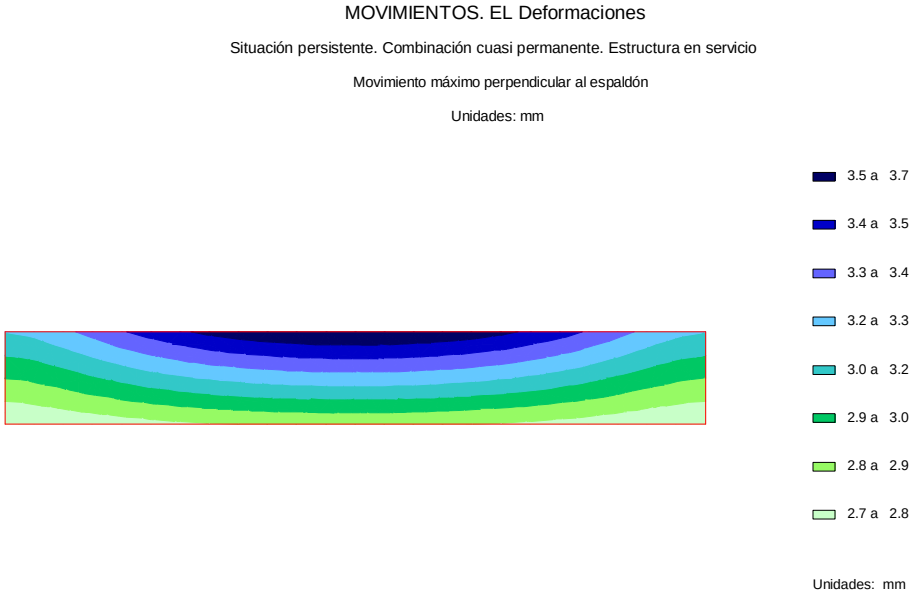
12.1 Pilotes


MOVIMIENTOS. EL Deformaciones
Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio
Desplazamiento máximo horizontal
Unidades: mm
Pilotes 1 a 8
0.0
0.5
1.0
1.5
2.0
2.5
Desp. (mm)
2.3
0.0
3.5
7.0
10.5
14.0
17.5
0.0
Profundidad pilote (m)


MOVIMIENTOS. EL Deformaciones
Situación persistente. Combinación frecuente. Estructura en servicio
Desplazamiento máximo horizontal
Unidades: mm
Pilotes 1 a 8
0.0
0.5
1.0
1.5
2.0
2.5
Desp. (mm)
2.4
0.0
3.5
7.0
10.5
14.0
17.5
0.0
Profundidad pilote (m)

12.2 Muro espaldón

12.2.1 Deformaciones

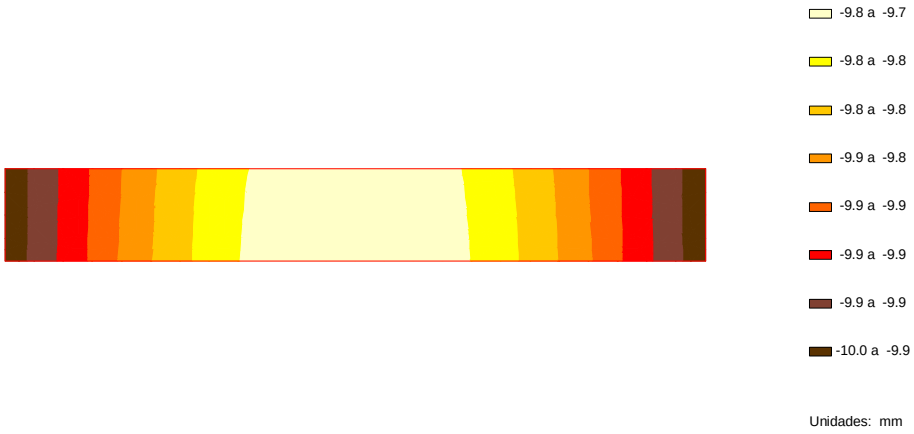


MOVIMIENTOS. EL Deformaciones

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Descenso máximo

Unidades: mm

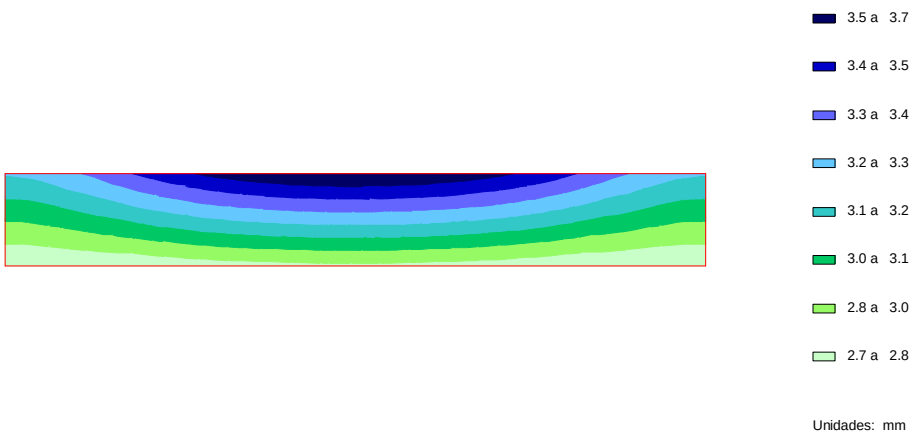


MOVIMIENTOS. EL Deformaciones

Situación persistente. Combinación frecuente. Estructura en servicio

Movimiento máximo perpendicular al espaldón

Unidades: mm



MOVIMIENTOS. EL Deformaciones

Situación persistente. Combinación frecuente. Estructura en servicio

Descenso máximo

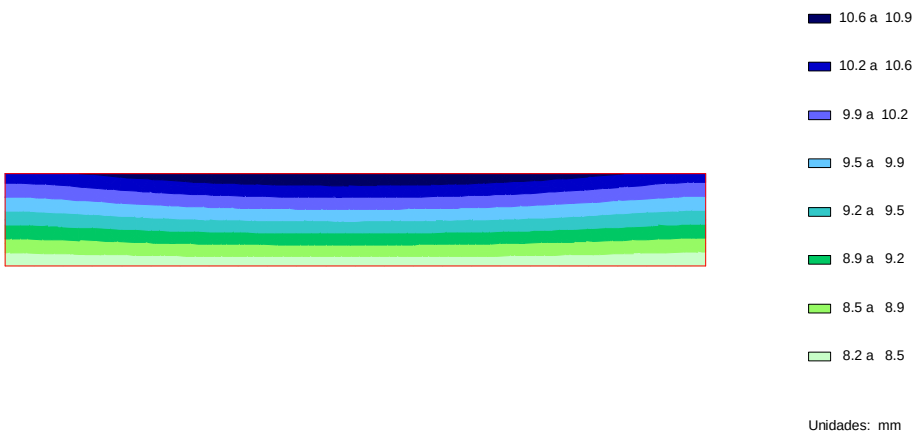
Unidades: mm

MOVIMIENTOS. EL Deformaciones

Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio

Movimiento máximo perpendicular al espaldón

Unidades: mm



12.2.2 Cálculo de E.L. de deformaciones

12.2.2.1 Desplazamientos. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Desplazamiento máximo horizontal en coronación	:	3.7	mm
Desplazamiento horizontal en coronación admisible	:	50.0	mm
Desplazamiento máximo vertical en coronación	:	10.0	mm
Desplazamiento vertical en coronación admisible	:	50.0	mm

12.2.2.2 Desplazamientos. Situación persistente. Combinación frecuente. Estructura en servicio

Desplazamiento máximo horizontal en coronación	:	3.7	mm
Desplazamiento horizontal en coronación admisible	:	50.0	mm
Desplazamiento máximo vertical en coronación	:	13.4	mm
Desplazamiento vertical en coronación admisible	:	50.0	mm

12.2.2.3 Desplazamientos. Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio

Desplazamiento máximo horizontal en coronación	:	10.9	mm
Desplazamiento horizontal en coronación admisible	:	50.0	mm
Desplazamiento máximo vertical en coronación	:	14.9	mm
Desplazamiento vertical en coronación admisible	:	50.0	mm

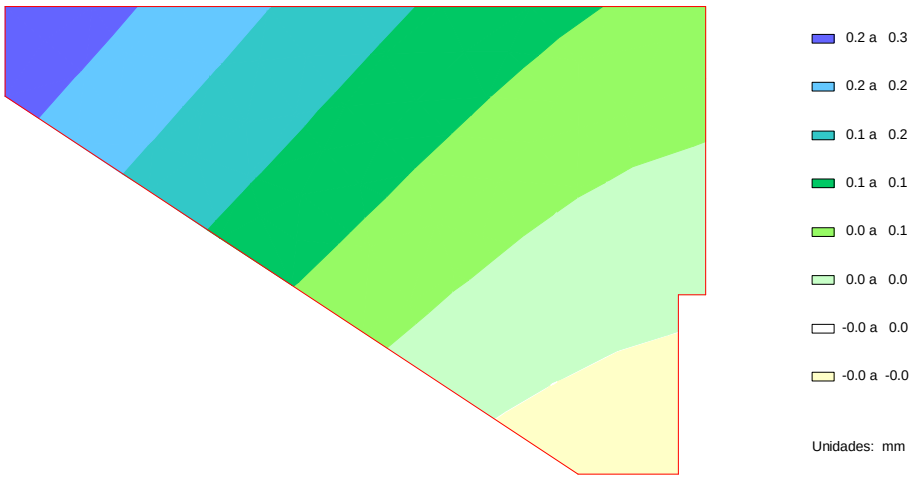
12.3 Aleta 1

MOVIMIENTOS. EL Deformaciones

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Movimiento máximo perpendicular a la aleta

Unidades: mm

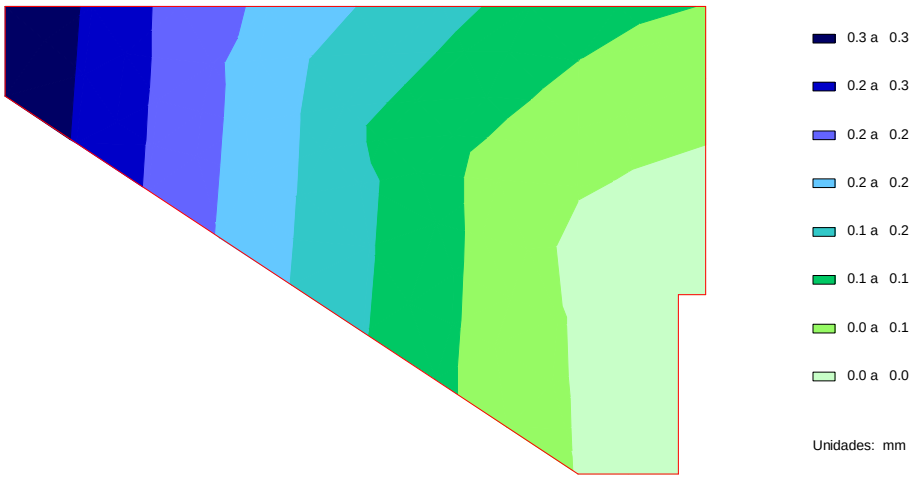


MOVIMIENTOS. EL Deformaciones

Situación persistente. Combinación frecuente. Estructura en servicio

Movimiento máximo perpendicular a la aleta

Unidades: mm

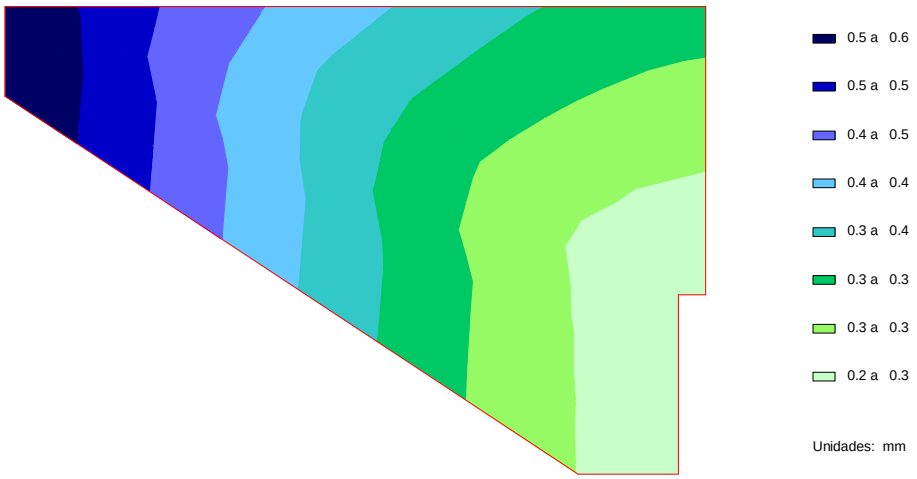


MOVIMIENTOS. EL Deformaciones

Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio

Movimiento máximo perpendicular a la aleta

Unidades: mm



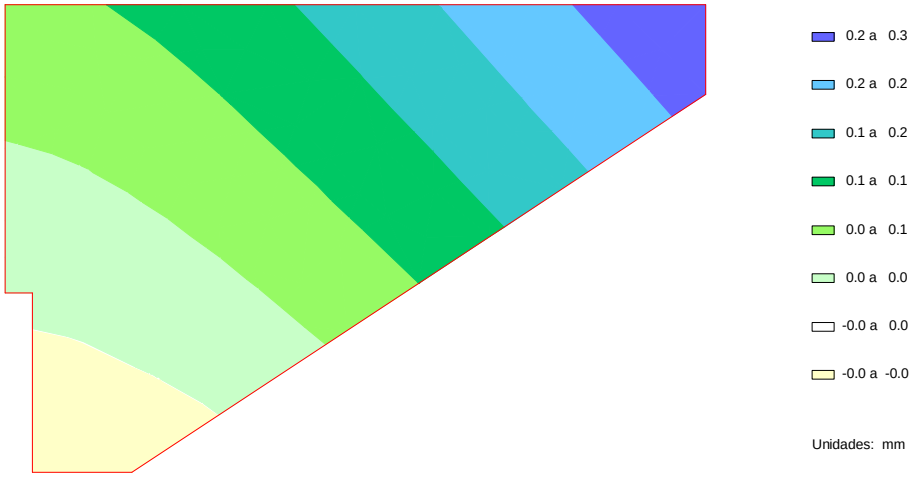
12.4 Aleta2

MOVIMIENTOS. EL Deformaciones

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio

Movimiento máximo perpendicular a la aleta

Unidades: mm

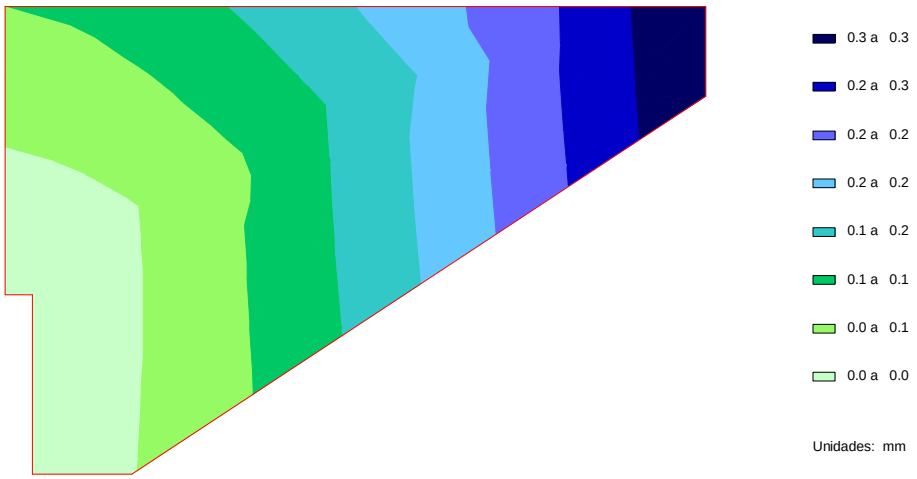


MOVIMIENTOS. EL Deformaciones

Situación persistente. Combinación frecuente. Estructura en servicio

Movimiento máximo perpendicular a la aleta

Unidades: mm

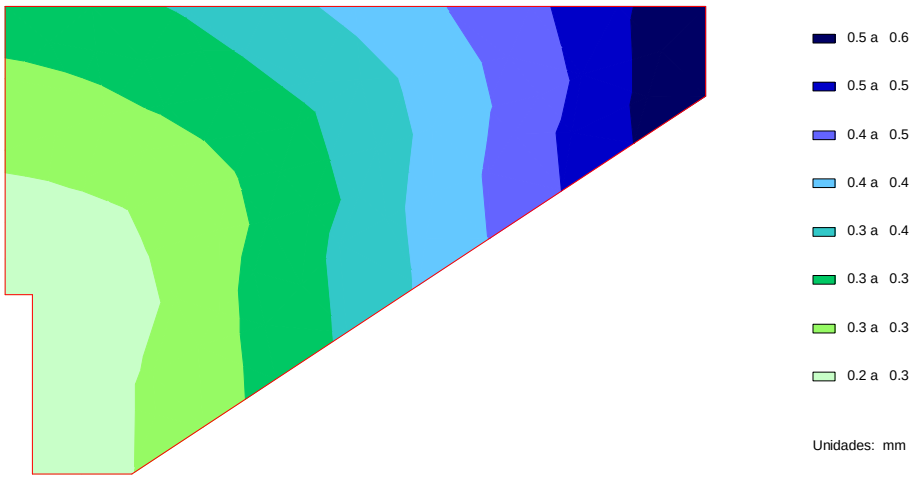


MOVIMIENTOS. EL Deformaciones

Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio

Movimiento máximo perpendicular a la aleta

Unidades: mm



12.5 Resumen de verificaciones

Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Estructura en servicio. Verifica la comprobación.

Situación persistente. Combinación frecuente. Estructura en servicio. Verifica la comprobación.

Situación persistente. Combinación característica. Estructura en servicio. Verifica la comprobación.

13 ESTADO LíMITE DE DESPIECE

13.1 Resumen de verificaciones

Generación del armado. Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara inferior. Posición del despiece incorrecta.
Generación del armado. Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara superior. Posición del despiece incorrecta.
Generación del armado. Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara interior. Posición del despiece incorrecta.
Generación del armado. Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara exterior. Posición del despiece incorrecta.
Generación del armado. No verifica la comprobación.

Programa: CivilEstudio

Versión: 34 - 6
Barcelona, 2018

CivilEstudio, software propiedad de CivilCAD Consultores, S.L.
Autores: L.M.Callís, J.M.Roig, I.Callís, P.Reinés
Licencia de uso concedida a: Most Enginyers, S.L.
Número de usuario: 12202

Proyecto:

Nombre del proyecto: *PRECÀLCUL DE LES ESTRUCTURES DEL PROJECTE D'OBRES BÀSIQUES D'URBANITZACIÓ DEL PLA DIRECTOR URBANÍSTIC DEL CENTRE DIRECCIONAL DE CERDANYOLA DEL VALLÈS*
Nombre de la estructura: *7 Viaducte Riera Sant Cugat*
Nombre del elemento estructural: *Estrep flotant*
Tipo de estructura: *Cargadero cimentado mediante pilotes*
Funcionalidad de la estructura: *Estructura de Carretera*
Clase de estructura: *Cargadero sin encepado*
Vida útil: *100 años*

Normativas:

Ámbito: *Normas españolas*

Unidades:

Sistema *S.I.*

Despiece:

Sistema Métrico Europeo

Módulo del programa:

Módulo Estribo flotante
Nombre del archivo de proyecto: *v7_v1.efl*
Ruta de acceso: *p:\parc de l'alba\estructures\7. viaducte riera de st. cugat\civilcad estrep*

Informe:

Tipo de informe: *Mediciones*
Informe generado el día 20-12-2020 a las 18:02:30.

Incidencias :

Incidencia nº 1 :
Tarea :
Generación del modelo de cálculo
Causa :

Incidencia nº 2 :
Tarea :
Cálculo: fisuración
Causa :
La armadura necesaria es superior a la armadura máxima del despiece (diámetro máximo y separación mínima).

Incidencia nº 3 :
Tarea :
Generación del despiece
Causa :
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara inferior. Posición del despiece incorrecta.
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara superior. Posición del despiece incorrecta.
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara interior. Posición del despiece incorrecta.
Viga cargadero. Armadura horizontal. Cara exterior. Posición del despiece incorrecta.

Índice

1 MEDICIONES

1 MEDICIONES

Alzado

Muro frontal

Unidad: Superficie de encofrado plano visto

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Estribo. cara anterior	1	12.650	12.65
Espaldón. Cara exterior	1	18.619	18.62
Murete 1. Cara 2	1	1.432	1.43
Murete 2. Cara 2	1	1.432	1.43

Total:	34.133	m^2

Unidad: Superficie de encofrado plano oculto

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Cara trasdós estribo	1	28.600	28.60
Cara frontal de la capa de nivelación	1	1.220	1.22
Cara posterior de la capa de nivelación	1	1.220	1.22
Cara lateral 1 de la capa de nivelación	1	0.160	0.16
Cara lateral 2 de la capa de nivelación	1	0.160	0.16

Total:	31.360	m^2

Unidad: Volumen de hormigón no estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Capa de nivelación	1	1.952	1.95

Total:	1.952	m^3

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Alzado sin aletas	1	22.864	22.86

Total:	22.864	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Muro frontal	1	2496.6	2496.55
Espaldón	1	465.0	464.97
Muretes laterales	1	123.8	123.75

Total:	3085.3	kg

Aleta 1

Unidad: Superficie de encofrado plano visto

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Cara lateral izquierda del estribo	1	9.619	9.62

Total:	9.619	m^2

Unidad: Superficie de encofrado plano oculto

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Aleta 1. Cara interior del voladizo	1	6.309	6.31
Aleta 1. Cara del extremo del voladizo	1	0.250	0.25
Aleta 1. Cara inclinada del voladizo	1	1.894	1.89

Total:	8.453	m^2

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Aleta 1	1	3.350	3.35

Total:	3.350	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Aleta 1	1	216.2	216.25

Total:	216.2	kg

Aleta 2

Unidad: Superficie de encofrado plano visto

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Cara lateral derecha del estribo	1	9.619	9.62

Total:	9.619	m^2

Unidad: Superficie de encofrado plano oculto

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Aleta 2. Cara interior del voladizo	1	6.309	6.31
Aleta 2. Cara del extremo del voladizo	1	0.250	0.25
Aleta 2. Cara inclinada del voladizo	1	1.894	1.89

Total:	8.453	m^2

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Aleta 2	1	3.350	3.35

Total:	3.350	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Aleta 2	1	191.0	191.01

Total:	191.0	kg

Cimentación

Pilotes

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Pilote 1	1	9.079	9.08
Pilote 2	1	9.079	9.08
Pilote 3	1	9.079	9.08
Pilote 4	1	9.079	9.08
Pilote 5	1	9.079	9.08
Pilote 6	1	9.079	9.08
Pilote 7	1	9.079	9.08
Pilote 8	1	9.079	9.08

Total:	72.634	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Pilotes	1	5624.7	5624.67

Total:	5624.7	kg

Acabados

Muro frontal

DIMENSIONAMENT DEL CARREGADOR

1. CARACTERÍSTIUES PRINCIPALS

Canto del encepado $h_e := 1\ m$

$r_{mec} := 45\ mm + 12\ mm + \frac{25\ mm}{2} = 69.5\ mm$

Ancho del encepado $b_e := 1.4\ m$

Separación entre vigas $s_{vigas} := 2.425\ m$

Diámetro pilote $D := 85\ cm$

Hormigón $f_{ck} := 30\ MPa$ $f_{cd} := f_{ck} \cdot 1.5^{-1} = 20\ MPa$

$f_{ctm} := 0.3 \cdot \left(f_{ck} \cdot MPa^{-1}\right)^{\frac{2}{3}}\ MPa = 2.896\ MPa$ $f_{ydc} := 400\ MPa$

$$f_{ctm.flcomp}(N) := \max\left(\left(1.6 - \frac{\max(h_e, b_e)}{100\ cm}\right) \cdot f_{ctm}, f_{ctm}\right) - \frac{N}{h_e \cdot b_e}$$

$$f_{ct\_ed.flcomp}(N) := \frac{0.7 \cdot f_{ctm.flcomp}(N)}{1.5}$$

Armadura prevista por cara

$\phi_{barra\_tracc} := 25\ mm$ $n_{barras\_tracc} := 10$

Armadura de cortante

$\phi_v := 16\ mm$ $cada := 20\ cm$ $n_{rv} := 2$

2. REACCIÓ SOBRE RECOLZAMENT PÈSSIM

Carga vertical

$N_{k\_apoyo} := 1026.2\ kN$

$V_{k\_apoyo} := 70\ kN + 3\ kN + 23\ kN = 96\ kN$

3. ESFORÇOS EN CARREGADOR

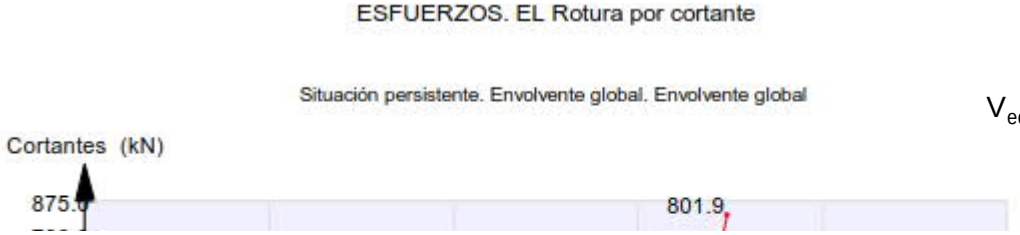
[axil positiu indica tracció]

3.1 Esforços en E.L.U.

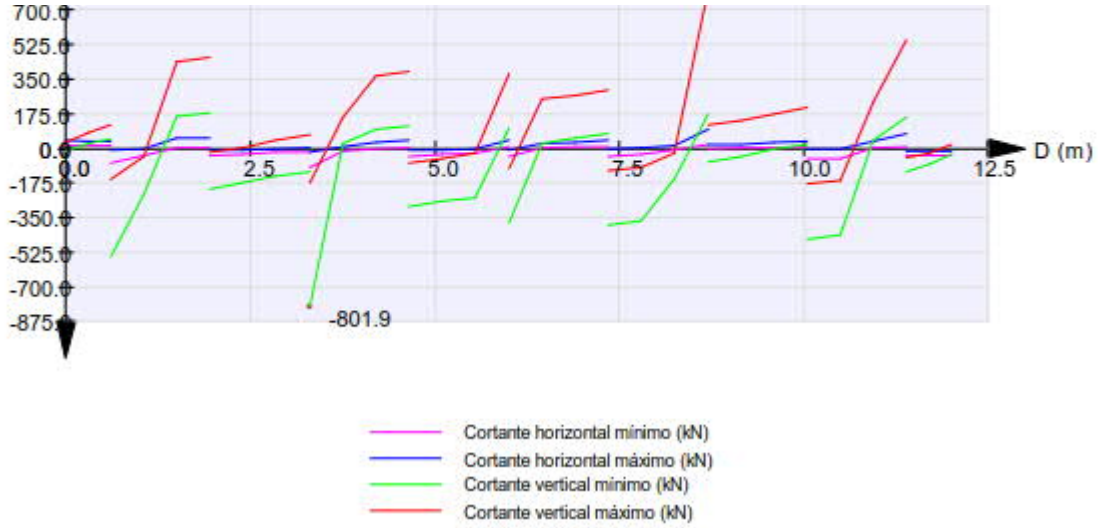
$N_{ed} := 142\ \mathbf{kN}$

$M_{ed\_vertical} := 110\ \mathbf{kN \cdot m}$

$M_{ed\_horizontal} := 265\ \mathbf{kN \cdot m}$



$V_{ed} := 810\ \mathbf{kN}$

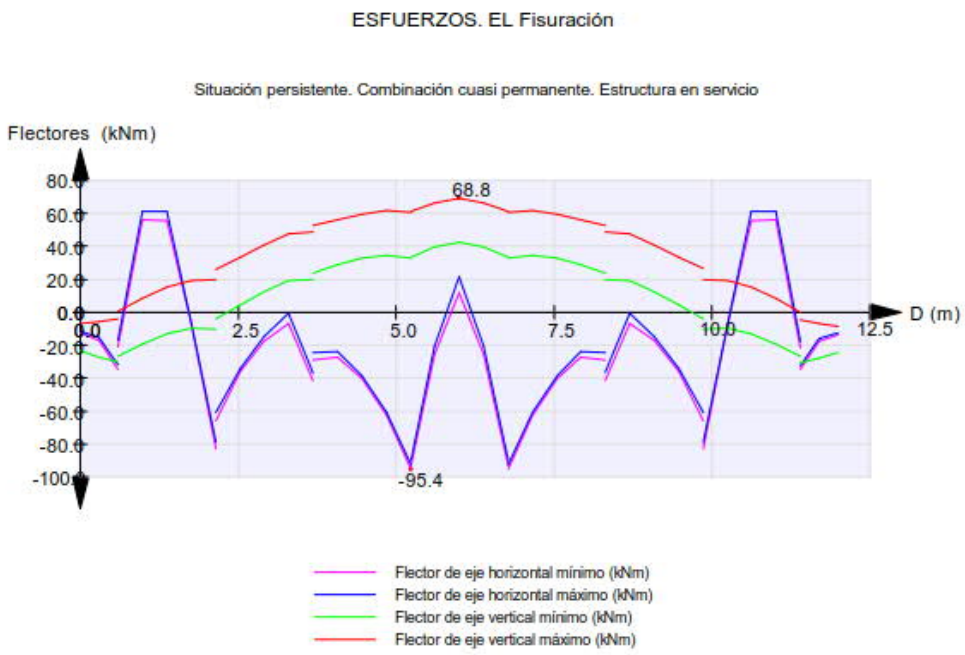


Momento torsor de diseño

$T_{ed} := 260\ kN \cdot m$

3.2 Esforços en E.L.S.

$N_k := 20\ \mathbf{kN}$



$M_{k\_vertical} := 70\ \mathbf{kN \cdot m}$

$M_{k\_horizontal} := 100\ \mathbf{kN \cdot m}$

Momento torsor en servicio

$$T_k := \frac{T_{ed}}{1.35} = 192.593\ \mathbf{m \cdot kN}$$

4. ANÀLISI E.L.S. FISSURACIÓ CARREGADOR

$$\sigma_{tracc\_k} := \frac{N_k}{h_e \cdot b_e} + \frac{6 \cdot M_{k\_vertical}}{b_e \cdot h_e^{\,2}} + \frac{6 \cdot M_{k\_horizontal}}{h_e \cdot b_e^{\,2}} = 0.62\ \text{MPa} \qquad << \qquad f_{ctm.flcomp}(N_k) = 2.882\ \text{MPa}$$

$$\text{if}\left(\sigma_{tracc\_k} \le f_{ctm.flcomp}(N_k), \text{“NO FISURA”}, \text{“FISURA”}\right) = \text{“NO FISURA”}$$

$$Ratio_{ELS.fissuració} := \frac{\sigma_{tracc\_k}}{f_{ctm.flcomp}(N_k)} = 0.215 \qquad < 1 \qquad \text{ok}$$

5. ANÀLISI E.L.U. FLEXIÓ CARREGADOR

$$\sigma_{tracc\_ed} := \frac{N_{ed}}{h_e \cdot b_e} + \frac{6 \cdot M_{ed\_vertical}}{b_e \cdot h_e^{\,2}} + \frac{6 \cdot M_{ed\_horizontal}}{h_e \cdot b_e^{\,2}} = 1.384\ \text{MPa} \qquad << \qquad f_{ct\_ed.flcomp}(N_{ed}) = 1.304\ \text{MPa}$$

$$\text{if}\left(\sigma_{tracc\_ed} \le f_{ct\_ed.flcomp}(N_{ed}), \text{“VERIFICA COMO HM”}, \text{“NO”}\right) = \text{“NO”}$$

$$Ratio_{ELU.flexión} := \frac{\sigma_{tracc\_ed}}{f_{ct\_ed.flcomp}(N_{ed})} = 1.061 \qquad \text{VÁLIDO}$$

6. ANÀLISI E.L.U. TALLANT CARREGADOR

$$A_{s'} := \frac{\pi}{4} \cdot \phi_{barra\_tracc}^{\,2} \cdot n_{barras\_tracc} = 49.087\ \text{cm}^2$$

$$d := h_e - r_{mec} = 0.931\ \text{m}$$

$$\xi := \min\left(1 + \sqrt{\frac{200\ \text{mm}}{d}}, 2\right) = 1.464$$

$$\sigma'_{cd}(N) := \frac{-N}{h_e \cdot b_e}$$

Cuantía de armadura en la cara de tracción:

$$\rho_l := \max\left(\frac{A_{s'}}{d \cdot b_e}, 0.02\right) = 0.02$$

$$V_{cu}(N) := \left(\frac{0.18}{1.5} \cdot \xi \cdot \left(100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck} \cdot \text{MPa}^{-1}\right)^{\frac{1}{3}} + 0.15 \cdot \sigma'_{cd}(N) \cdot \text{MPa}^{-1}\right) \cdot b_e \cdot d \cdot \text{MPa}$$

$$V_{cu.min}(N) := \left(\frac{0.075}{1.5} \cdot \xi^{\frac{3}{2}} \cdot \left(f_{ck} \cdot \text{MPa}^{-1}\right)^{\frac{1}{2}} + 0.15 \cdot \sigma'_{cd}(N) \cdot \text{MPa}^{-1}\right) \cdot b_e \cdot d \cdot \text{MPa}$$

Capacidad del hormigón por tracción en piezas sin armadura de cortante

$V_{cu}(N) := \text{if}\left(V_{cu}(N) < V_{cu.min}(N)\right.$

$$V_{cu}(N) := \text{if } V_{cu}(N) \le V_{cu.min}(N) \;\; \| \; V_{cu.min}(N) \;\; \text{else} \;\; \| \; V_{cu}(N)$$

$V_{ed} = 810\ \text{kN}$ $\quad V_{cu}(N_{ed}) = 875.894\ \text{kN}$

$$Ratio\_VU2 := \frac{V_{ed}}{V_{cu}(N_{ed})} = 0.925$$

Análisis de secciones con armadura de cortante

Se considera un ángulo respecto la directriz de la pieza con el armado de cortante $\alpha := 90\ °$
Se considera un ángulo de las bielas $\theta := 45\ °$

$$V_{cu}(N) := \max\left(\left(\frac{0.15}{1.5}\cdot\xi\cdot\left(100\cdot\rho_l\cdot f_{ck}\cdot \text{MPa}^{-1}\right)^{\frac{1}{3}} + 0.15\cdot\sigma'_{cd}(N)\cdot\text{MPa}^{-1}\right)\cdot b_e\cdot d\cdot\text{MPa}, V_{cu.min}(N)\right)$$

$V_{cu}(N_{ed}) = 726.609\ \text{kN}$

$$V_{su} := \frac{0.9\cdot d\cdot n_{rv}\cdot\pi\cdot\frac{\phi_v^{\,2}}{4}}{cada}\, f_{ydc}\cdot\sin(\alpha)\cdot(\cot(\alpha)+\cot(\theta)) = 673.517\ \text{kN}$$

$$Ratio\_cort := \frac{V_{ed}}{V_{cu}(N_{ed}) + V_{su}} = 0.579 \quad < 1 \qquad \text{ok}$$

$$armadura\_cortante := \text{if } Ratio\_VU2 \le 1 \;\; \| \; \text{“No necesaria”} \;\; \text{else if } Ratio\_cort \le 1 \;\; \| \; Ratio\_cort \;\; \text{else if } Ratio\_cort > 1 \;\; \| \; \text{“No verifica cortante”} = \text{“No necesaria”}$$

Verificacion_cortante = “OK. No necesita armadura de cortante”

$$A_{V.min} := \text{if } \phi_v = 0 \;\; \| \; 0\cdot\frac{\text{cm}^2}{\text{m}} \;\; \text{else} \;\; \| \; \frac{f_{ctm}\cdot b_e}{7.5\cdot f_{ydc}} = 13.517\ \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

$$A_{V.dispuesta} := \frac{b_e}{cada\cdot\text{m}}\cdot n_{rv}\cdot\pi\cdot\frac{\phi_v^{\,2}}{4} = 28.149\ \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

Verificacion_armadura.minima.cortante = “OK.”

7. ANÀLISI E.L.U. ARMADURA TIRANT INFERIOR

Coeficiente de mayoración de acciones $\gamma_A := 1.35$

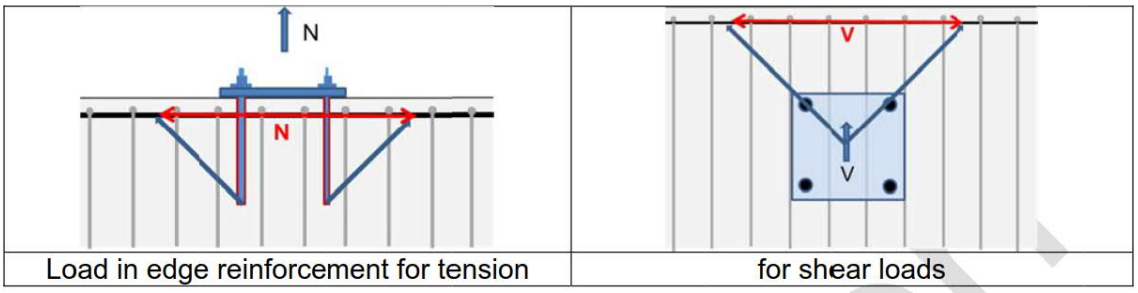
Reacción de cálculo de una viga

$R_{ed} := N_{k\_apoyo} \cdot \gamma_A = 1385.37$ **kN**

$V_{ed} := V_{k\_apoyo} \cdot \gamma_A = 129.6$ **kN**

Ángulo de una biela: $\alpha := \operatorname{atan}\left(\frac{h_e}{0.5 \cdot s_{vigas}}\right) = 39.514$ °

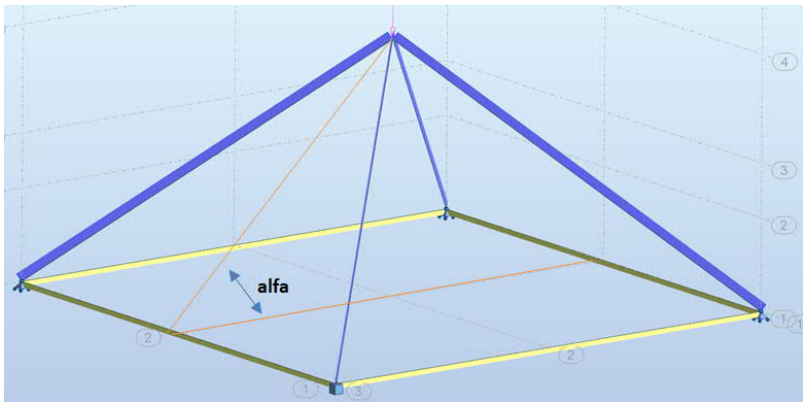
- A surface or edge reinforcement perpendicular to the anchor load is required to take up the splitting forces. The stress induced into this edge reinforcement can be estimated by a 45° strut and tie model:



Load in edge reinforcement for tension | for shear loads

Tipo de análisis para la tracción $analisis_{tracc} := \text{“2D”}$ ["2D", "3D"]

Tipo de análisis para el cortante $analisis_{cort} := \text{“2D”}$ ["2D", "3D"]



Celosía espacial con ángulo plano de bielas:
$\alpha = 39.514$ °

$\alpha' := \operatorname{atan}\left(\frac{\tan(\alpha)}{\sqrt{2}}\right) = 30.25$ °

$V := V_{ed} = 129.6$ **kN**

$N := R_{ed} = \left(1.385 \cdot 10^3\right)$ **kN**

Tracción estimada en el tirante:

$$T_{tracc} := \text{if } analisis_{tracc} = \text{“2D”} \left\| 0.5\ N \cdot \tan(\alpha)^{-1} \right|$$

Compresión estimada en la biela:

$$C_{tracc} := \text{if } analisis_{tracc} = \text{“2D”} \left\| 0.5\ N \cdot \sin(\alpha)^{-1} \right|$$

else
$0.25\ N \cdot \tan(\alpha)^{-1}$

else
$0.25\ N \cdot \sin(\alpha')^{-1}$

$T_{cort} := 0.5\ V \cdot \tan(\alpha)^{-1}$

$C_{cort} := 0.5\ V \cdot \sin(\alpha)^{-1}$

$T_{tracc} = 839.881\ kN$

$C_{tracc} = (1.089 \cdot 10^3)\ kN$

$T_{cort} = 78.57\ kN$

$C_{cort} = 101.844\ kN$

$C := \max(C_{tracc}, C_{cort}) = 1088.674\ kN$

Tensiones en biela:

ancho biela: $a_{biela} := D = 85\ cm$

canto biela: $h_{biela} := 0.5 \cdot D \cdot \sin(\alpha) = 27.041\ cm$

$\sigma_{biela} := \frac{C}{a_{biela} \cdot h_{biela}} = 4.736\ MPa$

$\sigma_{2c} := 0.7 \cdot f_{cd} = 14\ MPa$

$Ratio_{biela} := \frac{\sigma_{biela}}{\sigma_{2c}} = 33.832\%$ ok

Armadura requerida en tirante:

Tensión considerada de trabajo: $f_{y\_considerada} := 200\ MPa \cdot \gamma_A = 270\ MPa$

$A_{S.nec\_traccion} := \frac{T_{tracc}}{f_{y\_considerada}} = 31.107\ cm^2$

$A_{S.nec\_cortante} := \frac{T_{cort}}{f_{y\_considerada}} = 2.91\ cm^2$

MÁXIMO DIÁMETRO DE LAS BARRAS PARA CONTROLAR LA FISURACIÓN

Tensión del acero[1] *[N/mm²]*	*Diámetro máximo de la barra [mm]*		
	w_k = 0,4 mm	w_k = 0,3 mm	w_k = 0,2 mm
160	40	32	25
200	32	25	16
240	20	16	12
280	16	12	8
320	12	10	6
360	10	8	5
400	8	6	4
450	6	5	–

[1] La tensión del acero se calcula en sección fisurada bajo la combinación de acciones relevante

Propuesta de armadura a disponer para prevenir roturas en el hormigón por la presencia del anclaje:

$\phi_{barra\_tracc} = 25\ mm$ $n_{barras\_tracc} = 10$

$\phi_{barra\_cort} := \phi_{barra\_tracc} = 25\ mm$ $n_{barras\_cort} := 1$

$A_{s\_min\_geo} := h_e \cdot b_e \cdot \frac{2.8}{1000} = 39.2\ cm^2$

$A_{S\_dispuesto\_tirante\_tracc} := \frac{\pi}{4} \cdot \phi_{barra\_tracc}^2 \cdot n_{barras\_tracc} = 49.087\ cm^2$

$A_{S\_dispuesto\_tirante\_cort} := \frac{\pi}{4} \cdot \phi_{barra\_cort}^2 \cdot n_{barras\_cort} = 4.909\ cm^2$

$Ratio_{tirante\_traccion\_anclaje} := \frac{A_{S.nec\_traccion}}{A_{S\_dispuesto\_tirante\_tracc}} = 63.37\%$ ok

$Ratio_{tirante\_cortante\_anclaje} := \frac{A_{S.nec\_cortante}}{A_{S\_dispuesto\_tirante\_cort}} = 59.282\%$ ok

$Ratio_{armadura\_minima} := \frac{A_{s\_min\_geo}}{A_{S\_dispuesto\_tirante\_tracc}} = 79.858\%$ ok

8. ANÀLISI E.L.U. ARMADURA TORSIÓ

Análisis de fisuración

Canto de la sección $h := h_e = 1$ m
Ancho de la sección $b := b_e = 1.4$ m
Recubrimiento armaduras $r := r_{mec} = 0.07$ m
Hormigón $f_{ck} = 30$ MPa
Acero $f_{yk} := 500$ MPa

$f_{ctm} = 2.896$ MPa

$f_{ctk} := 0.7 \cdot f_{ctm} = 2.028$ MPa

Área $A := b \cdot h = 1.4$ m²
Perímetro $u := 2 \cdot (b + h) = 4.8$ m
Espesor eficaz de la sección: $h_e := \max\left(\frac{A}{u}, 2 \cdot r\right) = 0.292$ m

$h_{med} := h - h_e = 0.708$ m $\quad b_{med} := b - h_e = 1.108$ m

Perímetro de la línea media $u_e := 2 \cdot (h_{med} + b_{med}) = 3.633$ m

Área de la línea media $A_e := h_{med} \cdot b_{med} = 0.785$ m²

Módulo a torsión $J_{t1} := \frac{4 \cdot A_e^2}{u_e} = 0.679$ m³

Módulo a torsión $J_{t2} := \frac{b^2 \cdot h}{3} = 0.653$ m³

Momento de fisuración a torsión $M_{fis\_torsion} := f_{ctm} \cdot \min(J_{t1}, J_{t2}) = (1.892 \cdot 10^3)$ m·kN

$Ratio_{fisuración} := \frac{T_k}{M_{fis\_torsion}} = 0.102$

$fisuración_{torsión}$ = "no fisura" OK

Análisis en E.L.U torsión según EHE-08

Armadura longitudinal considerada para torsión

ϕ_{barra} (mm)	num_{barras}
25	4
25	4

$$A_l := \frac{num_{barras}}{4} \cdot \pi \cdot \phi_{barra}^2 = 39.27\ cm^2$$

Diámetro previsto para armado transversal: $\phi_t := \phi_v = 16\ mm$

Cercos de $\phi_t = 16\ mm$ cada $s_t := cada = 20\ cm$

Número de barras en un cerco $n_c := 1$

Acero corrugado B500s con $f_{yd} := \frac{f_{yk}}{1.15} = 434.783\ MPa$ i $f_{yd.c} := 400\ MPa$

Resistencia de cálculo a compresión de hormigón: $f_{cd} := \frac{f_{ck}}{1.5} = 20\ MPa$

Ángulo de las armaduras con el eje de la pieza $\alpha_{armadura} := 90\ °$

Agotamiento de bielas a compresión Tu1

$f_{1cd} := 0.6 \cdot f_{cd} = 12\ MPa$ $K := 1$ $\alpha := 0.6$

Ángulo de las bielas del hormigón $\theta := atan(1) = 45\ °$ $\cot(\theta) = 1$

$$T_{u1} := 2 \cdot K \cdot \alpha \cdot f_{1cd} \cdot A_e \cdot h_e \cdot \frac{\cot(\theta)}{1 + \cot(\theta)^2} = (1.649 \cdot 10^3)\ kN \cdot m$$

Agotamiento de armadura transversal Tu2

Área de las armaduras utilizadas como cercos $A_t := \phi_t^2 \cdot n_c \cdot \frac{\pi}{4} = 201.062\ mm^2$

$$T_{u2} := 2 \cdot A_e \cdot \frac{A_t}{s_t} \cdot f_{yd.c} \cdot \cot(\theta) = 631.39\ kN \cdot m$$

Agotamiento de armadura longitudinal Tu3

$$T_{u3} := \frac{2 \cdot A_e}{u_e} \cdot A_l \cdot f_{yd.c} \cdot \tan(\theta) = 678.817\ m \cdot kN$$

Torsor resistente

$$T_u := \min(T_{u1}, T_{u2}, T_{u3}) = 631.39\ m \cdot kN$$

$$Ratio_{E.L.U.} := \frac{T_{ed}}{T_u} = 0.412$$

Disposiciones mínimas de separaciones

$$s_{min\_1} := \frac{u_e}{8} = 0.454\ m$$

$$s_{min\_2} := \begin{cases} \min\left(0.75 \cdot \min\left(h_{med}, b_{med}\right) \cdot \left(1 + \cot\left(\alpha_{armadura}\right)\right), \min\left(\min\left(h_{med}, b_{med}\right), 600\ mm\right)\right) & \text{if } T_{ed} \le \frac{T_u}{5} \\ \min\left(0.6 \cdot \min\left(h_{med}, b_{med}\right) \cdot \left(1 + \cot\left(\alpha_{armadura}\right)\right), \min\left(\min\left(h_{med}, b_{med}\right), 450\ mm\right)\right) & \text{else if } T_{ed} \le \frac{2 \cdot T_u}{3} \\ \min\left(0.3 \cdot \min\left(h_{med}, b_{med}\right) \cdot \left(1 + \cot\left(\alpha_{armadura}\right)\right), \min\left(\min\left(h_{med}, b_{med}\right), 300\ mm\right)\right) & \text{else} \end{cases}$$

$$s_{min\_2} = 0.425\ m$$

$$s_{min} := \min\left(s_{min\_1}, s_{min\_2}\right) = 42.5\ cm$$

$$cumplimiento_{separaciones} := \text{if}\left(s_t \le s_{min}, \text{“ok”}, \text{“NO verifica”}\right) = \text{“ok”}$$

APÈNDIX 8. Mur MEP7b

Programa: CivilEstudio

Versión: 34 - 6
Barcelona, 2018

CivilEstudio, software propiedad de CivilCAD Consultores, S.L.
Autores: L.M.Callís, J.M.Roig, I.Callís, P.Reinés
Licencia de uso concedida a: Most Enginyers, S.L.
Número de usuario: 12202

Proyecto:

Nombre del proyecto: *PRECÀLCUL DE LES ESTRUCTURES DEL PROJECTE D'OBRES BÀSIQUES D'URBANITZACIÓ DEL PLA DIRECTOR URBANÍSTIC DEL CENTRE DIRECCIONAL DE CERDANYOLA DEL VALLÈS*
Nombre de la estructura: *8. MUR MP7B*
Nombre del elemento estructural: *Mur*
Tipo de estructura: *Muro in situ*
Funcionalidad de la estructura: *Muro de contención*
Clase de estructura: *Canto variable*
Vida útil: *100 años*

Normativas:

Ámbito: *Normas españolas*

Unidades:

Sistema *S.I.*

Despiece:

Sistema Métrico Europeo

Módulo del programa:

Módulo Muro superficial
Nombre del archivo de proyecto: *mur mp7b_v1.mur*
Ruta de acceso: *p:\parc de l'alba\estructures\8. m-ep7b\mur civilcad*

Informe:

Tipo de informe: *Informe de la Memoria de cálculo*
Informe generado el día 05-02-2021 a las 11:25:33.

Índice

1 RESUMEN DE VERIFICACIONES

2 DEFINICIÓN DEL PROYECTO

2.1 Normativas
2.2 Geometría
2.2.1 Planta del paramento
2.2.2 Zapata
2.2.3 Alzado
2.3 Materiales
2.3.1 Hormigón Alzado
2.3.2 Hormigón Zapata
2.3.3 Hormigón Capa de nivelación
2.3.4 Armadura pasiva Alzado
2.3.5 Armadura pasiva Zapata
2.4 Recubrimientos geométricos
2.5 Fisuración
2.6 Terreno
2.7 Acciones
2.7.1 Acciones permanentes
2.7.2 Acciones variables
2.7.3 Acciones accidentales
2.8 Coeficientes de seguridad
2.8.1 Coeficientes de mayoración de las acciones, γ_F
2.8.2 Coeficientes de seguridad y combinación
2.9 Configuración del cálculo

3 ESFUERZOS EN ALZADO Y ACCIONES EN ZAPATA

3.1 Módulo 1
3.1.1 Sección 1 (x = 3.000 m)

4 ESTADO LÍMITE DE DESLIZAMIENTO

4.1 Módulo 1
4.1.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente
4.1.2 Situación persistente. Combinación característica
4.1.3 Situación accidental. Combinación sísmica
4.2 Resumen de verificaciones

5 ESTADO LÍMITE DE VUELCO

5.1 Módulo 1
5.1.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente
5.1.2 Situación persistente. Combinación característica
5.1.3 Situación accidental. Combinación sísmica
5.2 Resumen de verificaciones

6 ESTADO LÍMITE DE ESTABILIDAD GLOBAL

6.1 Módulo 1
6.1.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente
6.1.2 Situación persistente. Combinación característica
6.1.3 Situación accidental. Combinación sísmica
6.2 Resumen de verificaciones

7 ESTADO LÍMITE ÚLTIMO DE HUNDIMIENTO DEL TERRENO

7.1 Módulo 1
7.1.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente
7.1.2 Situación persistente. Combinación característica
7.1.3 Situación accidental. Combinación sísmica
7.2 Resumen de verificaciones

8 ESTADO LÍMITE ÚLTIMO DE ROTURA POR FLEXIÓN

8.1 Módulo 1
8.1.1 Alzado
8.1.1.1 Situación persistente. Combinación fundamental
8.1.1.2 Situación accidental. Combinación sísmica
8.1.1.3 Envolvente de armaduras
8.1.2 Zapata
8.1.2.1 Situación persistente. Combinación fundamental
8.1.2.2 Situación accidental. Combinación sísmica
8.1.2.3 Envolvente de armaduras
8.2 Resumen de verificaciones

9 ESTADO LÍMITE DE FISURACIÓN

9.1 Módulo 1
9.1.1 Alzado
9.1.1.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente
9.1.2 Zapata
9.1.2.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente
9.2 Resumen de verificaciones

10 ESTADO LÍMITE ÚLTIMO DE ROTURA POR CORTANTE

10.1 Módulo 1
10.1.1 Alzado
10.1.1.1 Situación persistente. Combinación fundamental
10.1.1.2 Situación accidental. Combinación sísmica
10.1.1.3 Envolvente de armaduras
10.1.2 Zapata
10.1.2.1 Situación persistente. Combinación fundamental
10.1.2.2 Situación accidental. Combinación sísmica
10.1.2.3 Envolvente de armaduras
10.2 Resumen de verificaciones

11 ESTADO LÍMITE DE DEFORMACIONES

11.1 Módulo 1
11.2 Resumen de verificaciones

12 VERIFICACIÓN DEL DESPIECE

1 RESUMEN DE VERIFICACIONES

Nombre del proyecto: *PRECÀLCUL DE LES ESTRUCTURES DEL PROJECTE D'OBRES BÀSIQUES D'URBANITZACIÓ DEL PLA DIRECTOR URBANÍSTIC DEL CENTRE DIRECCIONAL DE CERDANYOLA DEL VALLÈS*
Nombre de la estructura: *8. MUR MP7B*
Nombre del elemento estructural: *Mur*
Tipo de estructura: *Muro in situ*
Funcionalidad de la estructura: *Muro de contención*
Clase de estructura: *Canto variable*
Vida útil: *100 años*

Módulo 1		
Estado límite de deslizamiento zapata - terreno		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Situación accidental	Combinación sísmica	Cumple
Estado límite de vuelco rígido		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Situación accidental	Combinación sísmica	Cumple
Estado límite geotécnico último de hundimiento		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Situación accidental	Combinación sísmica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por flexión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Situación accidental	Combinación sísmica	Cumple
Estado límite estructural de servicio de fisuración		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por cortante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Situación accidental	Combinación sísmica	Cumple
Estado límite estructural de servicio de deformaciones		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple

Estado límite de estabilidad global		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Situación accidental	Combinación sísmica	Cumple
Obtención del despiece de la armadura		
Generación del armado	.	Cumple

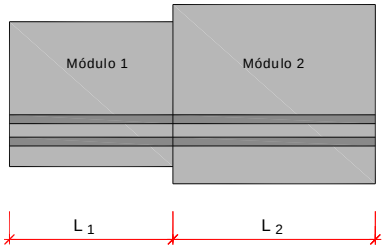
2 DEFINICIÓN DEL PROYECTO

2.1 Normativas

IAP. Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera. V. 2011
IAPF. Instrucción de Acciones a considerar en puentes de ferrocarril. V. 2007
Guía. Guía de cimentaciones. V. 2009
CTE. Código Técnico de la Edificación. V. 2006
EHE. Instrucción Española del Hormigón Estructural. V. 2008

2.2 Geometría

2.2.1 Planta del paramento

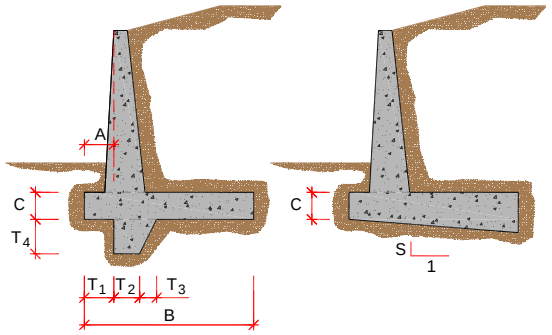


	Coordenadas Paramento				Longitud
	Punto inicial		Punto final		L
Módulo	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)	(m)
1	0.000	0.000	6.000	0.000	6.000

Ángulo inicial de la zapata con el paramento α_1 : 100.000 g
Ángulo final de la zapata con el paramento α_2 : 100.000 g

2.2.2 Zapata

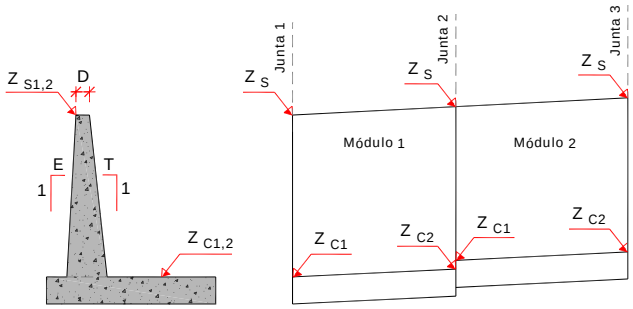
Dimensiones de la zapata



Módulo	A (m)	Ancho B (m)	Canto C (m)	Pendiente S
1	0.400	2.750	0.400	0.100

Espesor del hormigón de limpieza : 0.100 m

2.2.3 Alzado



Junta	Cota coronación Z_S (m)	Pendiente E (tanto por uno)	Canto coronación D (m)
1	5.050	0.000	0.400
2	5.050	0.000	0.400

Módulo	Cota zapata Z_{c1} (m)	Cota zapata Z_{c2} (m)	Pendiente trasdós T_1 (tanto por uno)	Pendiente trasdós T_2 (tanto por uno)
1	0.000	0.000	0.000	0.000

2.3 Materiales

2.3.1 Hormigón Alzado

Denominación: HA-30

Resistencia característica a compresión, f_{ck}	:	30.0	MPa
Resistencia media a compresión, f_{cm}	:	38.0	MPa
Resistencia característica a tracción, $f_{ct,k}$	:	-2.0	MPa
Resistencia media a tracción, $f_{ct,m}$	:	-2.9	MPa
Módulo elástico secante, E_{cm}	:	28576.8	MPa
Módulo elástico inicial (tangente), E_c	:	33577.7	MPa
Coeficiente de Poisson, ν	:	0.20	
Peso específico, γ	:	25.0	kN/m^3
Coeficiente del tipo de cemento, s	:	0.25	
Coeficiente de la naturaleza del árido, α	:	1.0	
Coeficiente de dilatación térmica, α	:	0.00001000	$^oC^{-1}$

Diagrama parábola-rectángulo:

Grado de la parábola, n	:	2.00
Deformación de rotura a compresión simple, ε_{c0}	:	0.00200
Deformación de rotura en flexión, ε_{cu}	:	0.00350
Deformación máxima en armadura traccionada, ε_s	:	-0.01000
Coeficiente de intensidad del bloque de compresión, k	:	1.00

Diagrama rectangular:

Coeficiente profundidad del bloque de compresión, λ	:	0.80
Coeficiente intensidad del bloque de compresión, η	:	1.00

Endurecimiento : Normal
Tipo de cemento para Alzado : CEM II/A-S (según RC-08).

2.3.2 Hormigón Zapata

Denominación: HA-30

Resistencia característica a compresión, f_{ck}	:	30.0	MPa
Resistencia media a compresión, f_{cm}	:	38.0	MPa
Resistencia característica a tracción, $f_{ct,k}$	:	-2.0	MPa
Resistencia media a tracción, $f_{ct,m}$	:	-2.9	MPa
Módulo elástico secante, E_{cm}	:	28576.8	MPa
Módulo elástico inicial (tangente), E_c	:	33577.7	MPa
Coeficiente de Poisson, ν	:	0.20	
Peso específico, γ	:	25.0	kN/m^3
Coeficiente del tipo de cemento, s	:	0.25	
Coeficiente de la naturaleza del árido, α	:	1.0	
Coeficiente de dilatación térmica, α	:	0.00001000	$^oC^{-1}$

Diagrama parábola-rectángulo:

Grado de la parábola, n	:	2.00
Deformación de rotura a compresión simple, ε_{c0}	:	0.00200
Deformación de rotura en flexión, ε_{cu}	:	0.00350
Deformación máxima en armadura traccionada, ε_s	:	-0.01000
Coeficiente de intensidad del bloque de compresión, k	:	1.00

Diagrama rectangular:

Coeficiente profundidad del bloque de compresión, λ	:	0.80
Coeficiente intensidad del bloque de compresión, η	:	1.00

Endurecimiento : Normal
Tipo de cemento para Zapata : CEM II/A-S (según RC-08).

2.3.3 Hormigón Capa de nivelación

Denominación: HM-15

Resistencia característica a compresión, f_{ck}	:	15.0	MPa

Tipo de cemento para Capa de nivelación : CEM I (según RC-08).

2.3.4 Armadura pasiva Alzado

Denominación: AP500 S

Límite elástico característico, f_{yk}	:	500	MPa
Tensión unitaria de rotura , f_s	:	550	MPa
Módulo de deformación longitudinal del acero, E_s	:	200000	MPa
Deformación última en compresión, $\varepsilon_{max,1}$	:	0.01000	
Deformación última en tracción, $\varepsilon_{max,2}$	:	-0.01000	
Densidad del acero, γ	:	77.0	kN/m^3

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_s	:	1.00
ELU, situación persistente, γ_s	:	1.15
ELU, situación accidental, γ_s	:	1.00

2.3.5 Armadura pasiva Zapata

Denominación: AP500 S

Límite elástico característico, f_{yk}	:	500	MPa
Tensión unitaria de rotura , f_s	:	550	MPa
Módulo de deformación longitudinal del acero, E_S	:	200000	MPa
Deformación última en compresión, $\varepsilon_{max,1}$	:	0.01000	
Deformación última en tracción, $\varepsilon_{max,2}$	:	-0.01000	
Densidad del acero, γ	:	77.0	kN/m^3

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_S	:	1.00
ELU, situación persistente, γ_S	:	1.15
ELU, situación accidental, γ_S	:	1.00

2.4 Recubrimientos geométricos

Alzado	:	40	mm
Zapata	:	40	mm

2.5 Fisuración

Alzado

Clase de exposición: IIa

Anchura de fisura admisible : 0.30 mm

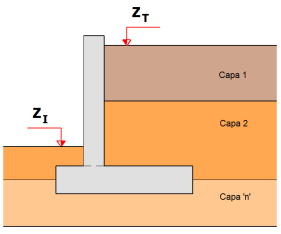
Zapata

Clase de exposición: IIa

Anchura de fisura admisible : 0.30 mm

2.6 Terreno

Definición de las cotas del terreno



Junta	Cota terreno en puntera Z_I (m)	Cota terreno trasdós Z_T (m)
1	0.000	4.850
2	0.000	4.800

Definición de parámetros geotécnicos de las capas del terreno

Capa	Nombre	Tipo	Cota inferior (m)	Densidad natural (kN/m^3)	Densidad saturada (kN/m^3)
1	REB	Granular	0.000	18.0	20.0
2	FONS	Granular	-10000.000	18.0	20.0

Capa	Nombre	Tipo	Ángulo de rozamiento (º)	Cohesión (kN/m^2)	Presión de hundimiento (kN/m^2)

1	REB	Granular	30.0	0.0	600.0
2	FONS	Granular	30.0	10.0	600.0

Definición de los parámetros contacto hormigón-terreno

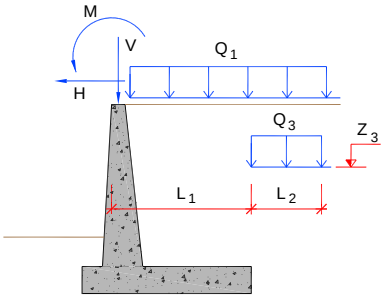
Capa	Nombre	Áng. roz. zapata-terreno (º)	Adherencia (kN/m^2)	Áng. roz. alzado-terreno (º)
1	REB	25.0	0.0	10.0
2	FONS	25.0	5.0	10.0

2.7 Acciones

2.7.1 Acciones permanentes

Empuje de tierras :

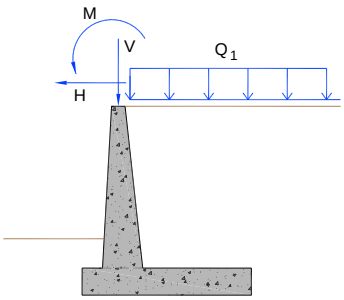
En el trasdós del muro se aplica el empuje activo.
No se considera la componente vertical del empuje activo en el contacto terreno-terreno.
No se considera el empuje pasivo en la puntera.



Acción en coronación del muro :

Carga vertical lineal en coronación, V	:	0.10	kN/m
Carga horizontal lineal en coronación, H	:	0.00	kN/m
Momento lineal en coronación, M	:	0.00	kNm/m

2.7.2 Acciones variables



Acción del tráfico

- Sobrecarga en trasdós :

Sobrecarga uniforme en trasdós, Q_1 : 10.00 kN/m^2

- Acción en coronación del muro :

Carga vertical lineal en coronación, V	:	0.00	kN/m
Carga horizontal lineal en coronación, H	:	1.60	kN/m
Momento lineal en coronación, M	:	1.92	kNm/m

2.7.3 Acciones accidentales

Sismo :

Definición del sismo

Definición de la acción sísmica :

Tipo de sismo : Sismo último de cálculo

Aceleración básica, a_b	:	0.392	m/s^2
Factor de importancia, γ_I	:	1.000	
Periodo de retorno	:	500	años
Coeficiente C del terreno	:	1.000	
Aceleración de cálculo	:	0.314	m/s^2

Parámetros sísmicos del empuje de tierras

Coeficiente sísmico horizontal :

$K_h = a_c / r \cdot g$

r : 2.000

Coeficiente sísmico vertical :

$K_v = K_h / \beta$

β : 2.000

Empujes sísmicos sobre estructuras de contención de tierras :

El agua intersticial vibra conjuntamente con el esqueleto sólido del suelo.

Combinaciones de sismo :

$SI_1 = 1.0 \cdot SI\_H + 0.3 \cdot SI\_V$

$SI_2 = 0.3 \cdot SI\_H + 1.0 \cdot SI\_V$

2.8 Coeficientes de seguridad

2.8.1 Coeficientes de mayoración de las acciones, γ_F

ESTADOS LÍMITE ESTRUCTURALES						
	Estado límite de Servicio		Estado límite Último			
			Situación Persistente		Situación Accidental	
	Coeficiente favorable	Coeficiente desfavorable	Coeficiente favorable	Coeficiente desfavorable	Coeficiente favorable	Coeficiente desfavorable
Peso propio muro	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Peso tierras trasdós	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Peso tierras puntera	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Empuje activo trasdós	1.00	1.00	1.00	1.50	1.00	1.00
Empuje pasivo puntera	1.00	1.00	1.00	1.50	1.00	1.00

Sobrecarga permanente trasdós. Empuje	1.00	1.00	1.00	1.50	1.00	1.00
Sobrecarga permanente trasdós. Acción vertical	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Carga permanente en coronación	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Carga permanente en faja. Empuje	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Carga permanente en faja. Acción vertical	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Sobrecarga de tráfico. Empuje	0.00	1.00	0.00	1.50	0.00	1.00
Sobrecarga de tráfico. Acción vertical	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Carga de tráfico en coronación	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Viento	0.00	1.00	0.00	1.50	0.00	1.00
Nivel freático	0.00	1.00	0.00	1.50	0.00	1.00
Sismo	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
Impacto	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00

ESTADOS LÍMITE GEOTÉCNICOS				
	Estado límite Último			
	Situación Persistente		Situación Accidental	
	Coeficiente favorable	Coeficiente desfavorable	Coeficiente favorable	Coeficiente desfavorable
Peso propio muro	1.00	1.00	1.00	1.00
Peso tierras trasdós	1.00	1.00	1.00	1.00
Peso tierras puntera	1.00	1.00	1.00	1.00
Empuje activo trasdós	1.00	1.00	1.00	1.00
Empuje pasivo puntera	1.00	1.00	1.00	1.00
Sobrecarga permanente trasdós. Empuje	1.00	1.00	1.00	1.00
Sobrecarga permanente trasdós. Acción vertical	1.00	1.00	1.00	1.00
Carga permanente en coronación	1.00	1.00	1.00	1.00
Carga permanente en faja. Empuje	1.00	1.00	1.00	1.00
Carga permanente en faja. Acción vertical	1.00	1.00	1.00	1.00
Sobrecarga de tráfico. Empuje	0.00	1.00	0.00	1.00
Sobrecarga de tráfico. Acción vertical	0.00	1.00	0.00	1.00
Carga de tráfico en coronación	0.00	1.00	0.00	1.00
Viento	0.00	1.00	0.00	1.00
Nivel freático	0.00	1.00	0.00	1.00
Sismo	0.00	0.00	1.00	1.00
Impacto	0.00	0.00	1.00	1.00

2.8.2 Coeficientes de seguridad y combinación

Coeficientes de combinación

	$\psi 0$	$\psi 1$	$\psi 2$
Sobrecarga de tráfico	1.00	1.00	1.00
Viento	0.60	0.20	0.00
Nivel freático	1.00	1.00	1.00

Movimientos admisibles

Desplazamiento máximo horizontal en coronación, U_x : 6 mm

Factores de seguridad. EL geotécnico de Hundimiento

Situación persistente. Combinación característica : 2.600
Situación persistente. Combinación cuasi permanente : 3.000
Situación accidental. Combinación sísmica : 2.200
Situación accidental. Combinación de impacto : 2.200

Factores de seguridad. EL geotécnico de Deslizamiento

Situación persistente. Combinación característica : 1.300

Situación persistente. Combinación cuasi permanente	:	1.500
Situación accidental. Combinación sísmica	:	1.100
Situación accidental. Combinación de impacto	:	1.100

Factores de seguridad. EL geotécnico de Vuelco rígido

Situación persistente. Combinación característica	:	1.800
Situación persistente. Combinación cuasi permanente	:	2.000
Situación accidental. Combinación sísmica	:	1.500
Situación accidental. Combinación de impacto	:	1.500

Factores de seguridad. EL geotécnico de Estabilidad global

Situación persistente. Combinación característica	:	1.300
Situación persistente. Combinación cuasi permanente	:	1.500
Situación accidental. Combinación sísmica	:	1.100
Situación accidental. Combinación de impacto	:	1.100

2.9 Configuración del cálculo

El cálculo de cada módulo se realiza considerando 1 sección transversal del muro.

Las verificaciones de deslizamiento, vuelco y estabilidad global se realizan en las secciones transversales definidas, obteniéndose a partir de ellas un coeficiente de seguridad global del módulo ponderando cada sección por su anchura contributiva.

Para la verificación del estado límite de hundimiento, el cálculo se realiza para cada sección transversal definida, adoptándose para la verificación la presión máxima de entre todas las secciones transversales.

Para la obtención de las armaduras de flexión, cortante y fisuración, se realiza el cálculo de las mismas en cada una de las secciones transversales definidas, adoptándose la armadura máxima de entre todas ellas.

Las secciones transversales consideradas en cada módulo son :

Sección transversal	s / L (tanto por uno)
1	0.500

s : Distancia de la sección transversal al inicio del módulo.
L : Longitud del módulo.

3 ESFUERZOS EN ALZADO Y ACCIONES EN ZAPATA

En este apartado se presentan los esfuerzos característicos (sin mayorar) correspondientes a cada acción. Así mismo, los parámetros geotécnicos utilizados corresponden también a los valores característicos.

3.1 Módulo 1

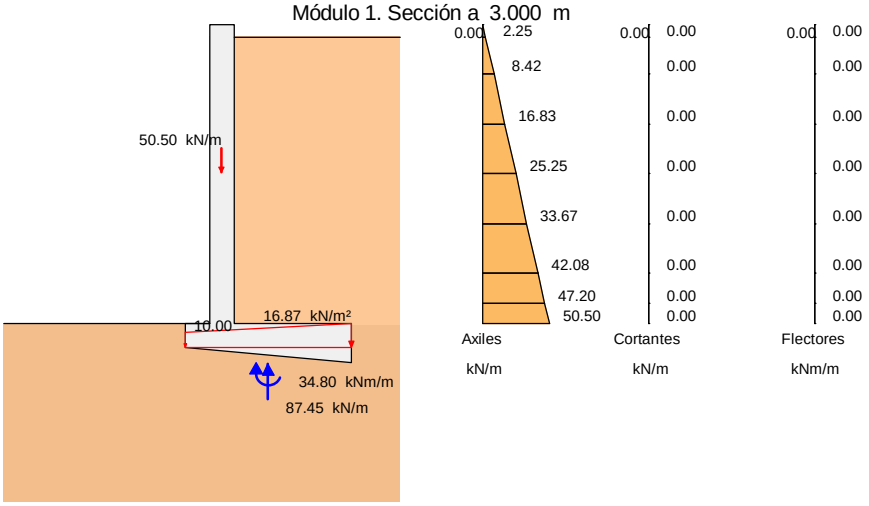
3.1.1 Sección 1 (x = 3.000 m)

Peso propio muro

Acciones en muro y esfuerzos en el alzado

Peso propio muro

Módulo 1. Sección a 3.000 m

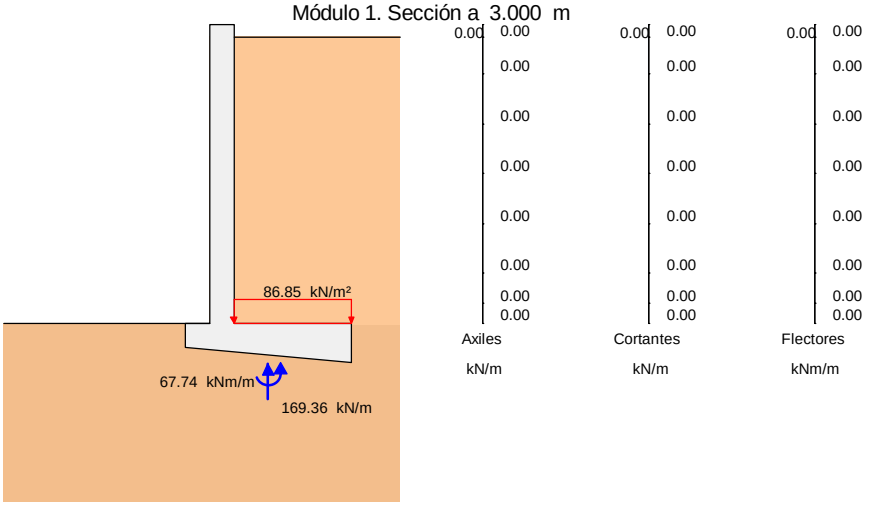


Peso tierras trasdós

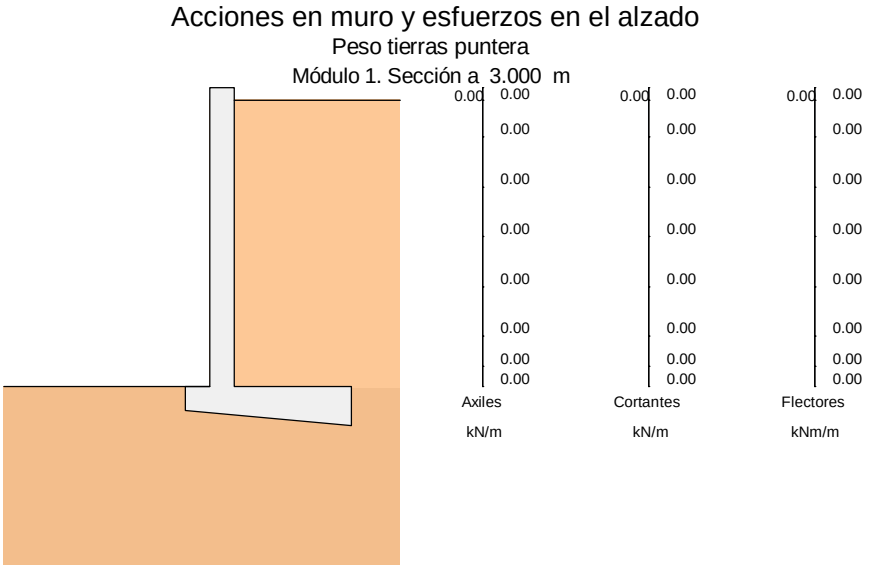
Acciones en muro y esfuerzos en el alzado

Peso tierras trasdós

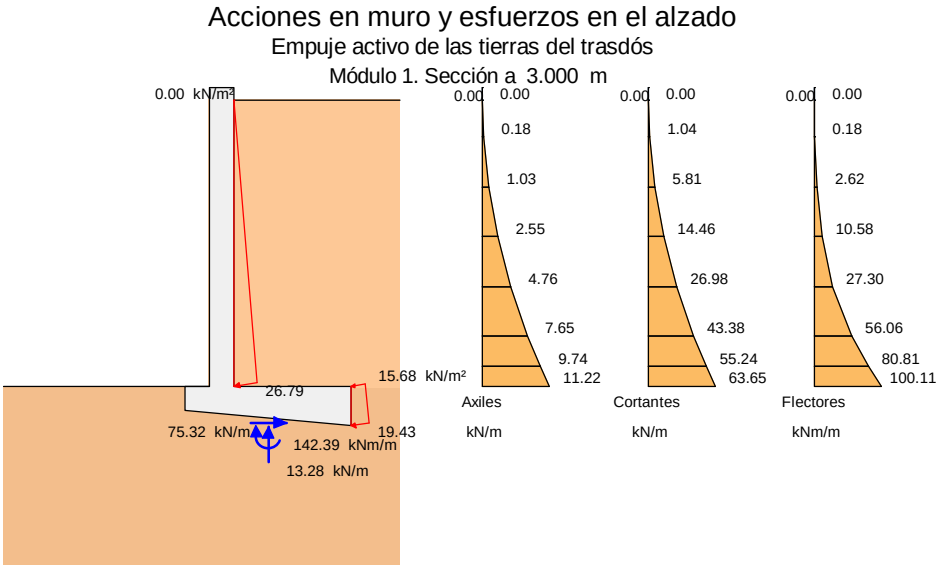
Módulo 1. Sección a 3.000 m



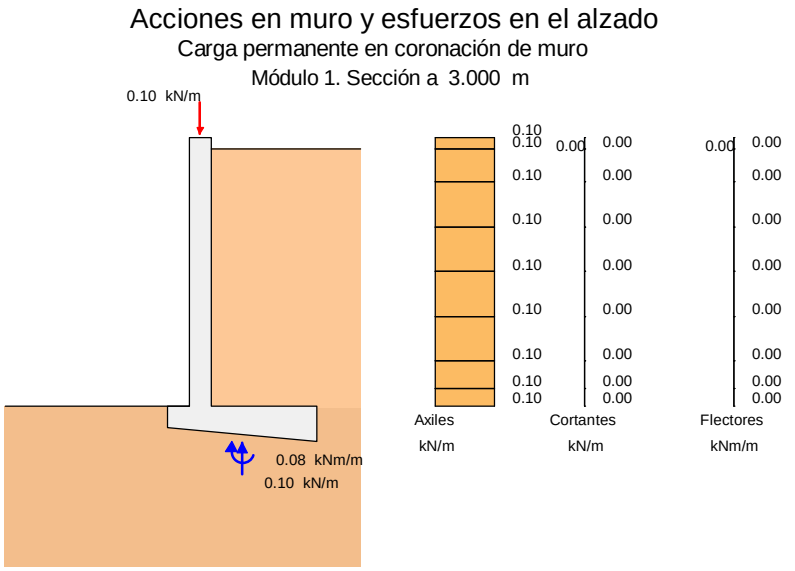
Peso tierras puntera



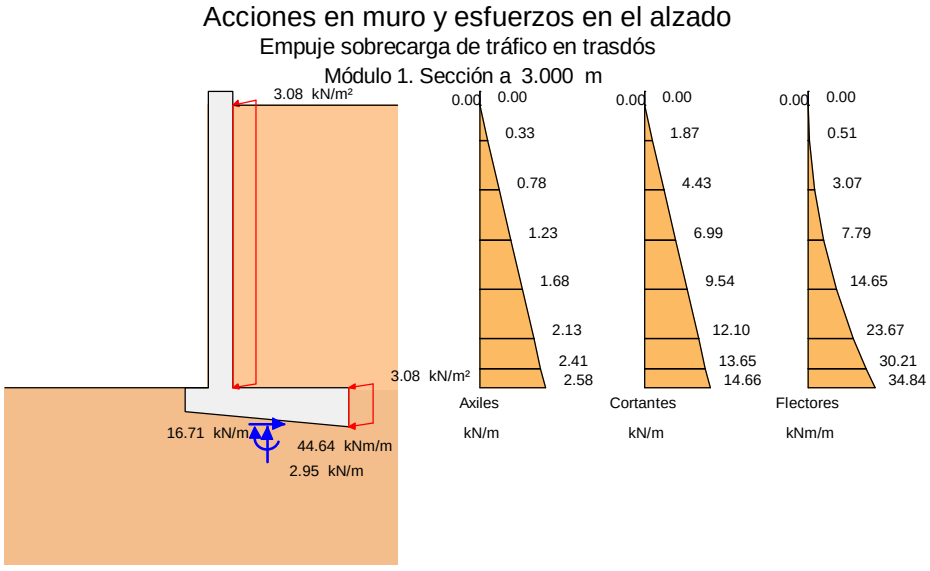
Empuje activo de las tierras del trasdós



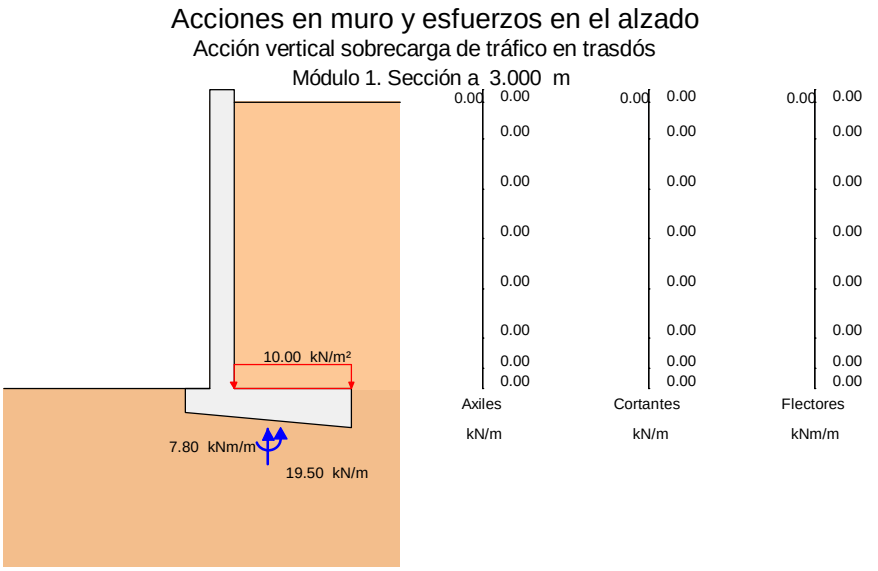
Carga permanente en coronación de muro



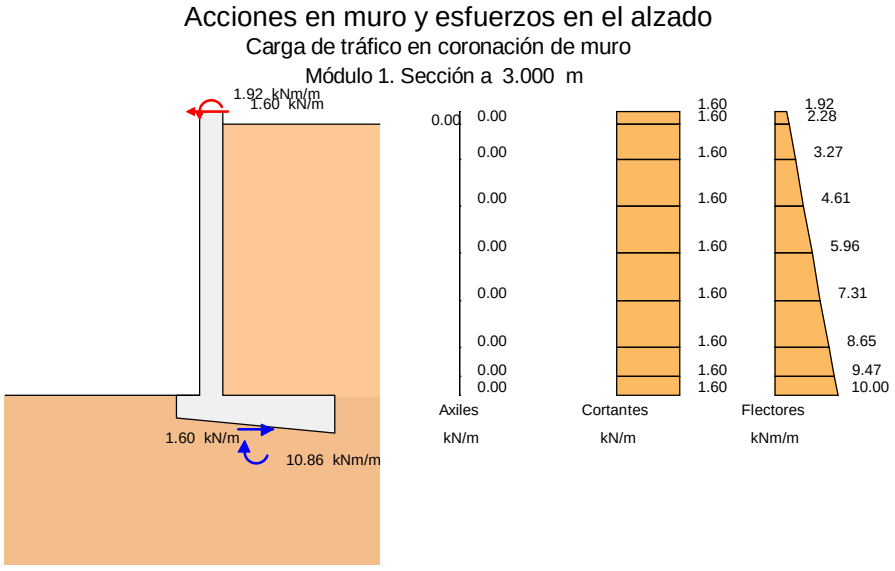
Empuje sobrecarga de tráfico en trasdós



Acción vertical sobrecarga de tráfico en trasdós



Carga de tráfico en coronación de muro

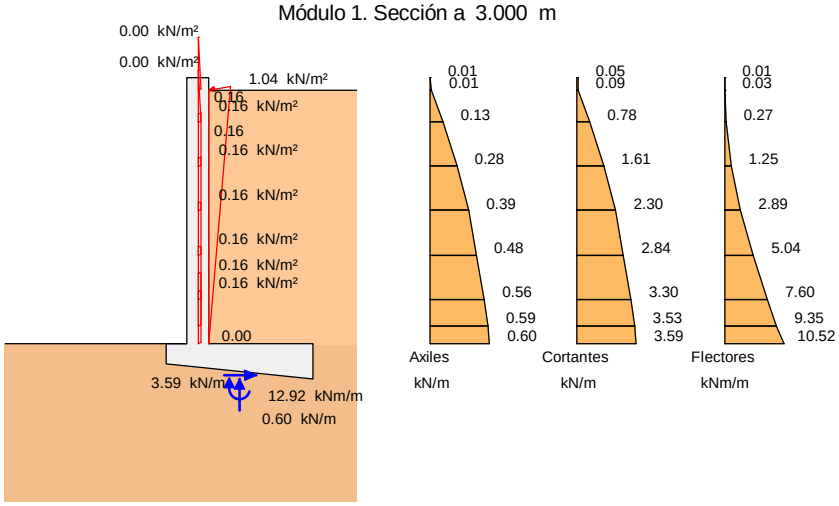


Sismo

Acciones en muro y esfuerzos en el alzado

Sismo. Combinación 1. Signo Kv positivo

Módulo 1. Sección a 3.000 m

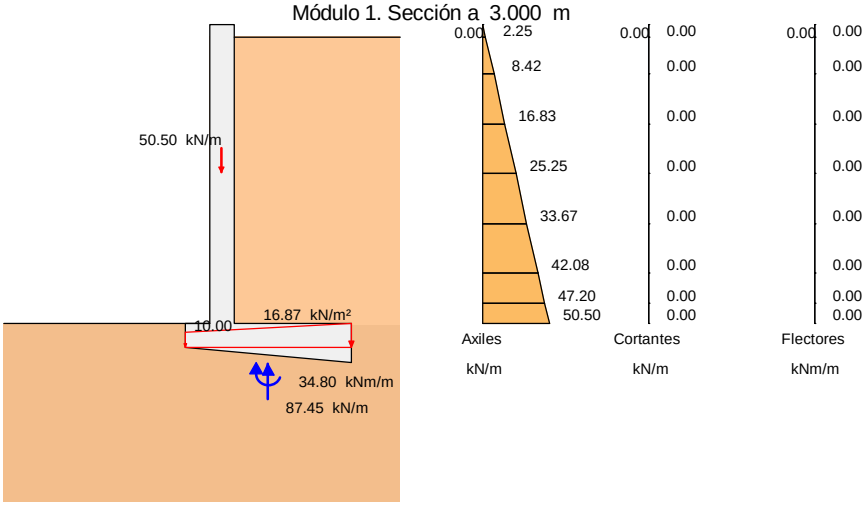


Sismo

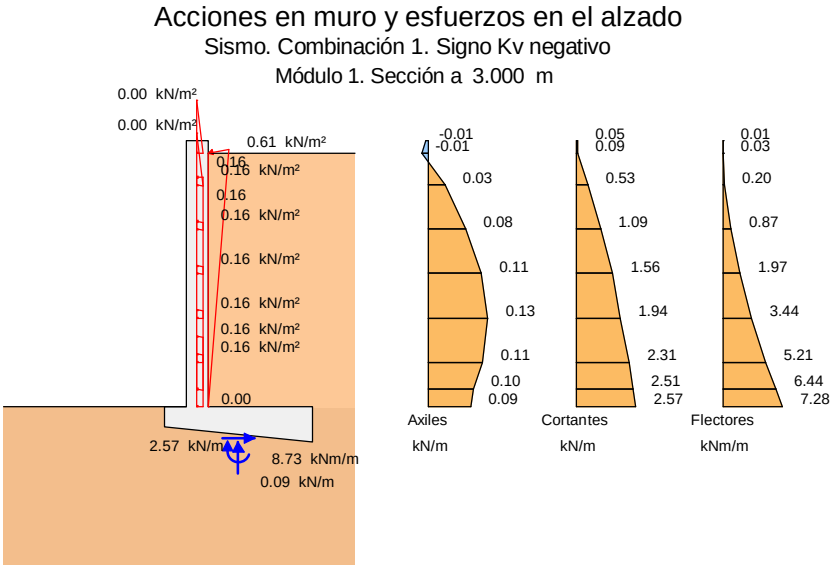
Acciones en muro y esfuerzos en el alzado

Sismo. Combinación 1. Signo Kv positivo

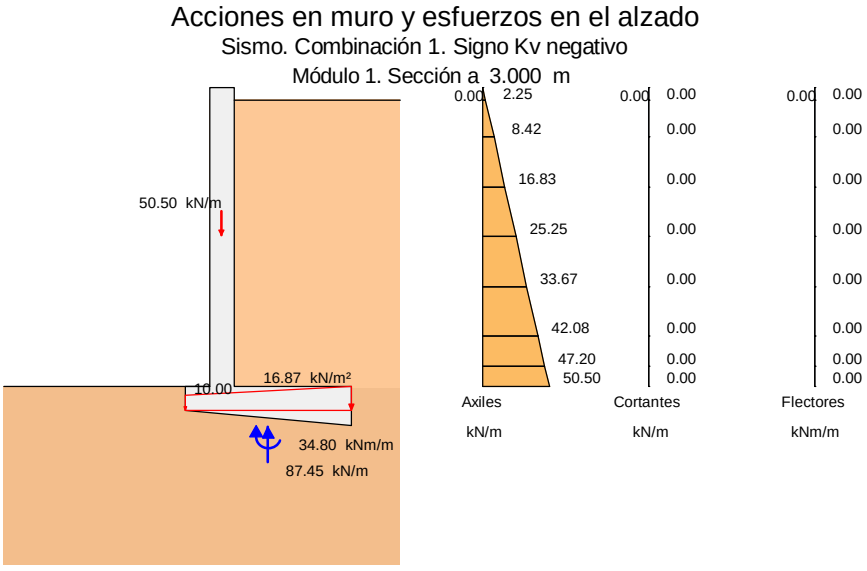
Módulo 1. Sección a 3.000 m



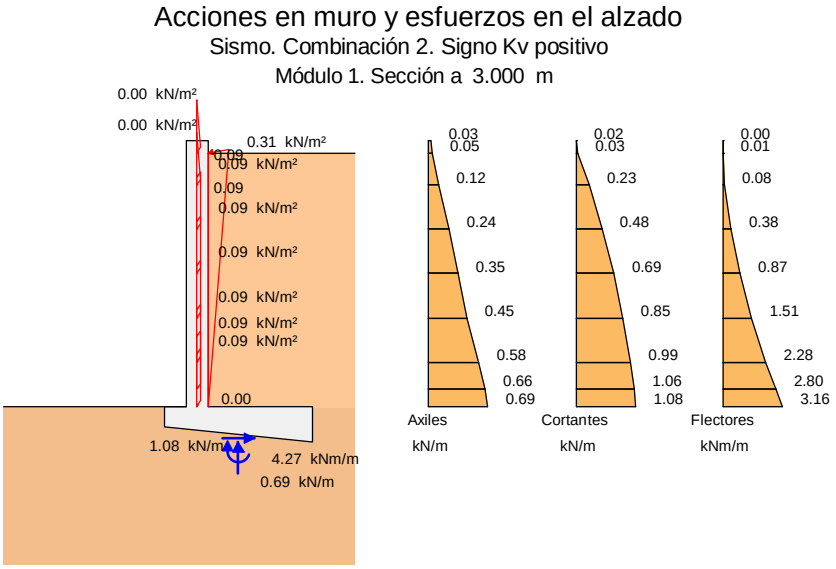
Sismo


Acciones en muro y esfuerzos en el alzado
Sismo. Combinación 1. Signo Kv negativo
Módulo 1. Sección a 3.000 m
0.00 kN/m²
0.00 kN/m²
0.61 kN/m²
0.16
0.16 kN/m²
0.16
0.16 kN/m²
0.16 kN/m²
0.16 kN/m²
0.16 kN/m²
0.16 kN/m²
0.00
2.57 kN/m²
8.73 kNm/m
0.09 kN/m
-0.01
-0.01
0.03
0.08
0.11
0.13
0.11
0.10
0.09
Axiles
kN/m
0.05
0.09
0.53
1.09
1.56
1.94
2.31
2.51
2.57
Cortantes
kN/m
0.01
0.03
0.20
0.87
1.97
3.44
5.21
6.44
7.28
Flectores
kNm/m

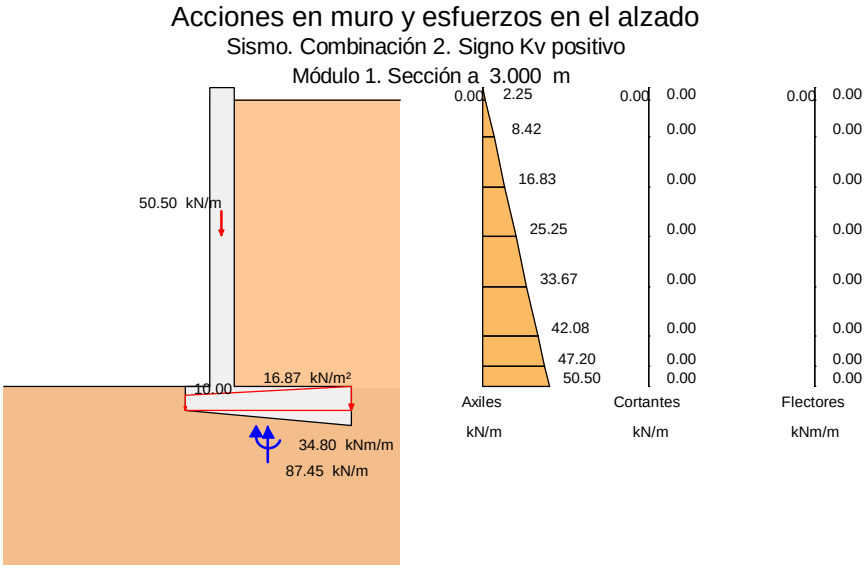
Sismo


Acciones en muro y esfuerzos en el alzado
Sismo. Combinación 1. Signo Kv negativo
Módulo 1. Sección a 3.000 m
50.50 kN/m
16.87 kN/m²
10.00
34.80 kNm/m
87.45 kN/m
0.00
2.25
8.42
16.83
25.25
33.67
42.08
47.20
50.50
Axiles
kN/m
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
Cortantes
kN/m
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
Flectores
kNm/m

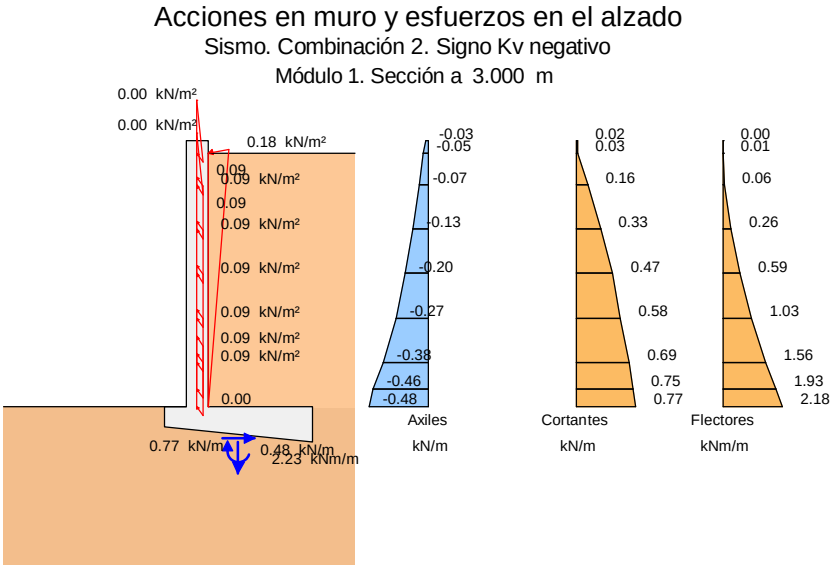
Sismo


Acciones en muro y esfuerzos en el alzado
Sismo. Combinación 2. Signo Kv positivo
Módulo 1. Sección a 3.000 m
0.00 kN/m²
0.00 kN/m²
0.31 kN/m²
0.09 kN/m²
0.09 kN/m²
0.09 kN/m²
0.09 kN/m²
0.09 kN/m²
0.09 kN/m²
0.09 kN/m²
0.00
1.08 kN/m
4.27 kNm/m
0.69 kN/m
0.03
0.05
0.12
0.24
0.35
0.45
0.58
0.66
0.69
Axiles
kN/m
0.02
0.03
0.23
0.48
0.69
0.85
0.99
1.06
1.08
Cortantes
kN/m
0.00
0.01
0.08
0.38
0.87
1.51
2.28
2.80
3.16
Flectores
kNm/m

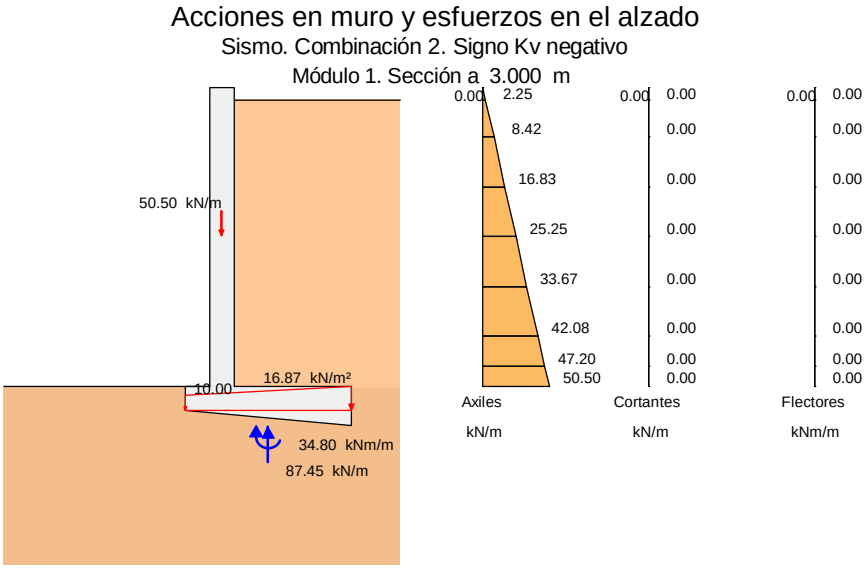
Sismo


Acciones en muro y esfuerzos en el alzado
Sismo. Combinación 2. Signo Kv positivo
Módulo 1. Sección a 3.000 m
50.50 kN/m
16.87 kN/m²
10.00
34.80 kNm/m
87.45 kN/m
0.00
2.25
8.42
16.83
25.25
33.67
42.08
47.20
50.50
Axiles
kN/m
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
Cortantes
kN/m
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
Flectores
kNm/m

Sismo



Sismo



4 ESTADO LÍMITE DE DESLIZAMIENTO

4.1 Módulo 1

4.1.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente

Acción	F normal (kN)	F roz. (kN)	F horiz. estab. (kN)	F desest. (kN)
Peso propio muro	522.1	243.5	52.2	0.0
Peso tierras trasdós	1011.1	471.5	101.1	0.0
Peso tierras puntera	0.0	0.0	0.0	0.0
Empuje activo trasdós	61.0	28.4	0.0	485.4
Carga permanente en coronación	0.6	0.3	0.1	0.0

Sobrecarga de tráfico. Empuje	13.0	6.1	0.0	108.0
Sobrecarga de tráfico. Acción vertical	0.0	0.0	0.0	0.0
Carga de tráfico en coronación	1.0	0.4	0.0	9.6
Sismo	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	1608.7	750.2	153.4	603.0

Fuerza estabilizadora:

Fuerza de rozamiento	:	750.2 kN
Fuerza horizontal estabilizadora	:	153.4 kN
Adherencia	:	42.1 kN
Total	:	945.6 kN

Fuerza desestabilizadora : 603.0 kN

Factor de seguridad : 1.568
Factor de seguridad admisible : 1.500

FS = 1.568 > $FS_{admisible}$ = 1.500 -> Cumple a deslizamiento.

4.1.2 Situación persistente. Combinación característica

Acción	F normal (kN)	F roz. (kN)	F horiz. estab. (kN)	F desest. (kN)
Peso propio muro	522.1	243.5	52.2	0.0
Peso tierras trasdós	1011.1	471.5	101.1	0.0
Peso tierras puntera	0.0	0.0	0.0	0.0
Empuje activo trasdós	61.0	28.4	0.0	485.4
Carga permanente en coronación	0.6	0.3	0.1	0.0
Sobrecarga de tráfico. Empuje	13.0	6.1	0.0	108.0
Sobrecarga de tráfico. Acción vertical	0.0	0.0	0.0	0.0
Carga de tráfico en coronación	1.0	0.4	0.0	9.6
Sismo	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	1608.7	750.2	153.4	603.0

Fuerza estabilizadora:

Fuerza de rozamiento	:	750.2 kN
Fuerza horizontal estabilizadora	:	153.4 kN
Adherencia	:	42.1 kN
Total	:	945.6 kN

Fuerza desestabilizadora : 603.0 kN

Factor de seguridad : 1.568
Factor de seguridad admisible : 1.300

FS = 1.568 > $FS_{admisible}$ = 1.300 -> Cumple a deslizamiento.

4.1.3 Situación accidental. Combinación sísmica

Acción	F normal (kN)	F roz. (kN)	F horiz. estab. (kN)	F desest. (kN)
Peso propio muro	522.1	243.5	52.2	0.0
Peso tierras trasdós	1011.1	471.5	101.1	0.0
Peso tierras puntera	0.0	0.0	0.0	0.0
Empuje activo trasdós	61.0	28.4	0.0	485.4
Carga permanente en coronación	0.6	0.3	0.1	0.0
Sobrecarga de tráfico. Empuje	13.0	6.1	0.0	108.0
Sobrecarga de tráfico. Acción vertical	0.0	0.0	0.0	0.0
Carga de tráfico en coronación	1.0	0.4	0.0	9.6
Sismo	8.1	3.8	0.0	43.7
Total	1616.8	753.9	153.4	646.8

Fuerza estabilizadora:

Fuerza de rozamiento	:	753.9 kN
Fuerza horizontal estabilizadora	:	153.4 kN

Adherencia	:	37.1 kN
Total	:	944.4 kN

Fuerza desestabilizadora	:	646.8 kN

Factor de seguridad	:	1.460
Factor de seguridad admisible	:	1.100

FS = 1.460 > $FS_{admisible}$ = 1.100 -> Cumple a deslizamiento.

4.2 Resumen de verificaciones

Módulo 1. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación

Módulo 1. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación

Módulo 1. Situación accidental. Combinación sísmica. Verifica la comprobación

5 ESTADO LÍMITE DE VUELCO

5.1 Módulo 1

5.1.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente

Acción	M estab. (kNm)	M desest. (kNm)
Peso propio muro	512.7	0.0
Peso tierras trasdós	1803.7	0.0
Peso tierras puntera	0.0	0.0
Empuje activo trasdós	0.0	811.2
Carga permanente en coronación	0.4	0.0
Sobrecarga de tráfico. Empuje	0.0	266.2
Sobrecarga de tráfico. Acción vertical	0.0	0.0
Carga de tráfico en coronación	0.0	63.8
Sismo	0.0	0.0
Total	2316.7	1141.2

Momento estabilizador	:	2316.7 kNm
Momento desestabilizador	:	1141.2 kNm

Factor de seguridad	:	2.030
Factor de seguridad admisible	:	2.000

FS = 2.030 > FSadm = 2.000 -> Cumple a vuelco.

5.1.2 Situación persistente. Combinación característica

Acción	M estab. (kNm)	M desest. (kNm)
Peso propio muro	512.7	0.0
Peso tierras trasdós	1803.7	0.0
Peso tierras puntera	0.0	0.0
Empuje activo trasdós	0.0	811.2
Carga permanente en coronación	0.4	0.0
Sobrecarga de tráfico. Empuje	0.0	266.2
Sobrecarga de tráfico. Acción vertical	0.0	0.0
Carga de tráfico en coronación	0.0	63.8
Sismo	0.0	0.0
Total	2316.7	1141.2

Momento estabilizador	:	2316.7 kNm
Momento desestabilizador	:	1141.2 kNm

Factor de seguridad	:	2.030
Factor de seguridad admisible	:	1.800

FS = 2.030 > FSadm = 1.800 -> Cumple a vuelco.

5.1.3 Situación accidental. Combinación sísmica

Acción	M estab. (kNm)	M desest. (kNm)
Peso propio muro	512.7	0.0
Peso tierras trasdós	1803.7	0.0
Peso tierras puntera	0.0	0.0
Empuje activo trasdós	0.0	811.2
Carga permanente en coronación	0.4	0.0
Sobrecarga de tráfico. Empuje	0.0	266.2
Sobrecarga de tráfico. Acción vertical	0.0	0.0
Carga de tráfico en coronación	0.0	63.8
Sismo	0.0	121.5
Total	2316.7	1262.7

Momento estabilizador	:	2316.7 kNm
Momento desestabilizador	:	1262.7 kNm

Factor de seguridad	:	1.835
Factor de seguridad admisible	:	1.500

FS = 1.835 > FSadm = 1.500 -> Cumple a vuelco.

5.2 Resumen de verificaciones

Módulo 1. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación

Módulo 1. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación

Módulo 1. Situación accidental. Combinación sísmica. Verifica la comprobación

6 ESTADO LÍMITE DE ESTABILIDAD GLOBAL

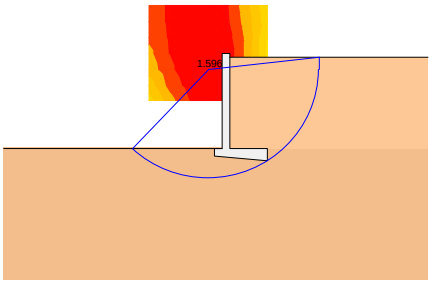
El cálculo a estabilidad global se realiza con el método aproximado de Fellenius, considerando únicamente superficies de rotura circulares y con distribuciones de presiones intersticiales hidrostáticas (con variación lineal entre la zarpa delantera y la trasera).

El proyectista deberá valorar la verificación de la estabilidad global con métodos más precisos en función de la geometría, la estratificación y el flujo de agua.

6.1 Módulo 1

6.1.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente

Estabilidad global
Situación persistente. Combinación cuasi permanente
Módulo 1



Factores de seguridad:

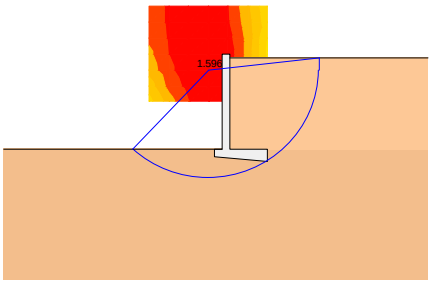
1.596 a	1.856
1.856 a	2.116
2.116 a	2.377
2.377 a	2.637
2.637 a	2.897
2.897 a	3.157
3.157 a	3.418
3.418 a	3.678

Factor de seguridad	:	1.596
Factor de seguridad admisible	:	1.500

FS = 1.596 > FSadm = 1.500 -> Cumple a estabilidad global.

6.1.2 Situación persistente. Combinación característica

Estabilidad global
Situación persistente. Combinación característica
Módulo 1



Factores de seguridad:

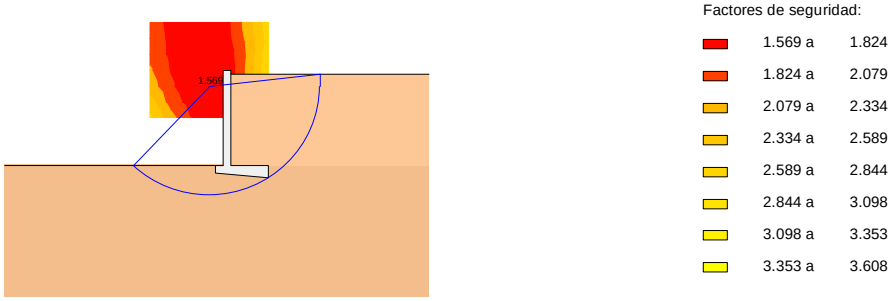
1.596 a	1.856
1.856 a	2.116
2.116 a	2.377
2.377 a	2.637
2.637 a	2.897
2.897 a	3.157
3.157 a	3.418
3.418 a	3.678

Factor de seguridad	:	1.596
Factor de seguridad admisible	:	1.300

FS = 1.596 > FSadm = 1.300 -> Cumple a estabilidad global.

6.1.3 Situación accidental. Combinación sísmica

Estabilidad global
Situación accidental. Combinación sísmica
Módulo 1



Factor de seguridad	:	1.569
Factor de seguridad admisible	:	1.100

FS = 1.569 > FSadm = 1.100 -> Cumple a estabilidad global.

6.2 Resumen de verificaciones

Módulo 1. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación

Módulo 1. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación

Módulo 1. Situación accidental. Combinación sísmica. Verifica la comprobación

7 ESTADO LÍMITE ÚLTIMO DE HUNDIMIENTO DEL TERRENO

Para el cálculo de las presiones en el terreno se ha considerado una ley de distribución uniforme (método de la zapata equivalente).

7.1 Módulo 1

7.1.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente

Esfuerzos en la base de la zapata:

Sección	Resultante en la base de la zapata		
x (m)	N (kN/m)	H (kN/m)	M (kNm/m)
3.000	278.83	101.25	166.79

N: Resultante de las fuerzas verticales en el centro de la base de la zapata.
H: Resultante de las fuerzas horizontales en el centro de la base de la zapata.
M: Momento resultante respecto al centro de la base de la zapata.
Los esfuerzos N, H, M corresponden a la hipótesis que genera la presión máxima en el terreno.

Distribución de presiones:

Sección	Distribución de presión máxima			
x (m)	σ_1 (kN/m^2)	σ_2 (kN/m^2)	b (m)	Tipo
3.000	179.47	179.47	1.554	Uniforme

Comprobación a hundimiento:

Presión máxima	:	179.47	kN/m2
Presión de hundimiento	:	600.00	kN/m2
Factor de seguridad mínimo	:	3.343	
Factor de seguridad admisible	:	3.000	

FS = 3.343 > FSadm = 3.000 -> Cumple a hundimiento.

7.1.2 Situación persistente. Combinación característica

Esfuerzos en la base de la zapata:

Sección	Resultante en la base de la zapata		
x	N	H	M
(m)	(kN/m)	(kN/m)	(kNm/m)
3.000	278.83	101.25	166.79

N: Resultante de las fuerzas verticales en el centro de la base de la zapata.
H: Resultante de las fuerzas horizontales en el centro de la base de la zapata.
M: Momento resultante respecto al centro de la base de la zapata.
Los esfuerzos N, H, M corresponden a la hipótesis que genera la presión máxima en el terreno.

Distribución de presiones:

Sección	Distribución de presión máxima			
x	σ_1	σ_2	b	Tipo
(m)	(kN/m2)	(kN/m2)	(m)	
3.000	179.47	179.47	1.554	Uniforme

Comprobación a hundimiento:

Presión máxima	:	179.47	kN/m2
Presión de hundimiento	:	600.00	kN/m2
Factor de seguridad mínimo	:	3.343	
Factor de seguridad admisible	:	2.600	

FS = 3.343 > FSadm = 2.600 -> Cumple a hundimiento.

7.1.3 Situación accidental. Combinación sísmica

Esfuerzos en la base de la zapata:

Sección	Resultante en la base de la zapata		
x	N	H	M
(m)	(kN/m)	(kN/m)	(kNm/m)
3.000	279.45	108.63	188.91

N: Resultante de las fuerzas verticales en el centro de la base de la zapata.
H: Resultante de las fuerzas horizontales en el centro de la base de la zapata.
M: Momento resultante respecto al centro de la base de la zapata.
Los esfuerzos N, H, M corresponden a la hipótesis que genera la presión máxima en el terreno.

Distribución de presiones:

Sección	Distribución de presión máxima			
x	σ_1	σ_2	b	Tipo
(m)	(kN/m2)	(kN/m2)	(m)	
3.000	199.89	199.89	1.398	Uniforme

Comprobación a hundimiento:

Presión máxima	:	199.89	kN/m2
Presión de hundimiento	:	600.00	kN/m2

Factor de seguridad mínimo	:	3.002
Factor de seguridad admisible	:	2.200

FS = 3.002 > FSadm = 2.200 -> Cumple a hundimiento.

7.2 Resumen de verificaciones

Módulo 1. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación

Módulo 1. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación

Módulo 1. Situación accidental. Combinación sísmica. Verifica la comprobación

8 ESTADO LÍMITE ÚLTIMO DE ROTURA POR FLEXIÓN

8.1 Módulo 1

8.1.1 Alzado

8.1.1.1 Situación persistente. Combinación fundamental

Sección 1 (x = 3.000 m)

	Envolvente de esfuerzos			
	Axiles		Flectores	
Altura sobre zapata (m)	$N_{d\ max}^{+}$ (kN/m)	$N_{d\ max}^{-}$ (kN/m)	$M_{d\ max}^{+}$ (kNm/m)	$M_{d\ max}^{-}$ (kNm/m)
5.050	0.1	0.1	2.6	-0.0
4.825	3.2	2.4	3.1	-0.0
4.208	12.3	8.7	5.4	0.2
3.367	25.6	18.0	14.8	2.6
2.525	39.9	27.9	35.6	10.6
1.683	55.2	38.5	72.8	27.3
0.842	71.6	49.8	131.3	56.1
0.330	82.1	57.0	179.3	80.8
0.000	89.0	61.8	215.9	100.1

	Armadura vertical interior (lado tierras)				
	Esfuerzos armadura máxima		Armadura interior		
Altura sobre zapata (m)	N_d (kN/m)	M_d (kNm/m)	$A_{s\ cálculo}$ (cm^2/m)	$A_{s\ mecánica}$ (cm^2/m)	$A_{s\ geométrica}$ (cm^2/m)
5.050	0.1	2.6	0.2	6.5	3.6
4.825	2.4	3.1	0.2	6.5	3.6
4.208	9.3	5.4	0.3	6.5	3.6
3.367	19.6	14.8	0.8	6.5	3.6
2.525	31.0	35.6	2.1	6.5	3.6
1.683	43.4	72.8	4.6	6.6	3.6
0.842	56.9	131.3	8.7	6.7	3.6
0.330	65.5	179.3	12.2	6.8	3.6
0.000	71.3	215.9	15.0	6.8	3.6

	Armadura vertical exterior (lado visto)				
	Esfuerzos armadura máxima		Armadura exterior		
Altura sobre zapata (m)	N_d (kN/m)	M_d (kNm/m)	$A_{s\ cálculo}$ (cm^2/m)	$A_{s\ mecánica}$ (cm^2/m)	$A_{s\ geométrica}$ (cm^2/m)
5.050	0.1	0.0	0.0	0.0	1.1

4.825	3.2	0.0	0.0	0.0	1.1
4.208	12.3	1.0	0.0	0.0	1.1
3.367	25.6	8.5	0.0	0.0	1.1
2.525	39.9	27.5	0.0	0.0	1.1
1.683	55.2	62.9	0.0	0.0	1.1
0.842	71.6	119.6	0.0	0.0	1.1
0.330	82.1	166.5	0.0	0.0	1.1
0.000	89.0	202.4	0.0	0.0	1.1

8.1.1.2 Situación accidental. Combinación sísmica

Sección 1 (x = 3.000 m)

	Envolvente de esfuerzos			
	Axiles		Flectores	
Altura sobre zapata (m)	$N_{d\,max}^{+}$ (kN/m)	$N_{d\,max}^{-}$ (kN/m)	$M_{d\,max}^{+}$ (kNm/m)	$M_{d\,max}^{-}$ (kNm/m)
5.050	0.1	0.1	1.9	0.0
4.825	2.3	2.3	2.3	0.0
4.208	9.0	8.6	4.0	0.2
3.367	18.6	17.8	10.6	2.9
2.525	28.9	27.7	24.9	11.2
1.683	39.9	38.3	50.3	28.3
0.842	51.6	49.5	89.9	57.6
0.330	59.0	56.6	122.4	82.7
0.000	63.9	61.3	147.1	102.3

	Armadura vertical interior (lado tierras)				
	Esfuerzos armadura máxima		Armadura interior		
Altura sobre zapata (m)	N_d (kN/m)	M_d (kNm/m)	$A_{s\,cálculo}$ (cm^2/m)	$A_{s\,mecánica}$ (cm^2/m)	$A_{s\,geométrica}$ (cm^2/m)
5.050	0.1	1.9	0.1	5.6	3.6
4.825	2.3	2.3	0.1	5.6	3.6
4.208	9.0	4.0	0.1	5.6	3.6
3.367	18.6	10.6	0.4	5.6	3.6
2.525	28.9	24.9	1.2	5.6	3.6
1.683	39.9	50.3	2.6	5.7	3.6
0.842	51.6	89.9	4.9	5.7	3.6
0.330	59.0	122.4	6.9	5.8	3.6
0.000	63.9	147.1	8.5	5.8	3.6

	Armadura vertical exterior (lado visto)				
	Esfuerzos armadura máxima		Armadura exterior		
Altura sobre zapata (m)	N_d (kN/m)	M_d (kNm/m)	$A_{s\,cálculo}$ (cm^2/m)	$A_{s\,mecánica}$ (cm^2/m)	$A_{s\,geométrica}$ (cm^2/m)
5.050	0.1	0.0	0.0	0.0	1.1
4.825	2.3	0.0	0.0	0.0	1.1
4.208	9.0	0.7	0.0	0.0	1.1
3.367	18.6	6.0	0.0	0.0	1.1
2.525	28.9	19.0	0.0	0.0	1.1
1.683	39.9	43.0	0.0	0.0	1.1
0.842	51.6	81.3	0.0	0.0	1.1
0.330	59.0	112.9	0.0	0.0	1.1
0.000	63.9	137.1	0.0	0.0	1.1

8.1.1.3 Envolvente de armaduras

Altura sobre zapata (m)	Armadura interior (cm^2/m)	Armadura exterior (cm^2/m)
5.050	6.5	1.1
4.825	6.5	1.1

4.208	6.5	1.1
3.367	6.5	1.1
2.525	6.5	1.1
1.683	6.6	1.1
0.842	8.7	1.1
0.330	12.2	1.1
0.000	15.0	1.1

8.1.2 Zapata

8.1.2.1 Situación persistente. Combinación fundamental

Sección 1 (x = 3.000 m)

	Armadura inferior				
Distancia a puntera (m)	Zarpa	$M_{d\ max}^{+}$ (kNm/m)	A_{s} cálculo (cm^2/m)	A_{s} mecánica (cm^2/m)	A_{s} geométrica (cm^2/m)
0.092	Delantera	1.3	0.1	0.1	3.7
0.184	Delantera	5.2	0.3	0.5	3.8
0.276	Delantera	11.7	0.8	1.1	3.8
0.368	Delantera	20.8	1.3	1.9	3.9
0.460	Delantera	32.5	2.0	2.8	4.0
0.740	Trasera	0.0	0.0	0.0	4.3
1.142	Trasera	0.0	0.0	0.0	4.6
1.544	Trasera	0.0	0.0	0.0	5.0
1.946	Trasera	0.0	0.0	0.0	5.4
2.348	Trasera	0.0	0.0	0.0	5.7

	Armadura superior				
Distancia a puntera (m)	Zarpa	$M_{d\ max}^{-}$ (kNm/m)	A_{s} cálculo (cm^2/m)	A_{s} mecánica (cm^2/m)	A_{s} geométrica (cm^2/m)
0.092	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0
0.184	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0
0.276	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0
0.368	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0
0.460	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0
0.740	Trasera	-230.3	13.6	7.2	4.3
1.142	Trasera	-181.5	9.6	7.3	4.6
1.544	Trasera	-115.0	5.5	6.9	5.0
1.946	Trasera	-52.2	2.3	3.2	5.4
2.348	Trasera	-13.8	0.6	0.8	5.7

8.1.2.2 Situación accidental. Combinación sísmica

Sección 1 (x = 3.000 m)

	Armadura inferior				
Distancia a puntera (m)	Zarpa	$M_{d\ max}^{+}$ (kNm/m)	A_{s} cálculo (cm^2/m)	A_{s} mecánica (cm^2/m)	A_{s} geométrica (cm^2/m)
0.092	Delantera	0.8	0.0	0.1	3.7
0.184	Delantera	3.0	0.2	0.3	3.8
0.276	Delantera	6.8	0.4	0.6	3.8
0.368	Delantera	12.1	0.7	1.0	3.9
0.460	Delantera	18.9	1.0	1.5	4.0
0.740	Trasera	0.0	0.0	0.0	4.3
1.142	Trasera	0.0	0.0	0.0	4.6
1.544	Trasera	0.0	0.0	0.0	5.0
1.946	Trasera	0.0	0.0	0.0	5.4
2.348	Trasera	0.0	0.0	0.0	5.7

	Armadura superior				
Distancia a puntera (m)	Zarpa	$M_{d\ max}^-$ (kNm/m)	$A_{s\ cálculo}$ (cm^2/m)	$A_{s\ mecánica}$ (cm^2/m)	$A_{s\ geométrica}$ (cm^2/m)
0.092	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0
0.184	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0
0.276	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0
0.368	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0
0.460	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0
0.740	Trasera	-164.5	8.3	6.2	4.3
1.142	Trasera	-130.7	6.0	6.3	4.6
1.544	Trasera	-84.7	3.5	4.7	5.0
1.946	Trasera	-38.5	1.5	2.1	5.4
2.348	Trasera	-10.1	0.4	0.5	5.7

8.1.2.3 Envolvente de armaduras

Distancia a puntera (m)	Zarpa	Armadura inferior (cm^2/m)	Armadura superior (cm^2/m)
0.092	Delantera	3.7	0.0
0.184	Delantera	3.8	0.0
0.276	Delantera	3.8	0.0
0.368	Delantera	3.9	0.0
0.460	Delantera	4.0	0.0
0.740	Trasera	4.3	13.6
1.142	Trasera	4.6	9.6
1.544	Trasera	5.0	6.9
1.946	Trasera	5.4	5.4
2.348	Trasera	5.7	5.7

8.2 Resumen de verificaciones

Módulo 1. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación

Módulo 1. Situación accidental. Combinación sísmica. Verifica la comprobación

9 ESTADO LÍMITE DE FISURACIÓN

M_k: Flector máximo. Situación persistente. Combinación cuasi permanente.
N_k: Axil concomitante. Situación persistente. Combinación cuasi permanente.
w_k: Abertura de fisura.
w_{adm}: Abertura de fisura admisible.

9.1 Módulo 1

9.1.1 Alzado

9.1.1.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente

Armadura vertical interior del alzado. Posiciones J y K.

Altura sobre zapata (m)	Armadura	N_k (kN/m)	M_k (kNm/m)	W_k (mm)	W_{adm} (mm)
5.050	Ø20/0.300 m	0.10	1.92	0.00	0.30
4.825	Ø20/0.300 m	2.35	2.28	0.00	0.30
4.208	Ø20/0.300 m	9.03	3.95	0.01	0.30
3.367	Ø20/0.300 m	18.74	10.31	0.02	0.30
2.525	Ø20/0.300 m	29.13	24.32	0.05	0.30

1.683	Ø20/0.300 m	40.21	49.26	0.11	0.30
0.842	Ø20/0.300 m	51.97	88.39	0.07	0.30
0.330	Ø20/0.300 + Ø20/0.300 m	59.45	120.49	0.15	0.30
0.000	Ø20/0.300 + Ø20/0.300 m	64.41	144.96	0.22	0.30

Armadura vertical exterior del alzado. Posición M.

Altura sobre zapata (m)	Armadura	N_k (kN/m)	M_k (kNm/m)	W_k (mm)	W_{adm} (mm)
5.050	Ø12/0.300 m	0.10	0.00	0.00	0.30
4.825	Ø12/0.300 m	2.35	0.00	0.00	0.30
4.208	Ø12/0.300 m	8.70	0.18	0.00	0.30
3.367	Ø12/0.300 m	17.96	2.62	0.00	0.30
2.525	Ø12/0.300 m	27.90	10.58	0.00	0.30
1.683	Ø12/0.300 m	38.52	27.30	0.00	0.30
0.842	Ø12/0.300 m	49.83	56.06	0.00	0.30
0.330	Ø12/0.300 m	57.04	80.81	0.00	0.30
0.000	Ø12/0.300 m	61.82	100.11	0.00	0.30

9.1.2 Zapata

9.1.2.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente

Armadura transversal inferior de la zapata. Posición B.

Distancia a puntera (m)	Zarpa	Armadura	N_k (kN/m)	M_k (kNm/m)	W_k (mm)	W_{adm} (mm)
0.092	Delantera	Ø12/0.150 m	0.00	0.71	0.00	0.30
0.184	Delantera	Ø12/0.150 m	0.00	2.83	0.01	0.30
0.276	Delantera	Ø12/0.150 m	0.00	6.36	0.02	0.30
0.368	Delantera	Ø12/0.150 m	0.00	11.30	0.03	0.30
0.460	Delantera	Ø12/0.150 m	0.00	17.65	0.05	0.30
0.740	Trasera	Ø12/0.150 m	0.00	0.00	0.00	0.30
1.142	Trasera	Ø12/0.150 m	0.00	0.00	0.00	0.30
1.544	Trasera	Ø12/0.150 m	0.00	0.00	0.00	0.30
1.946	Trasera	Ø12/0.150 m	0.00	0.00	0.00	0.30
2.348	Trasera	Ø12/0.150 m	0.00	0.00	0.00	0.30

Armadura transversal superior de la zapata. Posición E.

Distancia a puntera (m)	Zarpa	Armadura	N_k (kN/m)	M_k (kNm/m)	W_k (mm)	W_{adm} (mm)
0.092	Delantera	Ø20/0.150 m	0.00	0.00	0.00	0.30
0.184	Delantera	Ø20/0.150 m	0.00	0.00	0.00	0.30
0.276	Delantera	Ø20/0.150 m	0.00	0.00	0.00	0.30
0.368	Delantera	Ø20/0.150 m	0.00	0.00	0.00	0.30
0.460	Delantera	Ø20/0.150 m	0.00	0.00	0.00	0.30
0.740	Trasera	Ø20/0.150 m	0.00	-154.61	0.22	0.30
1.142	Trasera	Ø20/0.150 m	0.00	-124.33	0.10	0.30
1.544	Trasera	Ø20/0.150 m	0.00	-83.38	0.06	0.30
1.946	Trasera	Ø20/0.150 m	0.00	-38.49	0.03	0.30
2.348	Trasera	Ø20/0.150 m	0.00	-10.13	0.01	0.30

9.2 Resumen de verificaciones

Módulo 1. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación

10 ESTADO LÍMITE ÚLTIMO DE ROTURA POR CORTANTE

10.1 Módulo 1

10.1.1 Alzado

10.1.1.1 Situación persistente. Combinación fundamental

Sección 1 (x = 3.000 m)

	Envolvente de esfuerzos						
	Axiles		Cortantes		Esfuerzos armadura máxima		
Altura sobre zapata (m)	$N_{d\,max}^{+}$ (kN/m)	$N_{d\,max}^{-}$ (kN/m)	$V_{d\,max}^{+}$ (kN/m)	$V_{d\,max}^{-}$ (kN/m)	N_d (kN/m)	V_d (kN/m)	M_d (kNm/m)
5.050	0.1	0.1	2.2	-0.0	0.1	2.2	2.6
4.825	3.2	2.4	2.2	-0.0	2.4	2.2	3.1
4.208	12.3	8.7	6.5	1.0	9.3	6.5	5.4
3.367	25.6	18.0	17.5	5.8	19.6	17.5	14.8
2.525	39.9	27.9	34.3	14.5	31.0	34.3	35.6
1.683	55.2	38.5	57.0	27.0	43.4	57.0	72.8
0.842	71.6	49.8	85.4	43.4	56.9	85.4	131.3
0.330	82.1	57.0	105.5	55.2	65.5	105.5	179.3
0.000	89.0	61.8	119.6	63.6	71.3	119.6	215.9

	Verificación por agotamiento de las bielas de compresión			
Altura sobre zapata (m)	V_d (kN/m)	V_{u1} (kN/m)	V_d / V_{u1}	Observaciones
5.050	2.2			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
4.825	2.2			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
4.208	6.5			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
3.367	17.5			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
2.525	34.3			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
1.683	57.0			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.842	85.4			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.330	105.5			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.000	119.6			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma

	Armadura de cortante							
Altura sobre zapata (m)	V_d (kN/m)	V_{cu} (kN/m)	V_{su} (kN/m)	V_{u2} (kN/m)	A_t (cm^2/m^2)	$A_{t\,min}$ (cm^2/m^2)	$S_{max\,long}$ (m)	$S_{max\,trans}$ (m)
5.050	2.2			360.2	0.0	0.0		
4.825	2.2			360.9	0.0	0.0		
4.208	6.5			363.2	0.0	0.0		
3.367	17.5			366.5	0.0	0.0		
2.525	34.3			370.1	0.0	0.0		
1.683	57.0			219.6	0.0	0.0		
0.842	85.4			221.1	0.0	0.0		
0.330	105.5			222.2	0.0	0.0		
0.000	119.6			222.9	0.0	0.0		

10.1.1.2 Situación accidental. Combinación sísmica

Sección 1 (x = 3.000 m)

	Envolvente de esfuerzos						
	Axiles		Cortantes		Esfuerzos armadura máxima		
Altura sobre zapata (m)	$N_{d\ max}^{+}$ (kN/m)	$N_{d\ max}^{-}$ (kN/m)	$V_{d\ max}^{+}$ (kN/m)	$V_{d\ max}^{-}$ (kN/m)	N_d (kN/m)	V_d (kN/m)	M_d (kNm/m)
5.050	0.1	0.1	1.7	0.0	0.1	1.7	1.9
4.825	2.4	2.3	1.7	0.0	2.3	1.7	2.3
4.208	9.2	8.6	5.3	1.2	9.2	5.3	4.2
3.367	19.0	17.8	13.5	6.1	19.0	13.5	11.6
2.525	29.5	27.7	25.4	14.9	29.5	25.4	27.2
1.683	40.7	38.3	41.0	27.6	40.7	41.0	54.3
0.842	52.5	49.5	60.4	44.1	52.5	60.4	96.0
0.330	60.1	56.6	74.0	56.0	60.0	74.0	129.8
0.000	65.1	61.3	83.5	64.4	65.0	83.5	155.5

	Verificación por agotamiento de las bielas de compresión			
Altura sobre zapata (m)	V_d (kN/m)	V_{u1} (kN/m)	V_d / V_{u1}	Observaciones
5.050	1.7			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
4.825	1.7			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
4.208	5.3			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
3.367	13.5			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
2.525	25.4			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
1.683	41.0			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.842	60.4			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.330	74.0			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.000	83.5			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma

	Armadura de cortante							
Altura sobre zapata (m)	V_d (kN/m)	V_{cu} (kN/m)	V_{su} (kN/m)	V_{u2} (kN/m)	A_t (cm^2/m^2)	$A_{t\ min}$ (cm^2/m^2)	$S_{max\ long}$ (m)	$S_{max\ trans}$ (m)
5.050	1.7			415.6	0.0	0.0		
4.825	1.7			416.3	0.0	0.0		
4.208	5.3			418.5	0.0	0.0		
3.367	13.5			421.7	0.0	0.0		
2.525	25.4			425.1	0.0	0.0		
1.683	41.0			252.3	0.0	0.0		
0.842	60.4			253.6	0.0	0.0		
0.330	74.0			254.5	0.0	0.0		
0.000	83.5			255.1	0.0	0.0		

10.1.1.3 Envolvente de armaduras

Altura sobre zapata (m)	Armadura (cm^2/m^2)
5.050	0.0
4.825	0.0
4.208	0.0
3.367	0.0

2.525	0.0
1.683	0.0
0.842	0.0
0.330	0.0
0.000	0.0

10.1.2 Zapata

10.1.2.1 Situación persistente. Combinación fundamental

Sección 1 (x = 3.000 m)

		Envolvente de esfuerzos			
		Cortantes		Esfuerzos armadura máxima	
Distancia a puntera (m)	Zarpa	$V_{d\,max}^{+}$ (kN/m)	$V_{d\,max}^{-}$ (kN/m)	V_d (kN/m)	M_d (kNm/m)
0.005	Delantera	0.0	-1.5	-1.5	0.0
0.400	Delantera	0.0	-123.0	-123.0	24.6
0.800	Trasera	0.0	-174.3	-174.3	-200.1
1.467	Trasera	0.0	-181.3	-181.3	-125.1
1.723	Trasera	0.0	-159.5	-159.5	-84.0
1.980	Trasera	0.0	-120.8	-120.8	-48.1
2.237	Trasera	0.0	-82.0	-82.0	-22.0
2.493	Trasera	0.0	-42.9	-42.9	-6.0

	Verificación por agotamiento de las bielas de compresión			
Distancia a puntera (m)	V_d (kN/m)	V_{u1} (kN/m)	V_d / V_{u1}	Observaciones
0.005	-1.5			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.400	-123.0			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.800	-174.3			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
1.467	-181.3			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
1.723	-159.5			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
1.980	-120.8			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
2.237	-82.0			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
2.493	-42.9			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma

	Armadura de cortante							
Distancia a puntera (m)	V_d (kN/m)	V_{cu} (kN/m)	V_{su} (kN/m)	V_{u2} (kN/m)	A_t (cm^2/m^2)	$A_{t\,min}$ (cm^2/m^2)	$S_{max\,long}$ (m)	$S_{max\,trans}$ (m)
0.005	-1.5			360.2	0	0		
0.400	-123.0			396.7	0	0		
0.800	-174.3			248.5	0	0		
1.467	-181.3			276.1	0	0		
1.723	-159.5			286.5	0	0		
1.980	-120.8			542.0	0	0		
2.237	-82.0			565.5	0	0		
2.493	-42.9			589.0	0	0		

10.1.2.2 Situación accidental. Combinación sísmica

Sección 1 (x = 3.000 m)

		Envolvente de esfuerzos			
		Cortantes		Esfuerzos armadura máxima	
Distancia a puntera (m)	Zarpa	$V_{d\ max}^{+}$ (kN/m)	$V_{d\ max}^{-}$ (kN/m)	V_d (kN/m)	M_d (kNm/m)
0.005	Delantera	0.0	-0.9	-0.9	0.0
0.400	Delantera	0.0	-71.3	-71.3	14.3
0.800	Trasera	0.0	-77.2	-77.2	-159.0
1.467	Trasera	0.0	-133.5	-133.5	-87.6
1.723	Trasera	0.0	-117.9	-117.9	-62.0
1.980	Trasera	0.0	-89.2	-89.2	-35.4
2.237	Trasera	0.0	-60.5	-60.5	-16.2
2.493	Trasera	0.0	-31.5	-31.5	-4.4

	Verificación por agotamiento de las bielas de compresión			
Distancia a puntera (m)	V_d (kN/m)	V_{u1} (kN/m)	V_d / V_{u1}	Observaciones
0.005	-0.9			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.400	-71.3			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.800	-77.2			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
1.467	-133.5			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
1.723	-117.9			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
1.980	-89.2			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
2.237	-60.5			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
2.493	-31.5			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma

	Armadura de cortante							
Distancia a puntera (m)	V_d (kN/m)	V_{cu} (kN/m)	V_{su} (kN/m)	V_{u2} (kN/m)	A_t (cm^2/m^2)	$A_{t\ min}$ (cm^2/m^2)	$S_{max\ long}$ (m)	$S_{max\ trans}$ (m)
0.005	-0.9			415.6	0	0		
0.400	-71.3			457.8	0	0		
0.800	-77.2			286.8	0	0		
1.467	-133.5			318.6	0	0		
1.723	-117.9			598.2	0	0		
1.980	-89.2			625.4	0	0		
2.237	-60.5			652.5	0	0		
2.493	-31.5			679.6	0	0		

10.1.2.3 Envolvente de armaduras

Distancia a puntera (m)	Armadura (cm^2/m^2)
0.005	0.0
0.400	0.0
0.800	0.0
1.467	0.0
1.723	0.0
1.980	0.0
2.237	0.0
2.493	0.0

10.2 Resumen de verificaciones

Módulo 1. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación

Módulo 1. Situación accidental. Combinación sísmica. Verifica la comprobación

11 ESTADO LÍMITE DE DEFORMACIONES

Los movimientos calculados corresponden a la deformación del alzado del muro, no incluyendo por tanto los movimientos derivados del giro de la cimentación.
Los movimientos y giros corresponden a las deformaciones elásticas, es decir, considerando inercias no fisuradas. Tampoco incluyen la deformación por efectos reológicos (fluencia).

11.1 Módulo 1

Movimientos en coronación por cada acción

Acción	Hip: U_x (mm)	$U_{x,\ máximo}$ G (rad)	Hip: U_x (mm)	$G_{máximo}$ G (rad)
Empuje activo de las tierras del trasdós	3.2	0.000786	3.0	0.000786
Carga permanente en coronación de muro	0.0	0.000000	0.0	0.000000
Empuje sobrecarga de tráfico en trasdós	1.4	0.000365	1.3	0.000365
Carga de tráfico en coronación de muro	0.6	0.000197	0.6	0.000197
Sismo	0.5	0.000122	0.5	0.000122
Sismo	0.5	0.000122	0.5	0.000122

U_X : desplazamiento horizontal
G : giro

Movimientos totales

Combinación	Hip: U_x (mm)	$U_{x,\ máximo}$ G (rad)	Hip: U_x (mm)	$G_{máximo}$ G (rad)
Situación persistente. Combinación cuasi permanente	5.2	0.001349	5.2	0.001349
Situación persistente. Combinación frecuente	5.2	0.001349	5.2	0.001349
Situación persistente. Combinación característica	5.2	0.001349	5.2	0.001349

U_X : desplazamiento horizontal
G : giro

U_{xmax} = 5.2 mm < $U_{xadmisible}$ = 6.0 mm -> Cumple a deformación.

11.2 Resumen de verificaciones

Módulo 1. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación

Módulo 1. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación

Módulo 1. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación

12 VERIFICACIÓN DEL DESPIECE

Módulo 1 : Generación correcta del despiece de la armadura.

Programa: CivilEstudio

Versión: 34 - 6
Barcelona, 2018

CivilEstudio, software propiedad de CivilCAD Consultores, S.L.
Autores: L.M.Callís, J.M.Roig, I.Callís, P.Reinés
Licencia de uso concedida a: Most Enginyers, S.L.
Número de usuario: 12202

Proyecto:

Nombre del proyecto: *PRECÀLCUL DE LES ESTRUCTURES DEL PROJECTE D'OBRES BÀSIQUES D'URBANITZACIÓ DEL PLA DIRECTOR URBANÍSTIC DEL CENTRE DIRECCIONAL DE CERDANYOLA DEL VALLÈS*
Nombre de la estructura: *8. MUR MP7B*
Nombre del elemento estructural: *Mur*
Tipo de estructura: *Muro in situ*
Funcionalidad de la estructura: *Muro de contención*
Clase de estructura: *Canto variable*
Vida útil: *100 años*

Normativas:

Ámbito: *Normas españolas*

Unidades:

Sistema *S.I.*

Despiece:

Sistema Métrico Europeo

Módulo del programa:

Módulo Muro superficial
Nombre del archivo de proyecto: *mur mp7b_v1.mur*
Ruta de acceso: *p:\parc de l'alba\estructures\8. m-ep7b\mur civilcad*

Informe:

Tipo de informe: *Informe de mediciones*
Informe generado el día 05-02-2021 a las 11:28:32.

Índice

MEDICIONES MURO :

Módulo 1

Zapata

Unidad: Volumen de excavación en zanja

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Zanja	1	0.000	0.00

Total:	0.000	m^3

Unidad: Volumen de relleno de zanja

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Zanja	1	0.000	0.00

Total:	0.000	m^3

Unidad: Volumen de hormigón no estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	dimensión b	sub-total
Hormigón de limpieza	1	18.290	0.100	1.83

Total:	1.829	m^3

Unidad: Superficie de encofrado plano oculto

Medición:

descripción	número n	dimensión a	dimensión b	sub-total
Hormigón de limpieza	1	6.200	0.100	0.62
	1	2.950	0.100	0.30
	1	6.200	0.100	0.62
	1	2.950	0.100	0.30
Laterales zapata	1	6.000	0.400	2.40
	1	2.750	0.538	1.48
	1	6.000	0.675	4.05
	1	2.750	0.538	1.48

Total:	11.236	m^2

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Hormigón de la zapata	1	8.869	8.87

Total:	8.869	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Zapata	1	750.7	750.72

Total:	750.7	kg

Alzado

Unidad: Superficie de encofrado plano visto

Medición:

descripción	número n	dimensión a	dimensión b	sub-total
Paramento exterior	1	6.000	5.050	30.30

Total:	30.300	m^2

Unidad: Superficie de encofrado plano oculto

Medición:

descripción	número n	dimensión a	dimensión b	sub-total
Paramento del trasdós	1	6.000	5.050	30.30
Tape lateral derecho	1	5.050	0.400	2.02
Tape lateral izquierdo	1	5.050	0.400	2.02

Total:	34.340	m^2

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Alzado	1	12.120	12.12

Total:	12.120	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Alzado	1	858.6	858.61

Total:	858.6	kg

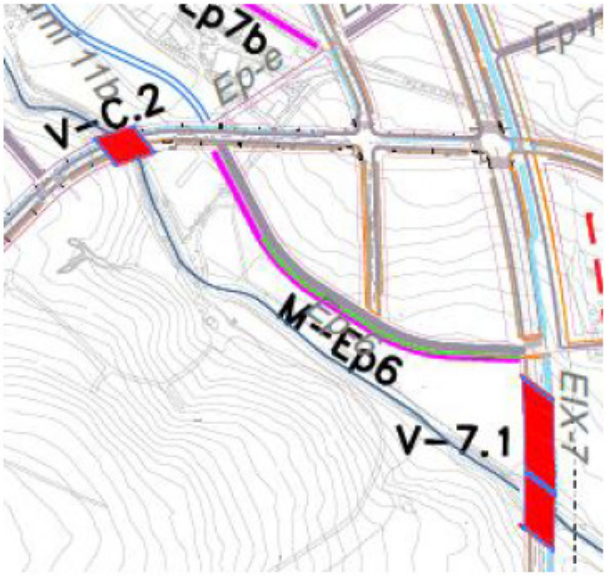
APÈNDIX 9. Mur MEP6

PREDISSENY I ANÀLISI DEL MUR M-EP.6

1) INTRODUCCIÓ

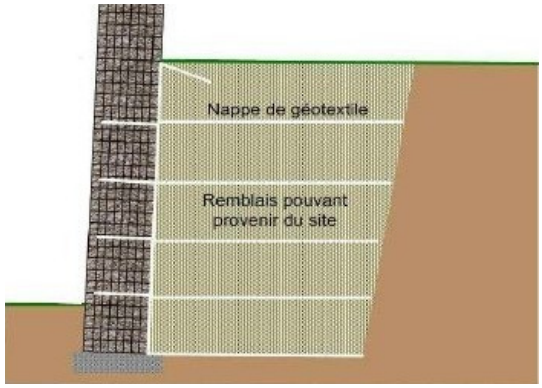
En aquest apartat es presenta el predisseny i proposta per al disseny de l'estructura anomenada "M-EP.6" al plec de condicions tècniques.

El mur M-EP.6 és un mur que es troba en el contacte amb la zona verda del Parc de Magrans. Aquest mur es preveu que es dissenyi d'acord amb els criteris del parc. Per aquest motiu es proposa un revestiment de gabions d'acord amb l'arquitecte especialista, encarregat de que el disseny compleixi amb els requisits funcionals i visuals del parc.



Es proposa realitzar els murs mitjançant terra armada amb revestiment de gabions. Un gabió consisteix és una malla de filferro que s'emplena d'àrids o pedra i és usat, generalment, per erigir murs. Per construir-los s'anivella el terreny, es col·loca la malla al lloc i s'omple de material. A causa de la seva mida, se sol necessitar maquinària pesant, com excavadores, per col·locar-se i emplenar-se.

Els gabions s'utilitzen com a element decoratiu tant en espais públics com en jardins particulars. Diferents dissenys constructius, diferents mides de gabions, diversitat de tonalitat i tipus de àrids.



Una solució de mur mitjançant gabions ja s'ha dut a terme dins l'àmbit del Parc de l'Alba.

En aquest annex s'analitzen els condicionants per al disseny de l'estructura, seguidament s'adjunta un anàlisi geotècnic realitzat amb el software GEO5 2020 on s'estudia la interacció sol-estructura del mur de gabions considerant dues hipòtesis segons l'estabilitat del terreny:

1. **Mur de gabions amb terra armada/flejes**. Per l'alçada dels murs requerida, aquesta és l'opció més adequada contemplada per al disseny. La llargada dels flejes vindrà limitada per la presència de serveis sota la calçada.

2. **Mur d'escullera** en cas de no poder executar terra armada. El pendent màxim admissible del mur es de 1H:3V.

3. Mur de gabions sense terra armada/flejes. Degut a que l'alçada del mur és considerable (mur de 5 m), es descarta aquesta opció.

L'anàlisi geotècnic i el disseny de l'estructura presentat en aquest apartat s'ampliarà i s'ajustarà un cop es coneguin les característiques geomecàniques del terreny amb més precisió i es tingui un complet coneixement de la topografia del terreny.

Informaciones generales

- Rejillas de alambre con riesgo de lesión bajo, soldadas por puntos y con recubrimiento de zinc y aluminio (95% zinc / 5% aluminio)
- Diámetro del alambre estándar 4,5 o 5,0 mm
- Disponible con luz de malla de 5×10 cm o 10×10 cm a elegir
- Disponible en diferentes tamaños
- Cierre rápido: Ø de alambre 6,0 mm
- Resistencia mínima a la tracción de todos los artículos 450 N/mm^2
- 3000 horas de ensayo de niebla salina conforme a la norma DIN EN ISO 9227-NSS

2) CONDICIONANTS

Els condicionants principals que es detecten per al disseny dels murs són els següents:

- **Disseny d'acord amb els criteris urbanístics i paisatgístics del Parc de l'Alba**. Els acabats del túnel i les formes estructurals s'hauran d'adaptar de forma que creïn el mínim impacte visual i medioambiental possible.

- **Serveis soterrats**. En cas d'optar per un mur de terra armada, la longitud dels flejes estarà limitada per tal de no afectar el serveis previstos sota calçada. A tals efectes els flejes situats fins 2 m de profunditat només tindran una llargada de 2 m. D'altra banda els altres flejes més profunds tindran una llargada de només 5 m i tampoc interferiran amb les xarxes de clavegueram previstes en el planejament urbanístic.

- **Construcció de accessos**. L'execució dels murs comportarà l'execució d'accessos adequats per a la maquinària des de les carreteres i carrers existents fins a la zona d'obres.

- **Característiques del terreny**. Necessitat de realitzar un informe geotècnic per poder definir les característiques geomecàniques del terreny de fonamentació dels murs. Com que no es disposa de sondejos en les zones exactes on se situen els murs, s'han tingut en compte altres informes geotècnics efectuats en zones properes a l'indret.

3) ALTERNATIVA 1. MUR DE GABIONS AMB TERRA ARMADA

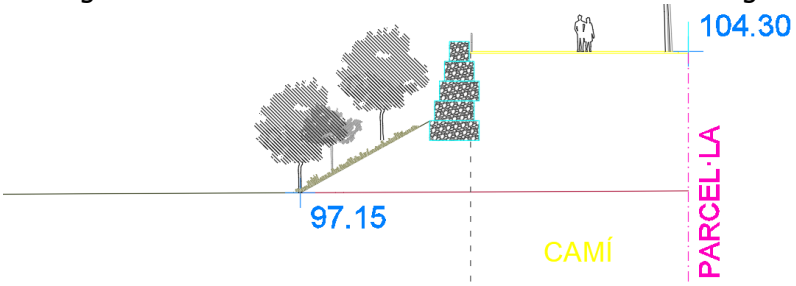
3.1) Introducció i abast de l'anàlisi

Es procedeix al disseny dels murs conformats per gabions on s'analitza el comportament de l'estructura tant en fase de servei com durant el procés constructiu. Per a estudiar el problema s'ha modelitzat el terreny i l'estructura de sòl reforçat amb el software GEO5.

En base a la modelització realitzada s'han obtingut els esforços i desplaçaments de l'estructura, durant i després de la construcció de la seva construcció. A més s'ha realitzat un un anàlisi de l'estabilitat global tenint en compte el talús de 3H:1V situat a continuació del mur de gabions.

3.2) Geometria

La geometria en el disseny definitiu es basarà amb l'estudi topogràfic que es realitzi de la zona i segons les indicacions del Parc de l'Alba i l'arquitecte encarregat del disseny del parc. Per al següent anàlisi es disposa de la següent secció. Es contempla un primer nivell amb un talús 3H:1V i un segon nivell amb terra armada amb revestiment de gabions amb un talús 1H:10V.



3.3) Dades geomecàniques del terreny

Les dades del terreny s'extreuen de diversos informes geotècnics que s'han realitzat a la zona d'estudi en altres obres properes.

En termes geològics la nostra zona d'estudi a la depressió del Vallès, unitat morfoestructural limitada al nord per la serralada Prelitoral Catalana i al sud per la serralada Litoral Catalana.

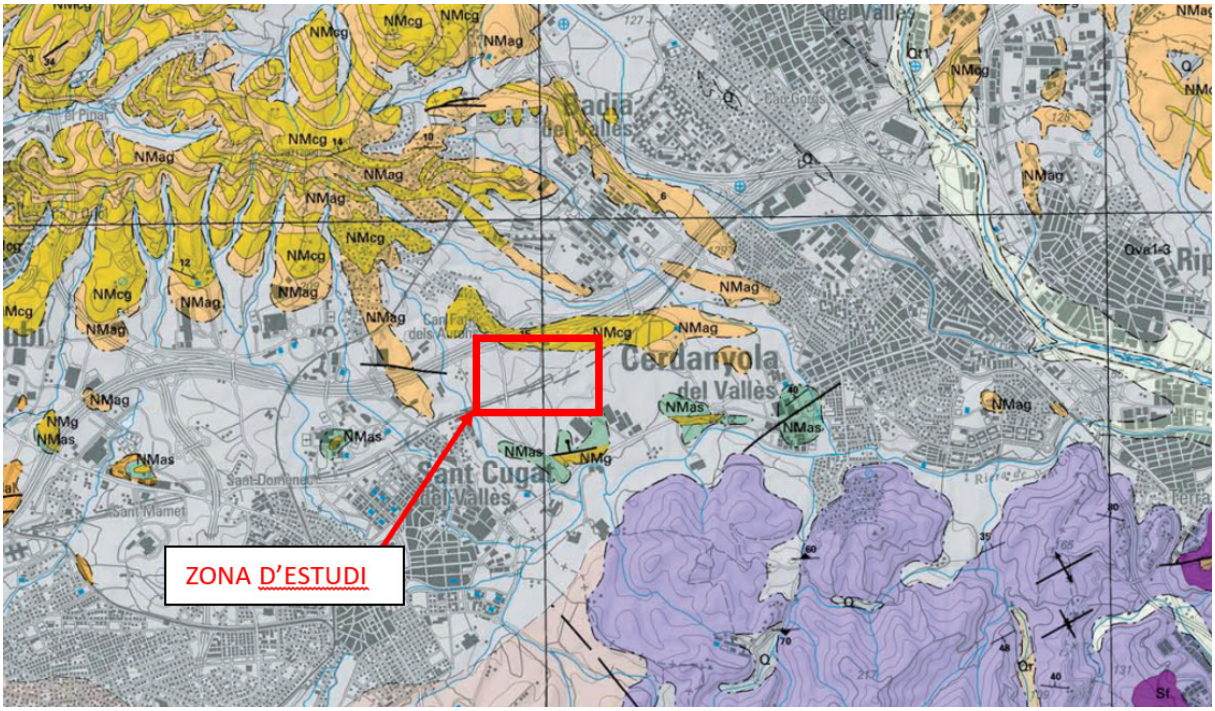
Aquesta depressió és una fosa sedimentària desenvolupada a finals de l'època Oligocena del període Terciari, durant una etapa distensiva que va suposar l'enfonsament de l'actual depressió respecte a les limítrofes Serralades Catalanes. Simultàniament a aquest enfonsament, la depressió resultant es va anar omplint per sediments d'edat miocena, resultat del desmantellament erosiu dels relleus de les properes serralades que la rodegen.

Litològicament es troba constituïda per sediments de naturalesa detrítica i cohesiva amb predomini dels termes argilosos, sorrencs i gravosos, i amb uns graus variables de cimentació que permeten la presència de membres gresosos o conglomeràtics.

Estratigràficament els sediments terciaris, que arriben a mostrar uns gruixos hectomètrics, adopten una disposició horitzontal o subhoritzontal de les seves capes, si bé cap als marges de la depressió poden presentar uns cabussaments més acusats degut a processos tectònics.

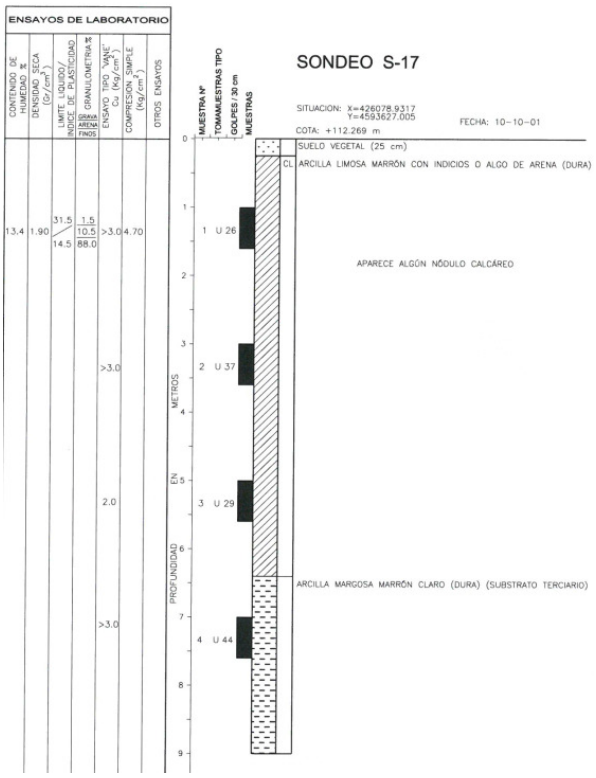
Sobre d'aquest substrat i de forma discontínua, mitjançant una superfície de paleorelleu, es disposen els materials del període Quaternari, també de caràcter detrític, associats als actuals cursos fluvials o rieres, com sediments eluvials resultat de l'alteració "in situ" de les litologies terciàries.

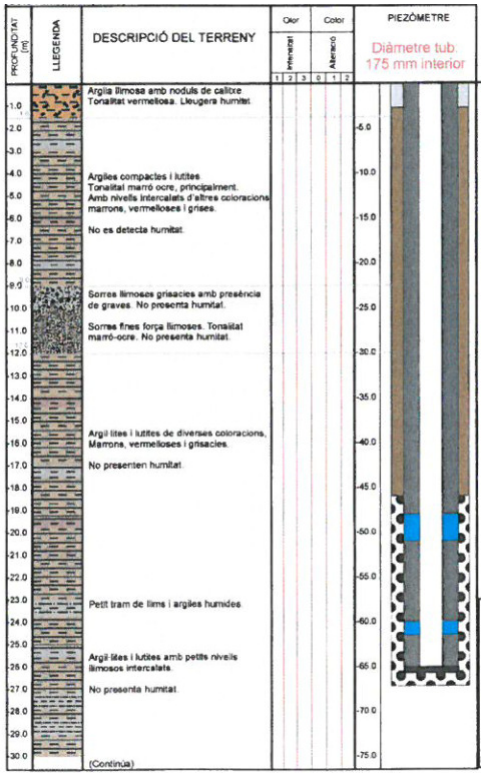
No obstant, de totes les litologies que apareixen en l'àrea d'estudi cal destacar, pel seu interès geotècnic, la possible presència d'argiles expansives.



Qva1-3	Ventalls i plana al·luvial de la Riera de les Arenes. Plistocè.
NMas	Argiles blaves molt plàstiques i sorres. Serraval·lià-Tortonià.
NMcg	Conglomerats amb matriu sorrenca sense cimentar. Aragonià superior-Vallesià.

Es mostren a continuació alguns dels sondejos per a la caracterització del terreny

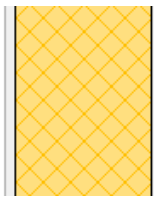




En la següent figura es mostren les a dades del terreny considerades a la modelització:

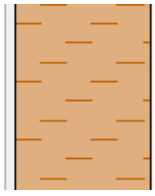
Relleno

Peso unitario :	γ	=	20,00 kN/m³
Ángulo de fricción interna :	Φ_{ef}	=	30,00 °
Cohesión de suelo :	c_{ef}	=	0,00 kPa
Ángulo de fricción estructura-suelo :	δ	=	10,00 °
Peso unitario de suelo saturado :	γ_{sat}	=	20,00 kN/m³



Terreno natural

Peso unitario :	γ	=	20,00 kN/m³
Ángulo de fricción interna :	Φ_{ef}	=	28,00 °
Cohesión de suelo :	c_{ef}	=	10,00 kPa
Ángulo de fricción estructura-suelo :	δ	=	10,00 °
Peso unitario de suelo saturado :	γ_{sat}	=	20,00 kN/m³



3.4) Modelització del terreny

Deformacions planes

La consideració de deformacions planes porta implícit el fet que els desplaçaments fora del pla són nuls. Els elements continguts en el pla tenen una longitud perpendicular al pla considerada infinita.

Anàlisi drenat

Es considera un **anàlisi drenat** a totes les capes del terreny que està format per reblerts i substrat terciari. És on estan situats la majoria d'elements que interactuen amb el terreny en els que s'inclou el mur i la seva fonamentació. A més a més, no es consideren càrregues ràpides ni es preveu variacions de nivell freàtic a l'estudi. Aquests aspectes indiquen que la consideració de condicions drenades és suficientment adequada per al cas d'estudi.

Consideracions sobre els estrats

Es pot assumir a efectes de la present modelització que els estrats son suficientment extensos en superfície i per tant poden considerar-se infinits en el pla horitzontal

3.5) Càrregues considerades

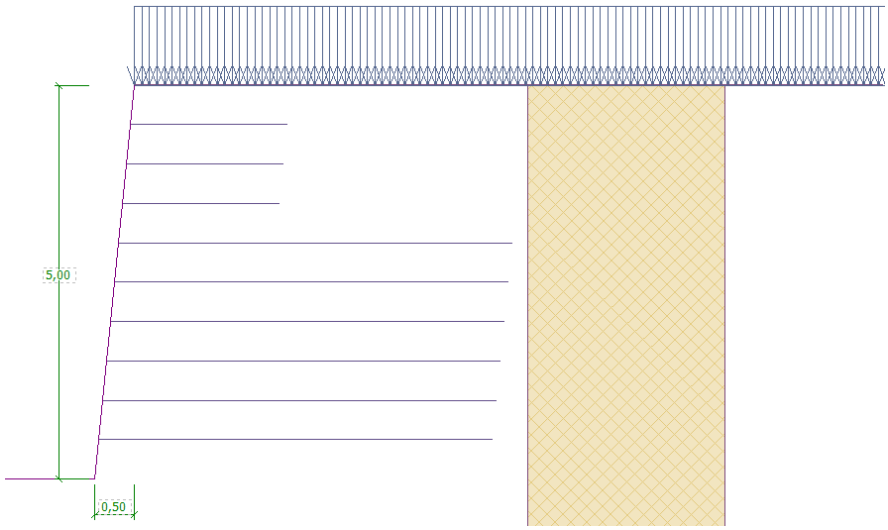
Empenta del terreny: Segons les dades d'informes geotècnics de la zona.

La sobrecàrrega sobre el reblert es considera de 10 kPa.

3.6) Modelització de les estructures

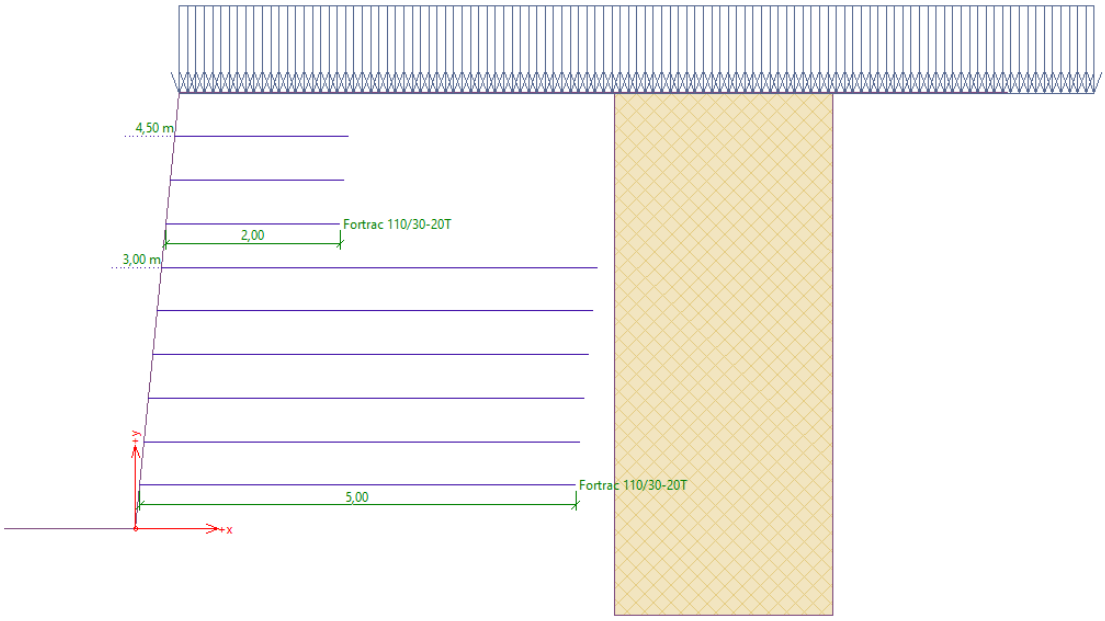
EL terreny de reblert i flejes sintètics s'analitzen en el mòdul "Muro de Suelo Reforzado" del software GEO5 2020. La influència dels gabions no es té en compte en la verificació estructural ja que aquests només tenen la funció de revestiment de l'estructura.

La geometria introduïda és la següent:



Type of Material	Raw Material	Ultimate Tensile Strength kN/m		Strain at Nominal Tensile Strength (%)		Standard Roll Dimensions (m/m)		Meshsize (mm)
		MD	CMD	MD	CMD	Width	Length	
Fortrac 35T	PET	≥ 35	≥ 20	≤ 10	≤ 10	5,0	200	25x25
Fortrac 55T	PET	≥ 55	≥ 20	≤ 10	≤ 10	5,0	200	25x25
Fortrac 65T	PET	≥ 65	≥ 20	≤ 10	≤ 10	5,0	200	25x25
Fortrac 80T	PET	≥ 80	≥ 20	≤ 10	≤ 10	5,0	200	25x25
Fortrac 110T	PET	≥ 110	≥ 20	≤ 10	≤ 10	5,0	200	25x25
Fortrac 150T	PET	≥ 150	≥ 20	≤ 10	≤ 10	5,0	200	25x25

Els flejes fins a 2 m de profunditat només tenen 2 m de llargada amb l'objectiu de no afectar els serveis soterrats sota voreres i calçada:



Añadir

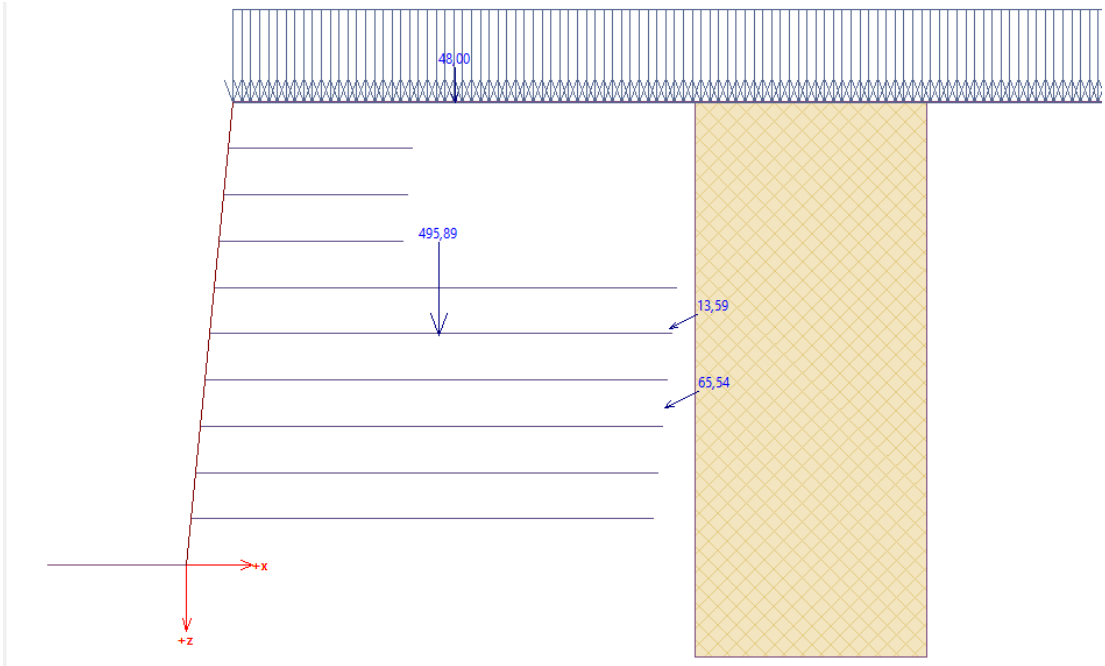
Número refuerzo	Nombre	Separación entre refuerzos h_r [m]	Altura del primer refuerzo y [m]	Geometría de refuerzos	Longitud del refuerzo l [m]	Coordenada del punto final l_k [m]	Tipo de instalació
6	Fortrac 110/30-20T	0,50	0,50	Longitud idéntica de refuerzos	5,00		continuo
3	Fortrac 110/30-20T	0,50	3,50	Longitud idéntica de refuerzos	2,00		continuo

3.7) Comprovacions d'estabilitat global i estabilitat interna i factors de seguretat respectius

Factores de seguridad

Frente al vuelco :	SF_o =	2,00	[–]
Para resistencia al deslizamiento :	SF_s =	1,50	[–]
Para capacidad portante :	SF_b =	3,00	[–]
Para deslizamiento a lo largo del geo-refuerzo :	SF_{sr} =	2,00	[–]
Para fuerza de geo-refuerzo :	SF_{st} =	2,00	[–]
Para la resistencia a la extracción del geo-refuerzo :	SF_{po} =	2,00	[–]
Factor de seguridad para resistencia de conexiones :	SF_{con} =	2,00	[–]

3.8) Resum de resultats de les verificacions geotècniques obtinguts de l'anàlisi del mur

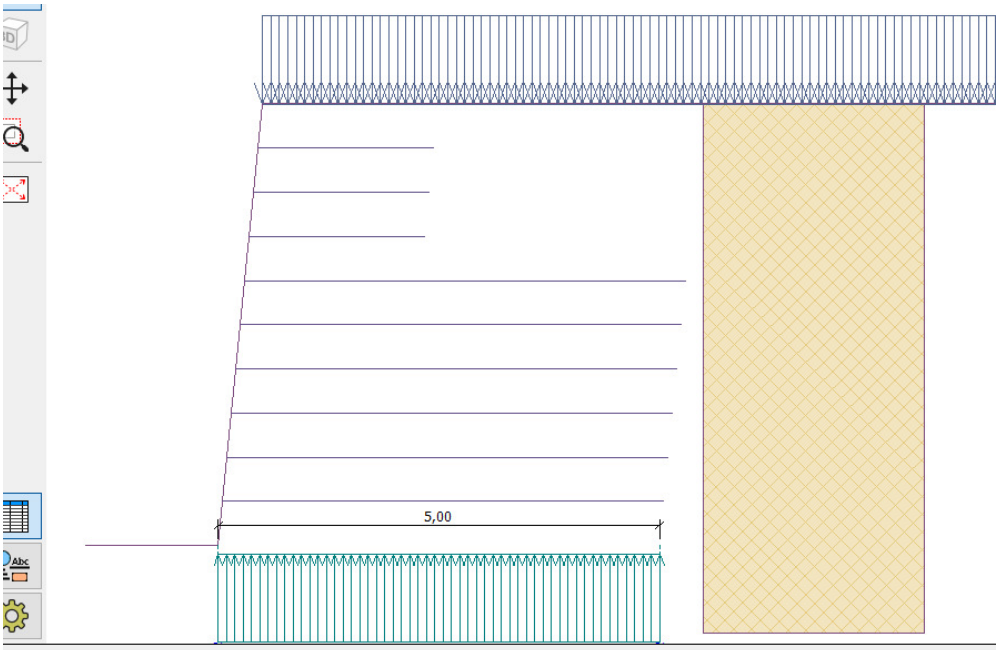


de Equilibrio : [1]

Fuerza	F_x [kN/m]	F_z [kN/m]	Pto. aplicación x [m]	Pto. aplicación z [m]	Coef. [–]
Peso - Suelo reforzado	0,00	495,89	2,73	-2,48	1,000
Presión activa	-59,22	28,07	5,16	-1,70	1,000
Sobrecàrrega de trànsit	-12,13	6,12	5,22	-2,56	1,000
Sobrecàrrega de trànsit	0,00	48,00	2,90	-5,00	1,000

Verificación

VUELCO : ACEPTABLE (15,8%)
DESLIZAMIENTO : ACEPTABLE (32,1%)



Cálculo de la capacidad de portante de suelo de cimentación

- (•) Introducir la capacidad portante de suelo de cimentación
- ( ) Analizar la capacidad portante por el programa "Zapata"
- ( ) Analizar la capacidad portante por el programa "Zapata CPT"
- ( ) No calcular

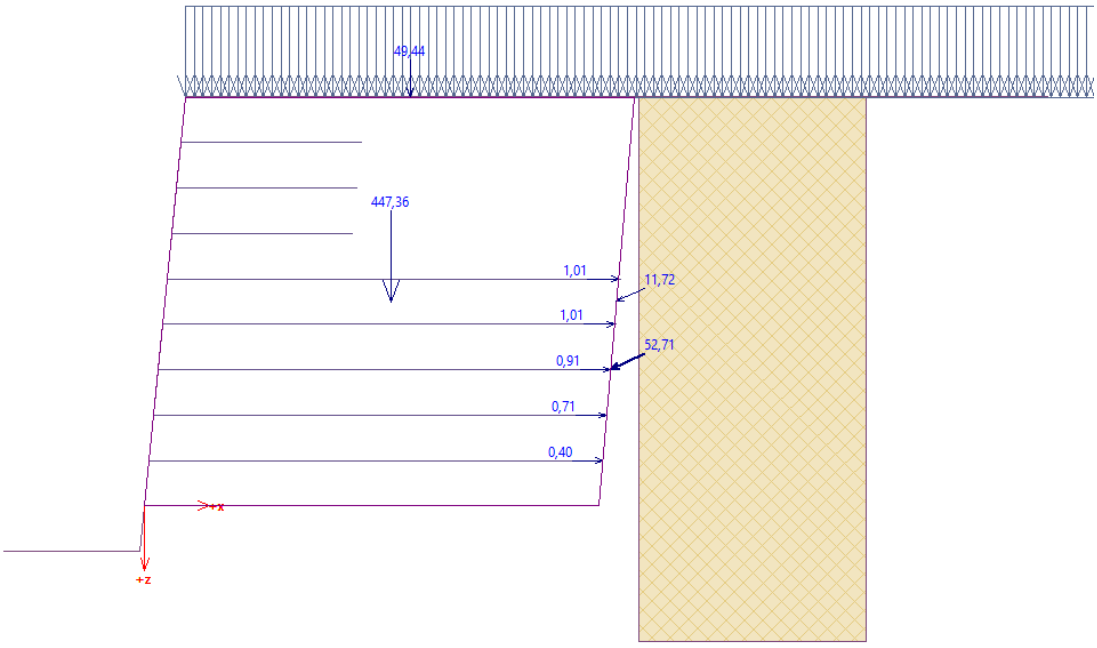
En detalle

Verificación

EXCENTRICIDAD: ACEPTABLE (0,0%)
CAPACIDAD PORTANTE : ACEPTABLE (57,8%)

Tensión en el fondo de la zapata : trapezoide

Cap. port. del terreno de cimentación: R = 600,00 [kPa]



[1]

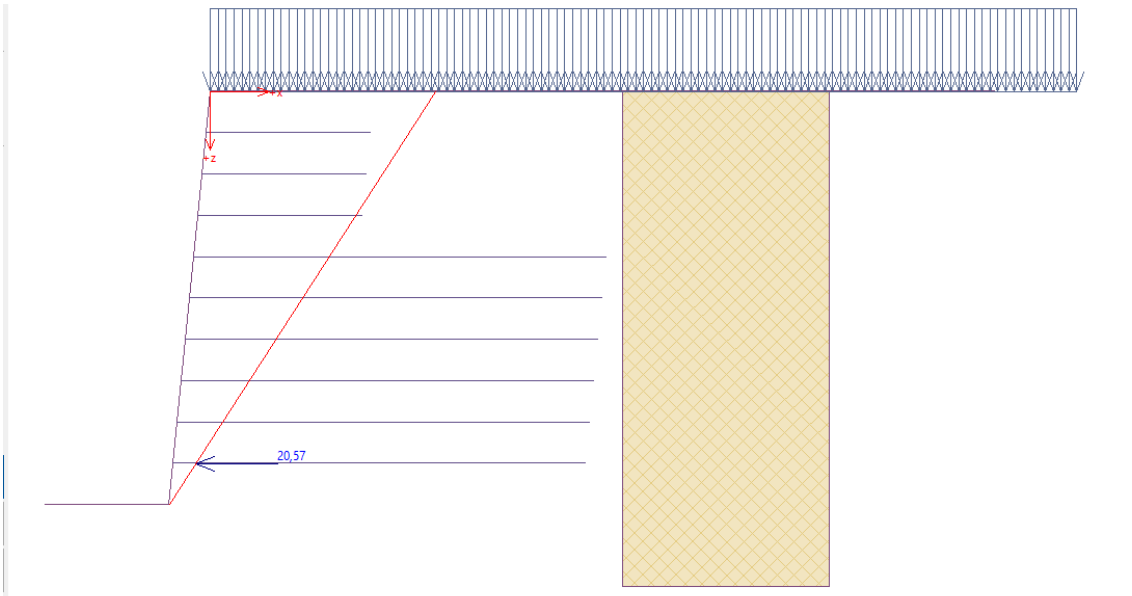
Fuerza	F_x [kN/m]	F_z [kN/m]	Pto. aplicación x [m]	Pto. aplicación z [m]	Coef. [–]
Presión activa	-47,77	22,28	5,13	-1,50	1,000
Sobrecàrrega de trànsit	-10,62	4,95	5,20	-2,25	1,000
Peso - Suelo reforzado	0,00	447,36	2,71	-2,25	1,000
Sobrecàrrega de trànsit	0,00	49,44	2,92	-4,50	1,000
Refuerzo	0,40	0,00	5,04	-0,50	1,000
Refuerzo	0,71	0,00	5,09	-1,00	1,000
Refuerzo	0,91	0,00	5,13	-1,50	1,000
Refuerzo	1,01	0,00	5,17	-2,00	1,000
Refuerzo	1,01	0,00	5,22	-2,50	1,000

Verificación automática

Refuerzo Nro.: 1

Dimensionamiento

DESLIZAMIENTO ACEPTABLE (62,9%)



[1]

Fuerza	F_x [kN/m]	Pto. aplicación x [m]	Pto. aplicación z [m]	R_z [kN/m]	Utiliz. [%]	T_p [kN/m]	Utiliz. [%]
Fortrac 110/30-20T	-20,57	-0,18	4,51	45,92	89,59	345,04	11,92

Verificación automática

Refuerzo Nro.: 1

Coeficiente de esfuerzo horizontal

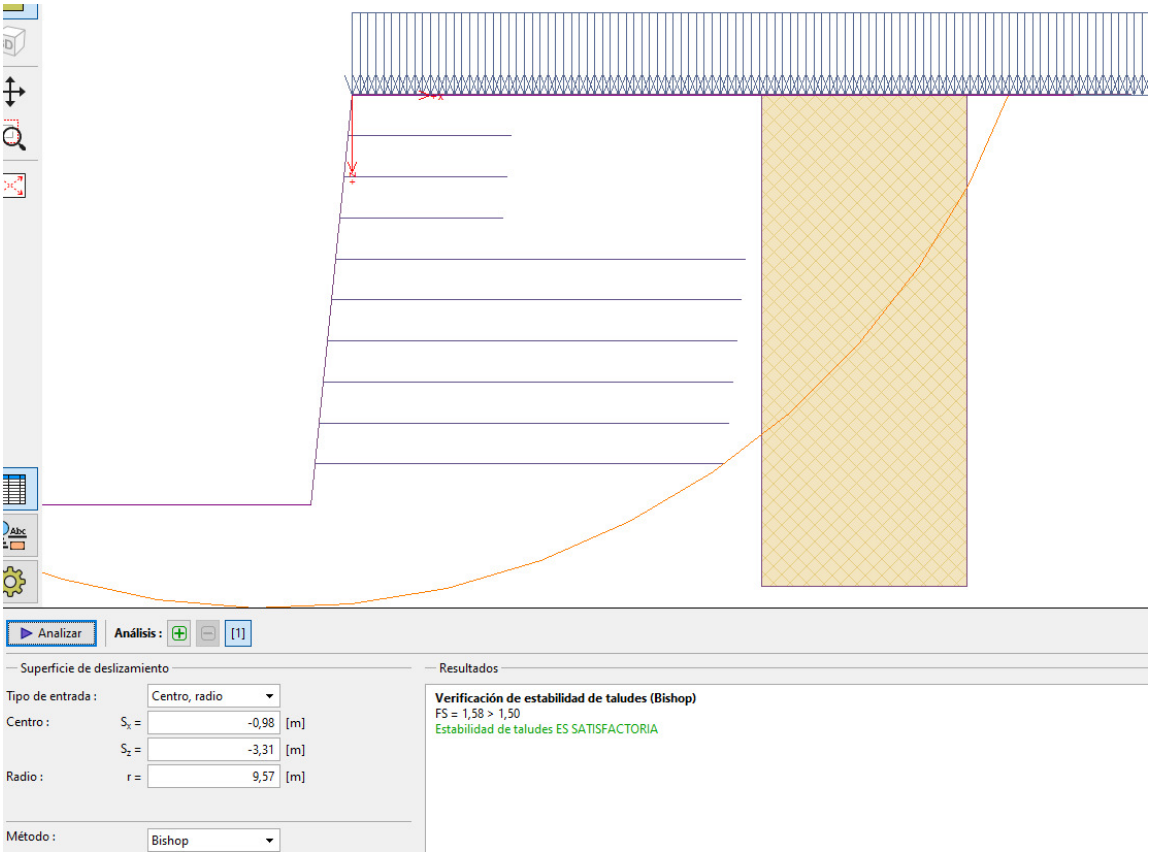
k_r/k_a en profundidad 0 m : 1,00 [–]

k_r/k_a desde la profundidad 6 m : 1,00 [–]

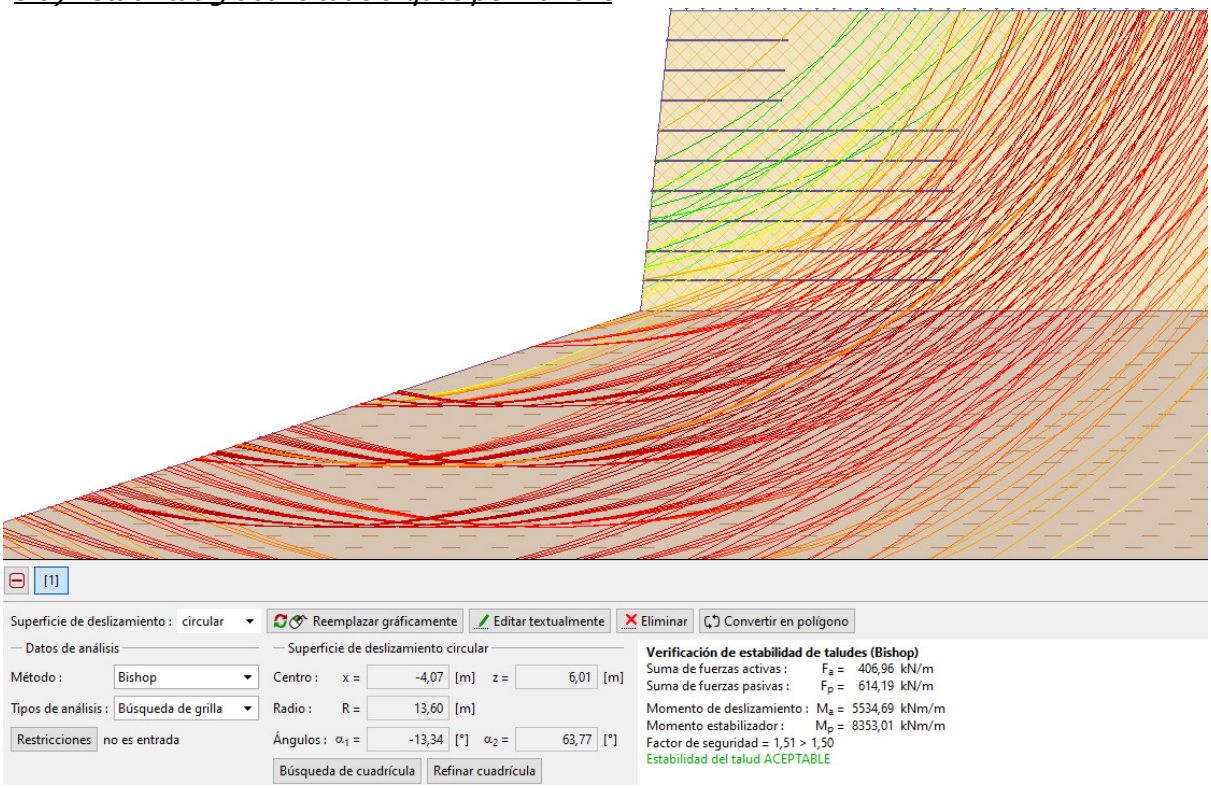
Capacidad de refuerzo

RESISTENCIA ACEPTABLE (89,6%)

EXTRACCIÓN ACEPTABLE (11,9%)

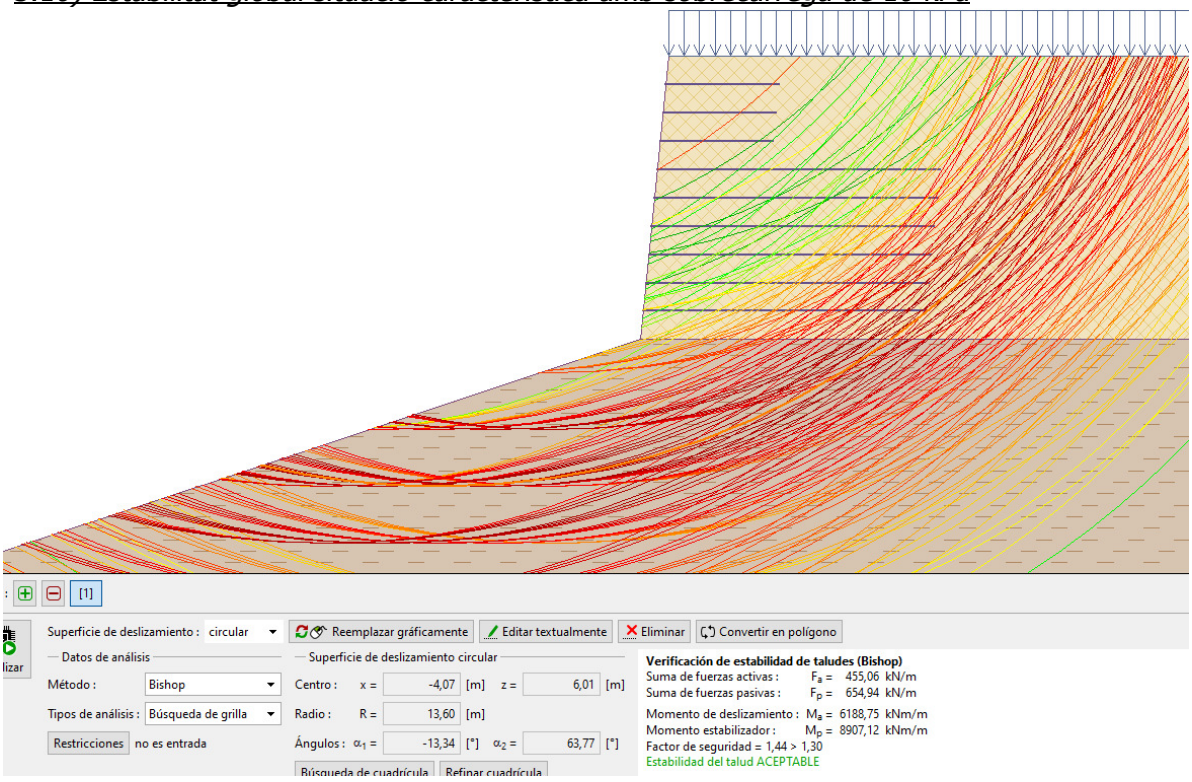

Analizar
Análisis :
[1]
Superficie de deslizamiento
Tipo de entrada :
Centro, radio
Centro :
S_x =
-0,98
[m]
S_z =
-3,31
[m]
Radio :
r =
9,57
[m]
Método :
Bishop
Resultados
Verificación de estabilidad de taludes (Bishop)
FS = 1,58 > 1,50
Estabilidad de taludes ES SATISFACTORIA

3.9) Estabilitat global situació quasipermanent



$FS := 1.51 \quad > \quad 1.5$

3.10) Estabilitat global situació característica amb sobrecàrrega de 10 kPa

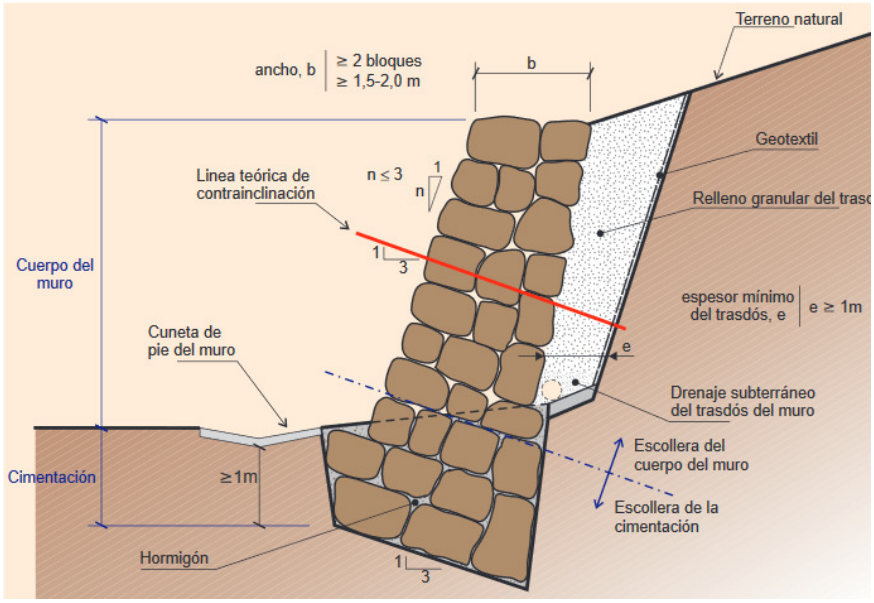


$FS := 1.44 \quad > \quad 1.3$

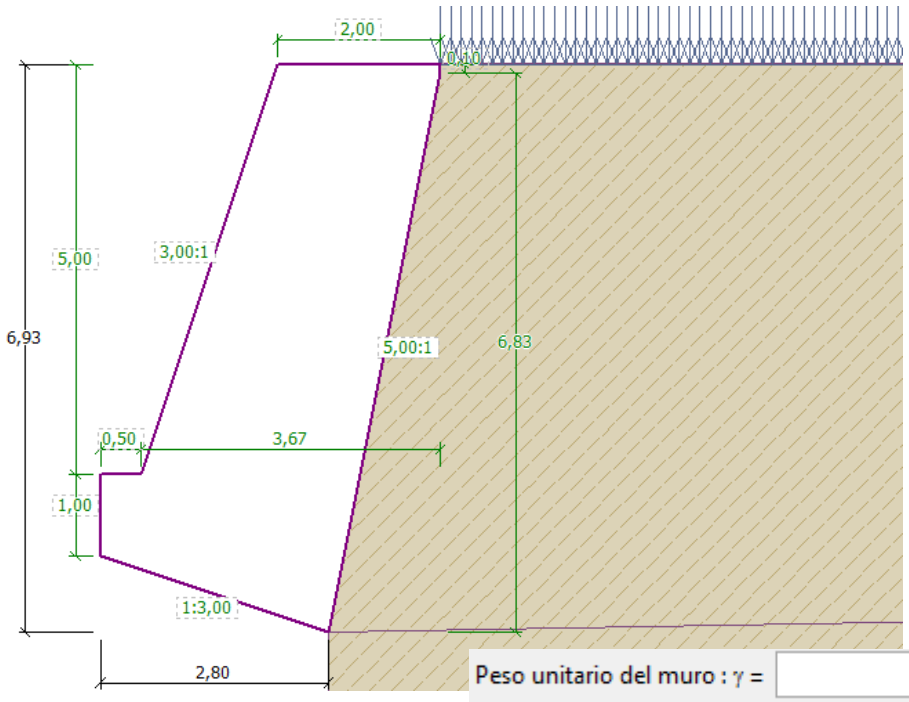
4) ALTERNATIVA 2. MUR D'ESCULLERA

4.1) Introducció i abast de l'anàlisi

Es procedeix al disseny del mur conformat per escullera. S'analitza el comportament de l'estructura tant en fase de servei com durant el procés constructiu en base a fulls de càlcul propis de MOST ENGINYERS i amb el mòdul "Muro de Gravedad" del software GEO5 2020. Per a analitzar l'estabilitat global a la zona del mur modelitzat el l'escullera i el terreny amb el mòdul "estabilidad de taludes" del software GEO5 2020. En l'anàlisi d'estabilitat es contempla un primer nivell de terreny natural amb un talús 3H:1V i un talús 1H:3V per el mur d'escullera.



4.2) Geometria



$h_{mur} := 5\ m$

Peso unitario del muro : γ = 20,00 [kN/m^3]

4.3) Dades geomecàniques del terreny

En los ensayos realizados para la Dirección General de Carreteras[1] con rocas de pesos específicos secos comprendidos entre veinticinco y veintiséis y medio kilonewtons por metro cúbico ($25 \le \gamma_d \le 26{,}5$ kN/m^3), se han obtenido pesos específicos aparentes de la escollera comprendidos entre diecisiete y diecinueve kilonewtons por metro cúbico ($17 \le \gamma_{ap} \le 19$ kN/m^3), en función de las características de su colocación.

$\gamma_{escullera} := 20 \ \frac{kN}{m^3}$ $\quad c := 0 \ kPa$

Angle de fregament reblert $\phi_{reblert} := 30 \ °$

Angle de fregament terreny natural $\phi_{base} := 28 \ °$

Angle a considerar per verificar lliscament (GCOC) $\phi_{suelo\_estructura} := \operatorname{atan}\left(0.8 \cdot \tan\left(\phi_{base}\right)\right) = 23.043 \ °$

Angle de fregament escullera

Angle de fregament bàsic $\phi_b := 33 \ °$

Increment de l'angle degut a les característiques d'execució $\Delta\phi_e := 1 \ °$

Disminució de l'angle en funció de la tensió normal

$$\Delta\phi_n := \min\left(7 \ ° \cdot \log\left(\frac{h_{mur} \cdot \gamma_{escullera}}{0.1 \ MPa}\right), 0\right) = 0 \ °$$

$\phi_{escullera} := \phi_b + \Delta\phi_e + \Delta\phi_n = 34 \ °$

TABLA 4.2. VALORES APROXIMADOS DE ϕ_b, $\Delta\phi_e$ (°)

MATERIAL (*)	ϕ_b (°)	$\Delta\phi_e$ (°)
Granito muy sano	40-41	1-2
Gneis	41-42	1-2
Cuarcita sana	39-40	1-2
Basalto	40-41	1-3
Riolita y andesita	41-42	1-3
Sienita y granodiorita	41-42	1-3
Dolomías y calizas muy sanas	39-40	1-2
Conglomerados y brechas bien cementadas	39-41	1-2
Areniscas bien cementadas	38-39	1-2

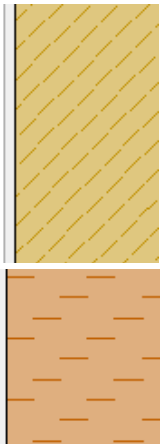
(*) Valor medio: $q_u \ge 80$ MPa (desechando el valor más bajo de una serie de diez probetas).
Valor mínimo: $q_u \ge 60$ MPa (desechando los dos valores más bajos de una serie de diez probetas).

Relleno

Peso unitario :	γ =	20,00 kN/m3
Estado de tensión :		efectivo
Ángulo de fricción interna :	φ_{ef} =	30,00 °
Cohesión de suelo :	c_{ef} =	0,00 kPa
Ángulo de fricción estructura-suelo :	δ =	10,00 °
Suelo :		granular
Peso unitario de suelo saturado :	γ_{sat} =	20,00 kN/m3

Terreno natural

Peso unitario :	γ =	20,00 kN/m3
Estado de tensión :		efectivo
Ángulo de fricción interna :	φ_{ef} =	28,00 °
Cohesión de suelo :	c_{ef} =	10,00 kPa
Peso unitario de suelo saturado :	γ_{sat} =	20,00 kN/m3

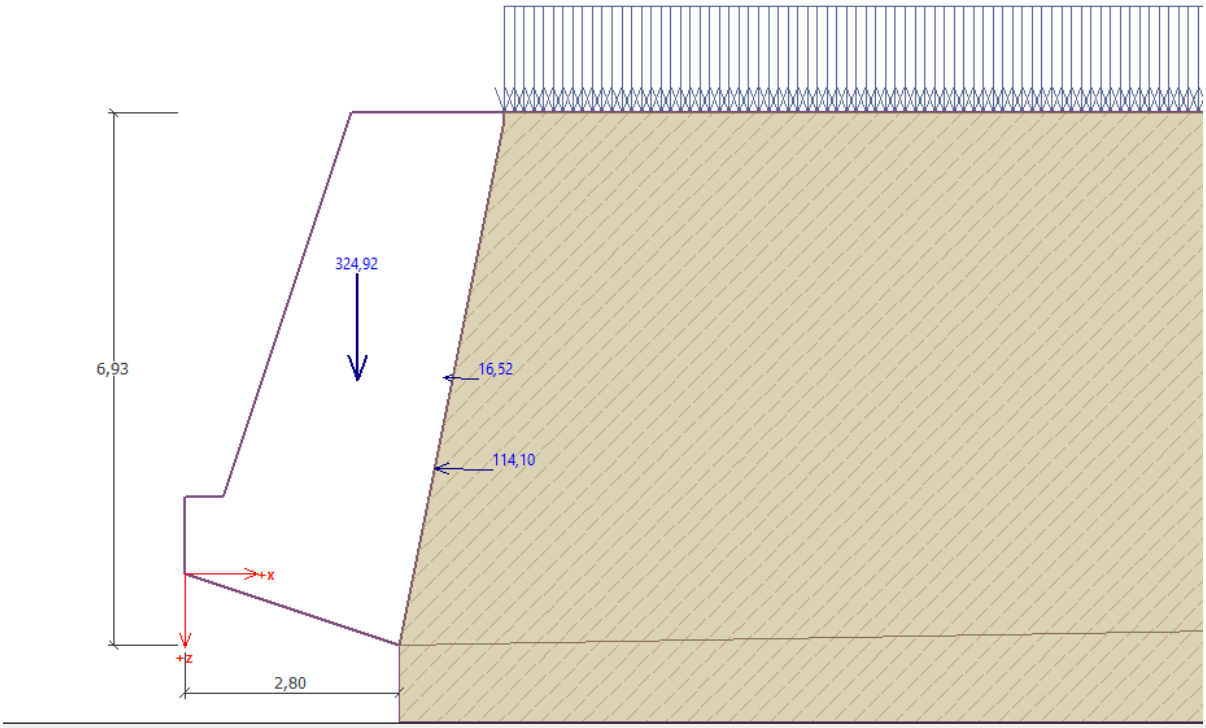


4.4) Coeficients de seguretat

TABLA 6.9. **COEFICIENTES DE SEGURIDAD MÍNIMOS NORMALES PARA LAS CIMENTACIONES DE MUROS**

MODO DE FALLO	COMBINACIÓN CASI PERMANENTE(*) F_1	COMBINACIÓN CARACTERÍSTICA F_2	COMBINACIÓN ACCIDENTAL F_3	MÉTODO DE EVALUACIÓN (APARTADO DE ESTA GUÍA)
Estabilidad global	1,50	1,30	1,10	4.4[1], 5.2.1[2]
Hundimiento	3,00	2,60	2,20	4.5[1], 5.10[2]
Deslizamiento	1,50	1,30	1,10	4.6[1]
Resistencia horizontal	3,00	2,60	2,20	5.12[2]
Vuelco plástico	1,50	1,30	1,10	4.7[1]
Vuelco rígido	2,00	1,80	1,50	4.7[1]

4.5) Verificacions geotècniques



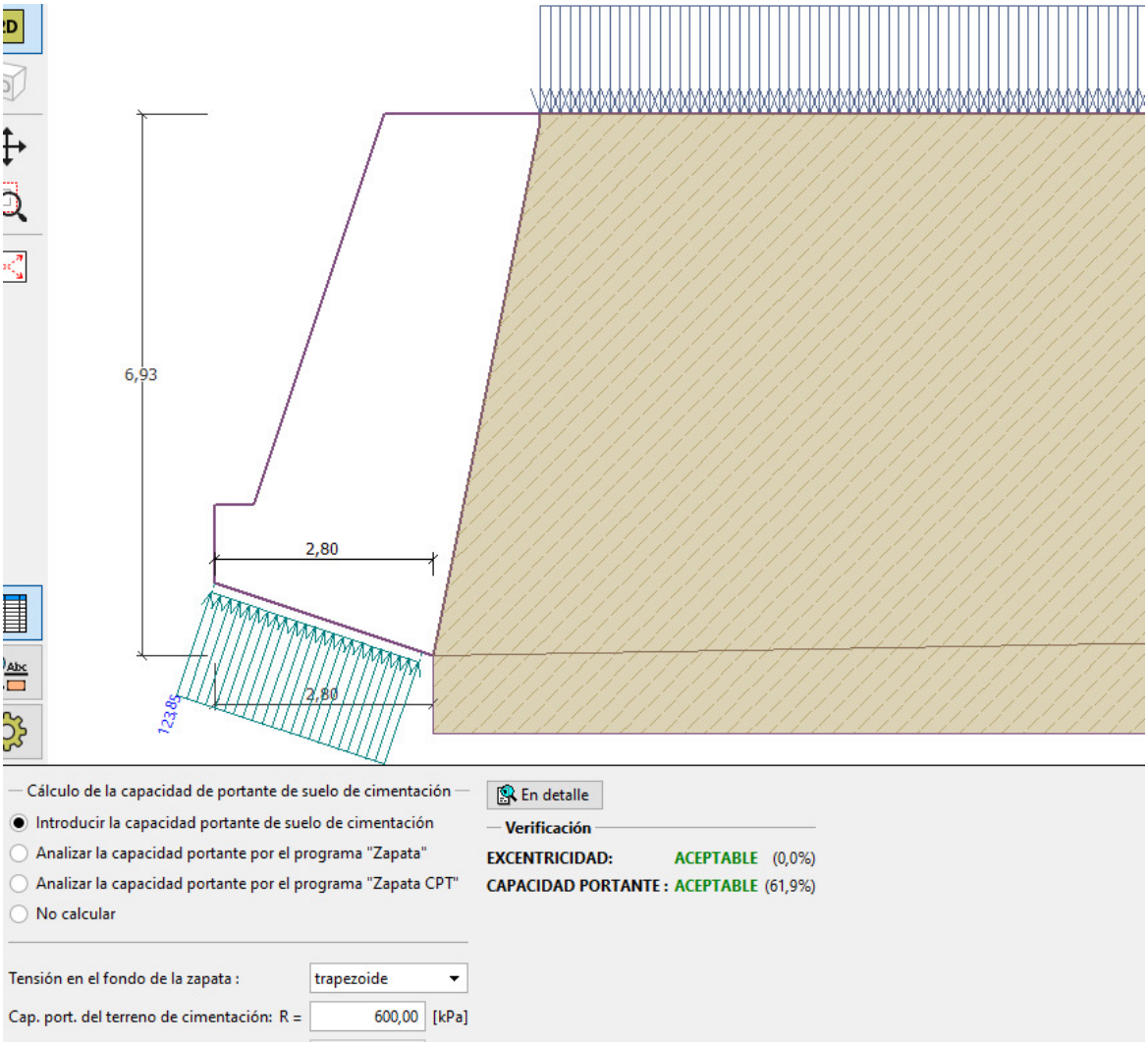
de Equilibrio : [1]

Fuerza	F_x [kN/m]	F_z [kN/m]	Pto. aplicación x [m]	Pto. aplicación z [m]	Coef. [–]
Peso - Muro	0,00	324,92	2,25	-2,52	1,000
Presión activa	-114,07	-2,60	3,26	-1,38	1,000
Sobrecàrrega trànsit	-16,52	-0,32	3,37	-2,55	1,000

Verificación

VUELCO : ACEPTABLE (55,1%)

DESLIZAMIENTO : ACEPTABLE (16,5%)



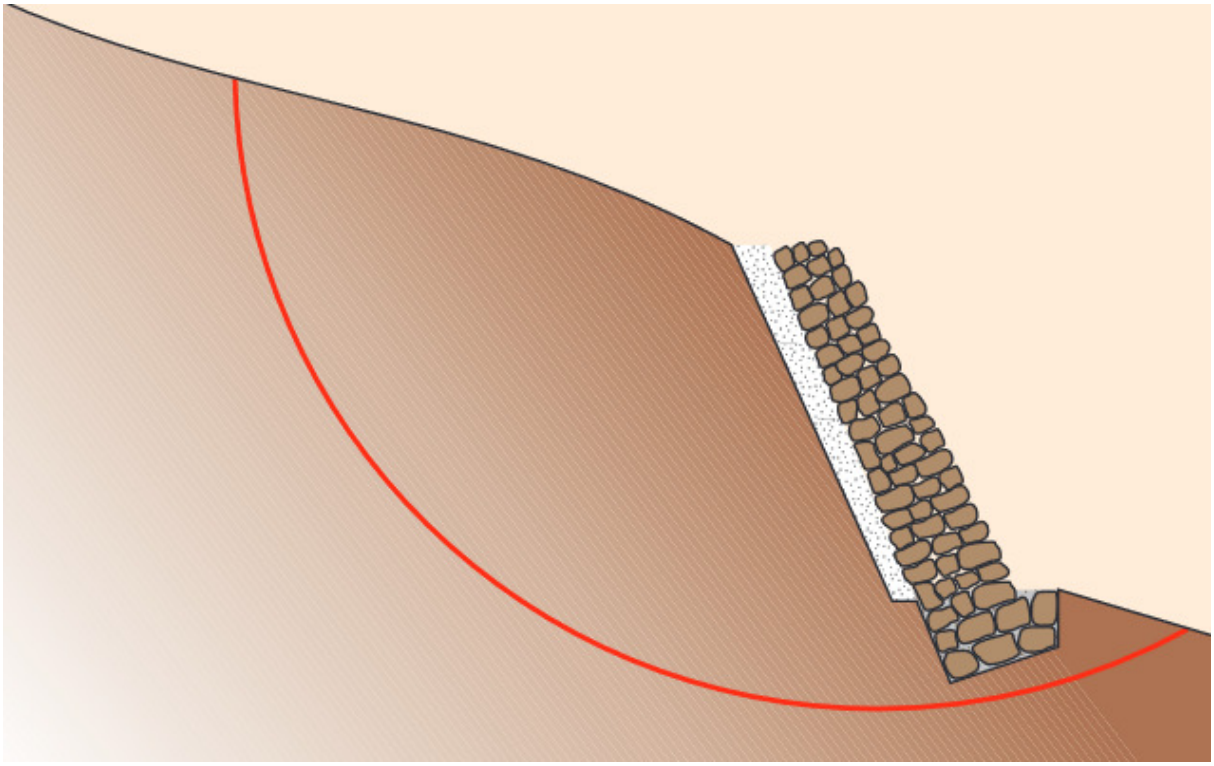
4.6) Estabilitat global

Per al càlcul de l'estabilitat global s'ha dotat d'una cohesió fictícia a l'escullera tal com es recomana a l'apartat 4.2 de la "Guía para el proyecto y la ejecución de muros de escollera en obras de carretera" per tal de simular que els diferents blocs d'escullera aniran travats entre ells. Es contempla un primer nivell amb un talús 3H:1V.

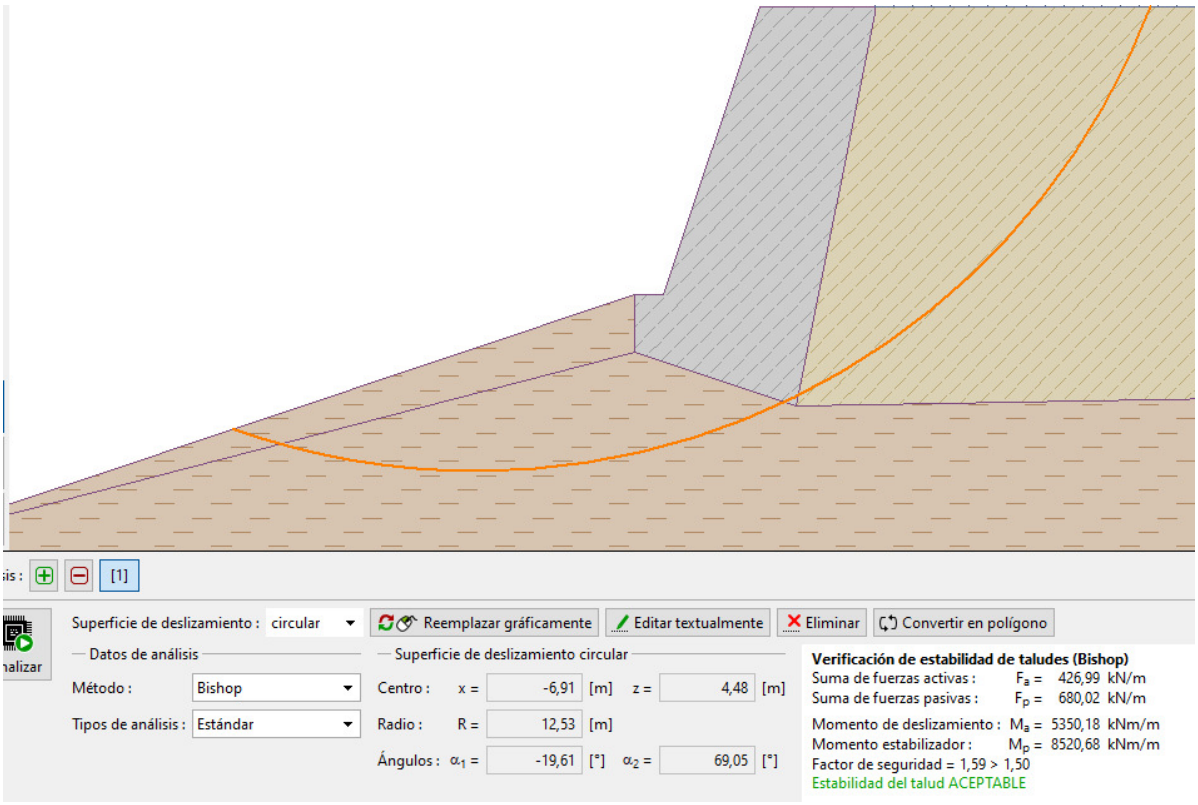
[8] En el caso de que se usen programas informáticos de cálculo de estabilidad de taludes, que tantean distintas superficies de rotura con cualquier ángulo de salida de la superficie de deslizamiento, hasta encontrar la de menor coeficiente de seguridad, se puede usar también el siguiente artificio, si es que el programa permite dicha opción: al definir los parámetros que caracterizan el material que representa la escollera utilizando el modelo de Mohr-Coulomb, se introduce como ángulo de rozamiento, el valor que se haya estimado según los criterios del epígrafe 4.1.3, y la cohesión se define mediante una función tal, que tenga valor nulo cuando el ángulo de salida de la superficie de deslizamiento coincida con el ángulo de contrainclinación de las hiladas, y que tenga valores positivos y significativamente altos, cuando las superficies de rotura no cumplan esa condición. Con este artificio matemático, se incluye de alguna manera en el modelo, el condicionante de que la rotura del muro según superficies que corten a los bloques de escollera, implicaría la rotura de los mismos y por lo tanto tendría que vencer mayor resistencia.

Escullera cohesiva

Peso unitario :	γ =	20,00 kN/m³
Estado de tensión :		efectivo
Ángulo de fricción interna :	φ_{ef} =	34,00 °
Cohesión de suelo :	c_{ef} =	35,00 kPa
Peso unitario de suelo saturado :	γ_{sat} =	20,00 kN/m³

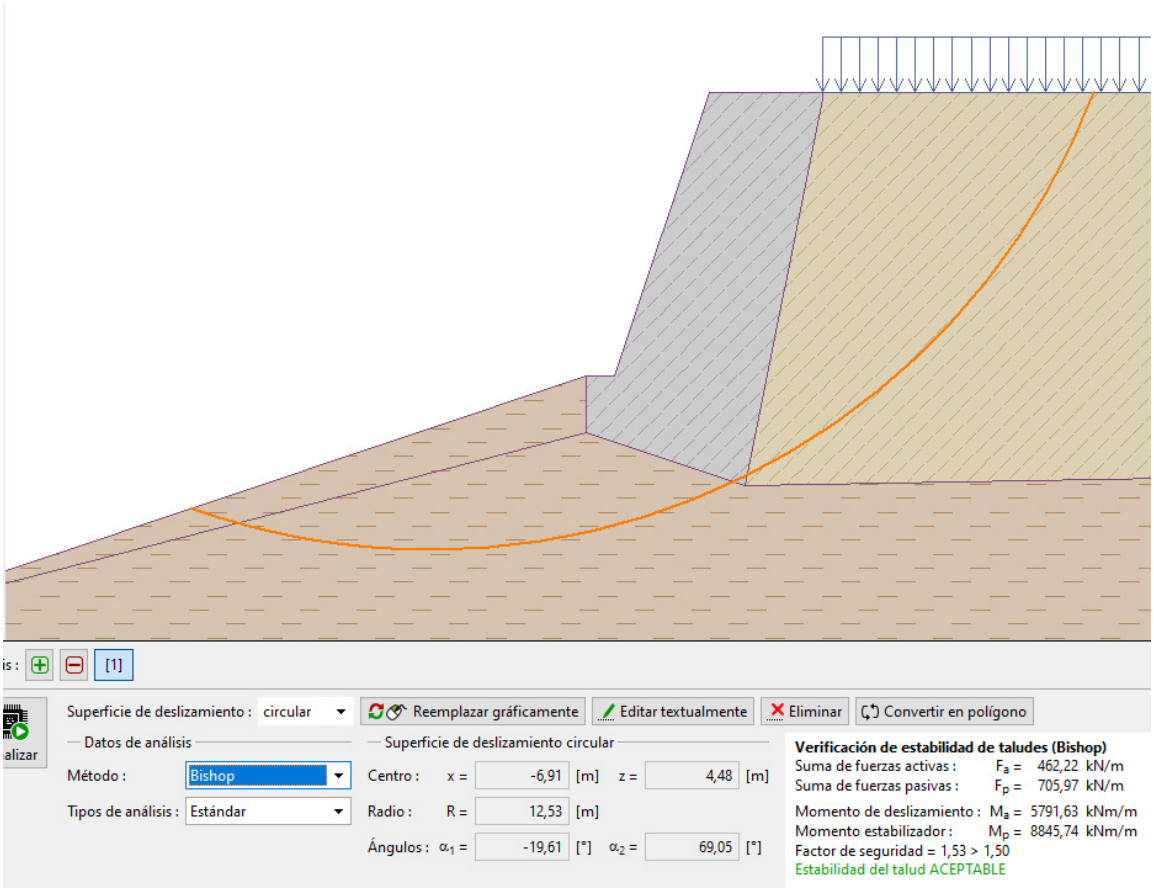


En combinació quasi permanent:



$FS := 1.59 > 1.5$

En combinació característica:



$FS := 1.53 > 1.3$

4.6) Estabilitat local

Per al càlcul de l'estabilitat local es determina el coeficient de seguretat d'aquelles superfícies de trencament que en part tallen el mur de l'escullera i que tinguin un angle de sortida aproximat corresponent al de la contrainclinació de les hilades previst al projecte que normalment es de 3H:1V. Es modelitza l'escullera mitjançant un terreny amb **cohesió nul·la**.

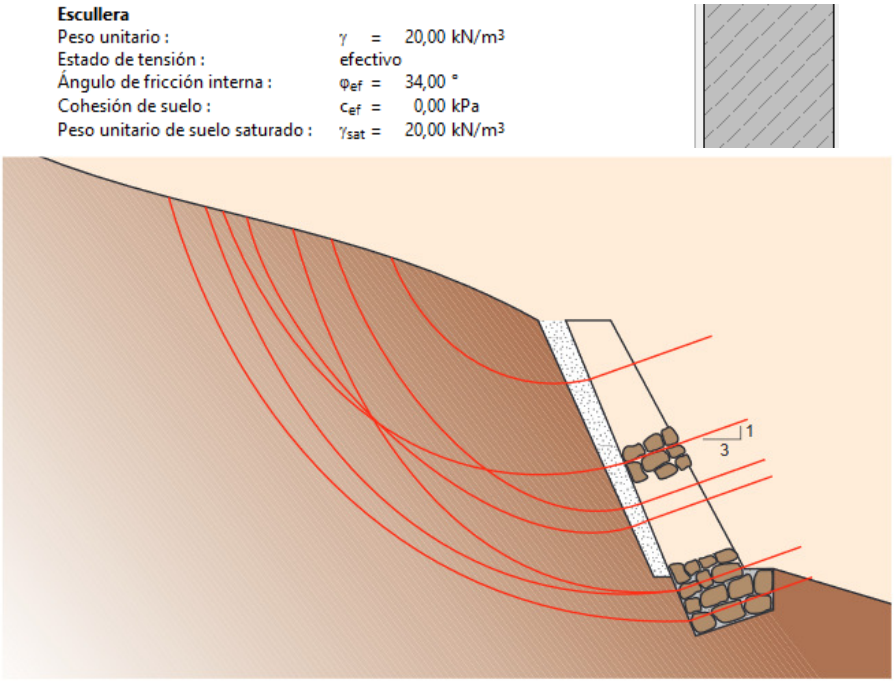
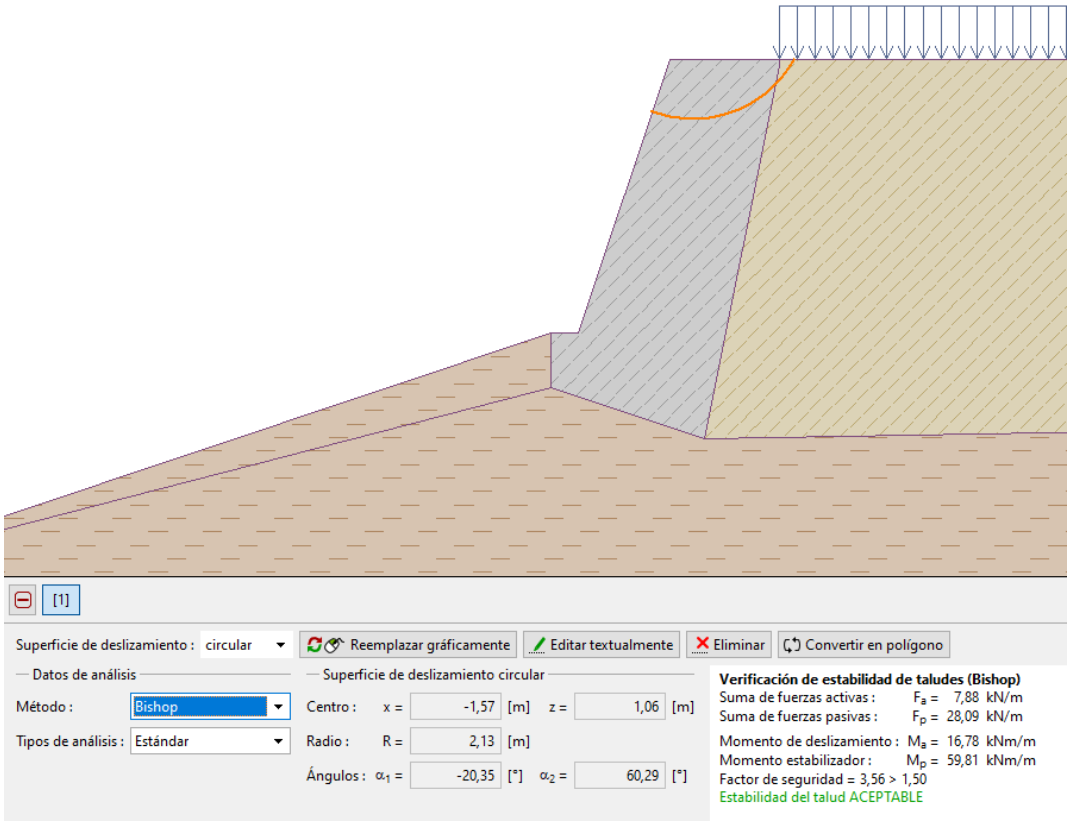
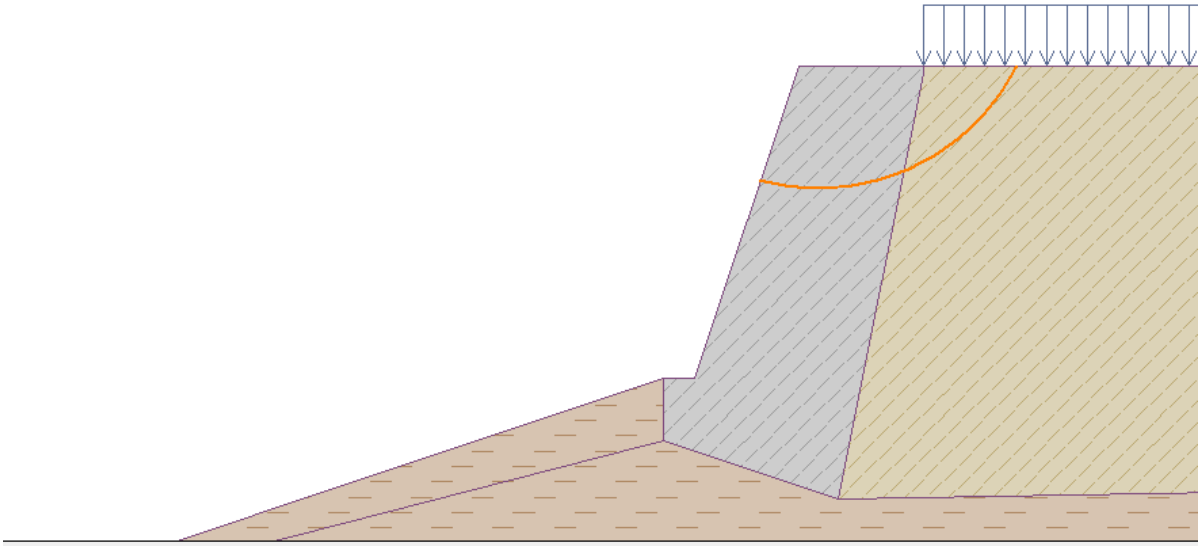


FIGURA 4.2. **EJEMPLO DE SUPERFICIES DE DESLIZAMIENTO PARA ANÁLISIS DE ESTABILIDAD LOCAL.**





[1]

Superficie de deslizamiento : circular | Reemplazar gráficamente | Editar textualmente | Eliminar | Convertir en polígono

Datos de análisis

Método : Bishop

Tipos de análisis : Estándar

Superficie de deslizamiento circular

Centro : x = -1,68 [m] z = 1,59 [m]

Radio : R = 3,55 [m]

Ángulos : α_1 = -15,19 [°] α_2 = 63,36 [°]

Verificación de estabilidad de taludes (Bishop)

Suma de fuerzas activas : F_a = 29,06 kN/m

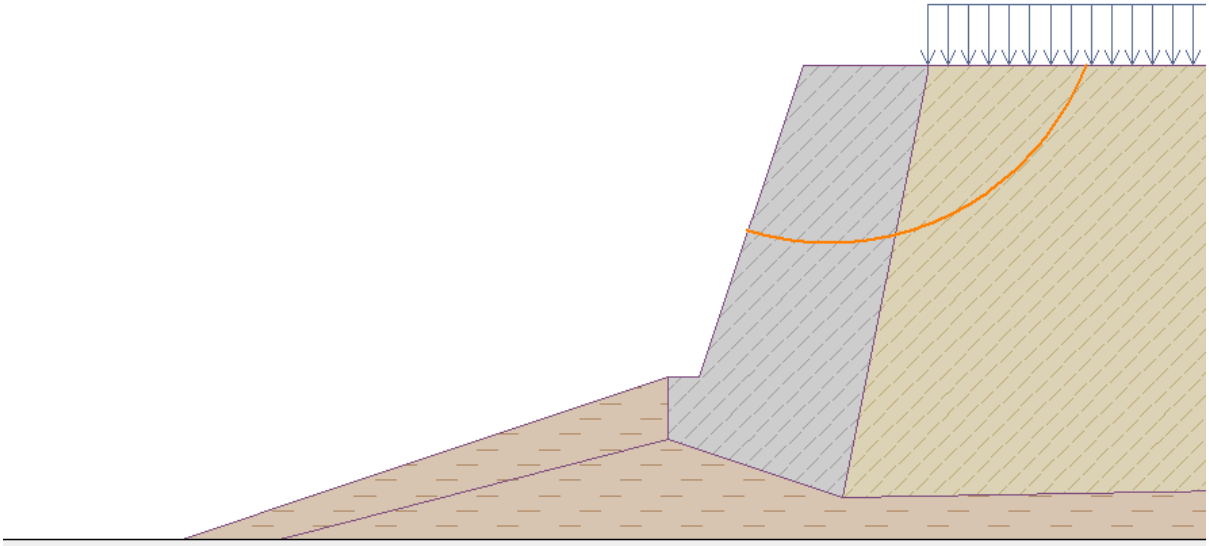
Suma de fuerzas pasivas : F_p = 74,37 kN/m

Momento de deslizamiento : M_a = 103,30 kNm/m

Momento estabilizador : M_p = 264,31 kNm/m

Factor de seguridad = 2,56 > 1,50

Estabilidad del talud ACEPTABLE



[1]

Superficie de deslizamiento : circular | Reemplazar gráficamente | Editar textualmente | Eliminar | Convertir en polígono

Datos de análisis

Método : Bishop

Tipos de análisis : Estándar

Superficie de deslizamiento circular

Centro : x = -1,58 [m] z = 1,56 [m]

Radio : R = 4,41 [m]

Ángulos : α_1 = -17,20 [°] α_2 = 69,30 [°]

Verificación de estabilidad de taludes (Bishop)

Suma de fuerzas activas : F_a = 58,38 kN/m

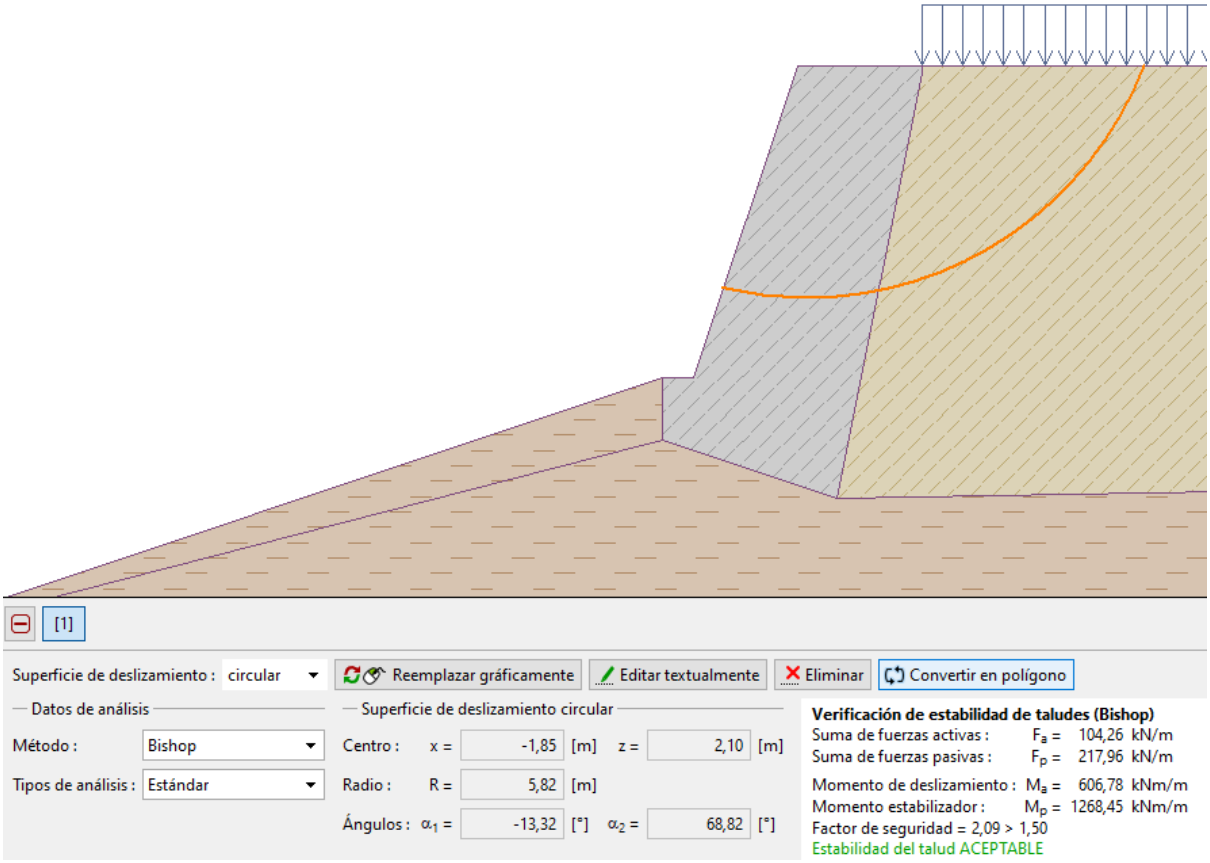
Suma de fuerzas pasivas : F_p = 141,31 kN/m

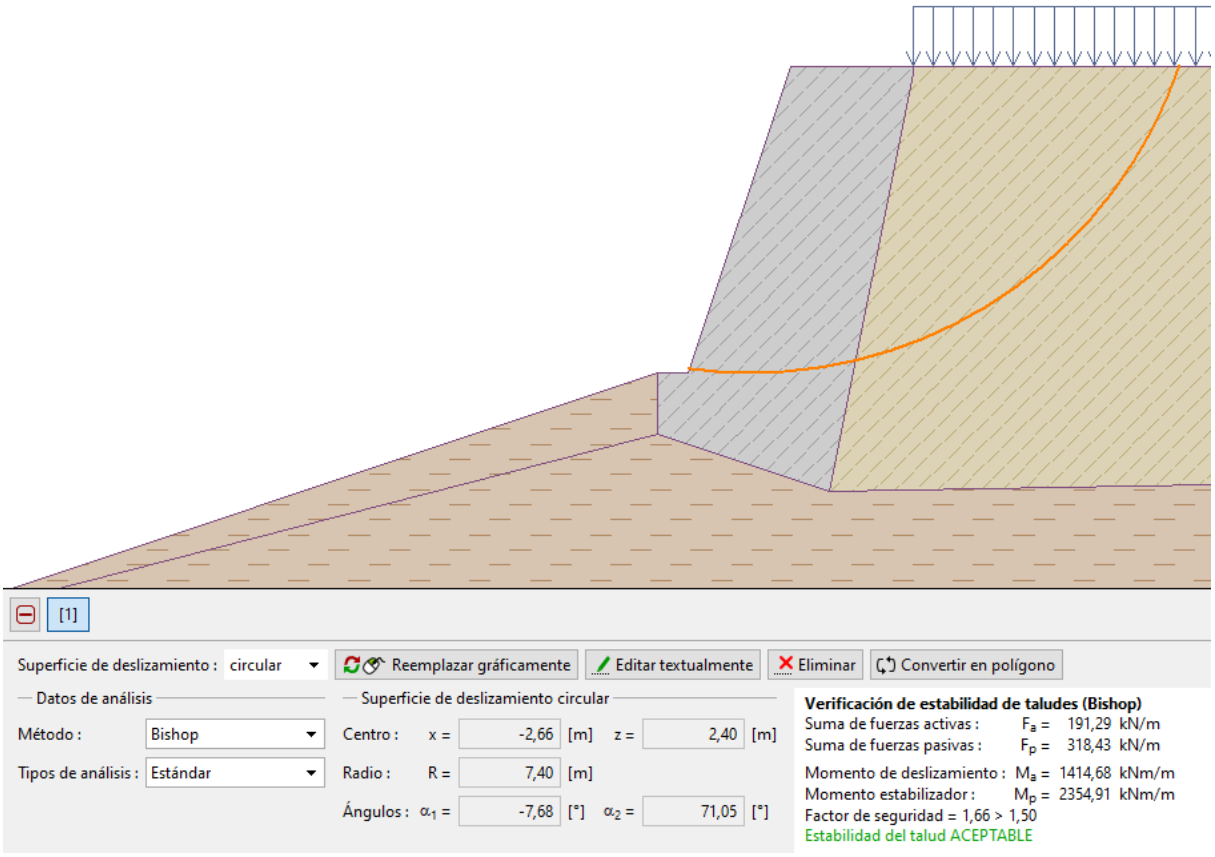
Momento de deslizamiento : M_a = 257,15 kNm/m

Momento estabilizador : M_p = 622,47 kNm/m

Factor de seguridad = 2,42 > 1,50

Estabilidad del talud ACEPTABLE


[1]
Superficie de deslizamiento : circular
Reemplazar gráficamente
Editar textualmente
Eliminar
Convertir en polígono
Datos de análisis
Método : Bishop
Tipos de análisis : Estándar
Superficie de deslizamiento circular
Centro : x = -1,85 [m] z = 2,10 [m]
Radio : R = 5,82 [m]
Ángulos : α1 = -13,32 [°] α2 = 68,82 [°]
Verificación de estabilidad de taludes (Bishop)
Suma de fuerzas activas : Fa = 104,26 kN/m
Suma de fuerzas pasivas : Fp = 217,96 kN/m
Momento de deslizamiento : Ma = 606,78 kNm/m
Momento estabilizador : Mp = 1268,45 kNm/m
Factor de seguridad = 2,09 > 1,50
Estabilidad del talud ACEPTABLE


[1]
Superficie de deslizamiento : circular
Reemplazar gráficamente
Editar textualmente
Eliminar
Convertir en polígono
Datos de análisis
Método : Bishop
Tipos de análisis : Estándar
Superficie de deslizamiento circular
Centro : x = -2,66 [m] z = 2,40 [m]
Radio : R = 7,40 [m]
Ángulos : α1 = -7,68 [°] α2 = 71,05 [°]
Verificación de estabilidad de taludes (Bishop)
Suma de fuerzas activas : Fa = 191,29 kN/m
Suma de fuerzas pasivas : Fp = 318,43 kN/m
Momento de deslizamiento : Ma = 1414,68 kNm/m
Momento estabilizador : Mp = 2354,91 kNm/m
Factor de seguridad = 1,66 > 1,50
Estabilidad del talud ACEPTABLE

$FS := 1.66 > 1.5$

APÈNDIX 10. CÀLCUL DEL FALS TÚNEL ADIF_OEST

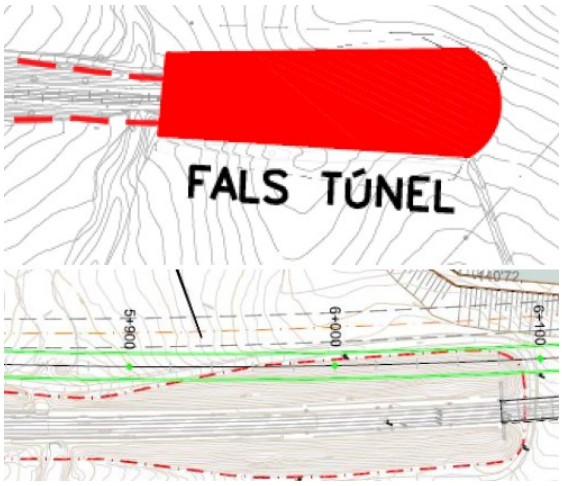
PREDISSENY I ANÀLISI DEL FALS TÚNEL ADIF-OEST

1) INTRODUCCIÓ

En aquest apartat es presenta el predisseny, proposta i anàlisi geotècnic per al disseny de l'estructura anomenada "fals túnel ADIF-oest" al plec de condicions tècniques. L'estructura consisteix en la prolongació del fals túnel, l'entrada del qual està situada al PK 6+100 del mateix túnel.

Es proposa realitzar el fals túnel mitjançant una volta conformada per dovelles de formigó prefabricat. La secció la conformarien dos peces de formigó prefabricades que s'ensamblarien a la clau de la volta, existint en aquest punt cert grau d'articulació. Les raons principals que motiven la projecció d'un fals túnel amb dovelles prefabricades és el poc rebliment de terres que es preveu sobre el túnel i la necessitat de minimitzar l'afectació en la circulació dels trens d'alta velocitat.

En els primers apartats d'aquest annex s'analitzen els condicionants per al disseny de l'estructura, seguidament s'adjunta un predisseny del fals túnel mitjançant el software ROBOT STRUCTURAL i fulls de càlcul propis. Per acabar es realitza un anàlisi geotècnic amb el software PLAXIS on s'estudia la interacció sol-estructura del fals túnel i es dimensionen els principals elements estructurals mitjançant fulls de càlcul propis.



2) CONDICIONANTS

Els condicionants principals que es detecten per al disseny i construcció del fals túnel són els següents:

- **Manteniment de la circulació de trens d'alta velocitat** durant el dia durant l'execució de les obres. Per poder satisfer aquest requeriment, el disseny de la volta del túnel es planteja amb dovelles prefabricades que es podran hissar sense necessitat d'ocupar l'espai de la via del tren en horari nocturn. No es contempla la construcció d'una llosa inferior per no afectar la plataforma i superestructura de la via ferroviària.

- **Disseny d'acord amb els criteris urbanístics i paisatgístics del Parc de l'Alba**. Els acabats del túnel i les formes estructurals s'hauran d'adaptar de forma que creïn el mínim impacte visual i medioambiental possible.

- **Construcció de accessos**. L'execució del fals túnel comportarà l'execució d'accessos adequats per a la maquinària des de les carreteres existents fins al túnel.

- **Serveis afectats**. Es faran les gestions i visites de camp necessàries per a recollir tots els serveis existents a la zona afectada per les obres i es realitzarà un llistat complet amb una valoració de les afeccions ocasionades per les futures actuacions.

- **Característiques del terreny**. Necessitat de realitzar un informe geotècnic per poder definir les característiques geomecàniques del terreny de fonamentació del túnel. Com que no s'ha pogut disposar d'un estudi geotècnic específic a la zona del fals túnel, s'han tingut en compte altres informes geotècnics efectuats en zones properes a l'indret on es situa el fals túnel.

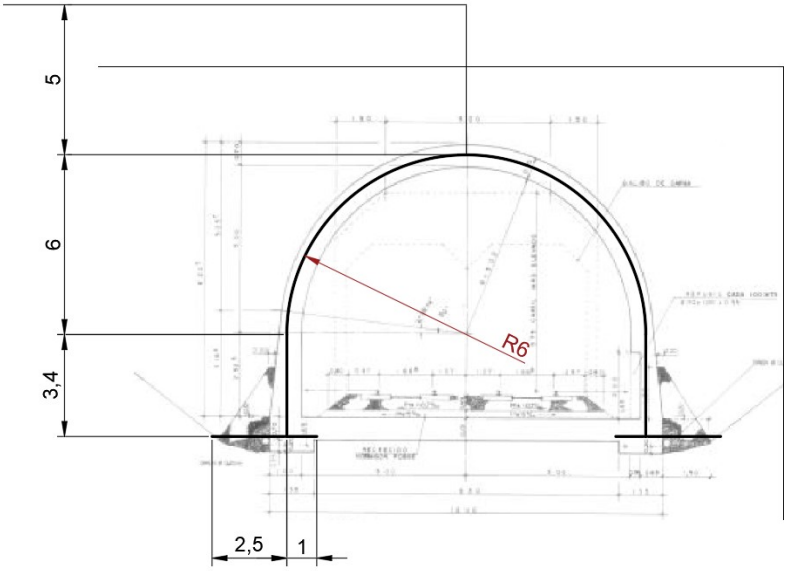
- **Terminis de fabricació d'elements prefabricats**. Amb la finalitat d'optimitzar els processos executiu, les voltes del fals túnel es plantegen amb formigó prefabricat, sent necessari contemplar en la planificació de les obres el temps de fabricació de dits elements.

3) PREDISSENY

Tot seguit s'adjunta el predisseny del fals túnel realitzat amb el software ROBOT STRUCTURAL i fulls de càlcul propis.

3.1) Característiques geomètriques

Secció de càlcul



Recobriment túnel:
$rec_{tunel} := 5\ m$

Fletxa del túnel:
$f_{tunel} := 6\ m$

Alçada hastial:
$h_{hastial} := 3.4\ m$

Gruix alçat hastial:
$e_{hastial} := 0.7\ m$

Amplada projectada de dues dovelles:
$b_{proj\_2.dovelles} := 12\ m$

Cantell de fonament d'hastial:
$h_{fon\_hastial} := 0.8\ m$

Amplada fonament d'hastial:
$b_{fon\_hastial} := 3.5\ m$

Puntera del fonament d'hastial:
$p_{fon\_hastial} := 1\ m$

Gruix de dovella:
$e_{dovella} := 0.4\ m$

Angle d'incidència de la dovella:
$\alpha_{dovella} := 90\ °$

Radi de volta:
$R_1 := 6\ m$

3.2) Característiques del terreny

Pes específic

$$\gamma_{terres} := 20\ \frac{kN}{m^3}$$

Angle de fregament intern

$$\phi_{terres\_reblert} := 30\ ° \qquad k_0 := 1 - \sin\left(\phi_{terres\_reblert}\right) = 0.5$$

$$\phi_{terres\_natural} := 28\ °$$

Capacitat portant segons geotècnic $\sigma_{terreny} := 300\ kPa$

3.3) Estimació de reaccions en coronació d'hastial

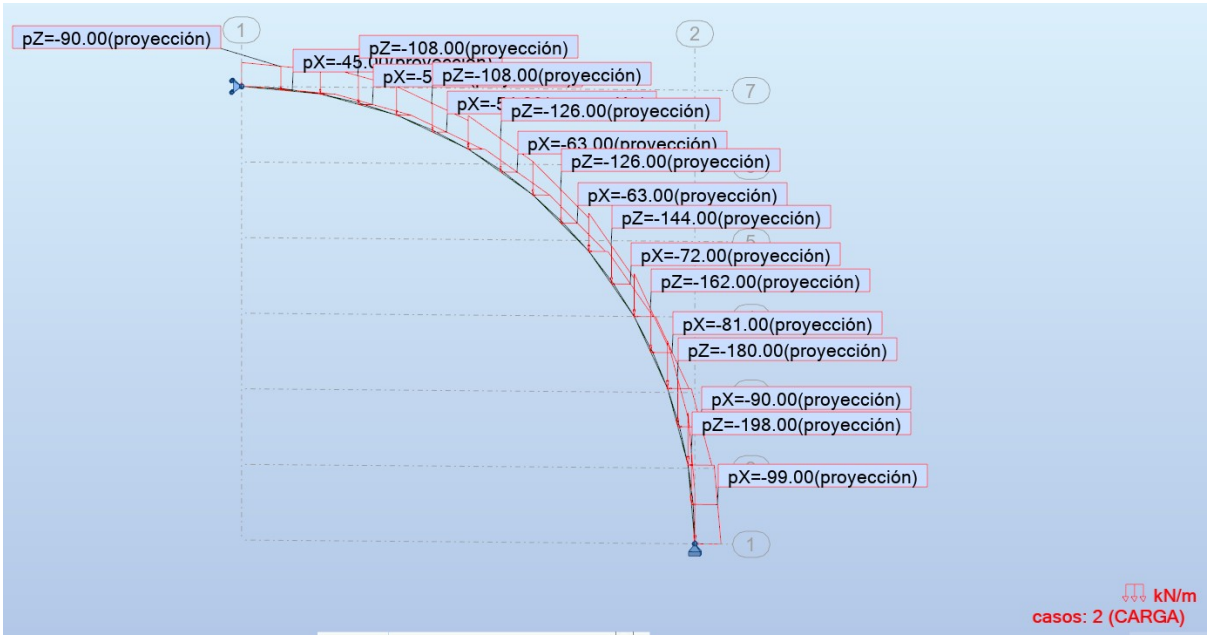
Càrrega vertical

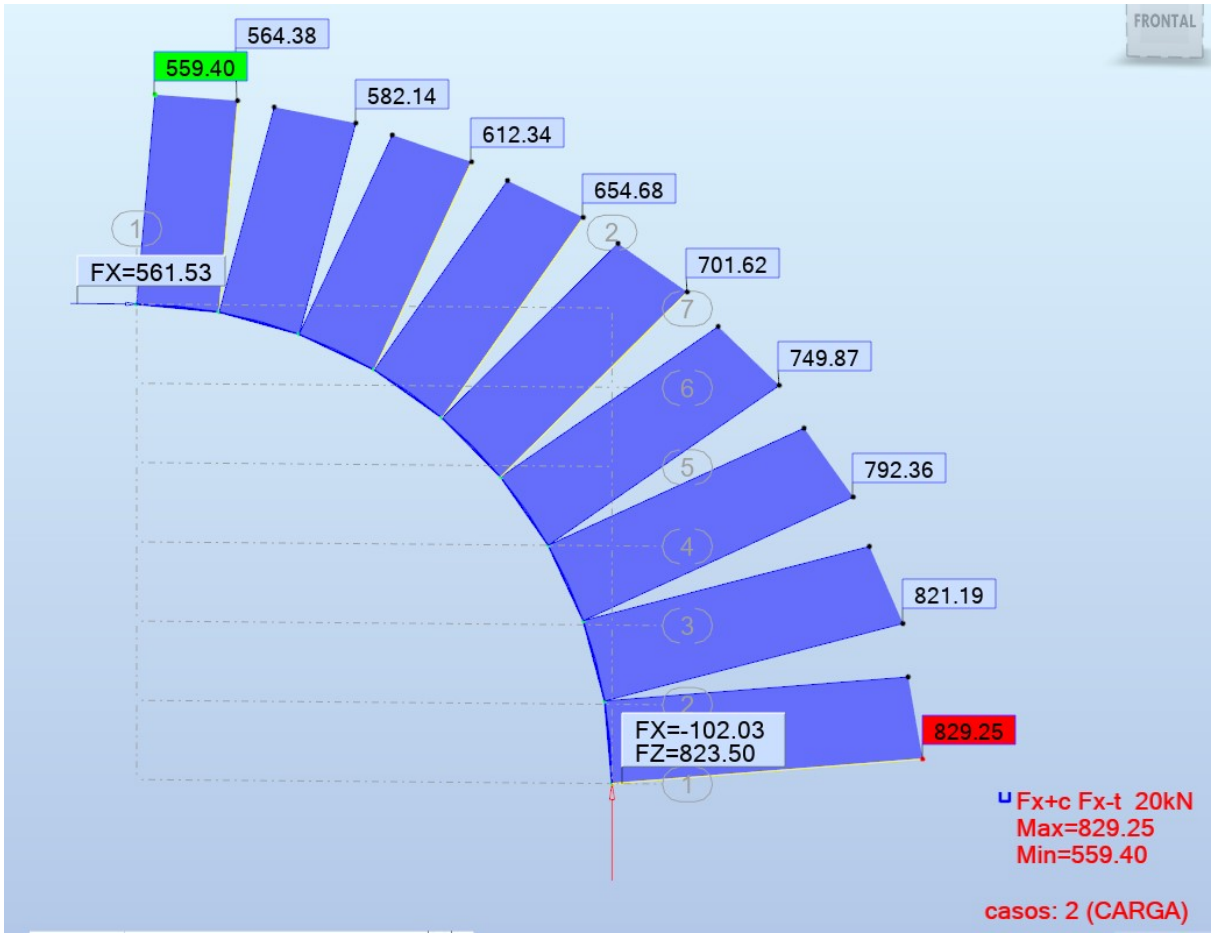
$$\gamma_{terres} \cdot \left(rec_{tunel} + \begin{bmatrix} 0\ m \\ 1\ m \\ 2\ m \\ 3\ m \\ 4\ m \\ 5\ m \\ 6\ m \end{bmatrix} \right) = \begin{bmatrix} 100 \\ 120 \\ 140 \\ 160 \\ 180 \\ 200 \\ 220 \end{bmatrix} kPa$$

Càrrega horitzontal

$$\gamma_{terres} \cdot \left(rec_{tunel} + \begin{bmatrix} 0\ m \\ 1\ m \\ 2\ m \\ 3\ m \\ 4\ m \\ 5\ m \\ 6\ m \end{bmatrix} \right) \cdot k_0 = \begin{bmatrix} 50 \\ 60 \\ 70 \\ 80 \\ 90 \\ 100 \\ 110 \end{bmatrix} kPa$$

Es realitzarà un supòsit considerant una distribució de pressions del terreny lineal com segueix:





$N_{k\_min} := 560\ kN$ $N_{k\_max} := 830\ kN$

$$R_{vertical} := \frac{823.5\ kN}{m} \qquad R_{horizontal} := \frac{102.03\ kN}{m}$$

3.4) Balanç d'empentes en l'hastial

Valoració de l'empenta en repòs

Si es quantifica el valor de l'empenta al repòs a la profunditat de l'arrancada de l'hastial s'obté

$$K_0 := 1 - \sin\left(\phi_{terres\_reblert}\right)$$

$$e_0(z) := \gamma_{terres} \cdot z \cdot K_0 \qquad E_0 := \int_{rec_{tunel}+f_{tunel}}^{rec_{tunel}+f_{tunel}+h_{hastial}} e_0(z)\,dz = 431.8\ \frac{1}{m} \cdot kN$$

Valoració de l'empenta passiva

$$K_p := \frac{1+\sin\left(\phi_{terres\_reblert}\right)}{1-\sin\left(\phi_{terres\_reblert}\right)} = 3$$

$$e_p(z) := \gamma_{terres} \cdot z \cdot K_p \qquad E_p := \int_{rec_{tunel}+f_{tunel}}^{rec_{tunel}+f_{tunel}+h_{hastial}} e_p(z)\,dz = \left(2.591 \cdot 10^3\right)\frac{1}{m} \cdot kN$$

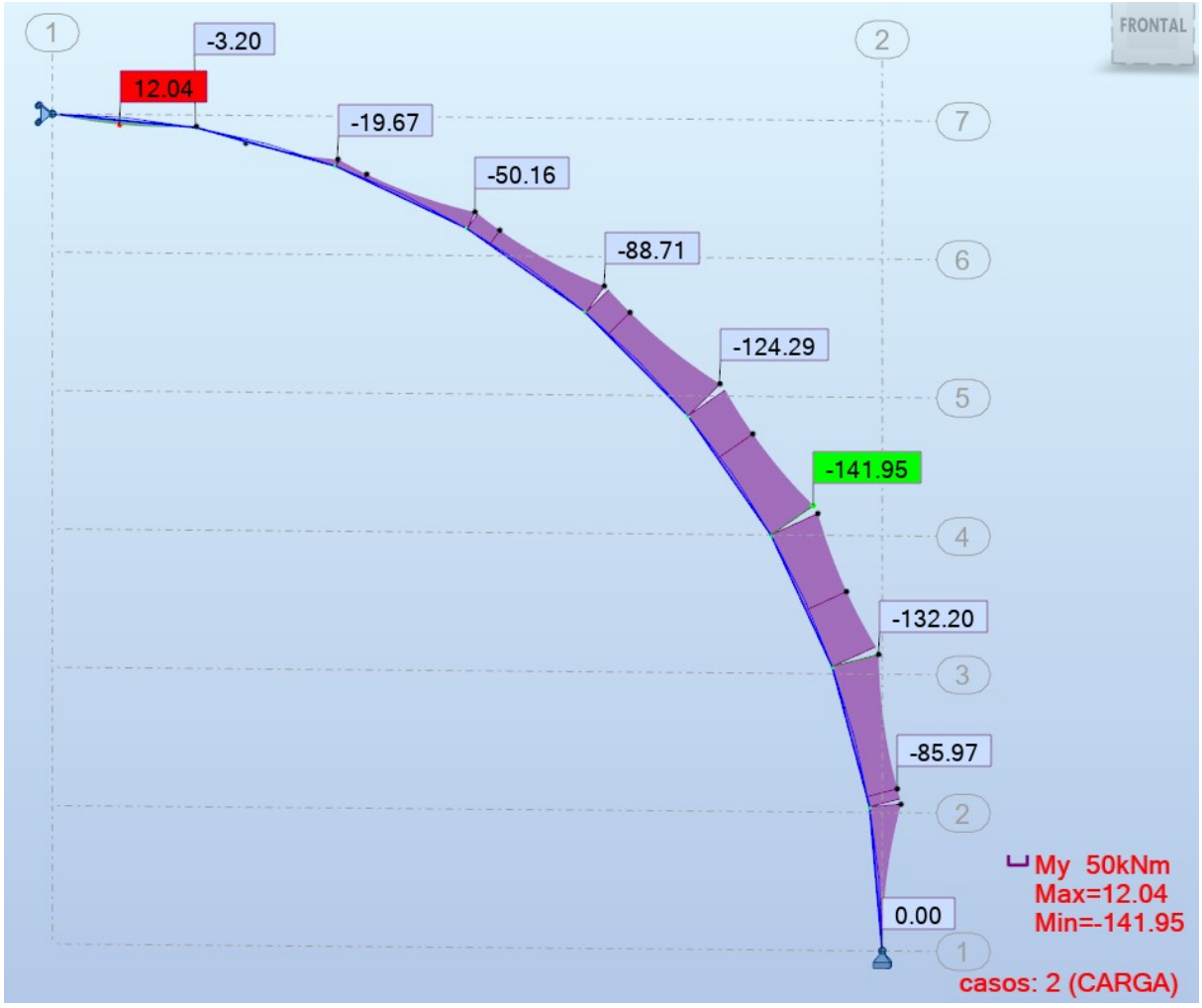
Conclusió

L'empenta horitzontal que induiria el túnel sobre l'hastial queda compensada per l'ementa al repòs sobre l'hastial

$$mobilització_{repòs} := \frac{R_{horizontal}}{E_0} = 23.629\%$$

3.5) Disseny de dovella en ELU

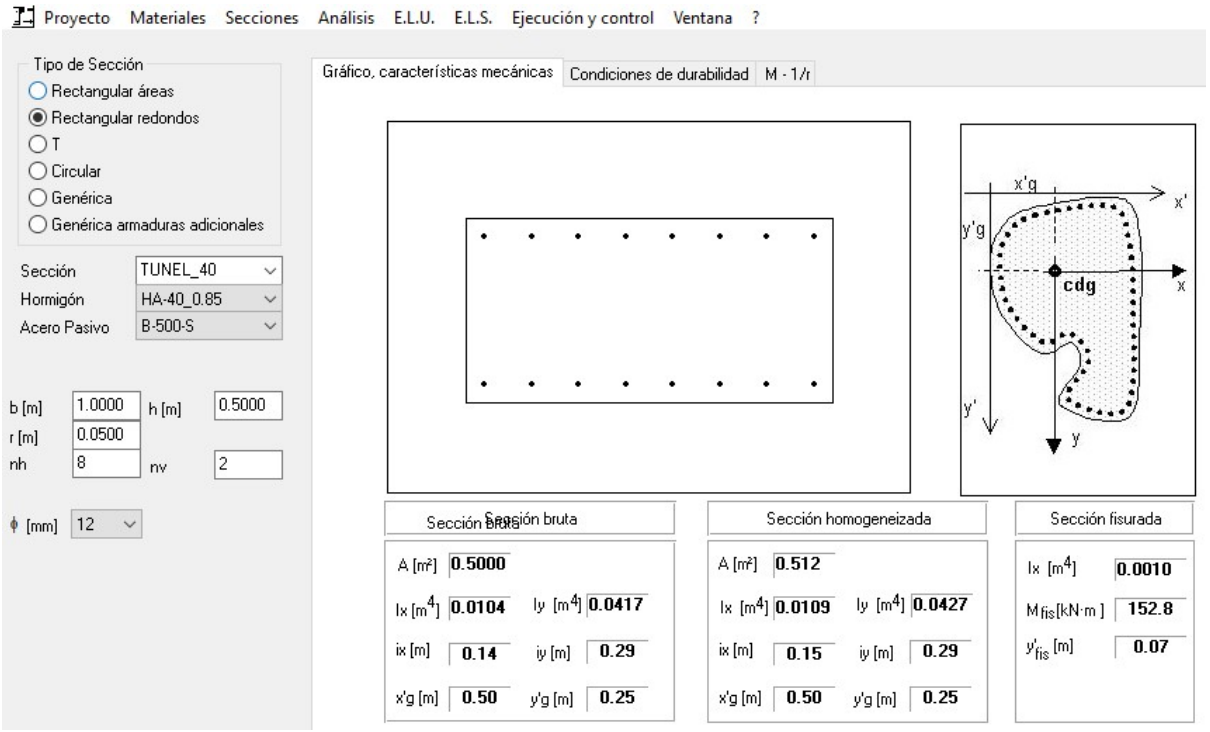
Diagrama de moments flectors en servei

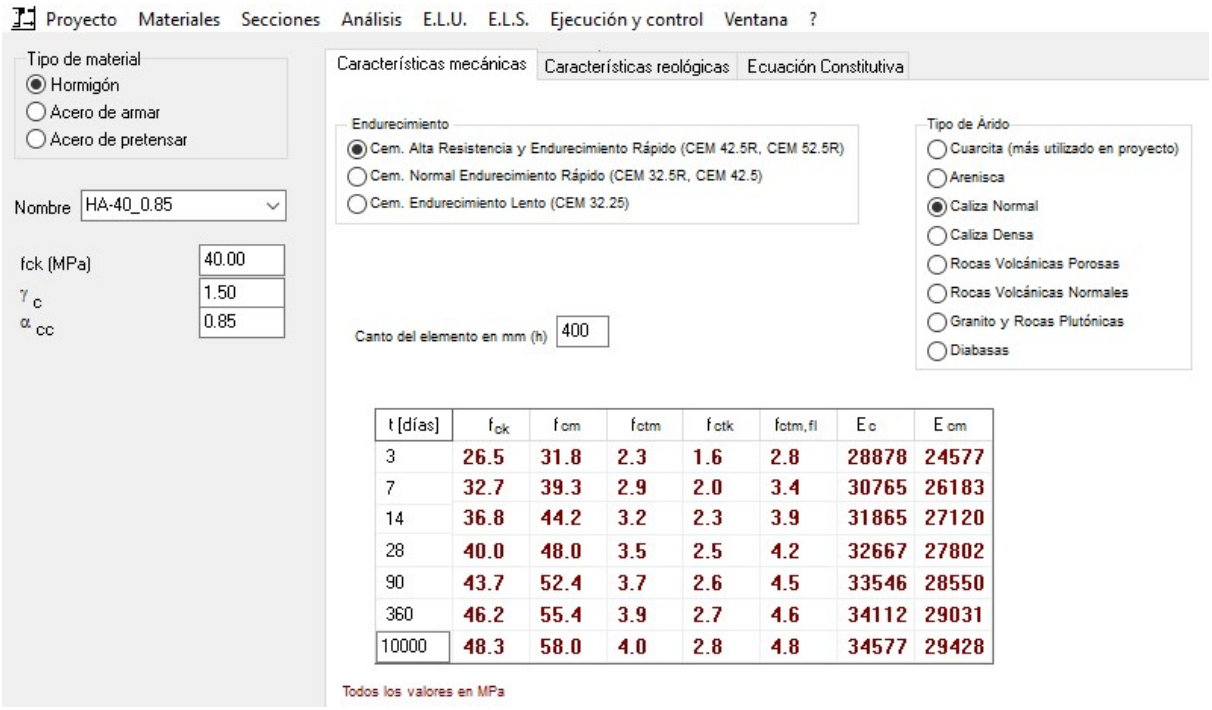


$M_k := 142\ kN \cdot m$ $M_{ed} := 1.5 \cdot M_k = 213\ m \cdot kN$

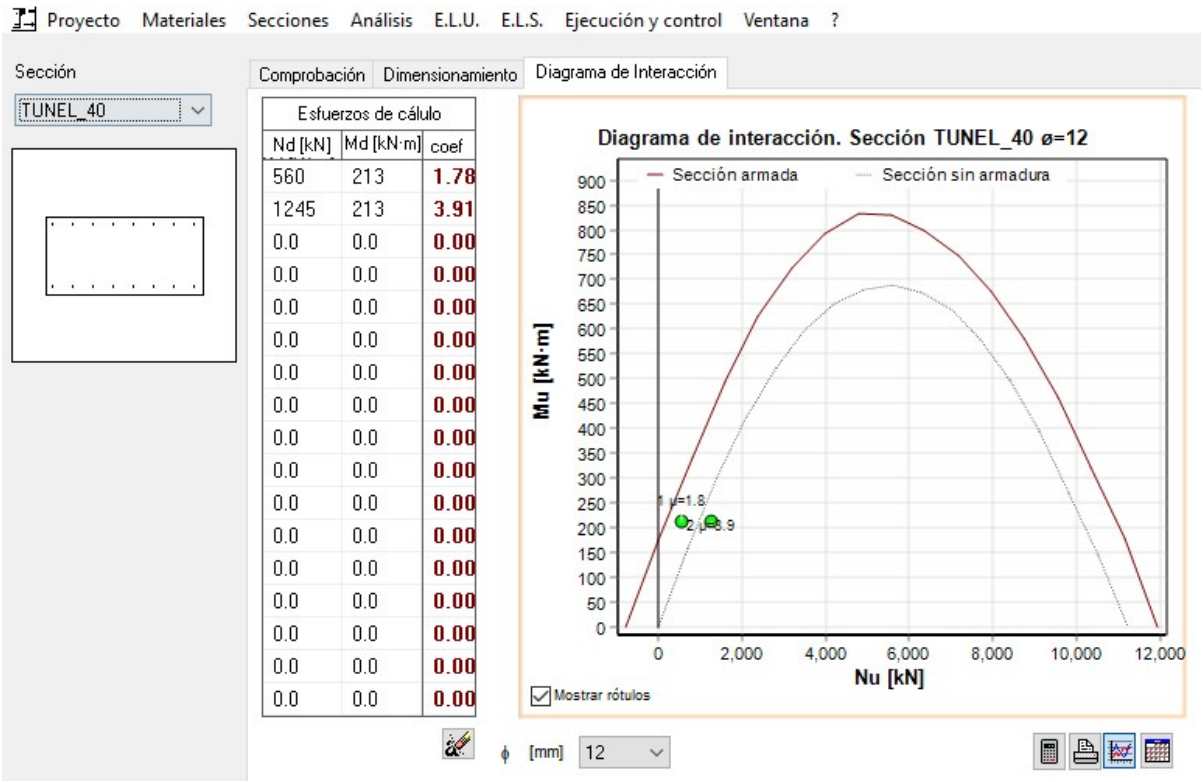
$N_{k\_min} := 560\ kN$ $N_{k\_max} := 830\ kN$ $N_{ed\_max} := 1.5 \cdot N_{k\_max} = \left(1.245 \cdot 10^3\right)\ kN$

Verificació estructural de dovella en E.L.U.





$f_{ctm.fl\_28dies} := 4.2\ MPa$ $f_{ctm.fl\_90dies} := 4.5\ MPa$



Armat estimat: Ø12 c12.5cm

3.6) Disseny de dovella en ELS

$e_{dovella} := 40\ cm$ $\qquad$ $f_{ctm.fl}(N) := f_{ctm.fl\_90dies} + \frac{N}{e_{dovella} \cdot 1\ m}$

$f_{ctm.fl}(N_{k\_min}) = 5.9\ MPa$

$M_{fis}(N) := f_{ctm.fl}(N) \cdot \frac{e_{dovella}^{\ 2} \cdot 1\ m}{6}$

$M_{fis}(N_{k\_min}) = 157.333\ m \cdot kN$ $\quad >$ $\quad M_k = 142\ m \cdot kN$ $\quad \frac{M_k}{M_{fis}(N_{k\_min})} = 0.903$

Si es considera que les dovelles tenen una edat mínima de 3 mesos des del formigonat en planta es posa de manifest que en servei la secció no fissura, validant el disseny efectuat.

4) ANÀLISIS GEOTÈCNIC

4.1) Introducció i abast de l'anàlisi

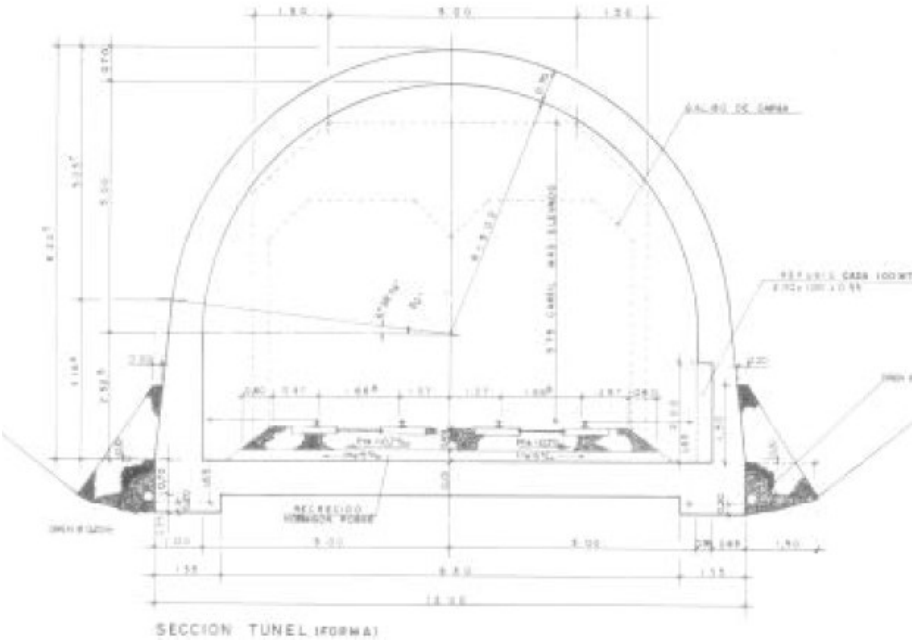
Es procedeix al disseny del fals túnel conformat per dovelles prefabricades on s'analitza el comportament de l'estructura tant en fase de servei com durant el procés constructiu. Per a estudiar el problema s'ha modelitzat el terreny, les dovelles prefabricades i les fonamentacions del túnel mitjançant el mètode de càlcul per elements finits en hipòtesi de deformació plana. El programa informàtic emprat per dur-ho a terme és PLAXIS v8.

En base a la modelització realitzada s'han obtingut els esforços i desplaçaments al fals túnel, durant i després de la infraestructura. A més a més, s'ha dut a terme un anàlisi de sensibilitat per veure la influència de diversos paràmetres geotècnics en els resultats obtinguts. Per últim, en base als esforços obtinguts s'ha procedit a una verificació seccional en estat límit últim (E.L.U.) i en estat límit de servei (E.L.S.) de les dovelles que conformen el túnel. .

4.2) Geometria

La zona estudiada es marca a continuació:

Per al disseny de la secció del túnel es pren com a referència la volta existent que va ser executada a l'any 2000, la qual es mostra a continuació:



4.3) Dades geomecàniques del terreny

Les dades del terreny s'extreuen de diversos informes geotècnics que s'han realitzat a la zona d'estudi en altres obres properes.

En termes geològics la nostra zona d'estudi a la depressió del Vallès, unitat morfoestructural limitada al nord per la serralada Prelitoral Catalana i al sud per la serralada Litoral Catalana.

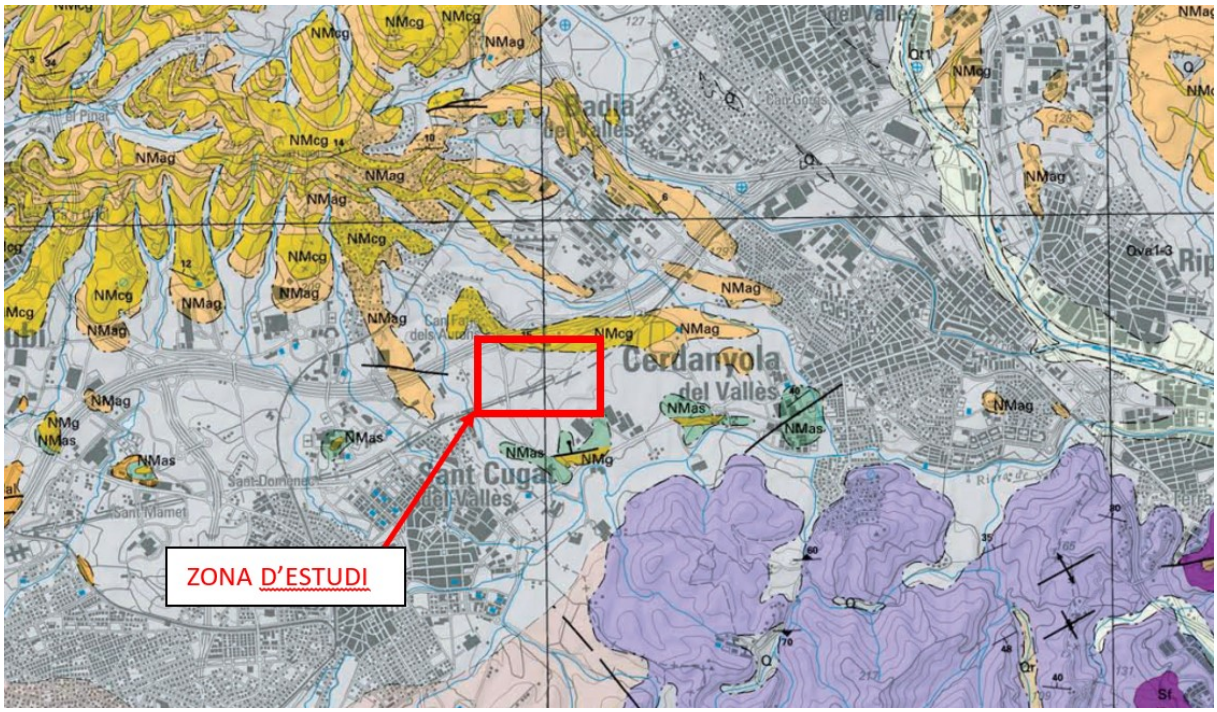
Aquesta depressió és una fosa sedimentària desenvolupada a finals de l'època Oligocena del període Terciari, durant una etapa distensiva que va suposar l'enfonsament de l'actual depressió respecte a les limítrofes Serralades Catalanes. Simultàniament a aquest enfonsament, la depressió resultant es va anar omplint per sediments d'edat miocena, resultat del desmantellament erosiu dels relleus de les properes serralades que la rodegen.

Litològicament es troba constituïda per sediments de naturalesa detrítica i cohesiva amb predomini dels termes argilosos, sorrencs i gravossos, i amb uns graus variables de cimentació que permeten la presència de membres gresosos o conglomeràtics.

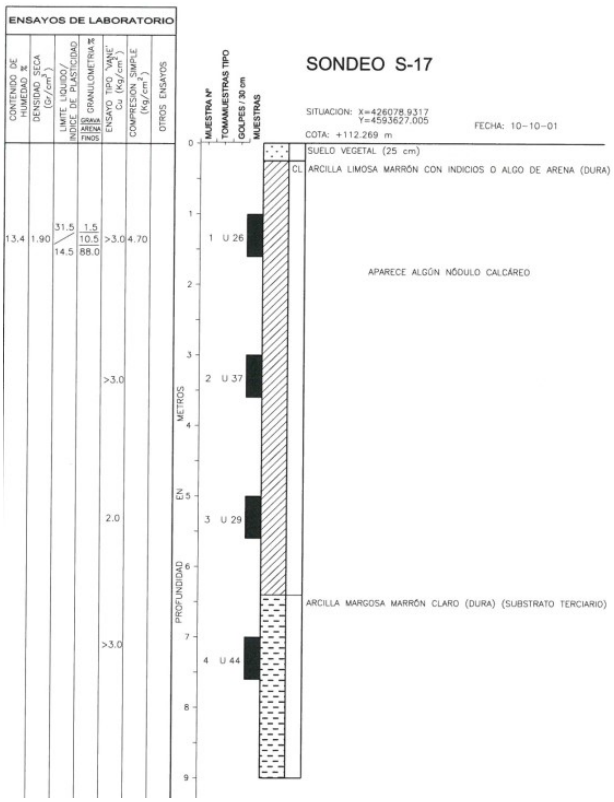
Estratigràficament els sediments terciaris, que arriben a mostrar uns gruixos hectomètrics, adopten una disposició horitzontal o subhoritzontal de les seves capes, si bé cap als marges de la depressió poden presentar uns cabussaments més acusats degut a processos tectònics.

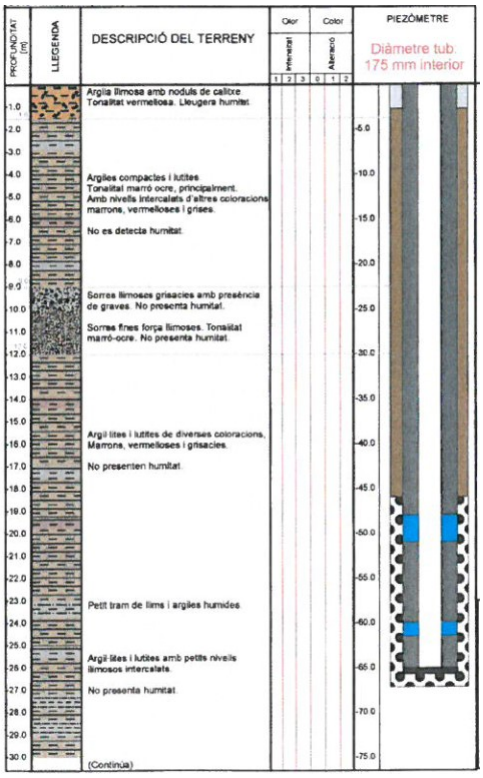
Sobre d'aquest substrat i de forma discontínua, mitjançant una superfície de paleorelleu, es disposen els materials del període Quaternari, també de caràcter detrític, associats als actuals cursos fluvials o rieres, com sediments eluvials resultat de l'alteració "in situ" de les litologies terciàries.

No obstant, de totes les litologies que apareixen en l'àrea d'estudi cal destacar, pel seu interès geotècnic, la possible presència d'argiles expansives.



Es mostren a continuació alguns dels sondejos per a la caracterització del terreny





4.4) Modelització del terreny

Deformacions planes

La consideració de deformacions planes porta implícit el fet que els desplaçaments fora del pla són nuls. Els elements continguts en el pla tenen una longitud perpendicular al pla considerada infinita.

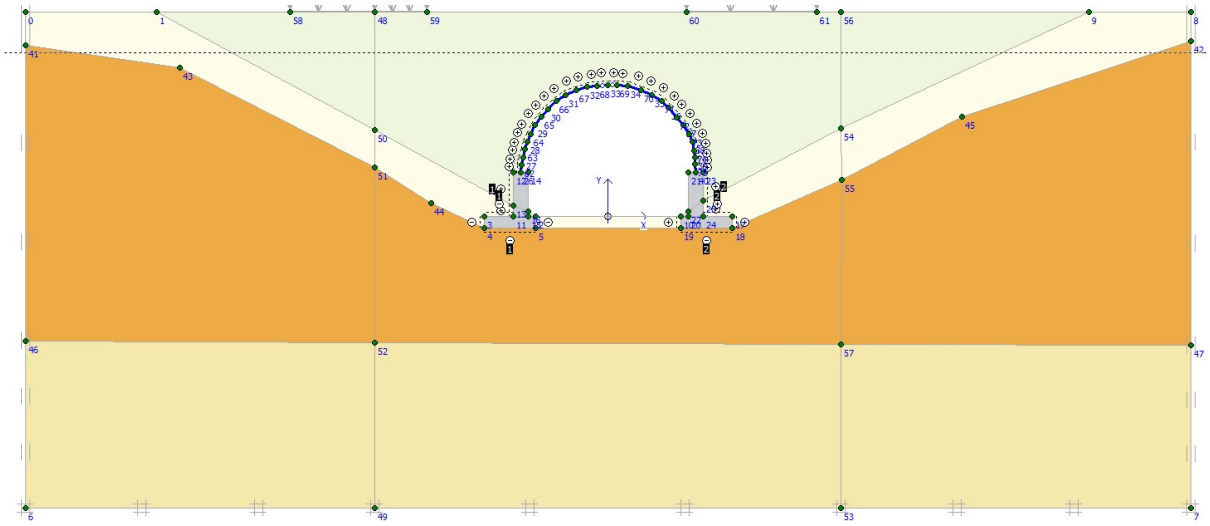
Anàlisi drenat

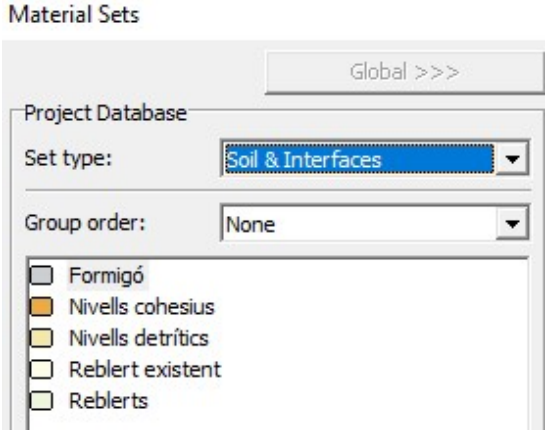
Es considera un **anàlisi drenat** a totes les capes del terreny que està format per reblerts i substrat terciari. És on estan situats la majoria d'elements que interactuen amb el terreny en els que s'inclou el fals túnel i la seva fonamentació. A més a més, no es consideren càrregues ràpides ni es preveu variacions de nivell freàtic a l'estudi. Aquests aspectes indiquen que la consideració de condicions drenades és suficientment adequada per al cas d'estudi.

Consideracions sobre els estrats

Es pot assumir a efectes de la present modelització que els estrats son suficientment extensos en superfície i per tant poden considerar-se infinits en el pla horitzontal.

Els estrats considerats es mostren a continuació:





4.5) Càrregues considerades

Empenta del terreny: Segons les dades d'informes geotècnics de la zona.

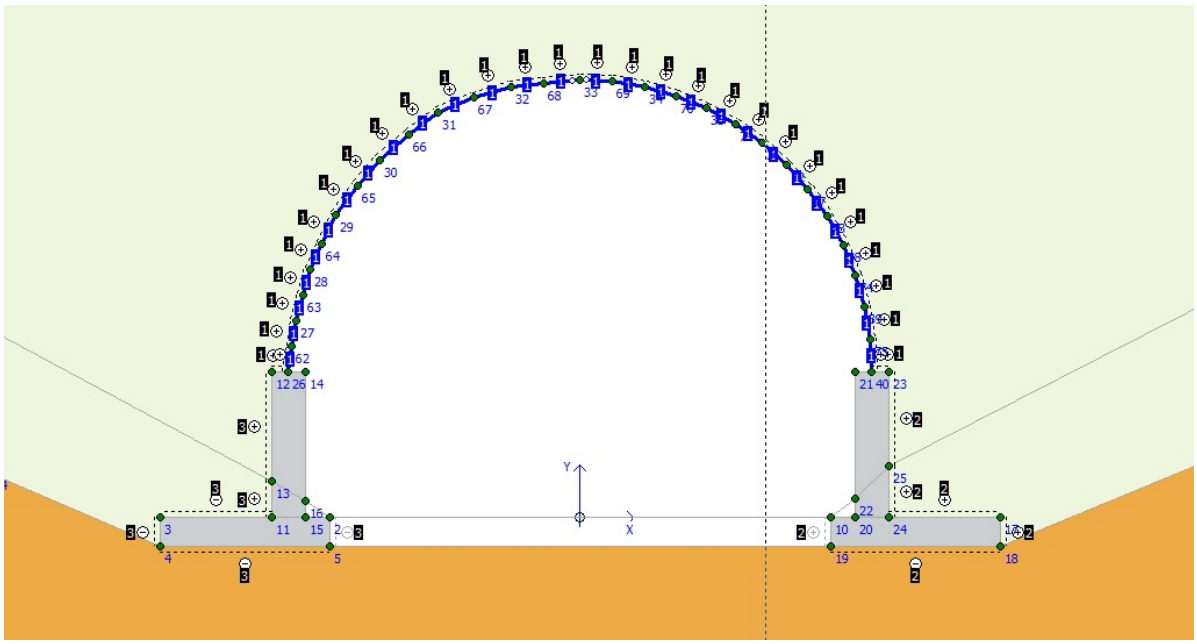
La sobrecàrrega sobre el reblert es considera de 20 kPa.

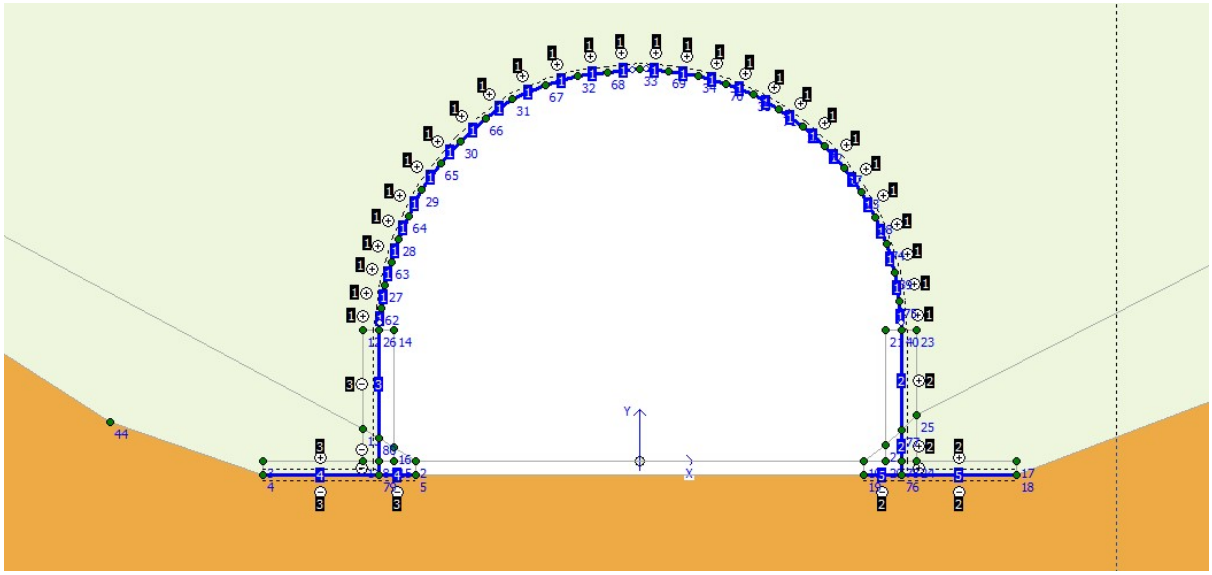
No es considera la sobrecàrrega en l'interior del túnel ja que aquesta té un efecte favorable en l'estabilitat de l'estructura.

4.6) Modelització de les estructures

Els hastials del túnel conjuntament amb les respectives fonamentacions es modelitzen com a elements sòlids on el formigó es considera com un material elàstic lineal. Per donar robustesa a la modelització també s'ha confeccionat un model on els hastials i fonamentacions s'han modelitzat amb elements BEAM. Els alçats dels hastials tenen 70 cm i la fonamentació un gruix de 80 cm. Ambdós elements són de formigó HA-30.

Les dovelles de la volta es modelitzen també amb elements tipus BEAM on s'introdueix al software una rigidesa equivalent a un gruix de dovella de 40 cm de formigó HA-35. Es considera una articulació a la clau de la volta tenint en compte el tipus d'unió entre dovelles prefabricades previst i el tipus de procediment constructiu que es contempla. També es contempla una articulació entre la dovella i els hastials en el model on els hastials estan modelitzats mijançant elements BEAM.



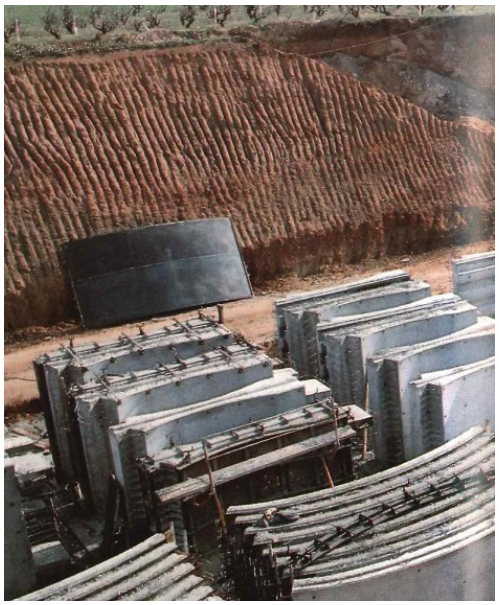


No es considera el disseny d'una llosa inferior estructural amb l'objectiu de no afectar la plataforma i superestructura de la via ferroviària existent.

4.7) Procediment constructiu

El procediment constructiu es descriu a continuació:

1. Excavació prèvia i execució de la plataforma de treball.
2. Muntatge d'encofrats i formigonat dels prefabricats

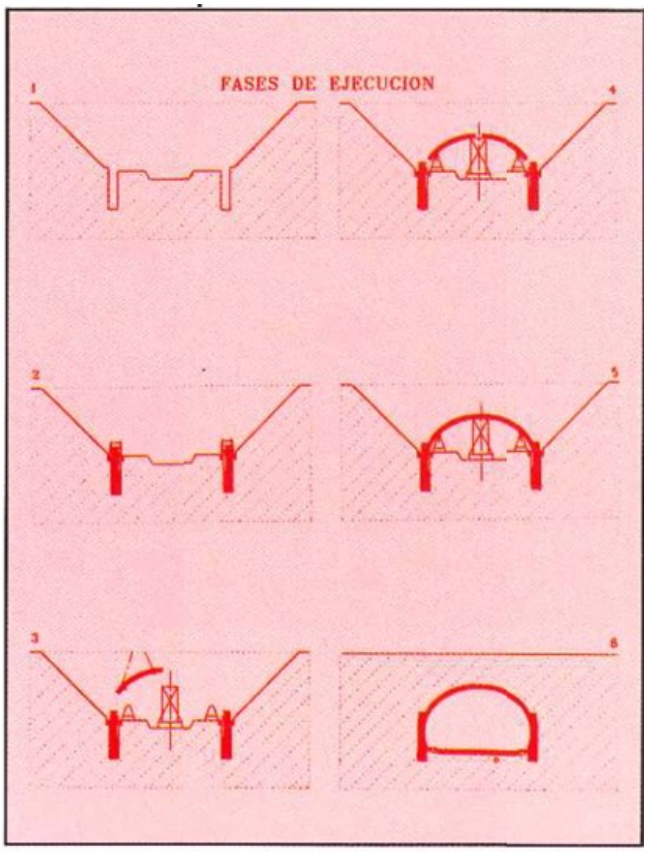


3. Excavació i execució fonamentacions de formigó in situ dels hastials.
4. Construcció d'hastials de formigó in situ.

5. Muntatge de dovelles i formigonat de les articulacions.

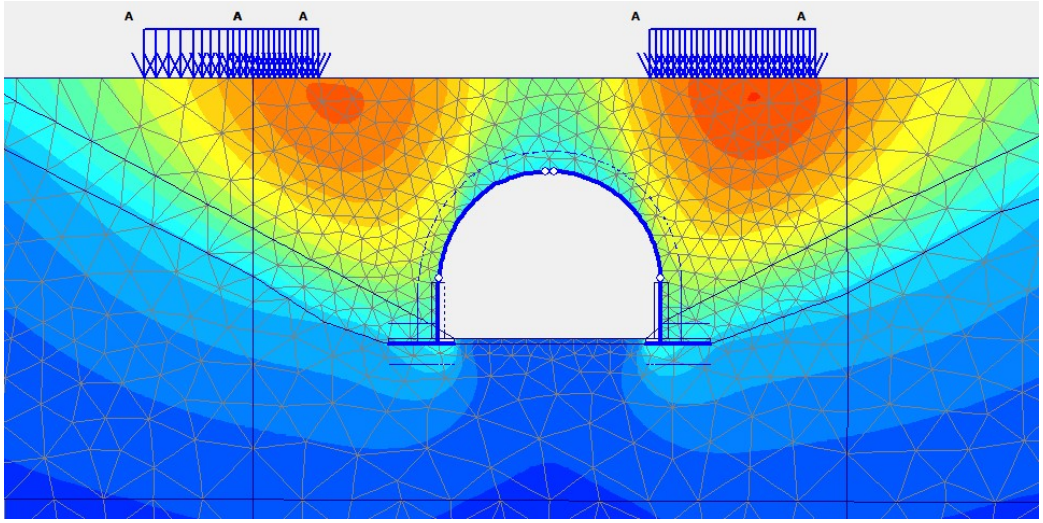
6. Impermeabilització i reblert sobre les dovelles.

7. Acabats.

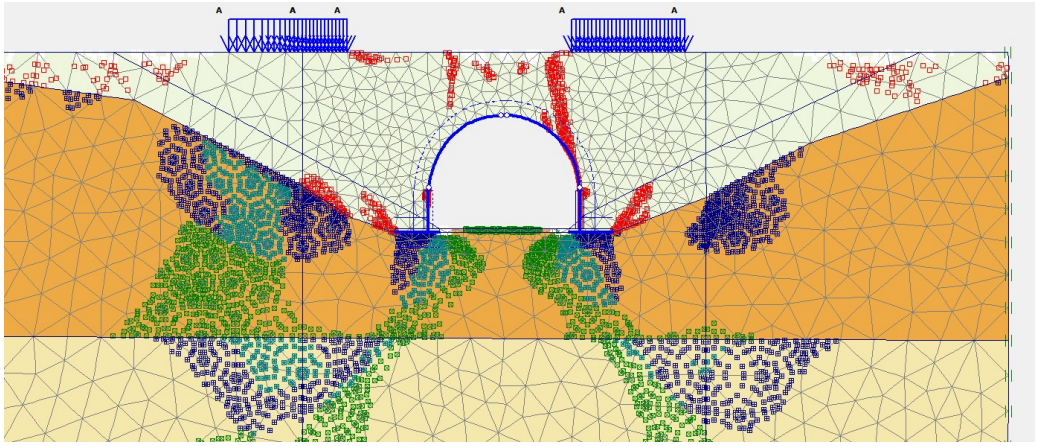


4.8) Resum de resultats obtinguts del model numèric en l'etapa final de càlcul

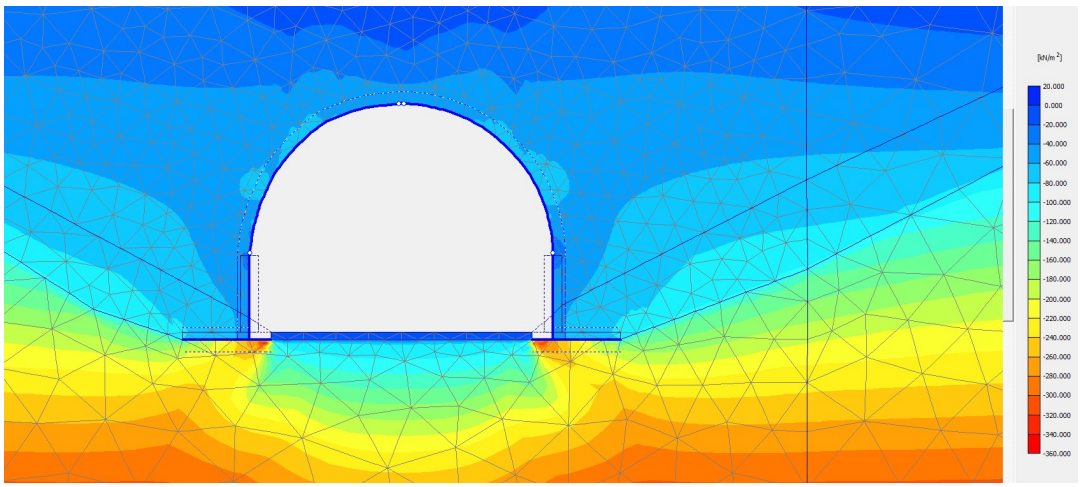
Desplaçaments obtinguts:



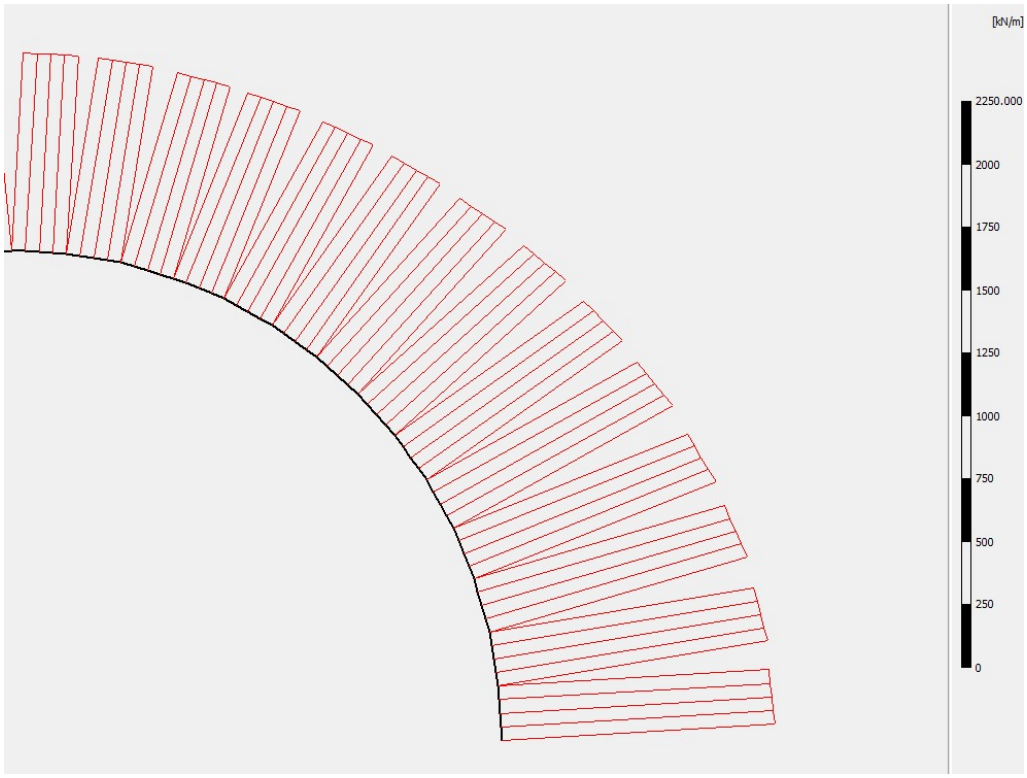
Plastic points i zones de trencament:



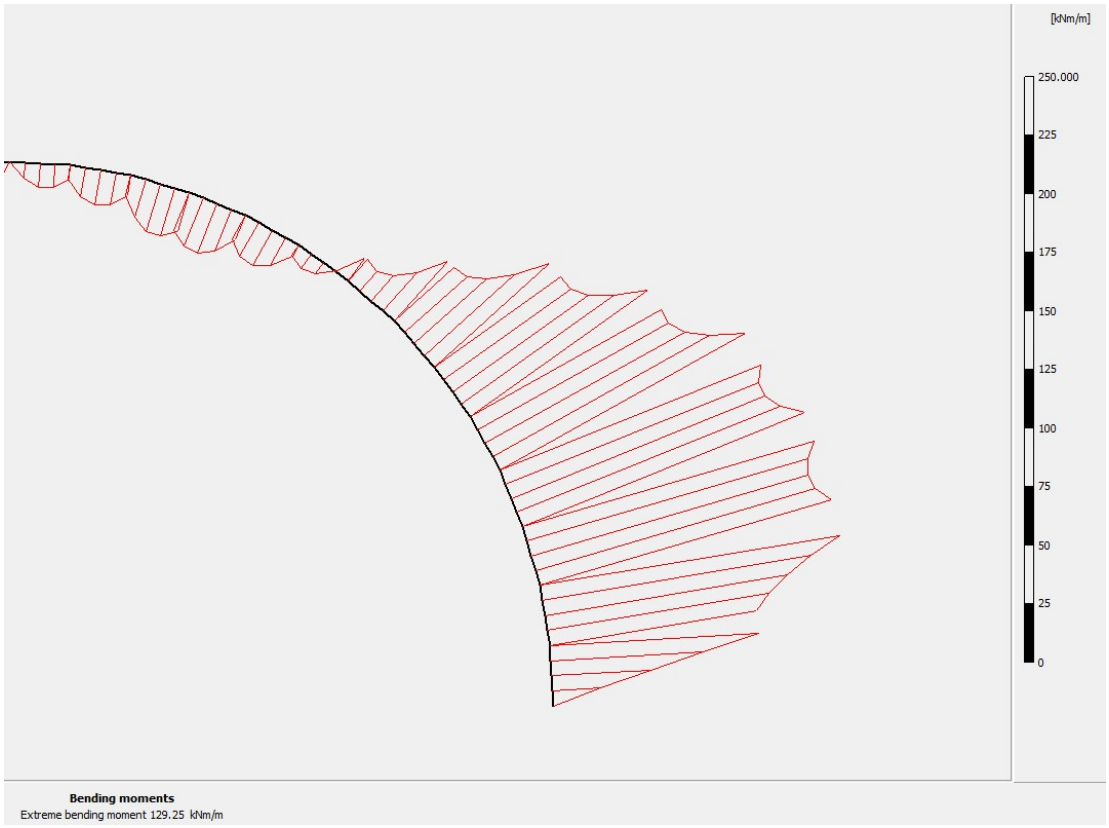
Tensions verticals efectives:



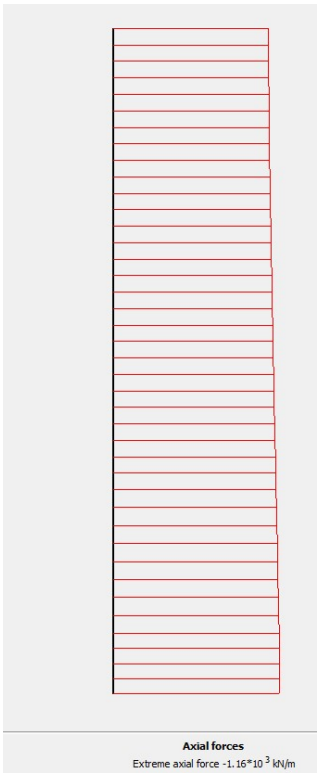
Llei d'axils en una dovella:

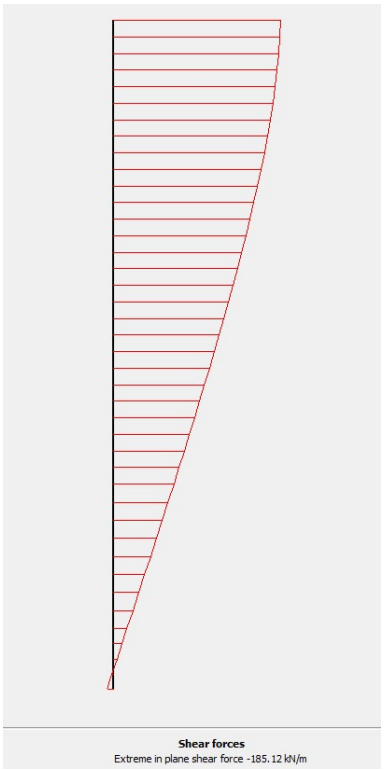


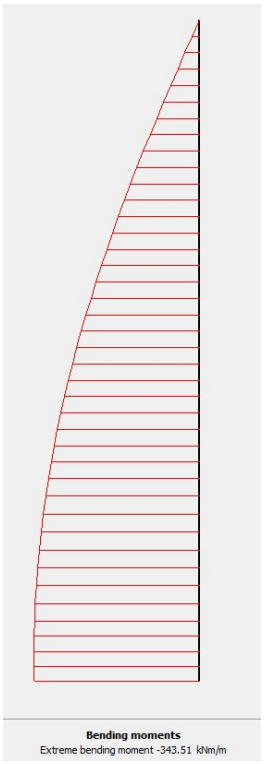
Llei de moments en una dovella prefabricada



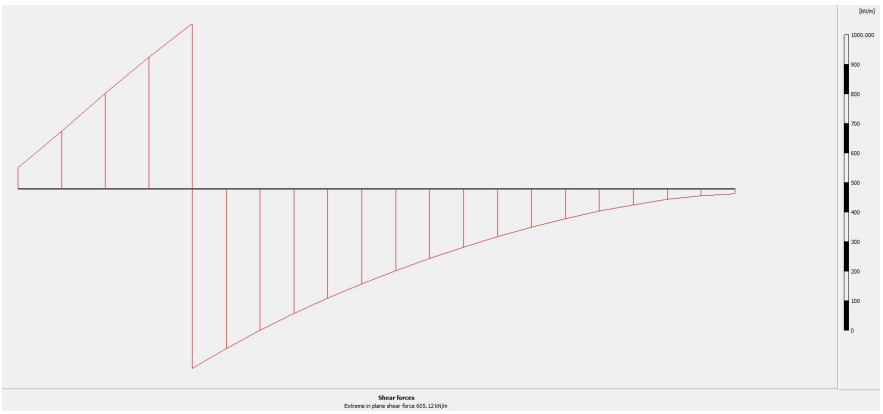
Lleis d'esforços en l'alçat de l'hastial dret

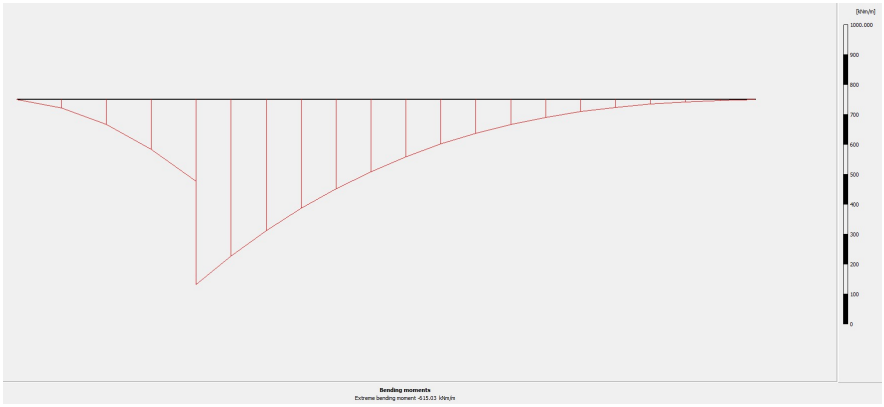






Lleis d'esforços fonamentació en la fonamentació de l'hastial dret



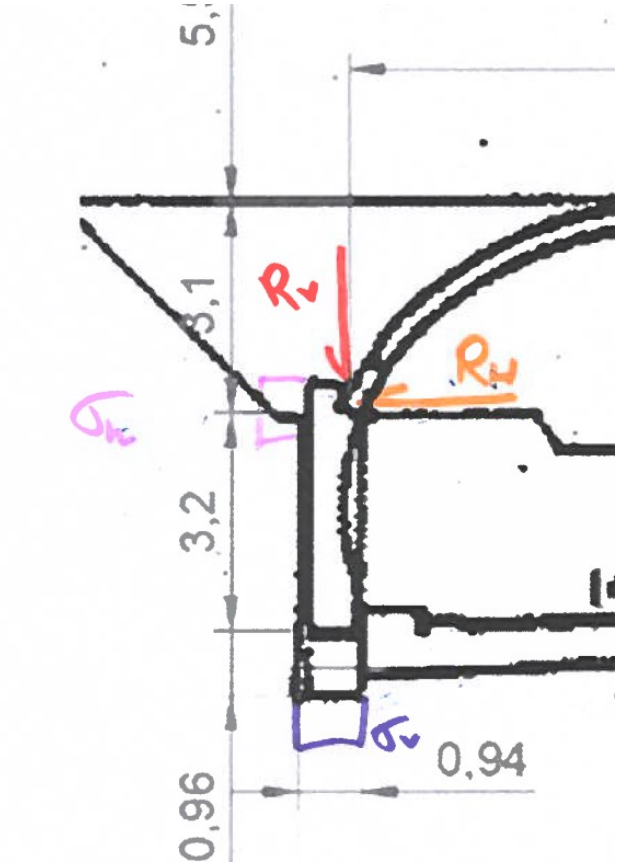


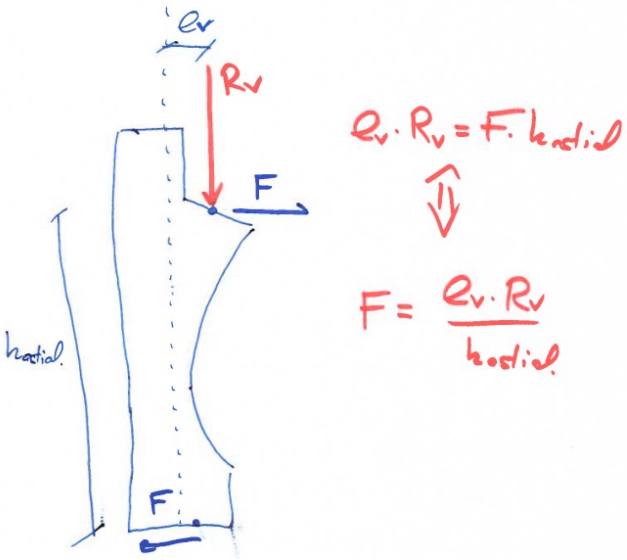
La resta de resultats obtinguts del model s'adjunten com a apèndix d'aquest anàlisi.

5) VERIFICACIONS GEOTÈCNIQUES

5.1) Balanç de pressions transmeses al terreny

Si es suposa un comportament plàstic del terreny la distribució de pressions es pot obtenir en base a la teoria de la sabata equivalent.





Per a l'anàlisi de les pressions transmeses al terreny es planteja un model tal i com segueix:

1. La reacció horitzontal en hastial **Rh** és absorbida per una distribució plàstica de pressions horitzontals en trasdós d'hastial σ_h centrada en la pròpia Rh i per tant, anul·lant els efectes induïts per moments deguts a Rh.
2. La reacció vertical **Rv** és excèntrica. El mecanisme que compensa aquesta excentricitat és l'aparició de dues forces F com si es tractés d'un mur de soterrani. En coronació la força F contrarresta al valor de Rh, mentre que en fonaments apareix un increment que cal compensar en la interfase fonament-terreny.
3. La tensió σ_v es calcula com a distribució uniforme a tot l'ample del fonament, on exclusivament es té en consideració la càrrega Rv centrada ja que les forces F eliminen l'excentricitat.

Anàlisi de pressió vertical transmesa al terreny

L'excentricitat de la càrrega vertical es pot compensar amb un parell de forces horitzontals F tal i com segueix:

$$e_{v\_max} := \frac{b_{fon\_hastial}}{2} - p_{fon\_hastial} = 0.75\ m \qquad F := \frac{e_{v\_max} \cdot R_{vertical}}{h_{hastial}} = 181.654\ \frac{1}{m} \cdot kN$$

La força F es pot induir com a força en coronació de hastial que discorre per la volta del túnel. A efectes pràctics la força tendeix a contrarestar la reacció horitzontal $R_{horizontal} = 102.03\ \frac{1}{m} \cdot kN$ tot i que no es tindrà en consideració aquest efecte "beneficiós".

D'altra banda, la força F es tradueix en fonament de hastial com a força que eviti el lliscament. Si la resistència horitzontal del fonament a la interfase terreny-fonament és superior al valor de F es pot generar el mecanisme de control d'excentricitat indicat.

Pes hastial: $$W_{hastial} := 80\ cm \cdot h_{hastial} \cdot 2.4\ \frac{tonnef}{m^3} = 64.018\ \frac{1}{m} \cdot kN$$

$$F_{fregament} := 0.8 \cdot \tan\left(\phi_{terres\_natural}\right) \cdot \left(R_{vertical} + W_{hastial}\right) = 377.521\ \frac{1}{m} \cdot kN \rightarrow 181.654\ \frac{1}{m} \cdot kN$$

$$\frac{F_{fregament}}{F} = 2.078$$

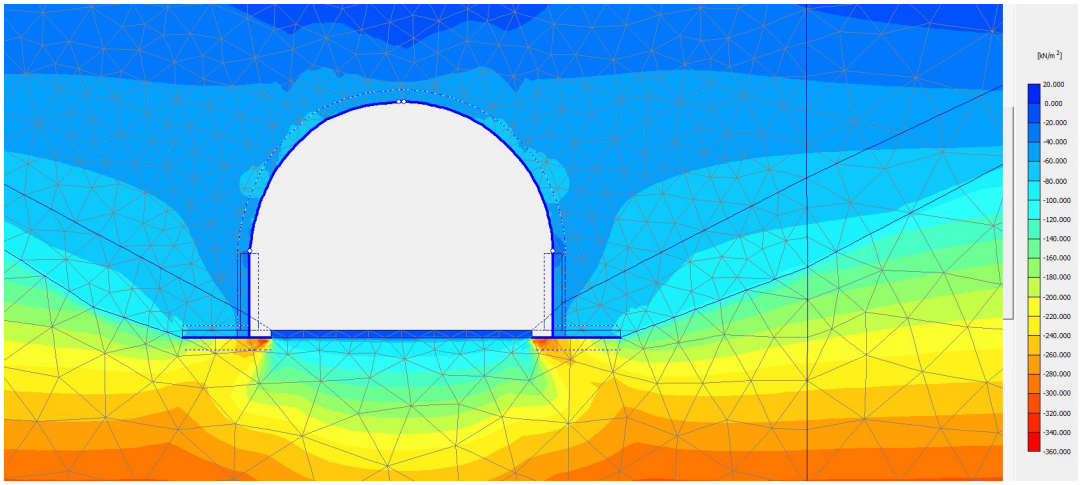
Tenint en consideració que el factor de seguretat és suficient per garantir la seguretat a lliscament es dona per vàlid el mecanisme.

En aquest escenari la pressió sota el fonament és:

$$\sigma_{terreny\_vertical} := \frac{R_{vertical} + W_{hastial}}{b_{fon\_hastial}} = 253.577\ kPa \qquad \sigma_{terreny} = 300\ kPa$$

$$FS_{enfonsament\_terreny\_vertical} := \frac{\sigma_{terreny}}{\sigma_{terreny\_vertical}} = 1.183$$

Anàlisi de l'estat límit d'enfonsament segons resultats obtinguts de PLAXIS



$\sigma_{max} := 300\ kPa$ $\sigma_{terreny} = 300\ kPa$

$$FS_{enfonsament\_terreny\_lateral\_hastial} := \frac{\sigma_{terreny}}{\sigma_{max}} = 1$$

5.2) Estabilitat al lliscament

Forces desestabilitzadores:

$$F_{des} := R_{horizontal} + F = 283.684\ \frac{1}{m} \cdot kN$$

Forces estabilitzadores

$$F_{estabilitzadores} := F_{fregament} + E_0 = 809.321\ \frac{1}{m} \cdot kN$$

$$FS_{lliscament} := \frac{F_{estabilitzadores}}{F_{des}} = 2.853$$

5.3) Verificació addicional de l'estabilitat al lliscament

Recobriment túnel:
$rec_{tunel} = 5\ m$

Fletxa del túnel:
$f_{tunel} = 6\ m$

Alçada alçat hastial:
$h_{hastial} = 3.4\ m$

Gruix alçat hastial:
$e_{hastial} = 0.7\ m$

Pes específic

$\gamma_{terres} = 20\ \frac{kN}{m^3}$ $\gamma_{formigó} := 24\ \frac{kN}{m^3}$

Angle de fregament reblert

$\phi_{terres\_reblert} = 30\ °$ $k_0 := 1 - \sin\left(\phi_{terres\_reblert}\right) = 0.5$

Angle de fregament terreny natural

$\phi_{terres\_natural} = 28\ °$

Cantell de fonament d'hastial:
$h_{fon\_hastial} = 0.8\ m$

Espessor d'hastial:
$h_{fon\_hastial} = 0.8\ m$

Amplada fonament d'hastial:
$b_{fon\_hastial} = 3.5\ m$

Forces desestabilitzadores:

$$F_h := k_0 \cdot \gamma_{terres} \cdot \left(\frac{h_{hastial}^{\ 2}}{2} + \left(f_{tunel} + rec_{tunel}\right) \cdot h_{hastial} \right) = 431.8\ \frac{kN}{m}$$

Forces estabilitzadores:

Reacció vertical en cap d'hastial:
$R_v := 700\ \frac{kN}{m}$

Pes propi fonamentació:

$$PP := \left(b_{fon\_hastial} \cdot h_{fon\_hastial} + e_{hastial} \cdot h_{hastial}\right) \cdot \gamma_{formigó} = 124.32\ \frac{kN}{m}$$

Pes de terres en talón:

$$P_{terres} := \left(b_{fon\_hastial} \cdot \left(rec_{tunel} + f_{tunel}\right)\right) \cdot \gamma_{terres} = 770\ \frac{kN}{m}$$

$$FS_{lliscament} := \frac{0.8\ \tan\left(\phi_{terres\_natural}\right) \cdot \left(P_{terres} + R_v + PP\right)}{F_h} = 1.571$$

6) DISSENY DOVELLES

En aquest apartat es procedeix a dissenyar estructuralment les dovelles prefabricades que conformen el fals túnel. En aquest apartat s'inclou el procés constructiu proposat

6.1. Características seccionales y mecánicas

Canto de la sección: $h := 40\ cm$
Ancho de la sección: $b := 100\ cm$
Recubrimiento nominal para cálculo en E.L.U.: $r_{nom} := 30\ mm$
Recubrimiento nominal para cálculo en E.L.S.: $r_{nom\_els} := 30\ mm$
Diámetro de la armadura de tracción: $\phi_t := 12\ mm$
Número de barras traccionadas: $n_t := \frac{b}{15\ cm} = 6.667$
Diámetro de la armadura de compresión: $\phi_c := 12\ mm$
Número de barras comprimidas: $n_c := \frac{b}{15\ cm} = 6.667$
Diámetro de la armadura de los cercos de cortante: $\phi_v := 0\ mm$ nº ramas: $ram := 2$
Armadura transversal: $\phi_{rep} := 10\ mm$ núm. de barras: $n_{rep} := \frac{b}{15\ cm}$

Hormigón empleado cálculo en E.L.U. $f_{ck} := 35\ MPa$ $\gamma_c := 1.4$
Hormigón empleado cálculo en E.L.S. $f_{ck\_els} := 35\ MPa$
Acero pasivo $f_{yk} := 500\ MPa$ $f_{ydc} := 400\ MPa$ $\gamma_s := 1.10$
Coeficiente de cansancio del hormigón: $\alpha_{cc} := 0.85$
Control indirecto del hormigón? $contr := \text{“NO”}$ (poner "NO si control Estadístico (usual)" sino poner "SI" ., ver Art.86.5.6 EHE-08)

Anchura característica de fisura máxima: $w_{max} := 0.3\ mm$
Coeficiente de mayoración de acciones: $\gamma_C := 1.35$

Datos del tipo de cemento utilizado:
Coeficiente del tipo de cemento $s_s := 0.25$ (si cemento normal s=0.25; si cemento rápido s=0.2, si cemento lento s=0.38)
Coeficiente de retracción $\alpha_{ds1} := 4$ (si cemento normal α_{ds1} =4; si cemento rápido α_{ds1} =6, si cemento lento α_{ds1} =3)
Coeficiente de retracción $\alpha_{ds2} := 0.12$ (si cemento normal α_{ds2} =0.12; si cemento rápido α_{ds2} =0.11; si cemento lento α_{ds2} =0.13)

6.2. Esfuerzos en las secciones del túnel

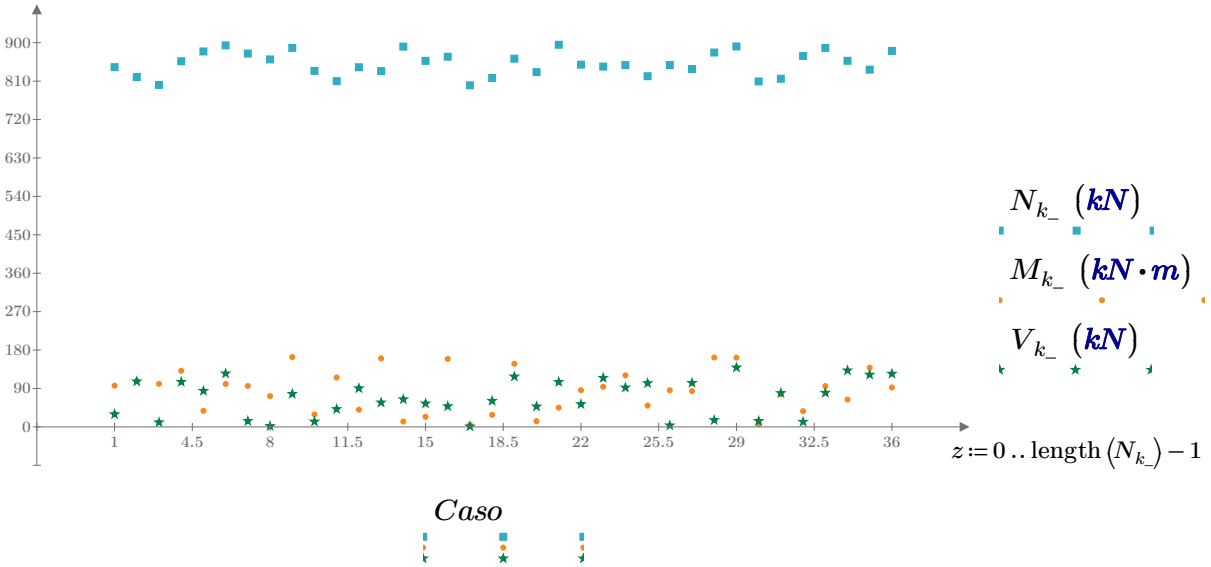
Seguidamente se arrojan los pares de esfuerzos concomitantes N, M para los distintos escenarios contemplados. El primer escenario es el escenario de referéncia sin variación de parámetros. Los siguientes escenarios contemplan variación de parámetros tales como: contracción inicial del túnel y módulos de deformación de los estratos.

$Esfuerzos_{plaxis\_servicio} := \text{READEXCEL}(\text{“.\Sensibilitat revC.xlsx”}, \text{“Hoja1!N5:AW8”})$

$M_{k\_} := \left(Esfuerzos_{plaxis\_servicio}^{\widehat{2}}\right)^{T} \cdot kN \cdot m$

$N_{k\_} := \left(Esfuerzos_{plaxis\_servicio}^{\widehat{0}}\right)^{T} \cdot kN$ $Caso := \left(Esfuerzos_{plaxis\_servicio}^{\widehat{3}}\right)^{T}$

$$V_{k\_} := \left(Esfuerzos_{plaxis\_servicio}^{\langle 1 \rangle}\right)^{\langle 4 \rangle} \cdot kN$$



Esfuerzos adoptados para la verificación en E.L.U.:

$$N_{ed_z} := N_{k\_z} \cdot \gamma_C = \begin{bmatrix} 1.138 \cdot 10^3 \\ 1.107 \cdot 10^3 \\ 1.081 \cdot 10^3 \\ 1.156 \cdot 10^3 \\ 1.187 \cdot 10^3 \\ 1.207 \cdot 10^3 \\ 1.181 \cdot 10^3 \\ \vdots \end{bmatrix} kN \quad M_{ed_z} := M_{k\_z} \cdot \gamma_C = \begin{bmatrix} 130.397 \\ 145.108 \\ 136.101 \\ 177.433 \\ 50.832 \\ 135.758 \\ 129.523 \\ \vdots \end{bmatrix} m \cdot kN \quad V_{ed_z} := V_{k\_z} \cdot \gamma_C = \begin{bmatrix} 40.001 \\ 143.712 \\ 14.286 \\ 142.293 \\ 113.83 \\ 168.85 \\ 18.385 \\ \vdots \end{bmatrix} kN$$

Esfuerzos adoptados para la verificación en E.L.S.:

$$N_{k\_z} = \begin{bmatrix} 842.759 \\ 819.693 \\ 801.075 \\ 856.506 \\ 879.571 \\ 893.868 \\ \vdots \end{bmatrix} kN \qquad M_{k\_z} = \begin{bmatrix} 96.59 \\ 107.488 \\ 100.815 \\ 131.432 \\ 37.654 \\ 100.561 \\ \vdots \end{bmatrix} m \cdot kN$$

6.3. Parámetros auxiliares de cálculo

Cálculo del armado dispuesto y cantos útiles

Armadura dispuesta en cara traccionada: $A_s := \frac{n_t \cdot \pi}{4} \cdot \phi_t^{\,2} = 7.54\ cm^2$

Armadura dispuesta en cara comprimida: $A_{s'} := \frac{n_c \cdot \pi}{4} \cdot \phi_c^{\,2} = 7.54\ cm^2$

Canto útil armadura de tracción: $d := h - (r_{nom} + \phi_v + \phi_t \cdot 0.5) = 36.4\ cm$

Canto útil armadura de compresión: $d' := r_{nom} + \phi_v + \phi_c \cdot 0.5 = 3.6\ cm$

Cálculo de las resistencias de cálculo de los materiales:

$f_{cd} := \alpha_{cc} \cdot f_{ck} \cdot \gamma_c^{-1} = 21.25\ MPa$

$f_{cv} := \begin{cases} 15\ MPa & \text{if } contr = \text{“SI”} \\ \begin{cases} f_{ck} & \text{if } f_{ck} \le 60\ MPa \\ 60\ MPa & \text{else} \end{cases} & \text{else} \end{cases} = 35\ MPa$

$f_{1cd} := \begin{cases} 0.6 \cdot f_{cd} & \text{if } f_{ck} \le 60\ MPa \\ \begin{cases} \zeta \leftarrow \left(0.9 - \frac{f_{ck}}{200\ MPa}\right) \cdot f_{cd} \\ \begin{cases} 0.5 \cdot f_{cd} & \text{if } \zeta \le 0.5 \cdot f_{cd} \\ \zeta & \text{else} \end{cases} \end{cases} & \text{else} \end{cases} = 12.75\ MPa$

$f_{yd} := f_{yk} \cdot \gamma_s^{-1} = 454.545\ MPa$

$f_{ydc} := \begin{cases} 400\ MPa & \text{if } f_{yk} > 400\ MPa \\ f_{yk} \cdot \gamma_s^{-1} & \text{else} \end{cases} = 400\ MPa$

Deformaciones de rotura contempladas según y valores del diagama rectangular Art. 39.5 EHE-08

Límite elástico del acero: $E_s := 200\ GPa$

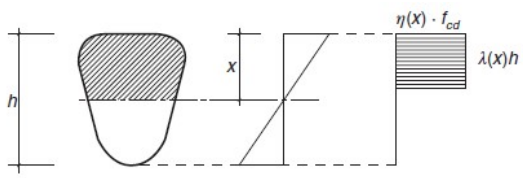
Deformación última del hormigón: $\varepsilon_{cu} := 0.0035$

Deformación de rotura del hormigón a compresión simple: $\varepsilon_{c0} := 0.0020$

Deformación de rotura acero en tracción: $\varepsilon_{s.max} := 0.01$

Deformación del acero al límite elástico: $\varepsilon_{yd} := f_{yd} \cdot (E_s)^{-1} = 0.00227$

Intensidad del bloque de compresión: $\eta := \text{if } f_{ck} \le 50\ \textit{MPa} \ \| \ 1 \ \text{else} \ \| \ 1 - \frac{(f_{ck} - 50\ \textit{MPa})}{200\ \textit{MPa}}$



Profundidad del rectángulo de compresiones respecto la fibra neutra:

$\lambda := \text{if } f_{ck} \le 50\ \textit{MPa} \ \| \ 0.8 \ \text{else} \ \| \ 0.8 - \frac{(f_{ck} - 50\ \textit{MPa})}{400\ \textit{MPa}}$

Cálculo de las propiedades mecánicas de la sección:

$E_{cm} := 8500 \cdot \sqrt[3]{f_{ck\_els} \cdot \textit{MPa}^{-1} + 8} \cdot \textit{MPa} = 29.779\ \textit{GPa}$

Área mecánica: $A_{mec} := b \cdot h + (A_s + A_{s'}) \cdot \left(\frac{E_s}{E_{cm}} - 1\right) = 0.409\ \textit{m}^2$

Centro de gravedad mecánico respecto eje de la sección:

$$cdg_{mec} := \frac{\left(A_s \cdot \left(\frac{-h}{2} + (r_{nom} + \phi_v + 0.5 \cdot \phi_t)\right) + A_{s'} \cdot \left(\frac{h}{2} - (r_{nom} + \phi_v + 0.5 \cdot \phi_c)\right)\right) \cdot \left(\frac{E_s}{E_{cm}} - 1\right)}{A_{mec}}$$

$cdg_{mec} = 0\ \textit{mm}$

Módulo resistente mecánico de la sección:

$$W_{mec} := \frac{\frac{b \cdot h^3}{12} + \left(\left(\frac{h}{2} - cdg_{mec} - (r_{nom} + \phi_v + 0.5 \cdot \phi_c)\right)^2 \cdot A_{s'} + \left(-\frac{h}{2} + cdg_{mec} + (r_{nom} + \phi_v + 0.5 \cdot \phi_t)\right)^2 \cdot A_s + \frac{\pi \cdot (0.5 \cdot \phi_t)^4}{4} \cdot n_t + \frac{\pi \cdot (0.5 \cdot \phi_c)^4}{4} \cdot n_c\right) \cdot \left(\frac{E_s}{E_{cm}} - 1\right)}{min\left(\left|\frac{h}{2} - cdg_{mec}\right|, \left|\frac{h}{2} + cdg_{mec}\right|\right)}$$

$W_{mec} = (2.783 \cdot 10^4)\ \textit{cm}^3$ $\qquad \frac{6 \cdot W_{mec}}{b \cdot h^2} = 1.043$

6.4. Confección del diagrama de interacción

$$M_u(x) := \text{if } x < 0 \cdot h$$
$$\quad \sigma_s \leftarrow f_{yd}$$
$$\quad \sigma_{s'} \leftarrow \text{if } E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(|x| + d')}{|x| + d} \le f_{yd}$$
$$\quad\quad E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(|x| + d')}{|x| + d}$$
$$\quad \text{else}$$
$$\quad\quad f_{yd}$$
$$\quad N_u \leftarrow -A_s \cdot \sigma_s - A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$$
$$\quad Ne \leftarrow -A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$$
$$\quad M_u \leftarrow Ne - N_u \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right)$$
$$\text{else if } x \le \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{s.max} + \varepsilon_{cu}} \cdot d$$
$$\quad y \leftarrow \lambda \cdot x$$
$$\quad \sigma_s \leftarrow f_{yd}$$
$$\quad \sigma_{s'} \leftarrow \text{if } E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(x - d')}{d - x} \le f_{yd}$$
$$\quad\quad E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(x - d')}{d - x}$$
$$\quad \text{else}$$
$$\quad\quad f_{yd}$$
$$\quad N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$$
$$\quad Ne \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} \cdot (d - 0.5 \cdot y) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$$
$$\quad M_u \leftarrow Ne - N_u \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right)$$
$$\text{else if } x \le \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{yd} + \varepsilon_{cu}} \cdot d$$
$$\quad y \leftarrow \lambda \cdot x$$
$$\quad \sigma_s \leftarrow f_{yd}$$
$$\quad \sigma_{s'} \leftarrow f_{yd}$$
$$\quad N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$$
$$\quad Ne \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} \cdot (d - 0.5 \cdot y) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$$
$$\quad M_u \leftarrow Ne - N_u \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right)$$
$$\text{else if } x \le d$$
$$\quad y \leftarrow \lambda \cdot x$$
$$\quad \sigma_s \leftarrow \text{if } E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{d - x}{x} \le f_{yd}$$
$$\quad\quad E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{d - x}{x}$$
$$\quad \text{else}$$
$$\quad\quad f_{yd}$$
$$\quad \sigma_{s'} \leftarrow f_{yd}$$
$$\quad N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$$
$$\quad Ne \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} \cdot (d - 0.5 \cdot y) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$$
$$\quad M_u \leftarrow Ne - N_u \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right)$$
$$\text{else if } x \le h$$
$$\quad y \leftarrow \lambda \cdot x$$
$$\quad \sigma_s \leftarrow \text{if } E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{x - d}{x} \le f_{ydc}$$
$$\quad\quad E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{x - d}{x}$$

$$N_u(x) := \text{if } x < 0 \cdot h$$
$$\quad \sigma_s \leftarrow f_{yd}$$
$$\quad \sigma_{s'} \leftarrow \text{if } E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(|x| + d')}{|x| + d} \le f_{yd}$$
$$\quad\quad E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(|x| + d')}{|x| + d}$$
$$\quad \text{else}$$
$$\quad\quad f_{yd}$$
$$\quad N_u \leftarrow -A_s \cdot \sigma_s - A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$$
$$\text{else if } x \le \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{s.max} + \varepsilon_{cu}} \cdot d$$
$$\quad y \leftarrow \lambda \cdot x$$
$$\quad \sigma_s \leftarrow f_{yd}$$
$$\quad \sigma_{s'} \leftarrow \text{if } E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(x - d')}{d - x} \le f_{yd}$$
$$\quad\quad E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(x - d')}{d - x}$$
$$\quad \text{else}$$
$$\quad\quad f_{yd}$$
$$\quad N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$$
$$\text{else if } x \le \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{yd} + \varepsilon_{cu}} \cdot d$$
$$\quad y \leftarrow \lambda \cdot x$$
$$\quad \sigma_s \leftarrow f_{yd}$$
$$\quad \sigma_{s'} \leftarrow f_{yd}$$
$$\quad N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$$
$$\text{else if } x \le d$$
$$\quad y \leftarrow \lambda \cdot x$$
$$\quad \sigma_s \leftarrow \text{if } E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{d - x}{x} \le f_{yd}$$
$$\quad\quad E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{d - x}{x}$$
$$\quad \text{else}$$
$$\quad\quad f_{yd}$$
$$\quad \sigma_{s'} \leftarrow f_{yd}$$
$$\quad N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$$
$$\text{else if } x \le h$$
$$\quad y \leftarrow \lambda \cdot x$$
$$\quad \sigma_s \leftarrow \text{if } E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{x - d}{x} \le f_{ydc}$$
$$\quad\quad E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{x - d}{x}$$
$$\quad \text{else}$$
$$\quad\quad f_{ydc}$$
$$\quad \sigma_{s'} \leftarrow f_{ydc}$$
$$\quad N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} + A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$$
$$\text{else}$$
$$\quad y \leftarrow h \cdot \left(1 - (1 - \lambda) \cdot \frac{h}{x}\right)$$
$$\quad \sigma_s \leftarrow \text{if } E_s \cdot \varepsilon_{c0} \cdot \frac{x - d}{x - \frac{3 \cdot h}{7}} \le f_{ydc}$$

$$
\begin{array}{l}
\left\| \begin{array}{l}
\left\| \begin{array}{l} x \end{array} \right. \\
\text{else} \\
\quad \left\| f_{ydc} \right.
\end{array} \right. \\
\quad \sigma_{s'} \leftarrow f_{ydc} \\
\quad N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} + A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \\
\quad Ne \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} \cdot (d - 0.5 \cdot y) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d') \\
\quad M_u \leftarrow Ne - N_u \cdot \left(d - \dfrac{h}{2} \right)
\end{array}
$$

$$
\begin{array}{l}
\text{else} \\
\left\| \begin{array}{l}
y \leftarrow h \cdot \left(1 - (1 - \lambda) \cdot \dfrac{h}{x} \right) \\
\sigma_s \leftarrow \text{if } E_s \cdot \varepsilon_{c0} \cdot \dfrac{x - d}{x - \dfrac{3 \cdot h}{7}} \le f_{ydc} \\
\qquad \left\| \begin{array}{l} E_s \cdot \varepsilon_{c0} \cdot \dfrac{x - d}{x - \dfrac{3 \cdot h}{7}} \end{array} \right. \\
\qquad \text{else} \\
\qquad \left\| \begin{array}{l} f_{ydc} \end{array} \right. \\
\sigma_{s'} \leftarrow f_{ydc} \\
N_u \leftarrow \left(1 - (1 - \eta) \cdot \dfrac{h}{x} \right) \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} + A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \\
Ne \leftarrow \left(1 - (1 - \eta) \cdot \dfrac{h}{x} \right) \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} \cdot (0.5\ y - d') + A_s \cdot \sigma_s \cdot (d - d') \\
M_u \leftarrow -Ne + N_u \cdot \left(d - \dfrac{h}{2} \right)
\end{array} \right.
\end{array}
$$

$$
\begin{array}{l}
\left\| \begin{array}{l}
\left\| \begin{array}{l} E_s \cdot \varepsilon_{c0} \cdot \dfrac{x - a}{x - \dfrac{3 \cdot h}{7}} \end{array} \right. \\
\text{else} \\
\quad \left\| f_{ydc} \right.
\end{array} \right. \\
\quad \sigma_{s'} \leftarrow f_{ydc} \\
\quad N_u \leftarrow \left(1 - (1 - \eta) \cdot \dfrac{h}{x} \right) \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} + A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}
\end{array}
$$

NOTA: Se considera que para los dominios de rotura 4a y5 la tensión de las armaduras comprimidas no excede 400MPa.

6.5. Puntos característicos del digrama de interacción

Los puntos indicados seguidamente son las distintas profundidades de la fibra neutra a medida que se va cambiando de dominio de deformación, desde los rangos -∞ a + ∞

$$
x_{car} := \begin{bmatrix} -1 \cdot h \\ 0\ \boldsymbol{m} \\ \dfrac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{s.max} + \varepsilon_{cu}} \cdot d \\ \dfrac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{yd} + \varepsilon_{cu}} \cdot d \\ d \\ h \\ 100\ h \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -400 \\ 0 \\ 94.37 \\ 220.693 \\ 364 \\ 400 \\ 4 \cdot 10^4 \end{bmatrix} \boldsymbol{mm} \qquad i := 0 \,..\, (\text{length}(x_{car}) - 1)
$$

$$
M_{u\_x.car_i} := \begin{array}{l} \text{for } j \in 0 \,..\, (\text{length}(x_{car}) - 1) \\ \quad \left\| M_u\left(x_{car_i}\right) \right. \end{array}
$$

$$
N_{u\_x.car_i} := \begin{array}{l} \text{for } j \in 0 \,..\, (\text{length}(x_{car}) - 1) \\ \quad \left\| N_u\left(x_{car_i}\right) \right. \end{array}
$$

$$
M_{u\_x.car} = \begin{bmatrix} 0 \\ 31.747 \\ 370.044 \\ 531.571 \\ 392.833 \\ 313.671 \\ 3.632 \end{bmatrix} \boldsymbol{m \cdot kN} \qquad N_{u\_x.car} = \begin{bmatrix} -685.438 \\ -491.859 \\ 1.588 \cdot 10^3 \\ 3.752 \cdot 10^3 \\ 6.531 \cdot 10^3 \\ 7.149 \cdot 10^3 \\ 9.085 \cdot 10^3 \end{bmatrix} \boldsymbol{kN}
$$

6.6. Cálculo de los ratios de trabajo de la sección para cada par de esfuerzos

Discretización: $N := 2000 \quad j := 0 .. N-1 \quad x_j := -h + \frac{j}{N-1} \cdot 10\ h$

$M_{U_j} :=$ for $z \in 0 .. N-1$: $M_u(x_j)$

$N_{U_j} :=$ for $z \in 0 .. N-1$: $N_u(x_j)$

$w := 0 .. \text{length}(M_{ed}) - 1$

$\text{length}(M_{ed}) - 1 = 35$

Distancias eje horizontal igualdad de axil

$x_{N_w} :=$ for $t \in 0 .. \text{length}(N_{ed}) - 1$: for $z \in 0 .. N-1$: if $N_{ed_w} \le N_{U_z}$: $pos \leftarrow z$: break ; x_{pos}

$M_u(x_{N_w}) =$

310.473
303.771
303.771
310.473
317.149
317.149
317.149
310.473
317.149
310.473
303.771
310.473
310.473
317.149
310.473
317.149
303.771
⋮

$m \cdot kN$

$M_{ed_w} =$

130.397
145.108
136.101
177.433
50.832
135.758
129.523
97.318
220.881
39.224
156.302
54.405
216.683
17.034
31.737
214.961
6.871
⋮

$m \cdot kN$

$Ratio_{momento_w} := \frac{M_{ed_w}}{M_u(x_{N_w})} =$

0.42
0.478
0.448
0.571
0.16
0.428
0.408
0.313
0.696
0.126
0.515
0.175
0.698
0.054
0.102
0.678
0.023
⋮

$N_u(x_{N_w}) =$

$1.164 \cdot 10^3$
$1.118 \cdot 10^3$
$1.118 \cdot 10^3$
$1.164 \cdot 10^3$
$1.21 \cdot 10^3$
$1.21 \cdot 10^3$
$1.21 \cdot 10^3$
$1.164 \cdot 10^3$
$1.21 \cdot 10^3$
$1.164 \cdot 10^3$
$1.118 \cdot 10^3$
$1.164 \cdot 10^3$
$1.164 \cdot 10^3$
$1.21 \cdot 10^3$
$1.164 \cdot 10^3$
$1.21 \cdot 10^3$
$1.118 \cdot 10^3$
⋮

kN

$N_{ed_w} =$

$1.138 \cdot 10^3$
$1.107 \cdot 10^3$
$1.081 \cdot 10^3$
$1.156 \cdot 10^3$
$1.187 \cdot 10^3$
$1.207 \cdot 10^3$
$1.181 \cdot 10^3$
$1.162 \cdot 10^3$
$1.199 \cdot 10^3$
$1.126 \cdot 10^3$
$1.094 \cdot 10^3$
$1.137 \cdot 10^3$
$1.125 \cdot 10^3$
$1.203 \cdot 10^3$
$1.158 \cdot 10^3$
$1.171 \cdot 10^3$
$1.08 \cdot 10^3$
⋮

kN

Distancias eje horizontal izquierdo a igualdad de momento

$x_{M_w} :=$ for $t \in 0 .. \text{length}(M_{ed}) - 1$: for $z \in 0 .. N-1$: if $M_{ed_w} \le M_{U_z}$: $pos \leftarrow z$: break ; x_{pos}

$M_u(x_{M_w}) =$

133.493
148.443
140.987
177.903
56.439
140.987
133.493
103.138
221.03
40.554
163.246
56.439
221.03
18.064
32.55
⋮

$m \cdot kN$

$M_{ed_w} =$

130.397
145.108
136.101
177.433
50.832
135.758
129.523
97.318
220.881
39.224
156.302
54.405
216.683
17.034
31.737
⋮

$m \cdot kN$

$$Distancia_{axil.1_w} := N_{ed_w} - N_u\left(x_{M_w}\right) = \begin{bmatrix} 1.079\cdot10^3 \\ 961.782 \\ 979.496 \\ 839.005 \\ 1.55\cdot10^3 \\ 1.105\cdot10^3 \\ 1.122\cdot10^3 \\ 1.273\cdot10^3 \\ 619.037 \\ 1.572\cdot10^3 \\ 862.734 \\ 1.5\cdot10^3 \\ 545.876 \\ 1.778\cdot10^3 \\ 1.645\cdot10^3 \\ 591.232 \\ 1.718\cdot10^3 \\ \vdots \end{bmatrix} kN \quad N_u\left(x_{M_w}\right) = \begin{bmatrix} \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ 221.03 \\ 7.801 \\ \vdots \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 59.212 \\ 144.803 \\ 101.955 \\ 317.277 \\ -362.848 \\ 101.955 \\ 59.212 \\ -110.749 \\ 579.472 \\ -446.173 \\ 230.819 \\ -362.848 \\ 579.472 \\ -575.291 \\ -487.709 \\ 579.472 \\ -637.869 \\ \vdots \end{bmatrix} kN \quad N_{ed_w} = \begin{bmatrix} \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ 214.961 \\ 6.871 \\ \vdots \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1.138\cdot10^3 \\ 1.107\cdot10^3 \\ 1.081\cdot10^3 \\ 1.156\cdot10^3 \\ 1.187\cdot10^3 \\ 1.207\cdot10^3 \\ 1.181\cdot10^3 \\ 1.162\cdot10^3 \\ 1.199\cdot10^3 \\ 1.126\cdot10^3 \\ 1.094\cdot10^3 \\ 1.137\cdot10^3 \\ 1.125\cdot10^3 \\ 1.203\cdot10^3 \\ 1.158\cdot10^3 \\ 1.171\cdot10^3 \\ 1.08\cdot10^3 \\ \vdots \end{bmatrix} kN$$

Distancias eje horizontal derecho a igualdad de momento

$$x_{MM_w} := \text{for } t \in 0 \,..\, \text{length}\left(M_{ed}\right) - 1 \left\| \begin{array}{l} \text{for } z \in N-1 \,..\, 0 \\ \quad \text{if } M_{ed_w} \le M_{U_z} \\ \quad\quad pos \leftarrow z \\ \quad\quad \text{break} \\ x_{pos} \end{array} \right.$$

$$M_u\left(x_{MM_w}\right) = \begin{bmatrix} 130.412 \\ 145.241 \\ 136.27 \\ 177.459 \\ 50.85 \\ 135.762 \\ 129.715 \\ 97.423 \\ 221.165 \\ 39.716 \\ 156.479 \\ 54.426 \\ 217.198 \\ 39.716 \\ 39.716 \\ 215.268 \\ 39.716 \\ \vdots \end{bmatrix} m\cdot kN \quad M_{ed_w} = \begin{bmatrix} 130.397 \\ 145.108 \\ 136.101 \\ 177.433 \\ 50.832 \\ 135.758 \\ 129.523 \\ 97.318 \\ 220.881 \\ 39.224 \\ 156.302 \\ 54.405 \\ 216.683 \\ 17.034 \\ 31.737 \\ 214.961 \\ 6.871 \\ \vdots \end{bmatrix} m\cdot kN$$

$$Distancia_{axil.2_w} := N_u\left(x_{MM_w}\right) - N_{ed_w} = \begin{bmatrix} 7.252\cdot10^3 \\ 7.195\cdot10^3 \\ 7.274\cdot10^3 \\ 6.946\cdot10^3 \\ 7.651\cdot10^3 \\ 7.151\cdot10^3 \\ 7.213\cdot10^3 \\ 7.419\cdot10^3 \\ 6.619\cdot10^3 \\ 7.771\cdot10^3 \\ 7.139\cdot10^3 \\ 7.681\cdot10^3 \\ 6.719\cdot10^3 \\ 7.695\cdot10^3 \\ 7.74\cdot10^3 \\ 6.686\cdot10^3 \\ 7.817\cdot10^3 \\ \vdots \end{bmatrix} kN \quad N_u\left(x_{MM_w}\right) = \begin{bmatrix} 8.39\cdot10^3 \\ 8.301\cdot10^3 \\ 8.355\cdot10^3 \\ 8.102\cdot10^3 \\ 8.838\cdot10^3 \\ 8.358\cdot10^3 \\ 8.394\cdot10^3 \\ 8.581\cdot10^3 \\ 7.818\cdot10^3 \\ 8.897\cdot10^3 \\ 8.233\cdot10^3 \\ 8.819\cdot10^3 \\ 7.844\cdot10^3 \\ 8.897\cdot10^3 \\ 8.897\cdot10^3 \\ 7.857\cdot10^3 \\ 8.897\cdot10^3 \\ \vdots \end{bmatrix} kN \quad N_{ed_w} = \begin{bmatrix} 1.138\cdot10^3 \\ 1.107\cdot10^3 \\ 1.081\cdot10^3 \\ 1.156\cdot10^3 \\ 1.187\cdot10^3 \\ 1.207\cdot10^3 \\ 1.181\cdot10^3 \\ 1.162\cdot10^3 \\ 1.199\cdot10^3 \\ 1.126\cdot10^3 \\ 1.094\cdot10^3 \\ 1.137\cdot10^3 \\ 1.125\cdot10^3 \\ 1.203\cdot10^3 \\ 1.158\cdot10^3 \\ 1.171\cdot10^3 \\ 1.08\cdot10^3 \\ \vdots \end{bmatrix} kN$$

$$\begin{bmatrix} 0.871 \\ 0.882 \end{bmatrix}$$

$$Ratio_{axil_w} := \frac{\max\left(Distancia_{axil.2_w}, Distancia_{axil.1_w}\right)}{Distancia_{axil.2_w} + Distancia_{axil.1_w}} = \begin{bmatrix} 0.881 \\ 0.892 \\ 0.832 \\ 0.866 \\ 0.865 \\ 0.854 \\ 0.914 \\ 0.832 \\ 0.892 \\ 0.837 \\ 0.925 \\ 0.812 \\ 0.825 \\ 0.919 \\ 0.82 \\ \vdots \end{bmatrix}$$

6.8. Definición del a función de fisuración por tracción en E.L.S.

Se define seguidamente la función de obtención de la apertura característica de fisura, en función del armado dispuesto en la sección de análisis y del momento actuante en cada sección.

Cantos útiles:

Recubrimiento para análisis en E.L.S. según EHE ART:49.2.4. $r_{nom\_els} = 30\ mm$

Canto útil armadura de tracción: $d := h - \left(r_{nom\_els} + \phi_v + \phi_t \cdot 0.5\right) = 36.4\ cm$

Canto útil armadura de compresión: $d' := r_{nom\_els} + \phi_v + \phi_c \cdot 0.5 = 3.6\ cm$

Parámetros de cálculo del hormigón en servicio:

$f_{ck\_els} = 35\ MPa$

$f_{ctm} := 0.3 \cdot \left(f_{ck\_els} \cdot MPa^{-1}\right)^{\frac{2}{3}}\ MPa = 3.21\ MPa$

$f_{ctm.fl} := \max\left(\left(1.6 - \frac{h}{100\ cm}\right) \cdot f_{ctm}, f_{ctm}\right) = 3.852\ MPa$

$E_{cm} := 8500 \cdot \sqrt[3]{f_{ck\_els} \cdot MPa^{-1} + 8} \cdot MPa = 29.779\ GPa$

Parámetros auxiliares para el análisis de la fisuración

Coeficiente K1 (0.125 para flexión simple o 0.25 para tracción simple) $k_1 := 0.125$

Coeficiente k2 (1 si carga instantanea o posar 0.5 si carga duradera) $k_2 := 0.5$

Coeficiente β(1.7 si fisuración por cargas o 1.3 si fisuración por deformaciones) $\beta := 1.7$

Recubrimiento hasta tocar la barra longitudinal: $c := r_{nom\_els} = 3\ cm$

Cálculo del momento de fisuración:

Para el cálculo del momento de fisuración se tendrá en consideración la influéncia de las tensiones axiles y debidas a la flexión. Dichas tensiones axiles deberán ser las concomitantes con el momento flector de análisis. Se considerará como momento de fisuración de una sección a aquel tal que la tensión en la fibra más traccionada se alcance el valor de la resistencia a flexo tracción. Dicho momento será variable para cada sección en función del axil concomitante con el momento en una misma sección

$$M_{fis}(b,N) := W_{mec}\cdot\left(\frac{N}{A_{mec}} + f_{ctm.fl}\right)$$

Análisis de la fisuración de la sección por tracción:

Coeficiente de relación entre módulos elásticos: $n := \frac{200\ GPa}{E_{cm}} = 6.716$

Cuantia de armadura de tracción: $\rho(\phi_l, sep_l, \phi_r, sep_r, b) := \frac{\pi\cdot\phi_l^{\,2}}{4\cdot b\cdot d}\cdot\frac{1\cdot m}{sep_l} + \frac{\pi\cdot\phi_r^{\,2}}{4\cdot b\cdot d}\cdot\frac{1\cdot m}{sep_r}$

Cuantia de armadura de compresión: $\rho'(\phi_c, sep_c, b) := \frac{\pi\cdot\phi_c^{\,2}}{4\cdot b\cdot d}\cdot\frac{1\cdot m}{sep_c}$

Profundidad fibra neutra fisurada:

$$x(\phi_l, sep_l, \phi_c, sep_c, b, \phi_r, sep_r) := d\cdot n\cdot\rho(\phi_l, sep_l, \phi_r, sep_r, b)\cdot\left(1+\frac{\rho'(\phi_c, sep_c, b)}{\rho(\phi_l, sep_l, \phi_r, sep_r, b)}\right)\cdot\left(-1+\sqrt{1+\frac{2\cdot\left(1+\frac{\rho'(\phi_c, sep_c, b)}{\rho(\phi_l, sep_l, \phi_r, sep_r, b)}\cdot\frac{d'}{d}\right)}{n\cdot\rho(\phi_l, sep_l, \phi_r, sep_r, b)\cdot\left(1+\frac{\rho'(\phi_c, sep_c, b)}{\rho(\phi_l, sep_l, \phi_r, sep_r, b)}\right)^2}}\right)$$

Cálculo de la inercia fisurada de la sección:

$$I_{fis}(\phi_l, sep_l, \phi_c, sep_c, \phi_r, sep_r, b) := n\cdot\left(\frac{\pi\cdot\phi_l^{\,2}}{4}\cdot\frac{1\cdot m}{sep_l} + \frac{\pi\cdot\phi_r^{\,2}}{4}\cdot\frac{1\cdot m}{sep_r}\right)\cdot(d - x(\phi_l, sep_l, \phi_c, sep_c, b, \phi_r, sep_r))\cdot\left(d - \frac{x(\phi_l, sep_l, \phi_c, sep_c, b, \phi_r, sep_r)}{3}\right) + n\cdot\frac{\pi\cdot\phi_c^{\,2}}{4}\cdot\frac{1\cdot m}{sep_c}\cdot(x$$

Cálculo del area de hormigón en la zona del recubrimiento

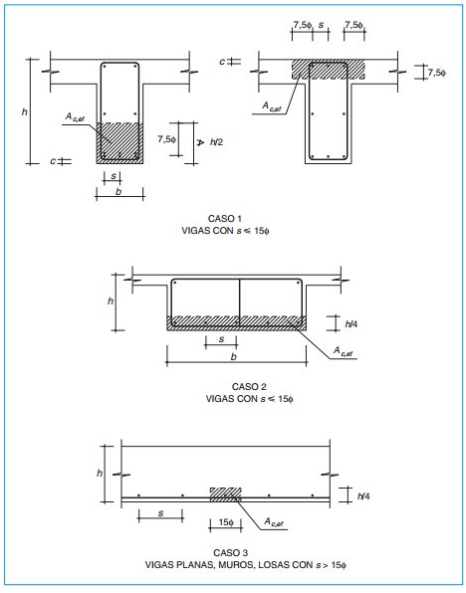
Si es viga de alma estrecha en negativos poner "1"
Si es viga de alma estrecha en positivos poner "2"
Si es viga de alma ancha, losa o muro poner "3"

$A_{c.ef} := 3$

$A_{c.eff}(\phi_l, b, sep_l) :=$ if $A_{c.ef} = 1$
- $A_{c.eff} \leftarrow 7.5\cdot\phi_l\cdot(b + 2\cdot 7.5\cdot\phi_l)$

else if $A_{c.ef} = 2$
- $A_{c.eff} \leftarrow$ if $7.5\cdot\phi_l \le \frac{h}{2}$
  - $A_{c.eff} \leftarrow 7.5\cdot\phi_l\cdot b$
- else
  - $A_{c.eff} \leftarrow \frac{h}{2}\cdot b$

else if $A_{c.ef} = 3$
- $A_{c.eff} \leftarrow$ if $sep_l \le 15\cdot\phi_l$
  - $A_{c.eff} \leftarrow \frac{h}{4}\cdot b$
- else
  - $A_{c.eff} \leftarrow \frac{h}{4}\cdot 15\cdot\phi_l$



$$s_z\left(sep_l, sep_r, \phi_r\right) := \text{if } \phi_r = 0 \;\; sep_l \;\; \text{else} \;\; sep_r \cdot \left(\frac{sep_l}{sep_l + sep_r}\right)$$

$$s\left(\phi_l, sep_l, sep_r, \phi_r\right) := \text{if } s_z\left(sep_l, sep_r, \phi_r\right) > 15 \cdot \phi_l \;\; s \leftarrow 15 \cdot \phi_l \;\; \text{else} \;\; s \leftarrow s_z\left(sep_l, sep_r, \phi_r\right)$$

Area de les armaduras situadas dentro del área eficaz

$$A_{s.ef}\left(\phi_l, b, sep_l, \phi_r, sep_r\right) := \text{if } s_z\left(sep_l, sep_r, \phi_r\right) > 15 \cdot \phi_l \;\; \frac{\pi \cdot \phi_l^{\,2}}{4} + \frac{\pi \cdot \phi_r^{\,2}}{4} \;\; \text{else} \;\; \frac{\pi \cdot \phi_l^{\,2}}{4} \cdot \frac{1 \cdot m}{sep_l} + \frac{\pi \cdot \phi_r^{\,2}}{4} \cdot \frac{1 \cdot m}{sep_r}$$

Cálculo de la separación media de fisuras

$$s_m\left(\phi_l, b, sep_l, \phi_r, sep_r\right) := 2 \cdot c + 0.2 \cdot s\left(\phi_l, sep_l, sep_r, \phi_r\right) + 0.4 \cdot k_1 \cdot \frac{\max\left(\phi_l, \phi_r\right) \cdot A_{c.eff}\left(\phi_l, b, sep_l\right)}{A_{s.ef}\left(\phi_l, b, sep_l, \phi_r, sep_r\right)}$$

Cálculo de tensiones (según apartado 2.4 del Anejo 8 de la EHE-08)

Tensión en la fibra más comprimida del hormigón: $\sigma_c\left(M_k, \phi_l, sep_l, \phi_c, sep_c, b, \phi_r, sep_r\right) := M_k \cdot \frac{x\left(\phi_l, sep_l, \phi_c, sep_c, b, \phi_r, sep_r\right)}{I_{fis}\left(\phi_l, sep_l, \phi_c, sep_c, \phi_r, sep_r, b\right)}$

Tensión en la armadura de tracción: $\sigma_s\left(M_k, \phi_l, sep_l, \phi_c, sep_c, b, \phi_r, sep_r\right) := n \cdot \sigma_c\left(M_k, \phi_l, sep_l, \phi_c, sep_c, b, \phi_r, sep_r\right) \cdot \frac{\left(d - x\left(\phi_l, sep_l, \phi_c, sep_c, b, \phi_r, sep_r\right)\right)}{x\left(\phi_l, sep_l, \phi_c, sep_c, b, \phi_r, sep_r\right)}$

Tensión en la armadura de compresión: $\sigma'_s\left(M_k, \phi_l, sep_l, \phi_c, sep_c, b, \phi_r, sep_r\right) := -n \cdot \sigma_c\left(M_k, \phi_l, sep_l, \phi_c, sep_c, b, \phi_r, sep_r\right) \cdot \frac{\left(x\left(\phi_l, sep_l, \phi_c, sep_c, b, \phi_r, sep_r\right)\right)}{x\left(\phi_l, sep_l, \phi_c, sep_c, b, \phi_r, sep}$

Tensión de la armadura en sección fisurada en instante que fisura el hormigón para $M_{fis}\left(b, N\right)$

$$\sigma_{sr}\left(M_k, \phi_l, sep_l, \phi_c, sep_c, b, \phi_r, sep_r, N_k\right) := n \cdot \frac{M_{fis}\left(b, N_k\right) \cdot \left(d - x\left(\phi_l, sep_l, \phi_c, sep_c, b, \phi_r, sep_r\right)\right)}{I_{fis}\left(\phi_l, sep_l, \phi_c, sep_c, \phi_r, sep_r, b\right)}$$

Cálculo del alargamiento medio de las armaduras

$$\varepsilon_{sm.o}\left(M_k, \phi_l, sep_l, \phi_c, sep_c, b, \phi_r, sep_r, N_k\right) := \frac{\sigma_{sr}\left(M_k, \phi_l, sep_l, \phi_c, sep_c, b, \phi_r, sep_r, N_k\right)}{200\ GPa} \cdot \left(1 - k_2 \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}\left(M_k, \phi_l, sep_l, \phi_c, sep_c, b, \phi_r, sep_r, N_k\right)}{\sigma_s\left(M_k, \phi_l, sep_l, \phi_c, sep_c, b, \phi_r, sep_r\right)}\right)^2\right)$$

$$\varepsilon_{sm}\left(M_k, \phi_l, sep_l, \phi_c, sep_c, b, \phi_r, sep_r, N_k\right) := \text{if } \varepsilon_{sm.o}\left(M_k, \phi_l, sep_l, \phi_c, sep_c, b, \phi_r, sep_r, N_k\right) \geq 0.4 \cdot \frac{\sigma_s\left(M_k, \phi_l, sep_l, \phi_c, sep_c, b, \phi_r, sep_r\right)}{200\ GPa} \;\; \varepsilon_{sm} \leftarrow \varepsilon_{sm.o}\left(M_k, \phi_l, sep_l, \phi_c, sep_c, b, \phi_r, sep_r, N_k\right) \;\; \text{else} \;\; \varepsilon_{sm} \leftarrow 0.4 \cdot \frac{\sigma_s\left(M_k, \phi_l, sep_l, \phi_c, sep_c, b, \phi_r, sep_r\right)}{200\ GPa}$$

Cálculo de la apertura característica de fisura

$$\omega_k\left(M_k, \phi_l, sep_l, \phi_c, sep_c, b, \phi_r, sep_r, N_k\right) := \text{if } M_k > M_{fis}\left(b, N_k\right) \;\; \beta \cdot s_m\left(\phi_l, b, sep_l, \phi_r, sep_r\right) \cdot \varepsilon_{sm}\left(M_k, \phi_l, sep_l, \phi_c, sep_c, b, \phi_r, sep_r, N_k\right) \;\; \text{else} \;\; 0\ mm$$

6.9. Análisis de la fisuración de la sección por microcompresión

Edad del hormigón para la verificación seccional: $j := 28\ day$

Resistencia característica del hormigón a edad j:

$$f_{ck.j} := f_{ck} \cdot e^{s_s \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28\ day}{j}}\right)} = 35\ MPa$$

$$Ratio_{microcompresión}(N_k, M_k) := \frac{\frac{N_k}{A_{mec}} + \frac{M_k}{W_{mec}}}{0.6 \cdot f_{ck.j}}$$

6.10. Definición de la función de verificación a cortante en E.L.U.

Análisis del agotamiento del hormigón por compresión oblicua Vu1 y por tracción en el alma Vcu

Se considera un ángulo de bielas comprimidas $\theta := 45\ °$
Se considera un ángulo respecto la directriz de la pieza con el armado de cortante $\alpha := 90\ °$
Se considera una estructura con influencia del esfuerzo axil.

$$\sigma'_{cd}(N) := \begin{cases} \text{if } \frac{N}{b \cdot h} \le 0.3 \cdot f_{cd} \\ \quad \frac{N}{b \cdot h} \\ \text{else} \\ \quad 0.3 \cdot f_{cd} \end{cases}$$

$$K(N) := \begin{cases} \text{if } \sigma'_{cd}(N) \le 0 \\ \quad 1 \\ \text{else if } \sigma'_{cd}(N) \le 0.25 \cdot f_{cd} \\ \quad 1 + \frac{\sigma'_{cd}(N)}{f_{cd}} \\ \text{else if } \sigma'_{cd}(N) \le 0.5 \cdot f_{cd} \\ \quad 1.25 \\ \text{else} \\ \quad 2.5 \cdot \left(1 - \frac{\sigma'_{cd}(N)}{f_{cd}}\right) \end{cases}$$

$$\xi := \begin{cases} \text{if } 1 + \sqrt{\frac{200\ mm}{d}} \le 2 \\ \quad 1 + \sqrt{\frac{200\ mm}{d}} \\ \text{else} \\ \quad 2 \end{cases}$$

Cuantia de armadura en la cara de tracción:

$$\rho_l := \begin{cases} \text{if } \frac{n_t \cdot \frac{\pi \cdot \phi_t^{\,2}}{4}}{b \cdot d} \le 0.02 \\ \quad \frac{n_t \cdot n_t \cdot \frac{\pi \cdot \phi_t^{\,2}}{4}}{b \cdot d} \\ \text{else} \\ \quad 0.02 \end{cases} = 0.0138092$$

[Art 44.2.3.1 EHE-08]

$$V_{u1}(N) := K(N) \cdot f_{1cd} \cdot b \cdot d \cdot \left(\frac{\cot(\theta) + \cot(\alpha)}{1 + \cot(\theta)^2}\right)$$

[Art 44.2.3.2.1.2 EHE-08]

$$V_{cu}(N) := \left(\frac{0.18}{\gamma_c} \cdot \xi \cdot \left(100 \cdot \rho_l \cdot f_{cv} \cdot MPa^{-1}\right)^{\frac{1}{3}} + 0.15 \cdot \sigma'_{cd}(N) \cdot MPa^{-1} \right) \cdot b \cdot d \cdot MPa$$

$$V_{cu.min} := \left(\frac{0.075}{\gamma_c} \cdot \xi^{\frac{3}{2}} \cdot \left(f_{cv} \cdot MPa^{-1}\right)^{\frac{1}{2}} \right) \cdot b \cdot d \cdot MPa = 265.07\ kN$$

Capacidad del hormigón por tracción en piezas sin armadura de cortante

$$V_{cu}(N) := \begin{| if\ V_{cu}(N) \le V_{cu.min} \\ \quad \| V_{cu.min} \\ else \\ \quad \| V_{cu}(N) \end{|$$

$$z := 0 .. \text{length}(b\_) - 1$$

$$V_{ed} = \begin{bmatrix} 40.001 \\ 143.712 \\ 14.286 \\ 142.293 \\ 113.83 \\ 168.85 \\ 18.385 \\ 2.442 \\ 104.37 \\ 16.796 \\ 56.25 \\ 122.086 \\ 77.044 \\ 87.231 \\ 73.999 \\ 65.2 \\ 1.508 \\ \vdots \end{bmatrix} kN \qquad V_{u1}\left(N_{ed_z}\right) = \begin{bmatrix} 2.631 \cdot 10^3 \\ 2.623 \cdot 10^3 \\ 2.616 \cdot 10^3 \\ 2.636 \cdot 10^3 \\ 2.645 \cdot 10^3 \\ 2.65 \cdot 10^3 \\ 2.643 \cdot 10^3 \\ 2.638 \cdot 10^3 \\ 2.648 \cdot 10^3 \\ 2.628 \cdot 10^3 \\ 2.619 \cdot 10^3 \\ 2.631 \cdot 10^3 \\ 2.628 \cdot 10^3 \\ 2.649 \cdot 10^3 \\ 2.637 \cdot 10^3 \\ 2.64 \cdot 10^3 \\ 2.615 \cdot 10^3 \\ \vdots \end{bmatrix} kN \qquad V_{cu}\left(N_{ed_z}\right) = \begin{bmatrix} 452.137 \\ 447.887 \\ 444.456 \\ 454.67 \\ 458.921 \\ 461.555 \\ 458.014 \\ 455.482 \\ 460.434 \\ 450.521 \\ 446.108 \\ 452.099 \\ 450.448 \\ 461.011 \\ 454.86 \\ 456.639 \\ 444.319 \\ \vdots \end{bmatrix} kN$$

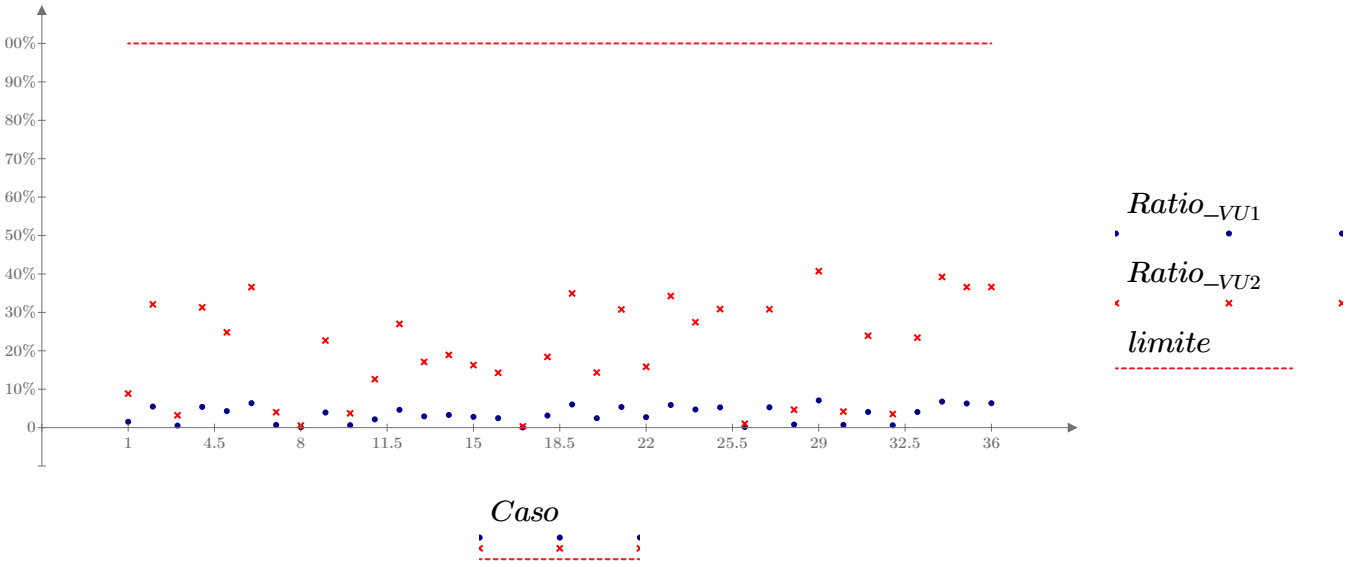
Definición de funciones auxiliares:

$$Ratio\_VU1_z := \begin{| for\ i \in 0 .. \text{length}(b\_) - 1 \\ \quad \| Ratio\_VU1_z \leftarrow \frac{V_{ed_z}}{V_{u1}\left(N_{ed_z}\right)} \end{|$$

$$Ratio\_VU2_z := \begin{| for\ i \in 0 .. \text{length}(b\_) - 1 \\ \quad \| Ratio\_VU2_z \leftarrow \frac{V_{ed_z}}{V_{cu}\left(N_{ed_z}\right)} \end{|$$

$$armadura\_cortante_z := \begin{| for\ i \in 0 .. \text{length}(b\_) - 1 \\ \quad \| id_z \leftarrow \begin{| if\ Ratio\_VU2_z \le 1 \\ \quad\quad \| \text{“No necesaria”} \\ \quad else\ if\ Ratio\_VU2_z > 1 \\ \quad\quad \| Caso_z \\ \quad else\ if\ Ratio\_VU1_z \le 1 \\ \quad\quad \| \text{“No verifica VU1”} \end{| \end{|$$

$Verificacion\_cortante = \text{“OK. No necesita armadura de cortante”}$



$Ratio_{ELU.cort} := \max\left(Ratio\_{VU1}, Ratio\_{VU2}\right) = 40.735\%\ OK$

6.11. Diagrama de interacción a fleción compuesta

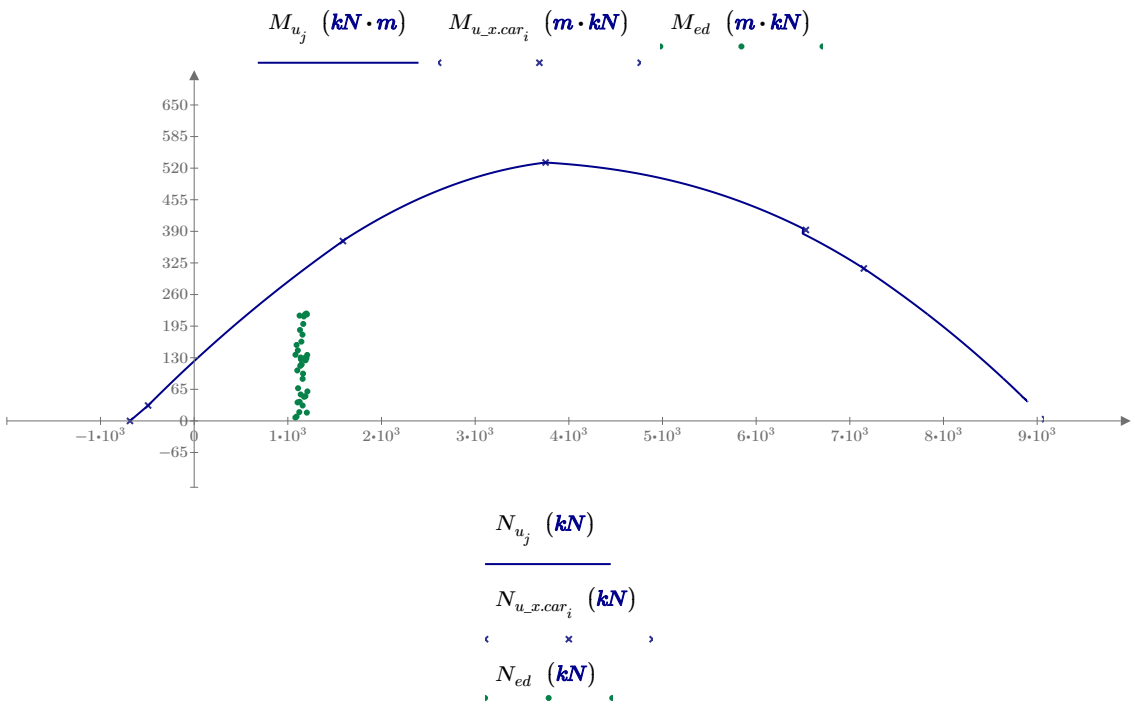
Discretización: $N = 2 \cdot 10^3 \qquad j := 0 \,..\, N-1 \qquad x_j := -h + \frac{j}{N-1} \cdot 10\ h$

$$M_{u_j} := \text{for } z \in 0 \,..\, N-1 \;\Big\|\; M_u\left(x_j\right)$$

$$N_{u_j} := \text{for } z \in 0 \,..\, N-1 \;\Big\|\; N_u\left(x_j\right)$$

Máximo flector: $\max\left(M_{u\_x.car}\right) = 531.571\ \boldsymbol{m \cdot kN}$
Mínimo flector: $min\left(M_{u\_x.car}\right) = 0\ \boldsymbol{m \cdot kN}$
Máximo axil: $\max\left(N_{u\_x.car}\right) = \left(9.085 \cdot 10^3\right)\ \boldsymbol{kN}$
Mínimo axil: $min\left(N_{u\_x.car}\right) = -685.438\ \boldsymbol{kN}$

NOTA: Se considera que para los dominios de rotura 4a y5 la tensión de las armaduras comprimidas no excede 400MPa.

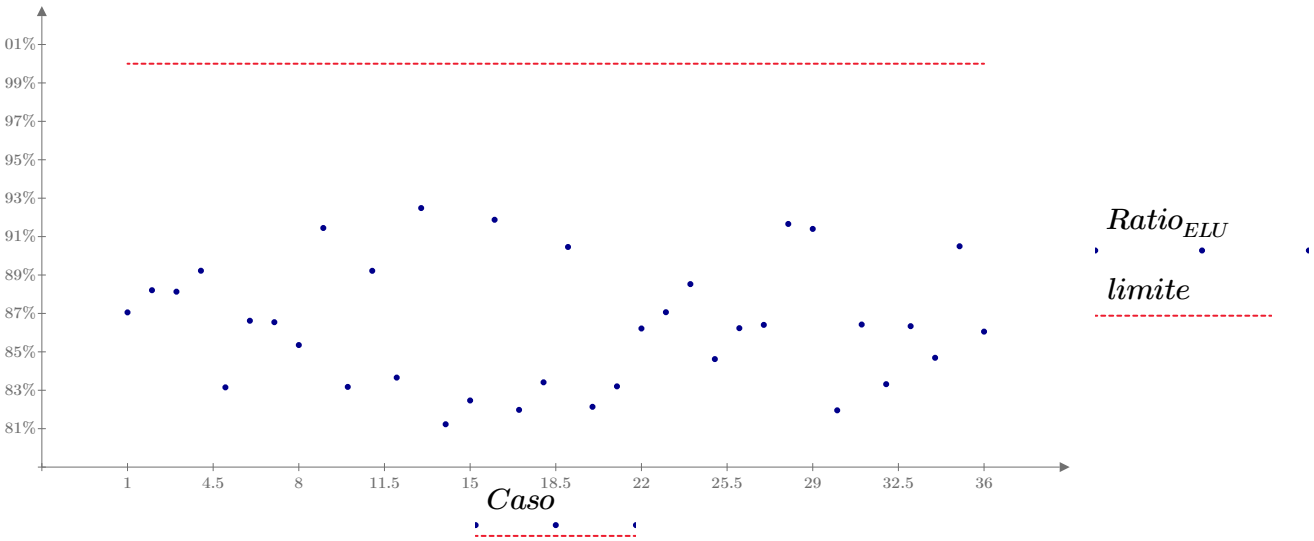


$$Ratio_{ELU_w} := \max\left(Ratio_{axil_w}, Ratio_{momento_w}\right) = \begin{bmatrix} 87.054\% \\ 88.208\% \\ 88.132\% \\ 89.223\% \\ 83.151\% \\ 86.619\% \\ 86.544\% \\ 85.354\% \\ 91.448\% \\ 83.175\% \\ 89.219\% \\ 83.66\% \\ 92.486\% \\ 81.23\% \\ 82.468\% \\ 91.876\% \\ 81.979\% \\ \vdots \end{bmatrix} \quad M_{ed} = \begin{bmatrix} 130.397 \\ 145.108 \\ 136.101 \\ 177.433 \\ 50.832 \\ 135.758 \\ 129.523 \\ 97.318 \\ 220.881 \\ 39.224 \\ 156.302 \\ 54.405 \\ 216.683 \\ 17.034 \\ 31.737 \\ 214.961 \\ 6.871 \\ \vdots \end{bmatrix} m \cdot kN \quad N_{ed} = \begin{bmatrix} 1.138 \cdot 10^3 \\ 1.107 \cdot 10^3 \\ 1.081 \cdot 10^3 \\ 1.156 \cdot 10^3 \\ 1.187 \cdot 10^3 \\ 1.207 \cdot 10^3 \\ 1.181 \cdot 10^3 \\ 1.162 \cdot 10^3 \\ 1.199 \cdot 10^3 \\ 1.126 \cdot 10^3 \\ 1.094 \cdot 10^3 \\ 1.137 \cdot 10^3 \\ 1.125 \cdot 10^3 \\ 1.203 \cdot 10^3 \\ 1.158 \cdot 10^3 \\ 1.171 \cdot 10^3 \\ 1.08 \cdot 10^3 \\ \vdots \end{bmatrix} kN$$

$Verificacion\_flexocompresion =$ "OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.U. flexocompresión recta"

$Ratio_{ELU.MAX} := \max\left(Ratio_{ELU}\right) = 92.486\%$ *OK*

NOTA: El ratio de verificación obtenido es el mínimo a axil constante y a momento constante.



6.12. Verificación de las secciones críticas a E.L.S. fisuración

Definición de funciones auxiliares:

$z := 0 .. \text{length}(b\_) - 1$

$Ancho\_fisura_z := \text{for } i \in 0 .. \text{length}(b\_) - 1$
$\quad Ancho\_fisura_z \leftarrow \omega_k\left(M_{k\_z}, \phi_{l\_z}, sep_{l\_z}, \phi_{c\_z}, sep_{c\_z}, b\_z, \phi_{ref\_z}, sep_{ref\_z}, N_{k\_z}\right)$

$Mfis_z := \text{for } i \in 0 .. \text{length}(b\_) - 1$
$\quad Mfis_z \leftarrow M_{fis}\left(b\_z, N_{k\_z}\right)$

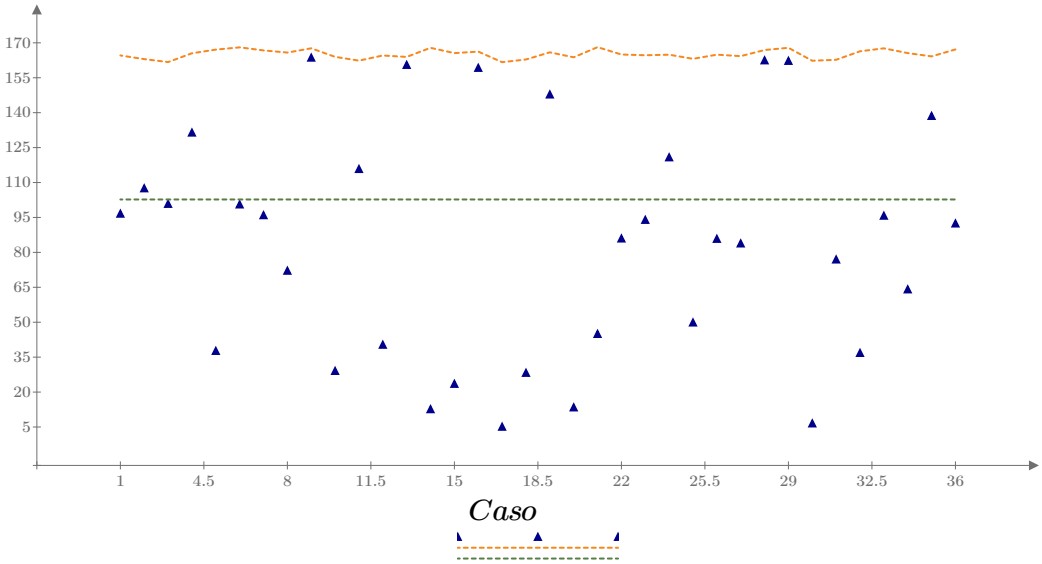
$Ratio\_E.L.S._z := \text{for } i \in 0 .. \text{length}(b\_) - 1$
$\quad Ratio\_E.L.S._z \leftarrow \dfrac{\omega_k\left(M_{k\_z}, \phi_{l\_z}, sep_{l\_z}, \phi_{c\_z}, sep_{c\_z}, b\_z, \phi_{ref\_z}, sep_{ref\_z}, N_{k\_}\right.}{w_{max}}$

$id := \text{for } i \in 0 .. \text{length}(b\_) - 1$

$id_z \leftarrow$ if $Ratio\_E.L.S._z > 1$
  $Caso_z$
 else
  "ok"

$Mfis_{flexion\_simple_z} :=$ for $i \in 0 .. \text{length}(b\_) - 1$
  $Mfis_{flexion\_simple_z} \leftarrow \frac{b \cdot h^2}{6} \cdot f_{ctm.fl}$

Resultados del análisis del E.L.S. fisuración $w_{max} = 0.3\ mm$



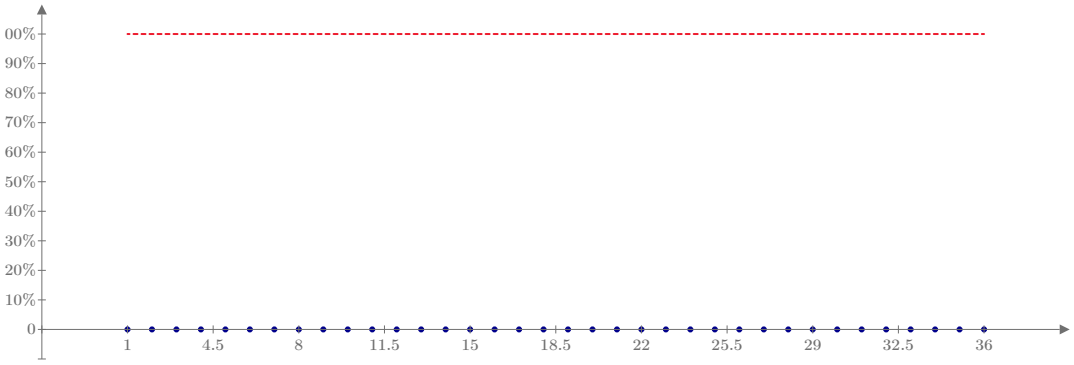
$Caso = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \\ 7 \\ 8 \\ 9 \\ 10 \\ 11 \\ 12 \\ 13 \\ 14 \\ 15 \\ 16 \\ 17 \\ 18 \\ 19 \\ 20 \\ \vdots \end{bmatrix}$

$Ancho\_fisura_z = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ \vdots \end{bmatrix} mm$

$Ratio\_E.L.S. = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ \vdots \end{bmatrix}$

$Verificacion\_fisuracion\_traccion =$ "OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.S. fisuración"

$Ratio_{ELS\_fisuracion} := \max(Ratio\_E.L.S.) = 0$ *OK*

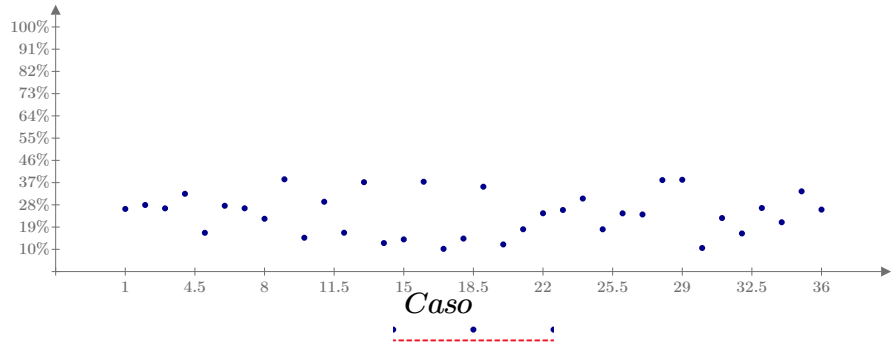


Resultados del análisis del E.L.S. fisuración microcompresión

$$Caso = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \\ 7 \\ 8 \\ 9 \\ 10 \\ 11 \\ 12 \\ 13 \\ 14 \\ 15 \\ 16 \\ 17 \\ 18 \\ 19 \\ 20 \\ \vdots \end{bmatrix} \qquad Ratio_{microcompresión}(N_{k\_}, M_{k\_}) = \begin{bmatrix} 0.264 \\ 0.279 \\ 0.266 \\ 0.325 \\ 0.167 \\ 0.276 \\ 0.266 \\ 0.224 \\ 0.383 \\ 0.147 \\ 0.293 \\ 0.167 \\ 0.372 \\ 0.125 \\ 0.14 \\ 0.374 \\ 0.102 \\ \vdots \end{bmatrix}$$

$Verificacion\_fisuracion\_microcompresion$ = "OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.S. fisuración"

$Ratio_{ELS\_microfisuracion} := \max(Ratio_{microcompresión}(N_{k\_}, M_{k\_})) = 38.345\%$ *OK*



6.13. Resumen de resultados

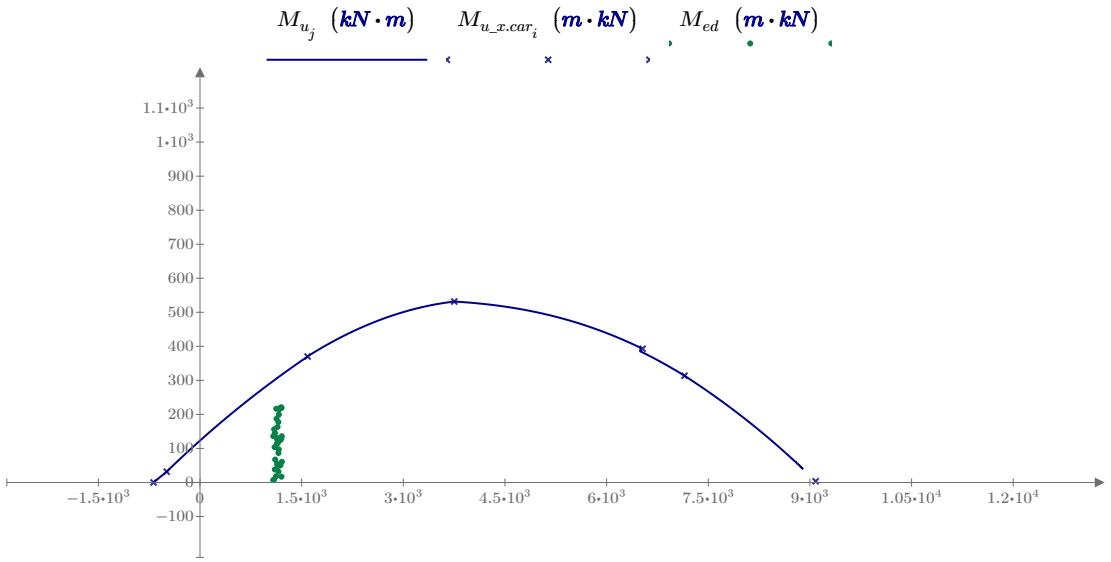
Verificación a E.L.U. flexocompresión mediante diagrama de interacción:

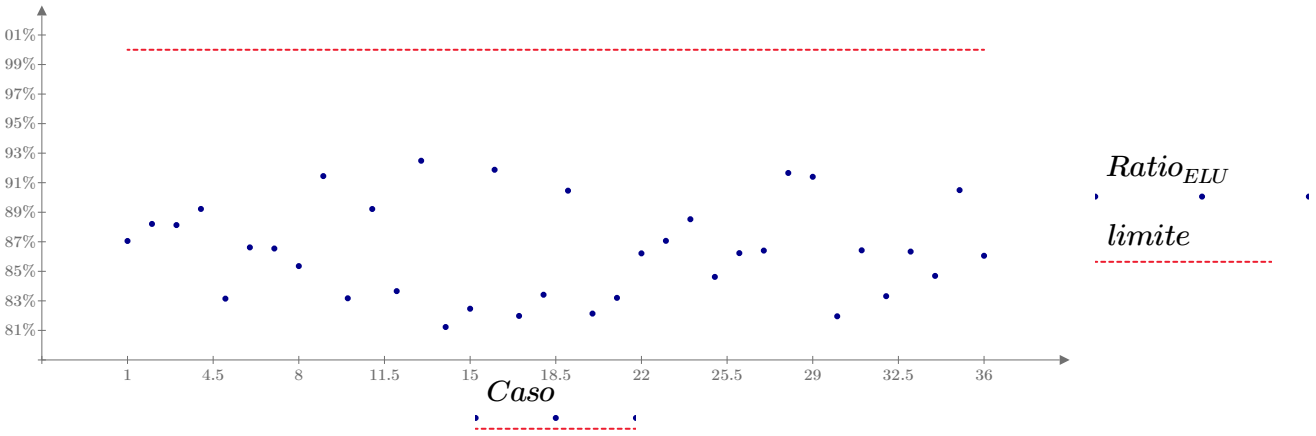
$Verificacion\_flexocompresion$ = "OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.U. flexocompresión recta"

$Ratio_{ELU.MAX} := \max\left(Ratio_{ELU}\right) = 92.486\%$ *OK*

Máximo flector: $\max\left(M_{u\_x.car}\right) = 531.571\ m \cdot kN$
Mínimo flector: $min\left(M_{u\_x.car}\right) = 0\ m \cdot kN$
Máximo axil: $\max\left(N_{u\_x.car}\right) = \left(9.085 \cdot 10^{3}\right)\ kN$
Mínimo axil: $min\left(N_{u\_x.car}\right) = -685.438\ kN$

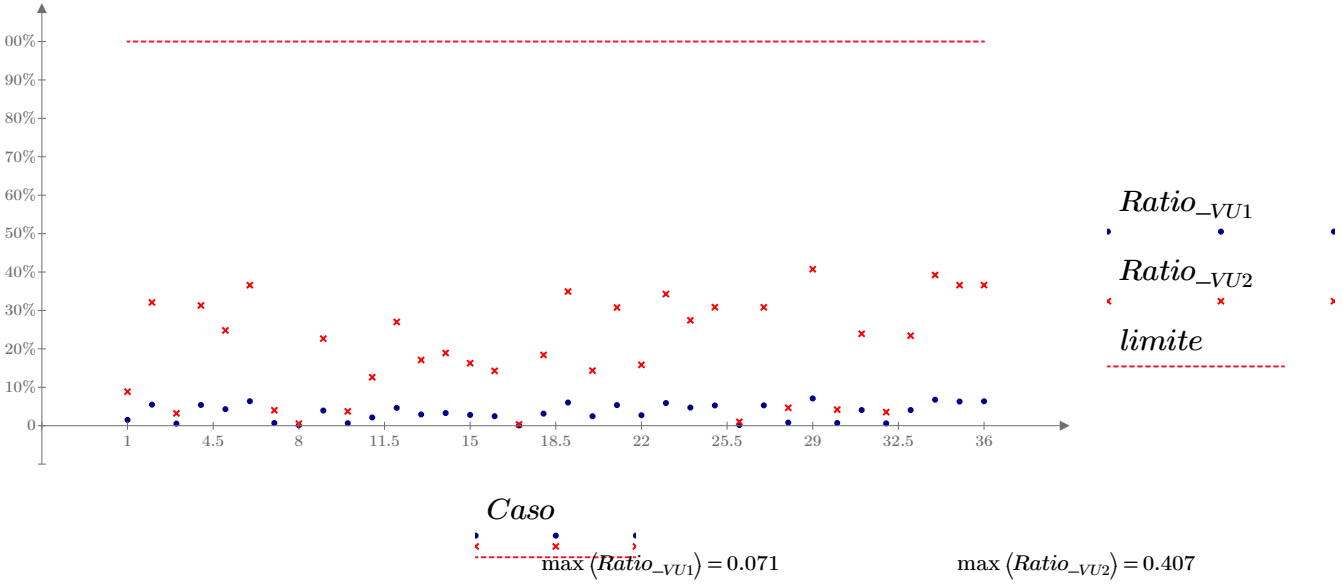
NOTA: Se considera que para los dominios de rotura 4a y5 la tensión de las armaduras comprimidas no excede 400MPa.





Verificación a E.L.U. cortante:

$Verificacion\_cortante$ = "OK. No necesita armadura de cortante"



$\max\left(Ratio_{\_VU1}\right) = 0.071$ $\max\left(Ratio_{\_VU2}\right) = 0.407$

$Ratio_{ELU.cort} := \max\left(Ratio_{\_VU1}, Ratio_{\_VU2}\right) = 40.735\%$ *OK*

Verificación a E.L.S. fisuración por flexión:

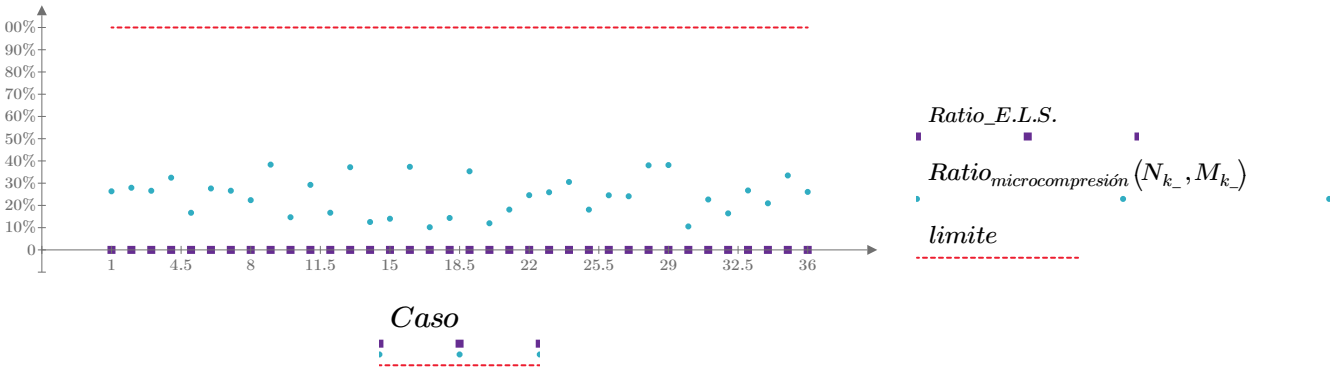
$Verificacion\_fisuracion\_traccion$ = "OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.S. fisuración"

$Ratio_{ELS\_fisuracion} := \max\left(Ratio\_E.L.S.\right) = 0$ *OK*

$Verificacion\_fisuracion\_microcompresion$ = "OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.S. fisuración"

$Ratio_{ELS\_microfisuracion} := \max\left(Ratio_{microcompresión}\left(N_{k\_}, M_{k\_}\right)\right) = 38.345\%$ *OK*

$Maxima\_apertura\_fisura := \max\left(Ancho\_fisura\right) = 0$ *mm* *OK* $w_{max} = 0.3$ *mm*



Verificación armadura transversal:

Armadura mínima geométrica

$$\rho_{g\_t} := \begin{cases} \text{if } f_{yk} = 400\ MPa \\ \quad \frac{2}{1000} \cdot 0.5 \\ \text{else} \\ \quad \frac{1.8}{1000} \cdot 0.5 \end{cases} = 9 \cdot 10^{-4}$$

$$A_{s.geom.min.traccionada} := \rho_{g\_t} \cdot b \cdot h = 3.6\ cm^2$$

Armadura dispuesta

$$A_{transv} := \frac{n_{rep} \cdot \pi}{4} \cdot \phi_{rep}{}^2 = 5.236\ cm^2$$

$$Ratio_{arm\_transversal} := \frac{A_{s.geom.min.traccionada}}{A_{transv}} = 68.755\%$$

$$Ratio_{GLOBAL\_DOVELAS} = 92.486\%$$

VERIFICACIÓ DE HASTIAL CENTRAL
E.L.U. I E.L.S. FLEXO-TRACCIÓ

1. CARACTERÍSTICAS SECCIONALES Y MECÁNICAS

Canto de la sección: $h := 70\ cm$
Ancho de la sección: $b := 100\ cm$
Recubrimiento nominal armadura de compresión: $r_c := 35\ mm$
Recubrimiento nominal armadura de tracción: $r_t := 35\ mm$
Recubrimiento lateral: $r_l := 0\ mm$
Diámetro de la armadura de tracción: $\phi_t := 16\ mm$

Diámetro de la armadura de compresión: $\phi_c := 16\ mm$ Número de barras comprimidas: $n_c := \frac{1}{0.15}$

Diámetro cercos de cortante: $\phi_v := 16\ mm$ $cada := 20\ cm$ Número de ramas: $n_{rv} := 1 = 1$
La armadura de cortante afecta al recubrimiento? $af_v := 0$ (poner 1 si afecta, 0 si no afecta)
Disposición de filas de armado propuestas:

$filas := [1]$ $n_{barra\_fila} := \left[\frac{1}{0.15}\right]$ $\Phi := [16] \cdot mm$ $y_{barra\_fila} := r_t + \phi_v \cdot af_v + [0.5 \cdot \phi_t] = [4.3]\ cm$

Disposición de armadura de refuerzo en cara traccionada barras $\Phi_{ref} := 12\ mm$
intercalando $n_{int} := 0$ barra entre armado principal de tracción propuesto

---

Número total de barras (no cuenta refuerzo): $n_t := |n_{barra\_fila} \cdot id| = 6.667$
Número total de filas: $n_{filas} := id \cdot id = 1$

Separación armadura traccionada: $sep := 10\ cm$ (poner "CALC" si se quiere considerar la calculada)
Hormigón empleado $f_{ck} := 30\ MPa$ $f_{ck\_els} := 30\ MPa$ $\gamma_c := 1.5$
Acero pasivo $f_{yk} := 500\ MPa$ $\gamma_s := 1.15$
Coeficiente de cansancio del hormigón: $\alpha_{cc} := 1$ Tamaño árido $tma := 20\ mm$
Control indirecto del hormigón? $contr :=$ "NO" (poner "NO si control Estadístico (usual)" sino poner "SI" ., ver Art.86.5.6 EHE-08)
Anchura característica de fisura máxima: $w_{max} := 0.3\ mm$
Edad del hormigón para la verificación seccional: $edad := 28\ day$

Datos del tipo de cemento utilizado:
Coeficiente del tipo de cemento $s_s := 0.25$ (si cemento normal s=0.25; si cemento rápido s=0.2, si cemento lento s=0.38)
Coeficiente de retracción $\alpha_{ds1} := 4$ (si cemento normal α_{ds1} =4; si cemento rápido α_{ds1} =6, si cemento lento α_{ds1} =3)
Coeficiente de retracción $\alpha_{ds2} := 0.12$ (si cemento normal α_{ds2} =0.12; si cemento rápido α_{ds2} =0.11; si cemento lento α_{ds2} =0.13)

Parámetros adicionales de cálculo
Considerar axil en cálculo del momento de fisuración? $axil :=$ "SI"
Considerar resistencia a flexión o flexotraccion del hormigón? $flex := 1$ (poner 0 si tracción, poner 1 si flexotraccion)
Angulo bielas de compresión 45º en cortante? $bielas :=$ "NO" (poner "SI" asume 45º. Poner "NO" calcula el ángulo)
Tipo de elemento? $elemento :=$ "MURO" ("VIGA","LOSA","PILAR","MURO") $juntas := 10\ m$ (solo en muro)

Solicitación para considerar armadura mínima mecánica? $sol := \text{“FLEX”}$ ("FLEX","COMP","TRAC")

Parámetros auxiliares para el análisis de la fisuración

Coeficiente K1 (0.125 para flexión simple o 0.25 para tracción simple, poner "CALC" para calcular en función de las tensiones del hormigón) $k_1 := \text{“CALC”}$

Coeficiente k2 (1 si carga instantánea o posar 0.5 si carga duradera) $k_2 := 0.5$

Coeficiente β(1.7 si fisuración por cargas o 1.3 si fisuración por deformaciones) $\beta := 1.7$

Tener en cuenta inercia homogeneizada en cálculo de Momento de fisuración? $homo := 1$

(poner 0 si sección bruta, poner 1 si sección homogeneizada)

2. ESFUERZOS

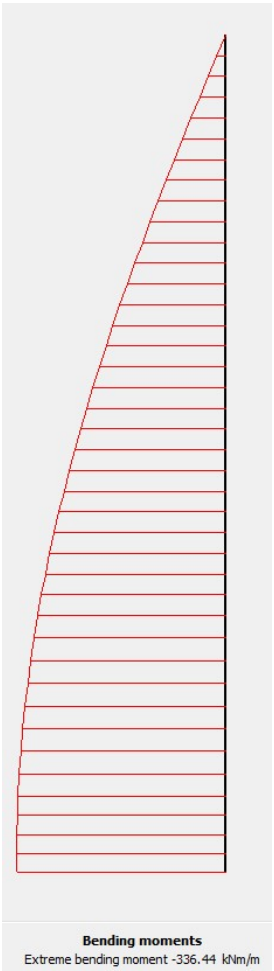
E.L.S. cuasi-permanente *E.L.S. característico* *Esfuerzos E.L.U.*

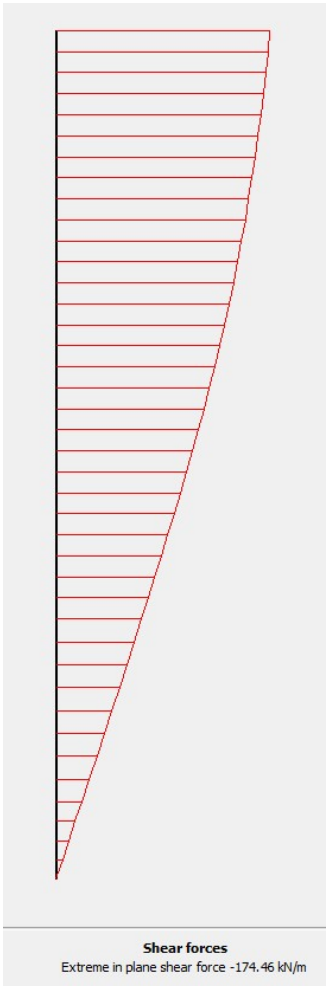
$CASO.E.L.S.$	N_{k_cp} (kN)	M_{k_cp} $(kN \cdot m)$	N_{k_car} (kN)	M_{k_car} $(kN \cdot m)$
“Moment_max”	500	343	500	343
“Axil_max”	500	343	500	343

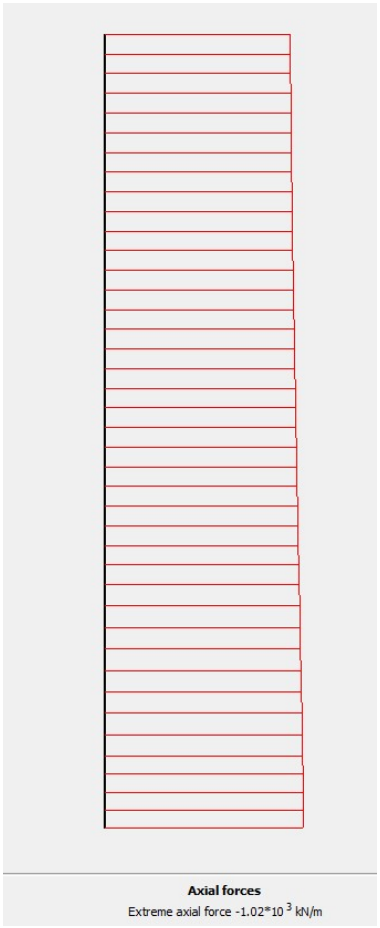
$CASO$	N_{ed} (kN)	M_{ed} $(kN \cdot m)$	V_{ed} (kN)
“Moment_max”	$500 \cdot 1.35$	$343 \cdot 1.35$	300
“Axil_max”	$1112 \cdot 1.35$	$343 \cdot 1.35$	300

* Axil negativo indica tracción

$f := \text{if}(elemento = \text{“LOSA”} \vee elemento = \text{“MURO”}, 0, 1) = 0$







3. PARÁMETROS AUXILIARES DE CÁLCULO

Cálculo del armado dispuesto y cantos útiles

Armadura dispuesta en cara traccionada:

$$A_s := \frac{\pi}{4} \cdot \left(\Phi^2 \cdot n_{barra\_fila} + \Phi_{ref}{}^2 \cdot \left(n_{int} \cdot n_{barra\_fila_0} - f \right) \right) = 13.404 \ cm^2$$

Armadura dispuesta en cara comprimida: $A_{s'} := \frac{n_c \cdot \pi}{4} \cdot \phi_c{}^2 = 13.404 \ cm^2$

Recubrimiento mecánico armadura de tracción:

$$r_m := \left| \frac{\left| \overrightarrow{\Phi^2 \cdot n_{barra\_fila}} \cdot y_{barra\_fila} \right| + \left(\left(r_t + \phi_v \cdot af_v + \left[0.5 \cdot \Phi_{ref} \right] \right) \cdot \Phi_{ref}{}^2 \cdot \left(n_{int} \cdot n_{barra\_fila_0} - f \right) \right)}{\left| \overrightarrow{\Phi^2 \cdot n_{barra\_fila}} \cdot id \right| + \Phi_{ref}{}^2 \cdot \left(n_{int} \cdot n_{barra\_fila_0} - f \right)} \right|$$

Recubrimiento mecánico armadura de tracción: $r_m = 4.3 \ cm$

Recubrimiento mecánico armadura de compresión: $r_{m'} := r_c + \phi_v \cdot af_v + \phi_c \cdot 0.5 = 4.3 \ cm$

Canto útil armadura de tracción: $d := h - r_m = 65.7 \ cm$

Canto útil armadura de compresión: $d' := r_{m'} = 4.3 \ cm$

Cálculo de las resistencias de cálculo de los materiales a los $edad = 28 \ day$ *:*

Resistencia característica del hormigón a $edad = 28 \ day$:

$$f_{ck.j} := f_{ck} \cdot e^{s_s \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28 \ day}{edad}} \right)} = 30 \ MPa \qquad f_{ck.j\_els} := f_{ck\_els} \cdot e^{s_s \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28 \ day}{edad}} \right)} = 30 \ MPa$$

$$f_{cd} := \alpha_{cc} \cdot f_{ck.j} \cdot \gamma_c{}^{-1} = 20 \ MPa$$

$$f_{cv} := \text{if } contr = \text{“SI”} \ \| \ 15 \ MPa \ \text{else} \ \| \ \text{if } f_{ck.j} \le 60 \ MPa \ \| \ f_{ck.j} \ \text{else} \ \| \ 60 \ MPa \ = 30 \ MPa$$

$$f_{1cd} := \text{if } f_{ck} \le 60 \ MPa \ \| \ 0.6 \cdot f_{cd} \ \text{else} \ \| \ \zeta \leftarrow \left(0.9 - \frac{f_{ck.j}}{200 \ MPa} \right) \cdot f_{cd} \ \text{if } \zeta \le 0.5 \cdot f_{cd} \ \| \ 0.5 \cdot f_{cd} \ \text{else} \ \| \ \zeta \ = 12 \ MPa$$

$$f_{yd} := f_{yk} \cdot \gamma_s{}^{-1} = 434.783 \ MPa$$

$$f_{ydc} := \begin{cases} 400\ \textbf{MPa} & \text{if } f_{yk} > 400\ \textbf{MPa} \\ f_{yk} \cdot \gamma_s^{-1} & \text{else} \end{cases} = 400\ \textbf{MPa}$$

Deformaciones de rotura contempladas según y valores del diagrama rectangular Art. 39.5 EHE-08

Límite elástico del acero: $E_s := 200\ \textbf{GPa}$

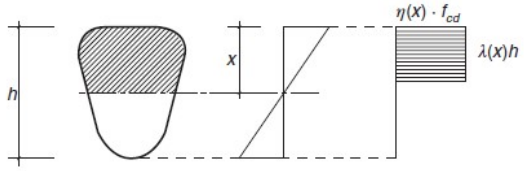
Deformación última del hormigón: $\varepsilon_{cu} := 0.0035$

Deformación de rotura del hormigón a compresión simple: $\varepsilon_{c0} := 0.0020$

Deformación de rotura acero en tracción: $\varepsilon_{s.max} := 0.01$

Deformación del acero al límite elástico: $\varepsilon_{yd} := f_{yd} \cdot (E_s)^{-1} = 0.00217$

Intensidad del bloque de compresión: $\eta := \begin{cases} 1 & \text{if } f_{ck.j} \le 50\ \textbf{MPa} \\ 1 - \dfrac{(f_{ck.j} - 50\ \textbf{MPa})}{200\ \textbf{MPa}} & \text{else} \end{cases}$



Profundidad del rectángulo de compresiones respecto la fibra neutra:

$$\lambda := \begin{cases} 0.8 & \text{if } f_{ck.j} \le 50\ \textbf{MPa} \\ 0.8 - \dfrac{(f_{ck.j} - 50\ \textbf{MPa})}{400\ \textbf{MPa}} & \text{else} \end{cases}$$

4. CONFECCIÓN DEL DIAGRAMA DE INTERACCIÓN EN E.L.U. A $edad = 28\ \textbf{day}$

$M_u(x) :=$ if $x < 0 \cdot h$

- $\sigma_s \leftarrow f_{yd}$
- $\sigma_{s'} \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \dfrac{(|x| + d')}{|x| + d} \le f_{yd}$
  - $E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \dfrac{(|x| + d')}{|x| + d}$
  - else
    - f_{yd}
- $N_u \leftarrow -A_s \cdot \sigma_s - A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$
- $Ne \leftarrow -A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$
- $M_u \leftarrow Ne - N_u \cdot \left(d - \dfrac{h}{2}\right)$

else if $x \le \dfrac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{s.max} + \varepsilon_{cu}} \cdot d$

- $y \leftarrow \lambda \cdot x$
- $\sigma_s \leftarrow f_{yd}$
- $\sigma_{s'} \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \dfrac{(x - d')}{d - x} \le f_{yd}$
  - $E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \dfrac{(x - d')}{d - x}$
  - else
    - f_{yd}
- $N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

$N_u(x) :=$ if $x < 0 \cdot h$

- $\sigma_s \leftarrow f_{yd}$
- $\sigma_{s'} \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \dfrac{(|x| + d')}{|x| + d} \le f_{yd}$
  - $E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \dfrac{(|x| + d')}{|x| + d}$
  - else
    - f_{yd}
- $N_u \leftarrow -A_s \cdot \sigma_s - A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

else if $x \le \dfrac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{s.max} + \varepsilon_{cu}} \cdot d$

- $y \leftarrow \lambda \cdot x$
- $\sigma_s \leftarrow f_{yd}$
- $\sigma_{s'} \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \dfrac{(x - d')}{d - x} \le f_{yd}$
  - $E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \dfrac{(x - d')}{d - x}$
  - else
    - f_{yd}
- $N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

else

f_{yd}

$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

$Ne \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} \cdot (d - 0.5 \cdot y) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$

$M_u \leftarrow Ne - N_u \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right)$

else if $x \le \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{yd} + \varepsilon_{cu}} \cdot d$

$y \leftarrow \lambda \cdot x$

$\sigma_s \leftarrow f_{yd}$

$\sigma_{s'} \leftarrow f_{yd}$

$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

$Ne \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} \cdot (d - 0.5 \cdot y) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$

$M_u \leftarrow Ne - N_u \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right)$

else if $x \le d$

$y \leftarrow \lambda \cdot x$

$\sigma_s \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{d - x}{x} \le f_{yd}$

$E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{d - x}{x}$

else

f_{yd}

$\sigma_{s'} \leftarrow f_{yd}$

$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

$Ne \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} \cdot (d - 0.5 \cdot y) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$

$M_u \leftarrow Ne - N_u \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right)$

else if $x \le h$

$y \leftarrow \lambda \cdot x$

$\sigma_s \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{x - d}{x} \le f_{ydc}$

$E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{x - d}{x}$

else

f_{ydc}

$\sigma_{s'} \leftarrow f_{ydc}$

$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} + A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

$Ne \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} \cdot (d - 0.5 \cdot y) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$

$M_u \leftarrow Ne - N_u \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right)$

else

$y \leftarrow h \cdot \left(1 - (1 - \lambda) \cdot \frac{h}{x}\right)$

$\sigma_s \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{c0} \cdot \frac{x - d}{x - \frac{3 \cdot h}{7}} \le f_{ydc}$

$E_s \cdot \varepsilon_{c0} \cdot \frac{x - d}{x - \frac{3 \cdot h}{7}}$

else

f_{ydc}

$\sigma_{s'} \leftarrow f_{ydc}$

$N_u \leftarrow \left(1 - (1 - \eta) \cdot \frac{h}{x}\right) \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} + A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

$Ne \leftarrow \left(1 - (1 - \eta) \cdot \frac{h}{x}\right) \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} \cdot (0.5\ y - d') + A_s \cdot \sigma_s \cdot (d - d')$

$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

else if $x \le \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{yd} + \varepsilon_{cu}} \cdot d$

$y \leftarrow \lambda \cdot x$

$\sigma_s \leftarrow f_{yd}$

$\sigma_{s'} \leftarrow f_{yd}$

$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

else if $x \le d$

$y \leftarrow \lambda \cdot x$

$\sigma_s \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{d - x}{x} \le f_{yd}$

$E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{d - x}{x}$

else

f_{yd}

$\sigma_{s'} \leftarrow f_{yd}$

$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

else if $x \le h$

$y \leftarrow \lambda \cdot x$

$\sigma_s \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{x - d}{x} \le f_{ydc}$

$E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{x - d}{x}$

else

f_{ydc}

$\sigma_{s'} \leftarrow f_{ydc}$

$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} + A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

else

$y \leftarrow h \cdot \left(1 - (1 - \lambda) \cdot \frac{h}{x}\right)$

$\sigma_s \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{c0} \cdot \frac{x - d}{x - \frac{3 \cdot h}{7}} \le f_{ydc}$

$E_s \cdot \varepsilon_{c0} \cdot \frac{x - d}{x - \frac{3 \cdot h}{7}}$

else

f_{ydc}

$\sigma_{s'} \leftarrow f_{ydc}$

$N_u \leftarrow \left(1 - (1 - \eta) \cdot \frac{h}{x}\right) \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} + A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

NOTA: Se considera que para los dominios de rotura 4a y5 la tensión de las armaduras comprimidas no excede 400MPa.

$$M_u \leftarrow -Ne + N_u \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right)$$

Puntos característicos del diagrama de interacción

Los puntos indicados seguidamente son las distintas profundidades de la fibra neutra a medida que se va cambiando de dominio de deformación, desde los rangos -∞ a + ∞

$$x_{car} := \begin{bmatrix} -1 \cdot h \\ 0\ m \\ \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{s.max} + \varepsilon_{cu}} \cdot d \\ \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{yd} + \varepsilon_{cu}} \cdot d \\ d \\ h \\ 100\ h \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -700 \\ 0 \\ 170.333 \\ 405.276 \\ 657 \\ 700 \\ 70000 \end{bmatrix} mm \qquad i := 0 .. (\text{length}(x_{car}) - 1)$$

$$M_{u\_x.car_i} := \text{for } j \in 0 .. (\text{length}(x_{car}) - 1) \; \| \; M_u(x_{car_i})$$

$$N_{u\_x.car_i} := \text{for } j \in 0 .. (\text{length}(x_{car}) - 1) \; \| \; N_u(x_{car_i})$$

$$M_{u\_x.car} = \begin{bmatrix} 0 \\ 125.051 \\ 1126.013 \\ 1576.186 \\ 1095.562 \\ 930.908 \\ 10.623 \end{bmatrix} m \cdot kN \qquad N_{u\_x.car} = \begin{bmatrix} -1165.576 \\ -758.246 \\ 2725.333 \\ 6484.414 \\ 11094.788 \\ 11793.803 \\ 15041.584 \end{bmatrix} kN$$

Cálculo de los ratios de trabajo de la sección para cada par de esfuerzos

Discretización: $N := 3000 \quad j := 0 .. N-1 \quad x_j := -1\ h + \frac{j}{N-1} \cdot 50\ h$

$$M_{U_j} := \text{for } z \in 0 .. N-1 \; \| \; M_u(x_j)$$

$$N_{U_j} := \text{for } z \in 0 .. N-1 \; \| \; N_u(x_j)$$

$w := 0 .. \text{length}(M_{ed}) - 1$

$\text{length}(M_{ed}) - 1 = 1$

Distancias eje vertical igualdad de axil

$$x_{N_w} := \text{for } t \in 0 .. \text{length}(N_{ed}) - 1 \; \| \; \text{for } z \in 0 .. N-1 \; \| \; \text{if } N_{ed_w} \le N_{U_z} \; \| \; pos \leftarrow z \; \| \; \text{break} \; \| \; x_{pos}$$

$$M_u(x_{N_w}) = \begin{bmatrix} 578.996 \\ 858.934 \end{bmatrix} m \cdot kN \qquad M_{ed_w} = \begin{bmatrix} 463.05 \\ 463.05 \end{bmatrix} m \cdot kN$$

$$Ratio_{momento_w} := \frac{M_{ed_w}}{M_u\left(x_{N_w}\right) + 10^{-6} \cdot m \cdot kN} = \begin{bmatrix} 0.8 \\ 0.539 \end{bmatrix} \qquad N_u\left(x_{N_w}\right) = \begin{bmatrix} 665.856 \\ 1655.263 \end{bmatrix} kN \quad N_{ed_w} = \begin{bmatrix} 500 \\ 1501.2 \end{bmatrix} kN$$

Distancias eje horizontal izquierdo a igualdad de momento

$$x_{M_w} := \text{for } t \in 0 .. \text{length}\left(M_{ed}\right) - 1 \left| \begin{array}{l} \text{for } z \in 0 .. N-1 \\ \quad \text{if } M_{ed_w} \le M_{U_z} \\ \quad\quad pos \leftarrow z \\ \quad\quad \text{break} \\ x_{pos} \end{array} \right.$$

$$M_u\left(x_{M_w}\right) = \begin{bmatrix} 506.468 \\ 506.468 \end{bmatrix} m \cdot kN \qquad M_{ed_w} = \begin{bmatrix} 463.05 \\ 463.05 \end{bmatrix} m \cdot kN$$

$$Distancia_{axil.1_w} := N_{ed_w} - N_u\left(x_{M_w}\right) = \begin{bmatrix} 75.585 \\ 1076.785 \end{bmatrix} kN \qquad N_u\left(x_{M_w}\right) = \begin{bmatrix} 424.415 \\ 424.415 \end{bmatrix} kN \qquad N_{ed_w} = \begin{bmatrix} 500 \\ 1501.2 \end{bmatrix} kN$$

Distancias eje horizontal derecho a igualdad de momento

$$x_{MM_w} := \text{for } t \in 0 .. \text{length}\left(M_{ed}\right) - 1 \left| \begin{array}{l} \text{for } z \in N-1 .. 0 \\ \quad \text{if } M_{ed_w} \le M_{U_z} \\ \quad\quad pos \leftarrow z \\ \quad\quad \text{break} \\ x_{pos} \end{array} \right.$$

$$M_u\left(x_{MM_w}\right) = \begin{bmatrix} 465.339 \\ 465.339 \end{bmatrix} m \cdot kN \qquad M_{ed_w} = \begin{bmatrix} 463.05 \\ 463.05 \end{bmatrix} m \cdot kN$$

$$Distancia_{axil.2_w} := N_u\left(x_{MM_w}\right) - N_{ed_w} = \begin{bmatrix} 13100.171 \\ 12098.971 \end{bmatrix} kN \quad N_u\left(x_{MM_w}\right) = \begin{bmatrix} 13600.171 \\ 13600.171 \end{bmatrix} kN \qquad N_{ed_w} = \begin{bmatrix} 500 \\ 1501.2 \end{bmatrix} kN$$

$$Ratio_{axil_w} := \frac{\max\left(Distancia_{axil.2_w}, Distancia_{axil.1_w}\right)}{Distancia_{axil.2_w} + Distancia_{axil.1_w} + 10^{-3}\ N} = \begin{bmatrix} 0.994 \\ 0.918 \end{bmatrix}$$

$$Ratio_{ELU_w} := \begin{cases} \max\left(Ratio_{momento_w}, Ratio_{axil_w}\right) & \text{if } \max\left(Ratio_{momento_w}\right) \le 100 \wedge \max\left(Ratio_{axil_w}\right) \le 100 \\ Ratio_{axil_w} & \text{else if } \max\left(Ratio_{momento_w}\right) > 100 \wedge \max\left(Ratio_{axil_w}\right) \le 100 \\ Ratio_{momento_w} & \text{else if } \max\left(Ratio_{momento_w}\right) \le 100 \wedge \max\left(Ratio_{axil_w}\right) > 100 \\ \min\left(Ratio_{axil_w}, Ratio_{momento_w}\right) & \text{else} \end{cases} = \begin{bmatrix} 99.426\% \\ 91.828\% \end{bmatrix}$$

5. ANÁLISIS DE FISURACIÓN POR FLEXOCOMPRESIÓN EN E.L.S. CASO FLECTOR MÁXIMO PARA $edad = 28$ *day*

Las tensiones en servicio se obtendrán a partir de plantear el equilibrio seccional, despreciando la capacidad a tracción del hormigón.

Se considera un momento de fisuración considerando la influencia del esfuerzo axil si procede ($axil =$ "SI") aunque las tensiones se calcularán sin considerar dicho esfuerzo axil.

Esfuerzos considerados en caso de flector máximo en E.L.S.

Momento flector: $M_{k1.cp} := M_{k\_cp_0} = 343$ *m·kN*

Axil: $N_{k1.cp} := N_{k\_cp_0} = 500$ *kN*

Cantos útiles:

Canto útil para armado traccionado: $d = 65.7$ *cm*
Canto útil para armado comprimido: $d' = 4.3$ *cm*

Parámetros de cálculo del hormigón a los j días:

$$f_{ctm} := 0.3 \cdot \left(f_{ck.j\_els} \cdot MPa^{-1}\right)^{\frac{2}{3}} MPa = 2.896\ MPa$$

Se considera el cálculo a flexo-compresión: $flex = 1$

$$f_{ctm.flcomp}(N) := \begin{cases} \max\left(\left(1.6 - \frac{h}{100\ cm}\right)\cdot flex\cdot f_{ctm}, f_{ctm}\right) + \frac{N}{b\cdot h} & \text{if } axil = \text{"SI"} \\ \max\left(\left(1.6 - \frac{h}{100\ cm}\right)\cdot flex\cdot f_{ctm}, f_{ctm}\right) + \frac{N\cdot 0}{b\cdot h} & \text{else} \end{cases}$$

$$s_t := \begin{cases} \dfrac{b - 2\cdot r_l - 2\cdot \phi_v \cdot af_v - \phi_t \cdot \frac{n_t}{n_{filas}}}{\frac{\frac{n_t}{n_{filas}} - 1}{n_{int} + 1}} & \text{if } sep = \text{"CALC"} \\ sep & \text{else} \end{cases} = 10\ cm$$

$$E_{cm} := 8500 \cdot \sqrt[3]{f_{ck.j\_els}\cdot MPa^{-1} + 8}\cdot MPa = 28.577\ GPa$$

Coeficiente de relación entre módulos elásticos: $n := \frac{E_s}{E_{cm}} = 6.999$

$$I_{bruta} := \frac{b\cdot h^3}{12} = 2858333.333\ cm^4$$

$$cdg_{secc} := \frac{b\cdot h\cdot 0.5\cdot h + \left(A_{s'}\cdot\left(h - d'\right) + A_s\cdot r_m\right)\cdot(n-1)}{b\cdot h + \left(A_{s'} + A_s\right)\cdot(n-1)} = 0.35\ m$$

$$I_{homo} := I_{bruta} + \left(\begin{array}{l} \frac{\pi\cdot\left(\Phi^4\cdot n_{barra\_fila} + \phi_c{}^4\cdot n_c + \Phi_{ref}{}^4\cdot n_{barra\_fila_0}\cdot(n_{int})\right)}{64} \\ + A_{s'}\cdot\left(\left(h - d'\right) - cdg_{secc}\right)^2 + A_s\cdot\left(d - cdg_{secc}\right)^2 \end{array}\right)\cdot(n-1) = 3009924.962\ cm^4$$

$$\frac{I_{homo}}{I_{bruta}} = 1.053$$

Cálculo del momento de fisuración:

$$M_{fis}(N) := f_{ctm.flcomp}(N)\cdot \text{if}\left(homo = 0, \frac{b\cdot h^2}{6}, \frac{I_{homo}}{min\left(\left|cdg_{secc}\right|, \left|h - cdg_{secc}\right|\right)}\right) \qquad homo = 1$$

$$M_{fis}\left(N_{k1.cp}\right) = 310.517\ m\cdot kN$$

Cálculo de fibra neutra y tensiones en hormigón y acero a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones

$$f := 0.5\cdot d \qquad \sigma_{s'} := 80\ MPa \qquad \sigma_s := 100\ MPa \qquad \sigma_c := 10\ MPa$$

$$N_{k1.cp} = \frac{\sigma_c\cdot f\cdot b}{2} + A_{s'}\cdot\sigma_{s'} - A_s\cdot\sigma_s$$

$$M_{k1.cp} = \frac{\sigma_c\cdot f\cdot b}{2}\cdot\left(d - \frac{f}{3}\right) + A_{s'}\cdot\sigma_{s'}\cdot\left(d - d'\right)$$

$$\sigma_s = n\cdot\sigma_c\cdot\frac{(d-f)}{f}$$

$$\sigma_{s'} = n\cdot\sigma_c\cdot\frac{(f-d')}{f}$$

$$\begin{bmatrix} f \\ \sigma_c \\ \sigma_s \\ \sigma_{s'} \end{bmatrix} := \text{find}\left(f, \sigma_c, \sigma_s, \sigma_{s'}\right) = \begin{bmatrix} 0.226\ m \\ 4879258.166\ Pa \\ 65285400.056\ Pa \\ 27640554.358\ Pa \end{bmatrix}$$

Profundidad de la fibra neutra: $f = 22.563\ cm \qquad \frac{f}{d} = 0.343$

Compresión en el hormigón: $\sigma_c = 4.879\ MPa$
Compresión en armadura de compresión: $\sigma_{s'} = 27.641\ MPa$
Tracción en la armadura de tracción: $\sigma_s = 65.285\ MPa$

Cálculo de la tracción en armadura traccionada en el momento que fisura la sección, a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones

$f_r := 0.5 \cdot d \qquad \sigma_{s'r} := 80\ MPa \qquad \sigma_{sr} := 100\ MPa \qquad \sigma_{cr} := 10\ MPa$

$$N_{k1.cp} = \frac{\sigma_{cr} \cdot f_r \cdot b}{2} + A_{s'} \cdot \sigma_{s'r} - A_s \cdot \sigma_{sr}$$

$$M_{fis}\left(N_{k1.cp}\right) = \frac{\sigma_{cr} \cdot f_r \cdot b}{2} \cdot \left(d - \frac{f_r}{3}\right) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'r} \cdot \left(d - d'\right)$$

$$\sigma_{sr} = n \cdot \sigma_{cr} \cdot \frac{\left(d - f_r\right)}{f_r}$$

$$\sigma_{s'r} = n \cdot \sigma_{cr} \cdot \frac{\left(f_r - d'\right)}{f_r}$$

$$\begin{bmatrix} f_r \\ \sigma_{cr} \\ \sigma_{sr} \\ \sigma_{s'r} \end{bmatrix} := \text{find}\left(f_r, \sigma_{cr}, \sigma_{sr}, \sigma_{s'r}\right) = \begin{bmatrix} 0.278\ m \\ 3726717.238\ Pa \\ 35548293.319\ Pa \\ 22048475.545\ Pa \end{bmatrix}$$

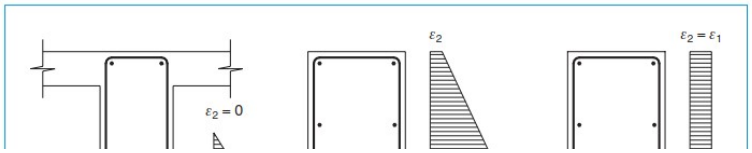
Tensión de la armadura en sección fisurada en instante que fisura el hormigón para M_{fis}: $\sigma_{sr} = 35.548\ MPa$

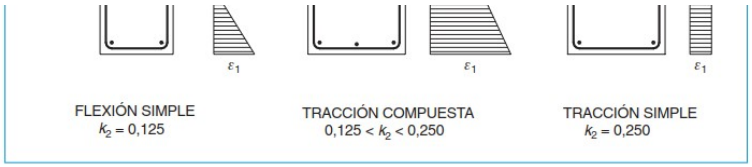
Parámetros auxiliares para el análisis de la fisuración

Coeficiente K1

$$\varepsilon_1 := \frac{\sigma_s}{E_s} = 3.264 \cdot 10^{-4} \qquad \varepsilon_2 := \text{if } \sigma_{s'} > 0 \cdot MPa \ \| \ 0 \ \text{else} \ \| \ \frac{-\sigma_{s'}}{E_s} \ = 0$$

$$k_1 := \text{if } k_1 = \text{“CALC”} \ \| \ min\left(\frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{8 \cdot \varepsilon_1}, 0.25\right) \ \text{else} \ \| \ k_1 \ = 0.125$$





$$k_1 = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{8\varepsilon_1}$$

Figura 49.2.4.a.

Parámetros auxiliares para el análisis de la fisuración

Coeficiente K1 (0.125 para flexión simple o 0.25 para tracción simple) $k_1 = 0.125$

Coeficiente k2 (1 si carga instantánea o posar 0.5 si carga duradera) $k_2 = 0.5$

Coeficiente β(1.7 si fisuración por cargas o 1.3 si fisuración por deformaciones) $\beta = 1.7$

Recubrimiento hasta tocar la barra longitudinal: $c := r_c + \phi_v + af_v = 3.5\ cm$

Diámetro de las barras de armado de tracción: $\phi_t = 16\ mm$

Separación de las barras de armado de tracción: $s_t = 10\ cm$

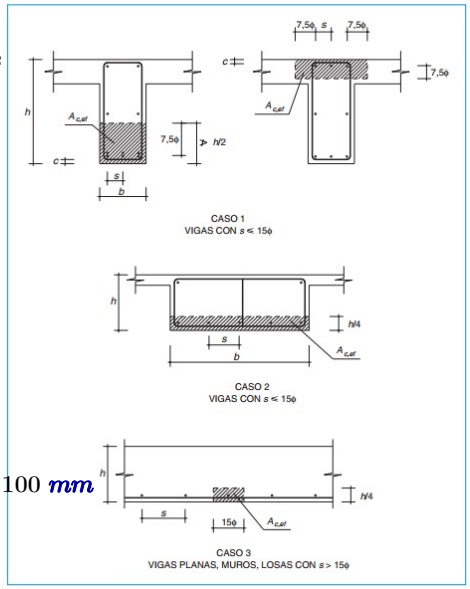
Cálculo del área de hormigón en la zona del recubrimiento

Si es viga de alma estrecha en negativos poner "0"
Si es viga de alma estrecha en positivos poner "1"
Si es viga de alma ancha, losa o muro poner "2"

$A_{c.ef} := 2$

$$A_{c.eff} := \begin{cases} A_{c.eff} \leftarrow 7.5 \cdot \phi_t \cdot (b + 2 \cdot 7.5 \cdot \phi_t) & \text{if } A_{c.ef} = 0 \\ \begin{cases} A_{c.eff} \leftarrow \begin{cases} A_{c.eff} \leftarrow 7.5 \cdot \phi_t \cdot b & \text{if } 7.5 \cdot \phi_t \le \frac{h}{2} \\ A_{c.eff} \leftarrow \frac{h}{2} \cdot b & \text{else} \end{cases} & \text{if } A_{c.ef} = 1 \\ \begin{cases} A_{c.eff} \leftarrow \begin{cases} A_{c.eff} \leftarrow \frac{h}{4} \cdot b & \text{if } s_t \le 15 \cdot \phi_t \\ A_{c.eff} \leftarrow \frac{h}{4} \cdot 15 \cdot \phi_t \cdot n_{barra\_fila_0} \cdot (1 + n_{int}) & \text{else} \end{cases} & \text{if } A_{c.ef} = 2 \end{cases} \end{cases} = 1750\ cm^2$$

$$s := \begin{cases} s \leftarrow 15 \cdot \phi_t & \text{if } s_t > 15 \cdot \phi_t \\ s \leftarrow s_t & \text{else} \end{cases} = 100\ mm$$



Área de les armaduras situadas dentro del área eficaz $A_{s.ef} := A_s = 13.404\ cm^2$

Cálculo de la separación media de fisuras

$$s_m := 2 \cdot c + 0.2 \cdot s + 0.4 \cdot k_1 \cdot \frac{\phi_t \cdot A_{c.eff}}{A_{s.ef}} = 194.445\ mm$$

Cálculo del alargamiento medio de las armaduras

$$\varepsilon_{sm.o} := \text{if } \sigma_s \geq 0 \left\| \frac{\sigma_s}{200\ \textit{GPa}} \cdot \left(1 - k_2 \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s}\right)^2\right) \right. \text{else} \left\| 0 \right. = 0.00028$$

$$\varepsilon_{sm} := \text{if } \varepsilon_{sm.o} \geq 0.4 \cdot \frac{\sigma_s}{200\ \textit{GPa}} \left\| \varepsilon_{sm} \leftarrow \varepsilon_{sm.o} \right. \text{else} \left\| \varepsilon_{sm} \leftarrow 0.4 \cdot \frac{\sigma_s}{200\ \textit{GPa}} \right. = 0$$

Cálculo de la apertura característica de fisura

$$\omega_{k\_1} := \text{if } M_{k1.cp} > M_{fis}\left(N_{k1.cp}\right) \left\| \beta \cdot s_m \cdot \varepsilon_{sm} \right. \text{else} \left\| 0\ \textit{mm} \right. = 0.092\ \textit{mm}$$

6. ANÁLISIS DE FISURACIÓN POR FLEXOCOMPRESIÓN EN E.L.S. CASO AXIL MÁXIMO PARA $edad = 28\ \textit{day}$

Las tensiones en servicio se obtendrán a partir de plantear el equilibrio seccional, despreciando la capacidad a tracción del hormigón.

Se considera un momento de fisuración considerando la influencia del esfuerzo axil aunque las tensiones se calcularán sin considerar dicho esfuerzo axil.

Esfuerzos considerados en caso de flector máximo en E.L.S.

Momento flector: $M_{k2.cp} := M_{k\_cp_1} = 343\ \textit{m} \cdot \textit{kN}$

Axil: $N_{k2.cp} := N_{k\_cp_1} = 500\ \textit{kN}$

Cálculo del momento de fisuración en flexo-compresión:

$$M_{fis}\left(N_{k2.cp}\right) = 310.517\ \textit{m} \cdot \textit{kN}$$

Cálculo de fibra neutra y tensiones en hormigón y acero a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones

$f := 0.5 \cdot d$ $\sigma_{s'} := 80\ MPa$ $\sigma_s := 100\ MPa$ $\sigma_c := 10\ MPa$

$$N_{k2.cp} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} - A_s \cdot \sigma_s$$

$$M_{k2.cp} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} \cdot \left(d - \frac{f}{3}\right) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$$

$$\sigma_s = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(d - f)}{f}$$

$$\sigma_{s'} = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(f - d')}{f}$$

$$\begin{bmatrix} f \\ \sigma_c \\ \sigma_s \\ \sigma_{s'} \end{bmatrix} := \text{find}\left(f, \sigma_c, \sigma_s, \sigma_{s'}\right) = \begin{bmatrix} 0.226\ m \\ 4879258.166\ Pa \\ 65285400.056\ Pa \\ 27640554.358\ Pa \end{bmatrix}$$

Profundidad de la fibra neutra: $f = 22.563\ cm$ $\frac{f}{d} = 0.343$

Compresión en el hormigón: $\sigma_c = 4.879\ MPa$

Compresión en armadura de compresión: $\sigma_{s'} = 27.641\ MPa$

Tracción en la armadura de tracción: $\sigma_s = 65.285\ MPa$

Cálculo de la tracción en armadura traccionada en el momento que fisura la sección, a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones

$f_r := 0.5 \cdot d$ $\sigma_{s'r} := 80\ MPa$ $\sigma_{sr} := 100\ MPa$ $\sigma_{cr} := 10\ MPa$

$$N_{k2.cp} = \frac{\sigma_{cr} \cdot f_r \cdot b}{2} + A_{s'} \cdot \sigma_{s'r} - A_s \cdot \sigma_{sr}$$

$$M_{fis}\left(N_{k2.cp}\right) = \frac{\sigma_{cr} \cdot f_r \cdot b}{2} \cdot \left(d - \frac{f_r}{3}\right) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'r} \cdot (d - d')$$

$$\sigma_{sr} = n \cdot \sigma_{cr} \cdot \frac{(d - f_r)}{f_r}$$

$$\sigma_{s'r} = n \cdot \sigma_{cr} \cdot \frac{(f_r - d')}{f_r}$$

$$\begin{bmatrix} f_r \\ \sigma_{cr} \\ \sigma_{sr} \\ \sigma_{s'r} \end{bmatrix} := \text{find}\left(f_r, \sigma_{cr}, \sigma_{sr}, \sigma_{s'r}\right) = \begin{bmatrix} 0.278\ m \\ 3726717.238\ Pa \\ 35548293.319\ Pa \\ 22048475.545\ Pa \end{bmatrix}$$

Tensión de la armadura en sección fisurada en instante que fisura el hormigón para M_{fis}:

$\sigma_{sr} = 35.548\ MPa$

Coeficiente K1

$$\varepsilon_1 := \frac{\sigma_s}{E_s} = 3.264 \cdot 10^{-4} \qquad \varepsilon_2 := \text{if } \sigma_{s'} > 0 \cdot MPa \;\Big\|\; 0 \;\text{else}\; \frac{-\sigma_{s'}}{E_s} = 0$$

$$k_1 := \text{if } k_1 = \text{“CALC”} \;\Big\|\; min\left(\frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{8 \cdot \varepsilon_1}, 0.25\right) \;\text{else}\; k_1 = 0.125$$

$A_{c.eff} = 1750\ cm^2$ $\qquad s = 100\ mm$

Área de les armaduras situadas dentro del área eficaz $A_{s.ef} = 13.404\ cm^2$

Cálculo de la separación media de fisuras

$$s_m := 2 \cdot c + 0.2 \cdot s + 0.4 \cdot k_1 \cdot \frac{\phi_t \cdot A_{c.eff}}{A_{s.ef}} = 194.445\ mm$$

Cálculo del alargamiento medio de las armaduras

$$\varepsilon_{sm.o} := \text{if } \sigma_s \geq 0 \;\Big\|\; \frac{\sigma_s}{200\ GPa} \cdot \left(1 - k_2 \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s}\right)^2\right) \;\text{else}\; 0 = 0.00028$$

$$\varepsilon_{sm} := \text{if } \varepsilon_{sm.o} \geq 0.4 \cdot \frac{\sigma_s}{200\ GPa} \;\Big\|\; \varepsilon_{sm} \leftarrow \varepsilon_{sm.o} \;\text{else}\; \varepsilon_{sm} \leftarrow 0.4 \cdot \frac{\sigma_s}{200\ GPa}$$

Cálculo de la apertura característica de fisura

$$\omega_{k\_2} := \text{if } M_{k2.cp} > M_{fis}\left(N_{k2.cp}\right) \;\Big\|\; \beta \cdot s_m \cdot \varepsilon_{sm} \;\text{else}\; 0\ mm = 0.092\ mm$$

7. ANÁLISIS DE LA FISURACIÓN DE LA SECCIÓN POR MICROCOMPRESIÓN PARA $edad = 28\ day$

$f_{ck.j\_els} = 30\ \boldsymbol{MPa}$

Esfuerzos en servicio combinación característica caso de máximo flector:

$$N_{k1} := N_{k\_car_0} = 500\ \boldsymbol{kN} \qquad M_{k1} := M_{k\_car_0} = 343\ \boldsymbol{m \cdot kN}$$

Esfuerzos en servicio combinación característica caso de máximo axil:

$$N_{k2} := N_{k\_car_1} = 500\ \boldsymbol{kN} \qquad M_{k2} := M_{k\_car_1} = 343\ \boldsymbol{m \cdot kN}$$

Cálculo de fibra neutra y tensiones en hormigón y acero a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones. Caso flector máximo

$f := 0.5 \cdot d \qquad \sigma_{s'} := 80\ \boldsymbol{MPa} \qquad \sigma_s := 100\ \boldsymbol{MPa} \qquad \sigma_c := 10\ \boldsymbol{MPa}$

$$N_{k1} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} - A_s \cdot \sigma_s$$

$$M_{k1} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} \cdot \left(d - \frac{f}{3}\right) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$$

$$\sigma_s = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(d - f)}{f}$$

$$\sigma_{s'} = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(f - d')}{f}$$

$$\begin{bmatrix} f \\ \sigma_c \\ \sigma_s \\ \sigma_{s'} \end{bmatrix} := \mathbf{find}\left(f, \sigma_c, \sigma_s, \sigma_{s'}\right) = \begin{bmatrix} 0.226\ \boldsymbol{m} \\ 4879258.166\ \boldsymbol{Pa} \\ 65285400.056\ \boldsymbol{Pa} \\ 27640554.358\ \boldsymbol{Pa} \end{bmatrix}$$

Compresión en el hormigón: $\sigma_{c1} := \sigma_c = 4.879\ \boldsymbol{MPa}$

Cálculo de fibra neutra y tensiones en hormigón y acero a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones. Caso axil máximo

$f := 0.5 \cdot d \qquad \sigma_{s'} := 80\ \boldsymbol{MPa} \qquad \sigma_s := 100\ \boldsymbol{MPa} \qquad \sigma_c := 10\ \boldsymbol{MPa}$

$$N_{k2} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} - A_s \cdot \sigma_s$$

$$M_{k2} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} \cdot \left(d - \frac{f}{3}\right) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$$

$$\sigma_s = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(d - f)}{f}$$

$$\sigma_{s'} = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(f - d')}{f}$$

$$\begin{bmatrix} f \\ \sigma_c \\ \sigma_s \\ \sigma_{s'} \end{bmatrix} := \mathbf{find}\left(f, \sigma_c, \sigma_s, \sigma_{s'}\right) = \begin{bmatrix} 0.226\ \boldsymbol{m} \\ 4879258.166\ \boldsymbol{Pa} \\ 65285400.056\ \boldsymbol{Pa} \\ 27640554.358\ \boldsymbol{Pa} \end{bmatrix}$$

Compresión en el hormigón: $\sigma_{c2} := \sigma_c = 4.879\ MPa$

8. DEFINICIÓN DE LA FUNCIÓN DE VERIFICACIÓN A CORTANTE EN E.L.U. PARA $edad = 28\ day$

Análisis del agotamiento del hormigón por compresión oblicua Vu1 y por tracción en el alma Vcu

Se considera un ángulo respecto la directriz de la pieza con el armado de cortante $\alpha := 90\ °$
Se considera una estructura con influencia del esfuerzo axil.

$$\varepsilon_x(M,N,V) := \frac{\frac{\max(M, 0.9\cdot d\cdot V)}{0.9\cdot d} + V - 0.5\cdot N}{2\cdot(A_s + A_{s'})\cdot 200\ GPa}\cdot 1000$$

$$\varepsilon_x(M,N,V)\ \text{if}\ \varepsilon_x(M,N,V) \le 0 \quad \| \ 0 \quad \text{else} \quad \| \ \varepsilon_x(M,N,V)$$

$$\theta(M,N,V) := \text{if}\ bielas = \text{“SI”} \quad \| \ 45\ ° \quad \text{else} \quad \| \ (\varepsilon_x(M,N,V)\cdot 7 + 29)\ °$$

$$\sigma'_{cd}(N) := \text{if}\ \frac{N - A_{s'}\cdot f_{ydc}}{b\cdot h} \le 0.3\cdot f_{cd} \quad \| \ \frac{N - A_{s'}\cdot f_{ydc}}{b\cdot h} \quad \text{else} \quad \| \ 0.3\cdot f_{cd}$$

$$K(N) := \text{if}\ \sigma'_{cd}(N) \le 0 \quad \| \ 1 \quad \text{else if}\ \sigma'_{cd}(N) \le 0.25\cdot f_{cd} \quad \| \ 1 + \frac{\sigma'_{cd}(N)}{f_{cd}} \quad \text{else if}\ \sigma'_{cd}(N) \le 0.5\cdot f_{cd} \quad \| \ 1.25 \quad \text{else} \quad \| \ 2.5\cdot\left(1 - \frac{\sigma'_{cd}(N)}{f_{cd}}\right)$$

$$\xi := \text{if}\ 1 + \sqrt{\frac{200\ mm}{d}} \le 2 \quad \| \ 1 + \sqrt{\frac{200\ mm}{d}} \quad \text{else} \quad \| \ 2$$

Cuantía de armadura en la cara de tracción:

$$\rho_l := \max\left(\frac{A_s}{b\cdot d}, 0.02\right) = 0.02$$

$$\sigma'_{cd}(N) := \text{if}\ \frac{N}{b\cdot h} \le min\left(0.3\cdot f_{cd}, 12\ MPa\right) \quad \| \ \frac{N}{b\cdot h} \quad \text{else} \quad \| \ min\left(0.3\cdot f_{cd}, 12\ MPa\right)$$

[Art 44.2.3.1 EHE-08]

$$V_{u1}(M,N,V) := K(N)\cdot f_{1cd}\cdot b\cdot d\cdot\left(\frac{\cot(\theta(M,N,V)) + \cot(\alpha)}{1 + (\cot(\theta(M,N,V)))^2}\right)$$

[Art 44.2.3.2.1.2 EHE-08]

$$V_{cu}(N) := \left(\frac{0.18}{\gamma_c}\cdot\xi\cdot\left(100\cdot\rho_l\cdot f_{cv}\cdot MPa^{-1}\right)^{\frac{1}{3}} + 0.15\cdot\sigma'_{cd}(N)\cdot MPa^{-1}\right)\cdot b\cdot d\cdot MPa$$

$$V_{cu.min}(N) := \left(\frac{0.075}{\gamma_c}\cdot\xi^{\frac{3}{2}}\cdot\left(f_{cv}\cdot MPa^{-1}\right)^{\frac{1}{2}} + 0.15\cdot\sigma'_{cd}(N)\cdot MPa^{-1}\right)\cdot b\cdot d\cdot MPa$$

Capacidad del hormigón por tracción en piezas sin armadura de cortante

$$V_{cu}(N) := \text{if } V_{cu}(N) \le V_{cu.min}(N) \quad \| \; V_{cu.min}(N) \quad \text{else} \quad \| \; V_{cu}(N)$$

$$z := 0 \,..\, \text{length}(b\_) - 1$$

$$\theta\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right) = \begin{bmatrix} 34.438 \\ 31.171 \end{bmatrix} \cdot$$

$$\cot\left(\theta\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right)\right) = \begin{bmatrix} 1.458 \\ 1.653 \end{bmatrix}$$

$$V_{ed} = \begin{bmatrix} 300 \\ 300 \end{bmatrix} \, kN$$

$$V_{u1}\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right) = \begin{bmatrix} 3677.127 \\ 3732.21 \end{bmatrix} \, kN$$

$$V_{cu}\left(N_{ed_z}\right) = \begin{bmatrix} 549.334 \\ 690.288 \end{bmatrix} \, kN$$

Definición de funciones auxiliares:

$$Ratio\_VU1_z := \text{for } i \in 0 \,..\, \text{length}(b\_) - 1 \quad \| \; Ratio\_VU1_z \leftarrow \frac{V_{ed_z}}{V_{u1}\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right)}$$

$$Ratio\_VU2_z := \text{for } i \in 0 \,..\, \text{length}(b\_) - 1 \quad \| \; Ratio\_VU1_z \leftarrow \frac{V_{ed_z}}{V_{cu}\left(N_{ed_z}\right)}$$

Análisis de secciones con armadura de cortante

$$V_{cu}(N) := \max\left(\left(\frac{0.15}{\gamma_c} \cdot \xi \cdot \left(100 \cdot \rho_l \cdot f_{cv} \cdot MPa^{-1}\right)^{\frac{1}{3}} + 0.15 \cdot \sigma'_{cd}(N) \cdot MPa^{-1}\right) \cdot b \cdot d \cdot MPa, V_{cu.min}(N)\right)$$

$$V_{su}(M, N, V) := \frac{0.9 \cdot d \cdot n_{rv} \cdot \pi \cdot \frac{\phi_v^{\,2}}{4}}{cada} f_{ydc} \cdot \sin(\alpha) \cdot (\cot(\alpha) + \cot(\theta(M, N, V)))$$

$$V_{cu}\left(N_{ed_z}\right) = \begin{bmatrix} 469.51 \\ 610.465 \end{bmatrix} \, kN$$

$$V_{su}\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right) = \begin{bmatrix} 346.764 \\ 393.071 \end{bmatrix} \, kN$$

$$V_{cu}\left(N_{ed_z}\right) + V_{su}\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right) = \begin{bmatrix} 816.275 \\ 1003.535 \end{bmatrix} \, kN$$

$$Ratio\_cort_z := \text{for } i \in 0 \,..\, \text{length}(b\_) - 1 \quad \| \; \frac{V_{ed_z}}{V_{cu}\left(N_{ed_z}\right) + V_{su}\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right)}$$

$$armadura\_cortante_z := \text{if } Ratio\_VU2_z \le 1 \quad \| \; \text{“No necesaria”} \quad \text{else if } Ratio\_cort_z \le 1 \quad \| \; Ratio\_cort_z \quad \text{else if } Ratio\_cort_z > 1 \quad \| \; \text{“No verifica cortante”}$$

Verificacion_cortante = "OK. No necesita armadura de cortante"

$$A_{V.min} := \text{if } \phi_v = 0 \;\|\; 0 \cdot \frac{cm^2}{m} \;\text{else}\; \frac{f_{ctm} \cdot b}{7.5 \cdot f_{ydc}} = 9.655 \frac{cm^2}{m} \qquad A_{V.dispuesta} := \frac{b}{cada \cdot m} \cdot n_{rv} \cdot \pi \cdot \frac{\phi_v^{\,2}}{4} = 10.053 \frac{cm^2}{m}$$

Verificacion_armadura.minima.cortante = "OK."

9. VERIFICACIÓN SECCIONES CRÍTICAS EN E.L.U. MEDIANTE INTERACCIÓN A FLEXIÓN COMPUESTA PARA $edad = 28$ *day*

Discretización: $N = 3000$

$$M_{u_j} := \text{for } z \in 0..N-1 \;\|\; M_u\left(x_j\right) \qquad N_{u_j} := \text{for } z \in 0..N-1 \;\|\; N_u\left(x_j\right)$$

Máximo flector: $\max\left(M_{u\_x.car}\right) = 1576.186$ *m·kN*
Mínimo flector: $min\left(M_{u\_x.car}\right) = 0$ *m·kN*
Máximo axil: $\max\left(N_{u\_x.car}\right) = 15041.584$ *kN*
Mínimo axil: $min\left(N_{u\_x.car}\right) = -1165.576$ *kN*

NOTA: Se considera que para los dominios de rotura 4a y5 la tensión de las armaduras comprimidas no excede 400MPa.

$$Ratio_{ELU_w} = \begin{bmatrix} 99.426\% \\ 91.828\% \end{bmatrix} \qquad M_{ed} = \begin{bmatrix} 463.05 \\ 463.05 \end{bmatrix} m \cdot kN \qquad N_{ed} = \begin{bmatrix} 500 \\ 1501.2 \end{bmatrix} kN$$

Verificacion_flexocompresion = "OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.U. flexocompresión recta"

$Ratio_{ELU.MAX} := \max\left(Ratio_{ELU}\right) = 99.426\%$ *OK*

NOTA: El ratio de verificación obtenido es el mínimo a axil constante y a momento constante.

10. VERIFICACIÓN DE LAS SECCIONES CRÍTICAS A E.L.S. FISURACIÓN PARA $edad = 28$ *day*

Definición de funciones auxiliares:

$$Ancho\_fisura := \begin{bmatrix} \omega_{k\_1} \\ \omega_{k\_2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.092 \\ 0.092 \end{bmatrix} mm \qquad z := 0..\text{length}\left(Ancho\_fisura\right) - 1$$

$$fisura_z := \text{for } i \in 0..\text{length}\left(Ancho\_fisura\right) - 1 \;\|\; \text{if } M_{k\_cp_z} > M_{fis}\left(N_{k\_cp}\right)_z \;\|$$

$$Ratio\_E.L.S._z := \text{for } i \in 0..\text{length}\left(Ancho\_fisura\right) - 1 \;\|\; \text{if } fisura_z = \text{"SI"} \;\|$$

"SI"
else
"NO"

$id_z := \text{for } i \in 0..\text{length}(Ancho\_fisura)-1$
$id_z \leftarrow \text{if } Ratio\_E.L.S._z > 1$
$CASO.E.L.S._z$
else
"ok"

$Ratio\_E.L.S._z \leftarrow \frac{Ancho\_fisura_z}{w_{max}}$
else
0

[Resultados del análisis del E.L.S. fisuración por tracción] $w_{max} = 0.3\ mm$ $M_{fis}(0 \cdot kN) = 249.09\ m \cdot kN$

$CASO.E.L.S. = \begin{bmatrix} \text{"Moment\_max"} \\ \text{"Axil\_max"} \end{bmatrix}$ $M_{k\_cp} = \begin{bmatrix} 343 \\ 343 \end{bmatrix} m \cdot kN$ $N_{k\_cp} = \begin{bmatrix} 500 \\ 500 \end{bmatrix} kN$ $M_{fis}(N_{k\_cp}) = \begin{bmatrix} 310.517 \\ 310.517 \end{bmatrix} m \cdot kN$

$CASO.E.L.S. = \begin{bmatrix} \text{"Moment\_max"} \\ \text{"Axil\_max"} \end{bmatrix}$ $fisura = \begin{bmatrix} \text{"SI"} \\ \text{"SI"} \end{bmatrix}$ $Ancho\_fisura_z = \begin{bmatrix} 0.092 \\ 0.092 \end{bmatrix} mm$ $Ratio\_E.L.S. = \begin{bmatrix} 0.306 \\ 0.306 \end{bmatrix}$

$Verificacion\_fisuracion\_traccion = \text{"OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.S. fisuración"}$

[Resultados del análisis del E.L.S. fisuración microcompresión]

$\sigma_{comp.hormi} := \begin{bmatrix} \sigma_{c1} \\ \sigma_{c2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 4.879 \\ 4.879 \end{bmatrix} MPa$ $0.6 \cdot f_{ck.j} = 18\ MPa$ $zz := 0..\text{length}(Ancho\_fisura)-1$

$Ratio_{E.L.S.microfisuracion_{zz}} := \text{for } i \in 0..\text{length}(Ancho\_fisura)-1$
$\frac{\sigma_{comp.hormi_{zz}}}{0.6 \cdot f_{ck.j\_els}}$

$\sigma_{comp.hormi} = \begin{bmatrix} 4.879 \\ 4.879 \end{bmatrix} MPa$

$CASO.E.L.S. = \begin{bmatrix} \text{"Moment\_max"} \\ \text{"Axil\_max"} \end{bmatrix}$ $Ratio_{E.L.S.microfisuracion} = \begin{bmatrix} 0.271 \\ 0.271 \end{bmatrix}$

$Verificacion\_fisuracion\_microcompresion = \text{"OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.S. fisuración"}$

11. VERIFICACIÓN QUANTIAS MINIMAS Y DISPOSICIONES CONSTRUCTIVAS

$elemento = \text{"MURO"}$

[Cuantía mínima geométrica] [Art 42.3.5 EHE-08]

Armadura de tracción

$$\rho_{g\_t} := \begin{cases} \frac{4}{1000} & \text{if } elemento = \text{“PILAR”} \\ \begin{cases} \frac{2}{1000} \cdot 0.5 & \text{if } f_{yk} = 400\ MPa \\ \frac{1.8}{1000} \cdot 0.5 & \text{else} \end{cases} & \text{else if } elemento = \text{“LOSA”} \\ \begin{cases} \frac{3.3}{1000} & \text{if } f_{yk} = 400\ MPa \\ \frac{2.8}{1000} & \text{else} \end{cases} & \text{else if } elemento = \text{“VIGA”} \\ \begin{cases} \frac{1.2}{1000} & \text{if } f_{yk} = 400\ MPa \\ \frac{0.9}{1000} & \text{else} \end{cases} & \text{else if } elemento = \text{“MURO”} \end{cases} = 0.001$$

Armadura de compresión

$$\rho_{g\_c} := \begin{cases} \frac{4}{1000} & \text{if } elemento = \text{“PILAR”} \\ \begin{cases} \frac{2}{1000} \cdot 0.5 & \text{if } f_{yk} = 400\ MPa \\ \frac{1.8}{1000} \cdot 0.5 & \text{else} \end{cases} & \text{else if } elemento = \text{“LOSA”} \\ \begin{cases} \frac{3.3}{1000} \cdot 0.3 & \text{if } f_{yk} = 400\ MPa \\ \frac{2.8}{1000} \cdot 0.3 & \text{else} \end{cases} & \text{else if } elemento = \text{“VIGA”} \\ \begin{cases} \frac{1.2}{1000} \cdot 0.3 & \text{if } f_{yk} = 400\ MPa \\ \frac{0.9}{1000} \cdot 0.3 & \text{else} \end{cases} & \text{else if } elemento = \text{“MURO”} \end{cases} = 0$$

Armadura de reparto

$$\rho_{g\_m} := \begin{cases} \begin{cases} \begin{cases} \frac{4}{1000} \cdot 0.5 & \text{if } f_{yk} = 400\ MPa \\ \frac{3.2}{1000} \cdot 0.5 & \text{else} \end{cases} & \text{if } juntas > 7.5\ m \\ \frac{2}{1000} \cdot 0.5 & \text{else} \end{cases} & \text{if } elemento = \text{“MURO”} \\ 0 & \text{else} \end{cases} = 0.002$$

Cuantía mínima mecánica

[Art 42.3.2, Art 42.3.3,Art 42.3.4 EHE-08]

$sol = \text{“FLEX”}$

$$A_{s.mec.min.traccionada} := \begin{cases} \frac{\frac{b \cdot h^2}{6} \cdot f_{ctm.flcomp}(0\ kN)}{f_{yd} \cdot 0.8 \cdot h} & \text{if } sol = \text{“FLEX”} \\ \frac{0.05 \cdot \max(N_{ed})}{f_{ydc}} & \text{else if } sol = \text{“COMP”} \\ \frac{b \cdot h \cdot f_{ctm}}{f_{yd}} \cdot 0.5 & \text{else if } sol = \text{“TRAC”} \end{cases}$$

$$A_{s.mec.min.comprimida} := \begin{cases} \frac{0.05 \cdot \max(N_{ed})}{f_{yd}} & \text{if } sol = \text{“FLEX”} \\ \frac{0.05 \cdot \max(N_{ed})}{f_{ydc}} & \text{else if } sol = \text{“COMP”} \\ \frac{b \cdot h \cdot f_{ctm}}{f_{yd}} \cdot 0.5 & \text{else if } sol = \text{“TRAC”} \end{cases}$$

Verificación armaduras

Armadura mínima geométrica

$A_{s.geom.min.traccionada} := \rho_{g\_t} \cdot b \cdot h = 6.3\ cm^2$

$A_{s.geom.min.comprimida} := \rho_{g\_c} \cdot b \cdot h = 1.89\ cm^2$

Armadura mínima mecánica

$A_{s.mec.min.traccionada} = 9.715\ cm^2$

$A_{s.mec.min.comprimida} = 1.726\ cm^2$

Armadura dispuesta

$A_s = 13.404\ cm^2$

$A_{s'} = 13.404\ cm^2$

$s.geom.min.comprimida$ $s.mec.min.comprimida$

$A_{s.geom.min.reparto} := \text{if}\left(\phi_v \neq 0, \rho_{g\_m} \cdot b \cdot min\left(h, 50\ cm\right), 0\ cm^2\right) = 8\ cm^2$ $A_{sr} := \frac{\frac{b}{cada} \cdot \pi}{4} \cdot \phi_v{}^2 = 10.053\ cm^2$

$Verifica_{armadura.minima.traccionada} = \text{“OK”}$
$Verifica_{armadura.minima.reparto} = \text{“OK”}$

Cálculo de la separación del armado dispuesto

$s_{armadura\_tracc} := s_t = 10\ cm$

$$s_{armadura\_comp} := \begin{cases} \text{if } sep \neq \text{“CALC”} \\ \quad \frac{b}{n_c} \\ \text{else} \\ \quad \frac{b - 2 \cdot r_l - 2 \cdot \phi_v - \phi_c \cdot n_c}{n_c - 1} \end{cases} = 15\ cm$$

Exigencias sobre disposición de armaduras

$s_{max} := min\left(30\ cm, h \cdot 3\right) = 30\ cm$ $s_{min} := \max\left(2\ cm, 1.25 \cdot tma, \max\left(\phi_c, \phi_t\right)\right) = 2.5\ cm$

$$\phi_{V.min} := \begin{cases} \text{if } \phi_v = 0 \\ \quad 0\ mm \\ \text{else} \\ \quad \frac{\max\left(\phi_c, \phi_t\right)}{4} \end{cases} = 4\ mm$$

$s_{V.max} := min\left(30\ cm, 15 \cdot min\left(\phi_c, \phi_t\right)\right) = 24\ cm$

$Verifica_{separacion.armaduras} = \text{“OK”}$
$Verifica_{disposicion.armadura.de.cortante} = \text{“OK”}$

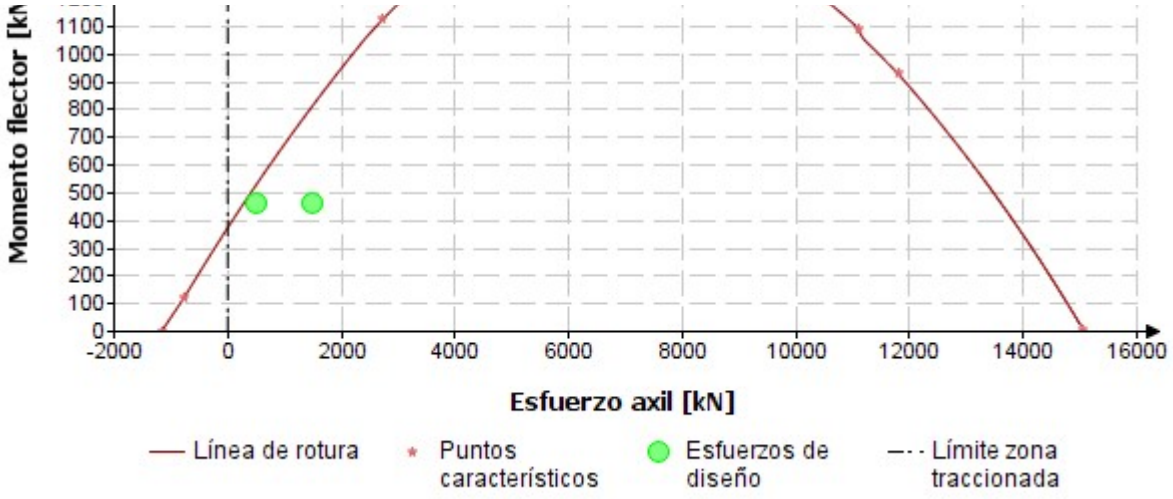
12. RESUMEN DE RESULTADOS.

Todas las verificaciones seccionales se realizan a la $edad = 28\ day$ del hormigón.

Verificación a E.L.U. flexocompresión mediante diagrama de interacción:

$Verificacion\_flexocompresion = \text{“OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.U. flexocompresión recta”}$
$Ratio_{ELU.MAX} := \max\left(Ratio_{ELU}\right) = 99.426\%$ *OK*

$$CASO = \begin{bmatrix} \text{“Moment\_max”} \\ \text{“Axil\_max”} \end{bmatrix} \quad num = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \end{bmatrix} \quad id\_ELU = \begin{bmatrix} \text{“ok”} \\ \text{“ok”} \end{bmatrix} \quad Ratio_{ELU_w} = \begin{bmatrix} 0.994 \\ 0.918 \end{bmatrix}$$



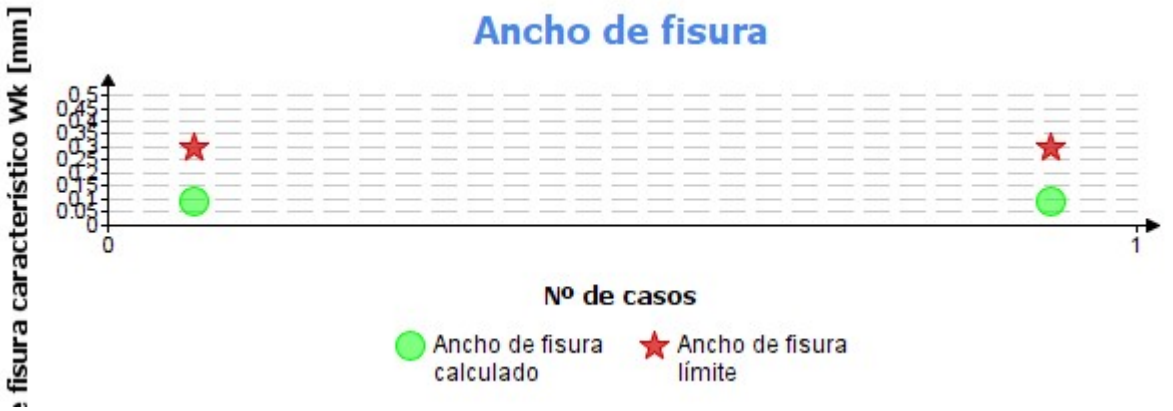
Verificación a E.L.S. fisuración :

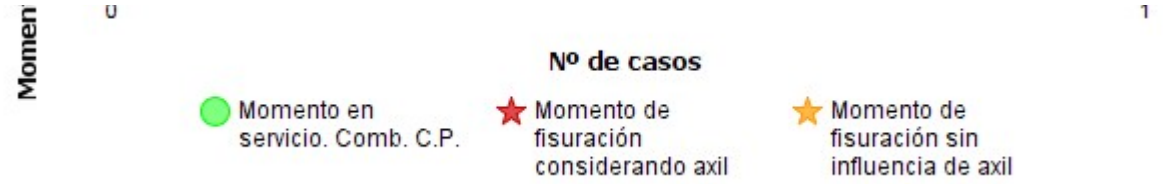
$Verificacion\_fisuracion\_traccion =$ "OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.S. fisuración"
$Ratio_{ELS\_fisuracion} := \max(Ratio\_E.L.S.) = 30.636\%$ *OK*
$Verificacion\_fisuracion\_microcompresion =$ "OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.S. fisuración"
$Ratio_{ELS\_microfisuracion} := \max(Ratio_{E.L.S.microfisuracion}) = 27.107\%$ *OK*

$Maxima\_apertura\_fisura := \max(Ancho\_fisura) = 0.09191\ mm$ *OK* $w_{max} = 0.3\ mm$
$Maxima\_compresión := \max(\sigma_{comp.hormi}) = 4.87926\ MPa$ *OK* $0.6 \cdot f_{ck.j\_els} = 18\ MPa$

$M_{fis}(min(N_{k\_cp})) = 310.517\ m \cdot kN$ $M_{fis}(0\ kN) = 249.09\ m \cdot kN$ $M_{k1.cp} = 343\ m \cdot kN$

$CASO.E.L.S. = \begin{bmatrix} \text{"Moment\_max"} \\ \text{"Axil\_max"} \end{bmatrix}$ $fisura = \begin{bmatrix} \text{"SI"} \\ \text{"SI"} \end{bmatrix}$ $Ancho\_fisura = \begin{bmatrix} 0.092 \\ 0.092 \end{bmatrix} mm$ $Ratio\_E.L.S. = \begin{bmatrix} 0.306 \\ 0.306 \end{bmatrix}$





Verificación a E.L.U. cortante:

$Verificacion\_cortante =$ "OK. No necesita armadura de cortante"

$Verificacion\_armadura.minima.cortante =$ "OK."

$Ratio_{ELU.cort} := \max\left(\max\left(Ratio_{\_VU1}, Ratio_{\_cort}\right)\right) = 36.752\%$ *OK*

$armadura\_cortante = \begin{bmatrix} \text{"No necesaria"} \\ \text{"No necesaria"} \end{bmatrix}$ $Ratio_{\_VU1} = \begin{bmatrix} 0.082 \\ 0.08 \end{bmatrix}$ $Ratio_{\_VU2} = \begin{bmatrix} 0.546 \\ 0.435 \end{bmatrix}$ $Ratio_{\_cort} = \begin{bmatrix} 0.368 \\ 0.299 \end{bmatrix}$

Verificación disposiciones constructivas.

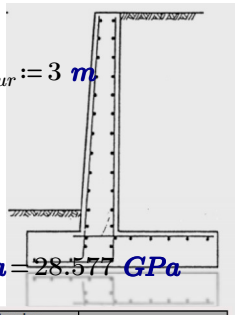
$Verifica_{armadura.minima.traccionada} =$ "OK"
$Verifica_{armadura.minima.reparto} =$ "OK"
$Verifica_{armadura.minima.reparto} =$ "OK"
$Verifica_{separacion.armaduras} =$ "OK"
$Verifica_{disposicion.armadura.de.cortante} =$ "OK"

Ratio global

$Ratio_{global} = 99.426\%$ *OK*
$Verificación_{global} =$ "OK"

CÁLCULO DE MURO DE CONTENCIÓN EN VOLADIZO. HASTIAL DE TÚNEL FASE CONSTRUCTIVA

1. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTICAS DEL MURO



Canto del muro: $e_{mur} := 70\ cm$ Altura del muro: $h_M := 3.4\ m$ Altura tierras: $h_{mur} := 3\ m$

Canto de la losa: $e_{llosa} := 80\ cm$ Puntera de la losa: $p_{llosa} := 0.5\ m$

Talón de la losa: $t_{llosa} := 2.3\ m$ Ancho de la losa: $b_{ll} := p_{llosa} + e_{mur} + t_{llosa} = 3.5\ m$

Tacón de la losa: $tac := 0\ cm$ Longitud de cálculo del muro: $l := 1\ m$

Resistencia del hormigón : $f_{ck\_muro} := 30\,\text{MPa}$ $f_{ck\_zapata} := 30\,\text{MPa}$

$E_{cm\_muro} := 8500 \cdot \sqrt[3]{f_{ck\_muro} + 8 \cdot MPa} = 28.577\ GPa$ $E_{cm\_zapata} := 8500 \cdot \sqrt[3]{f_{ck\_zapata} + 8 \cdot MPa} = 28.577\ GPa$

Módulo elástico de terreno

$E_{terreno} := 20\ \frac{MN}{m^2} = 0.02\ GPa$

Tipo de suelo	N° golpes ensayo SPT, N_{SPT}	Resistencia a compresión simple, q_u (kN/m²)	Módulo de elasticidad, E (MN/m²)
Suelos muy flojos o muy blandos	< 10	0 - 80	< 8
Suelos flojos o blandos	10 - 25	80 - 150	8 - 40
Suelos medios	25 - 50	150 - 300	40 - 100
Suelos compactos o duros	50 - Rechazo	300 - 500	100 - 500
Rocas blandas	Rechazo	500 - 5000	500 - 8000
Rocas duras	Rechazo	5000 - 40000	8000 - 15000
Rocas muy duras	Rechazo	> 40000	> 15000

Verificación del canto de la losa para garantizar tensiones planas:

$e_{llosa.min} := \max\left(p_{llosa}, t_{llosa}\right) \cdot 2.2 \cdot \left(\frac{E_{terreno}}{E_{cm\_zapata}}\right)^{\frac{1}{3}} = 44.925\ cm$

$Verificación_{canto} =$ "Canto adecuado para zapata rígida"

Consideración de empuje activo: $e_{activo} := 0$ (Poner 1 si empuje activo. poner 0 si empuje al reposo)

Posibilidad de deslizamiento?: $des := 1$ (1 si puede deslizar, sino poner 0)

2. PARÁMETROS GEOTÉCNICOS Y CARGAS

Densidad rellenos $\rho_{relleno} := 1.8\ tonnef \cdot m^{-3}$

Parámetros a largo plazo: Ángulo de rozamiento interno efectivo del relleno $\phi_{largo} := 28\ °$

Cohesión efectiva del relleno $c_{largo} := 0\ kgf \cdot cm^{-2} = 0\ kgf \cdot cm^{-2}$

Parámetros a corto plazo: Ángulo de rozamiento interno efectivo del relleno $\phi_{corto} := 28\ °$

Cohesión efectiva del relleno $c_{corto} := 0\ kgf \cdot cm^{-2} = 0\ kgf \cdot cm^{-2}$

Cohesión del material de fondo de cimentación $c_{fondo.corto} := 0.4\ \left(kgf \cdot cm^{-2}\right)$ $c_{fondo.largo} := 0.15\ \left(kgf \cdot cm^{-2}\right)$

Ángulo de rozamiento interno del terreno de cimentación $\phi_{fondo.corto} := 20\ °$ $\phi_{fondo.largo} := 28\ °$

Sobrecarga en trasdós de muro: $sc_{trasdos} := 10\ kPa$ $\Psi_{2\_sc} := 0.3$

Factor de empuje pasivo en la puntera de la losa $f_{pasivo} := 0\%$

Rozamiento solera-terreno: $\mu_{fondo}\left(\phi_{fondo}\right) := 0.8\ \tan\left(\phi_{fondo}\right)$

Ángulo rozamiento muro-terreno: $\delta_{mur.activo}(\phi) := \frac{1}{3} \cdot \phi$

Ángulo rozamiento muro-terreno: $\delta_{mur.pasivo}(\phi) := \frac{1}{3} \cdot \phi$

Ángulo del trasdós del muro $\beta := 90\ °$

Ángulo del terreno sobre la coronación del muro $ii := 0\ °$

Carga muerta puntual en zona puntera $sc_{punt} := (0\ kN) \cdot l^{-1} = 0\ kN \cdot m^{-1}$

Brazo de palanca de la carga de puntera desde el muro $x_{punt} := 0\ m$

Axil total sobre muro. Carga permanente $N_{s\_cm\_} := (0)\ kN$ Carga lineal equivalente: $N_{s\_cm} := N_{s\_cm\_} \cdot l^{-1} = 0\ kN \cdot m^{-1}$

Axil total sobre muro. Carga variable $N_{s\_sc\_} := (0)\ kN$ Carga lineal equivalente: $N_{s\_sc} := N_{s\_sc\_} \cdot l^{-1} = 0\ kN \cdot m^{-1}$ $\Psi_{2\_sc\_N} := 0.6$

Excentricidad del esfuerzo axil hacia el trasdós respecto eje de muro. $e_N := 0\ m$

Esfuerzo horizontal total en cabeza cargas permanentes: $H_{s\_cm\_} := 0\ kN$ Carga equivalente $H_{s\_cm} := H_{s\_cm\_} \cdot l^{-1} = 0\ kN \cdot m^{-1}$

Esfuerzo horizontal total en cabeza sobrecarga: $H_{s\_sc\_} := 0.1 \cdot N_{s\_sc\_} = 0\ kN$ Carga equivalente $H_{s\_sc} := H_{s\_sc\_} \cdot l^{-1} = 0\ kN \cdot m^{-1}$

Momento total en cabeza cargas permanentes: $M_{s\_cm\_} := 0\ kN \cdot m$ Momento equivalente $M_{s\_cm} := M_{s\_cm\_} \cdot l^{-1} = 0\ m \cdot kN \cdot m^{-1}$

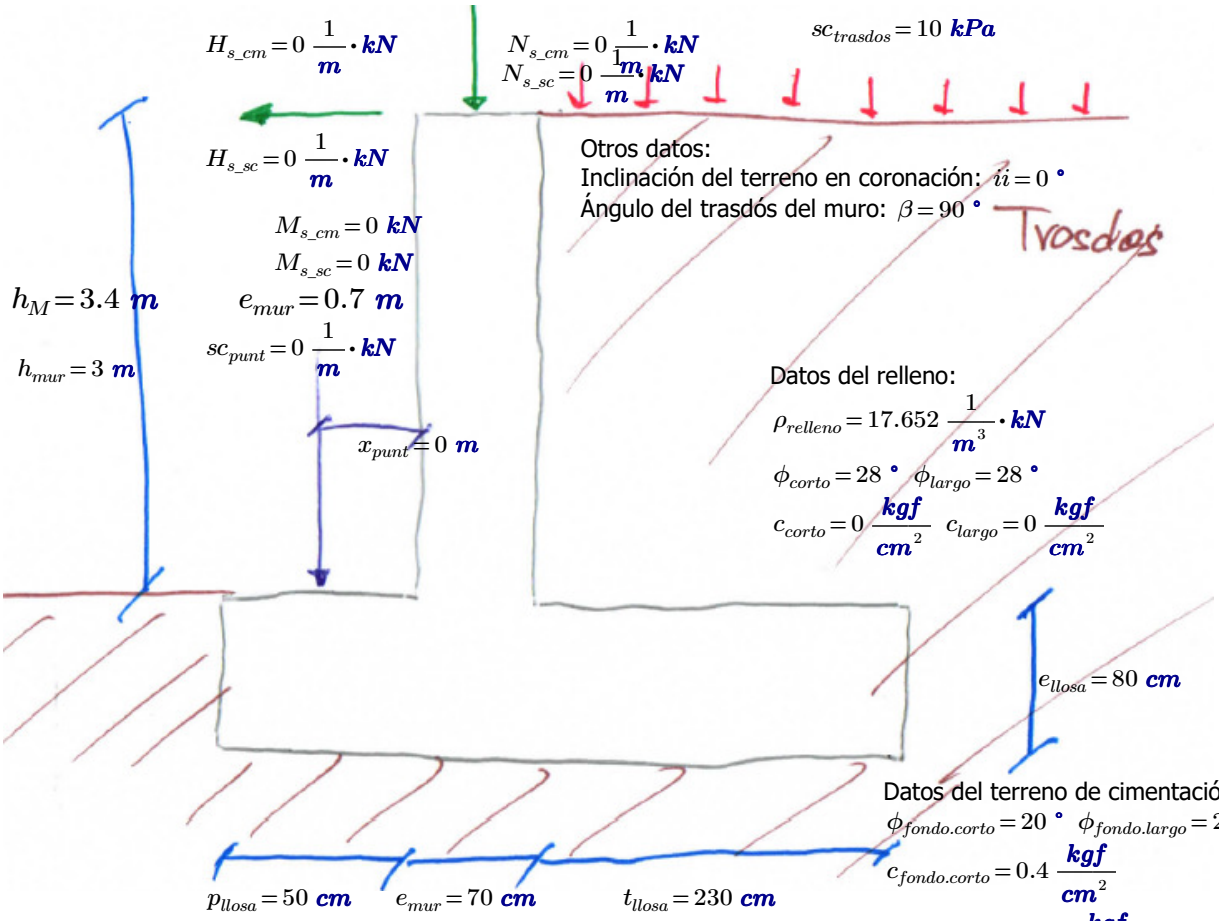
Momento total en cabeza sobrecarga: $M_{s\_sc\_} := 0\ kN \cdot m$ Momento equivalente $M_{s\_sc} := M_{s\_sc\_} \cdot l^{-1} = 0\ m \cdot kN \cdot m^{-1}$

Altura de aplicación de las acciones exteriores (M,N,H) $h_{aplic\_ext} := h_M - 0.5\ m = 2.9\ m$ [0 = base zapata, h_M coronación m

Esfuerzo horizontal total de impacto: $H_{impact\_} := 0\ kN$ Carga equivalente $H_{impact} := H_{impact\_} \cdot l^{-1} = 0\ kN \cdot m^{-1}$
Peso total del vehículo de impacto: $W_{impact\_} := 0\ kN = 0\ kN$ Peso equivalente $W_{impact} := W_{impact\_} \cdot l^{-1} = 0\ kN \cdot m^{-1}$
Altura de aplicación del impacto $h_{aplic\_impact} := h_M - 1\ m$ [0 = base zapata, h_M coronación muro]
Distancia respecto muro del primer eje del vehículo de impacto $b_{aplic\_impact} := 0\ cm$

Capacidad portante del terreno: $\sigma_{adm} := 2\ \langle kgf \cdot cm^{-2} \rangle$

Esquema geométrico y de cargas considerado:



Hormigón HA $f_{ck\_muro} = 30$ $f_{ck\_zapata} = 30$
$Consideración\_del\_tipo\_de\_empuje =$ "EMPUJE AL REPOSO"
$Consideración\_del\_deslizamiento =$ "PUEDE DESLIZAR"

Se tendrá en cuenta que el diseño es adecuado siempre y cuando se obtenga como mínimo el siguiente factor de eficiencia:
$factor_{de.cumplimiento} := 105\%$

3. HIPOTESIS Y CONSIDERACIONES DE CÁLCULO ADOPTADAS

1. Se ha considerado el efecto estabilizador de la componente vertical de empuje activo.
2. Se ha considerado un escenario sin empujes hidrostáticos, considerando trasdós de muro drenado
3. El empuje pasivo estabilizador se ha considerado parcialmente con una fracción: $f_{pasivo} = 0$
4. Se analizará el estado de tensiones bajo la zapata en hipótesis de tensiones planas y ley triangular.
5. En en análisis del factor de seguridad al deslizamiento se considera como desestabilizadora la componente horizontal de empuje activo como fuerza horizontal
6. En el análisis del factor de seguridad al vuelco se desprecian las componentes verticales de los empujes del terreno. Se adopta el criterio de vuelco clásico respecto el vértice de la zapata.
7. Se considera que a largo plazo/ combinación cuasi permanente, se utilizará el factor $\Psi_{2\_sc} = 0.3$ de la sobrecarga de uso en el trasdós.
8. Se adopta la $Consideración\_del\_deslizamiento =$ "PUEDE DESLIZAR"
9. Recubrimiento nominal: $r_{nom} := 35\ mm$ Recubrimiento lateral: $r_{lat} := 70\ mm$ Recubrimiento inferior zapata: $r_{zap} := 35\ mm$
10. Acero corrugado B500S con $f_{yk} := 500\ MPa$ $f_{yd.c} := 400\ MPa$
11. Coeficientes de mayoración de acciones permanentes $\gamma_g := 1.35$
12. Coeficientes de mayoración de acciones variables $\gamma_q := 1.5$
13. Ancho característico máximo de fisura en combinación cuasi permanente ELS: $w_{max} := 0.3\ mm$
14. El desplome máximo del muro total a plazo infinito es $f_{adm} := h_M \cdot 500^{-1} = 6.8\ mm$

Se considerará el procedimiento de integración de curvaturas considerando la variación de inercias fisuradas en la sección. El desplome a plazo infinito lo compondrá el desplome instantáneo en combinación característica, más la flecha diferida de las acciones de larga duración en combinación cuasi permanente.

15. Peso específico del hormigón considerado en los cálculos $\gamma_{hormigon} := 2.4\ tonnef \cdot m^{-3}$
16. Considerar axil en cálculo del momento de fisuración? $axil :=$ "SI"

La resistencia media a flexotracción se define como:

$f_{ctm\_muro} := 0.3 \cdot f_{ck\_muro}^{\frac{2}{3}}\ MPa = 2.896\ MPa$ $\quad f_{ctm.fl\_muro} := \max\left(\left(1.6 - \frac{e_{mur}}{100\ cm}\right)_2 \cdot f_{ctm\_muro}, f_{ctm\_muro}\right) = 2.896\ MPa$

Momento de fisuración del muro en flexión simple: $M_{fis\_muro} := f_{ctm.fl\_muro} \cdot \frac{l \cdot e_{mur}^2}{6} = 236.545\ m \cdot kN$

17. Factor de seguridad mínimo frente deslizamiento: $Fs_{desliz.min} := 1.5$. Factor de seguridad mínimo frente vuelco clásico: $Fs_{vuelco.min} := 2$.
18. Disponer armadura superior de zapata si no hay despegue? $A_{sup} := 0$ (Si=1, NO=0)
19. Coeficientes parciales del hormigón y acero según EHE-08: $\gamma_c := 1.5$ $\gamma_s := 1.15$
20. Radio de doblado de las barras: $r_d := 2\ \phi$
21. Se considera que el peso del vehículo de impacto ejerce un empuje activo como carga superficial
22. Corte de barras en alzado de muro? $C := 0$ [1=Si,0=NO]
23. Armadura de zapata conjunta para zapata y puntera? $Z := 1$ [1=Si,0=NO]
24. Datos del tipo de cemento

Coeficiente del tipo de cemento $s := 0.25$ (si cemento normal s=0.25; si cemento rápido s=0.2, si cemento lento s=0.38)
Coeficiente de retracción $\alpha_{ds1} := 4$ (si cemento normal α_{ds1} =4; si cemento rápido α_{ds1} =6, si cemento lento α_{ds1} =3)
Coeficiente de retracción $\alpha_{ds2} := 0.12$ (si cemento normal α_{ds2} =0.12; si cemento rápido α_{ds2} =0.11; si cemento lento α_{ds2} =0.13)

25. Edad del hormigón al aplicar las cargas: $j := 7\ day$
26. Edad del hormigón para cálculo de flecha diferida: $j_{diff} := 5\ yr$ Edad verificación fisuración: $j_{fis} := 7\ day$

27. Para el caso del alzado del muro, se considerará la tensión axil de peso propio del muro en la consideración del momento de fisuración de la sección del muro.

$$M_{fis\_muro}(h, j) := \text{if}\left(axil = \text{"SI"}, \left(f_{ctm.fl\_muro} \cdot e^{s \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28\ day}{j}}\right)} + \gamma_{hormigon} \cdot (h_M - h) + \frac{(N_{s\_cm} + N_{s\_sc} \cdot \Psi_{2\_sc\_N})}{e_{mur}}\right) \cdot \frac{l \cdot e_{mur}^2}{6}, f_{ctm.fl\_muro} \cdot e^{s \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28\ day}{j}}\right)} \cdot \frac{l \cdot e_{mur}^2}{6}\right)$$

$M_{fis\_muro}(0\ m, j) = 190.757\ m \cdot kN$

28. Coeficiente de fisuración $k_2 := 0.5$ [1=carga instantanea no repetida, 0.5= caso contrario]

29. A efectos de deslizamiento se considera que la zapata puede despegarse y por tanto sólo se tiene en cuenta el ancho efectivo de la zapata cuando se considere adherencia en el cálculo.

4. EMPUJES Y ACCIONES

Coeficientes de empuje

$$K_a(\phi) := \left(\frac{\csc(\beta)\cdot\sin(\beta-\phi)}{\sqrt{\sin(\beta+\delta_{mur.activo}(\phi))} + \sqrt{\frac{\sin(\delta_{mur.activo}(\phi)+\phi)\cdot\sin(\phi-ii)}{\sin(\beta-ii)}}} \right)^2 \qquad \beta = 90\ °$$

$$K_p(\phi) := \left(\frac{\csc(\beta)\cdot\sin(\beta+\phi)}{\sqrt{\sin(\beta-\delta_{mur.pasivo}(\phi))} - \sqrt{\frac{\sin(\delta_{mur.pasivo}(\phi)+\phi)\cdot\sin(\phi+ii)}{\sin(\beta-ii)}}} \right)^2 \qquad K_0(\phi) := 1-\sin(\phi)$$

$$K_a(\phi) := \begin{cases} K_0(\phi) & \text{if } e_{activo} = 0 \\ K_a(\phi) & \text{else} \end{cases}$$

$Consideración\_del\_tipo\_de\_empuje =$ "EMPUJE AL REPOSO"

Coeficientes de empuje:

$K_a(\phi_{largo}) = 0.531$ $K_a(\phi_{corto}) = 0.531$ $K_p(\phi_{largo}) = 3.688$ $K_p(\phi_{corto}) = 3.688$

Cálculo del empuje activo:

$$E_{activa.terreno}(\phi, c) := \max\left(\frac{l}{2}\cdot\rho_{relleno}\cdot(h_{mur}+e_{llosa})^2\cdot K_a(\phi) - 2\cdot c\cdot\sqrt{K_a(\phi)}\cdot(h_{mur}+e_{llosa})\cdot l, 0\ \textbf{kN}\right)$$

$$E_{activa.sobrecarga}(\phi) := \max\left((sc_{trasdos})\cdot K_a(\phi)\cdot(h_{mur}+e_{llosa})\cdot l, 0\ \textbf{kN}\right)$$

$$E_{activa.impacto}(\phi) := \max\left((W_{impact}\cdot t_{llosa}^{-1})\cdot K_a(\phi)\cdot(h_{mur}+e_{llosa})\cdot l, 0\ \textbf{kN}\right)$$

$$E_{activa.total}(\phi, c) := \max\left((E_{activa.terreno}(\phi, c)+E_{activa.sobrecarga}(\phi)), 0\ \textbf{kN}\right)$$

$$E_{activa.vertical}(\phi, c) := \max\left((E_{activa.terreno}(\phi, c)+E_{activa.sobrecarga}(\phi)), 0\ \textbf{kN}\right)\cdot\sin(\delta_{mur.activo}(\phi))$$

$E_{activa.total}(\phi_{largo}, c_{largo}) = 87.774\ \textbf{kN}$ $E_{activa.vertical}(\phi_{largo}, c_{largo}) = 14.235\ \textbf{kN}$

$E_{activa.total}(\phi_{corto}, c_{corto}) = 87.774\ \textbf{kN}$ $E_{activa.vertical}(\phi_{corto}, c_{corto}) = 14.235\ \textbf{kN}$

$E_{activa.impacto}(\phi_{corto}) = 0\ \textbf{kN}$

Cálculo del empuje pasivo en la puntera de la zapata de la losa:

$$E_{pasiva}(\phi, c) := \max\left(\left(\frac{l}{2}\cdot\rho_{relleno}\cdot(e_{llosa}+tac)^2\cdot K_p(\phi) + 2\cdot c\cdot\sqrt{K_p(\phi)}\cdot(e_{llosa}+tac)\cdot l\right)\cdot f_{pasivo}, 0\ \textbf{kN}\right)$$

$E_{pasiva}(\phi_{largo}, c_{largo}) = 0\ \textbf{kN}$ $E_{pasiva}(\phi_{corto}, c_{corto}) = 0\ \textbf{kN}$

Cálculo de pesos propios

Peso propio de la losa de zapata: $W_{llosa} := l\cdot(p_{llosa}+e_{mur}+t_{llosa})\cdot e_{llosa}\cdot\gamma_{hormigon} = 65.901\ \textbf{kN}$

Peso propio del muro: $W_{mur} := l\cdot h_M\cdot e_{mur}\cdot\gamma_{hormigon} = 56.016\ \textbf{kN}$

Peso del relleno de tierras en el trasdós: $W_{relleno} := l\cdot\rho_{relleno}\cdot t_{llosa}\cdot(h_{mur}+t_{llosa}\cdot 0.5\cdot\tan(ii)) = 121.799\ \textbf{kN}$

Peso de las sobrecargas en el trasdós: $W_{sobrecar} := t_{llosa}\cdot sc_{trasdos}\cdot l = 23\ \textbf{kN}$

Peso de carga muerta en puntera : $W_{punt.cm} := sc_{punt}\cdot l = 0\ \textbf{kN}$

Cálculo de momentos volcadores

Momento volcador de empuje activo del terreno

$$M_{activa.terreno}(\phi, c) := \left(E_{activa.terreno}(\phi, c)\right) \cdot \frac{\left(h_{mur} + e_{llosa}\right)}{3}$$

$M_{activa.terreno}(\phi_{largo}, c_{largo}) = 85.645\ \boldsymbol{m \cdot kN}$ $M_{activa.terreno}(\phi_{corto}, c_{corto}) = 85.645\ \boldsymbol{m \cdot kN}$

Momento volcador de empuje activo de sobrecarga

$$M_{activa.sobrecarga}(\phi, c) := E_{activa.sobrecarga}(\phi) \cdot \frac{\left(h_{mur} + e_{llosa}\right)}{2}$$

$M_{activa.sobrecarga}(\phi_{corto}, c_{corto}) = 38.304\ \boldsymbol{m \cdot kN}$

Momento volcador de empuje activo de peso vehículo impacto

$$M_{activa.simpacto}(\phi) := E_{activa.impacto}(\phi) \cdot \frac{\left(h_{mur} + e_{llosa}\right)}{2}$$

$M_{activa.simpacto}(\phi_{corto}) = 0\ \boldsymbol{m \cdot kN}$

Momento de empuje pasivo del terreno

$$M_{pasiva}(\phi, c) := E_{pasiva}(\phi, c) \cdot \left(\frac{-\left(e_{llosa} + tac\right) \cdot 2}{3} + e_{llosa}\right)$$

$M_{pasiva}(\phi_{largo}, c_{largo}) = 0\ \boldsymbol{m \cdot kN}$ $M_{pasiva}(\phi_{corto}, c_{corto}) = 0\ \boldsymbol{m \cdot kN}$

Momento fuerzas horizontales en cabeza

$$M_{cabeza\_corto} := \left(H_{s\_cm} + H_{s\_sc}\right) \cdot l \cdot \left(h_{aplic\_ext} + e_{llosa}\right) + M_{s\_cm\_} = 0\ \boldsymbol{kN \cdot m}$$
$$M_{cabeza\_largo} := \left(H_{s\_cm} + H_{s\_sc} \cdot \Psi_{2\_sc}\right) \cdot l \cdot \left(h_{aplic\_ext} + e_{llosa}\right) + M_{s\_sc\_} = 0\ \boldsymbol{kN \cdot m}$$

Momento fuerzas de impacto

$$M_{H.impact} := H_{impact\_} \cdot \left(h_{aplic\_impact} + e_{llosa}\right) = 0\ \boldsymbol{m \cdot kN}$$

Cálculo de momentos estabilizadores

Momento estabilizador de peso propio de losa de zapata

$$M_{llosa} := W_{llosa} \cdot \frac{\left(p_{llosa} + e_{mur} + t_{llosa}\right)}{2} = 115.326\ \boldsymbol{m \cdot kN}$$

Momento estabilizador de peso propio del muro

$$M_{mur} := W_{mur} \cdot \left(p_{llosa} + \frac{e_{mur}}{2}\right) = 47.613\ \boldsymbol{m \cdot kN}$$

Momento estabilizador del relleno de tierras

$$M_{relleno} := \left(p_{llosa} + e_{mur} + \frac{t_{llosa}}{2}\right) \cdot l \cdot \rho_{relleno} \cdot t_{llosa} \cdot h_{mur} \hookleftarrow \quad = 286.227\ \boldsymbol{m \cdot kN}$$
$$+ l \cdot \rho_{relleno} \cdot t_{llosa}^{\ 2} \cdot 0.5 \cdot \tan(ii) \cdot \left(p_{llosa} + e_{mur} + \frac{2 \cdot t_{llosa}}{3}\right)$$

Momento estabilizador de sobrecarga

$$M_{sc} := W_{sobrecar} \cdot \left(p_{llosa} + e_{mur} + \frac{t_{llosa}}{2} \right) = 54.05 \ \boldsymbol{m \cdot kN}$$

Momento estabilizador de la carga muerta en puntera

$$M_{punt.cm} := W_{punt.cm} \cdot \left(p_{llosa} - x_{punt} \right) = 0 \ \boldsymbol{m \cdot kN}$$

Momento estabilizador debido al axil de carga permanente sobre muro

$$M_{N\_cm} := N_{s\_cm} \cdot l \cdot \left(p_{llosa} + \frac{e_{mur}}{2} + e_N \right) = 0 \ \boldsymbol{m \cdot kN}$$

Momento estabilizador debido al axil de carga variable sobre muro

$$M_{N\_sc} := N_{s\_sc} \cdot l \cdot \left(p_{llosa} + \frac{e_{mur}}{2} + e_N \right) = 0 \ \boldsymbol{m \cdot kN}$$

Momento estabilizador debido al peso del vehículo de impacto

$$M_{W.impact} := W_{impact\_} \cdot \left(p_{llosa} + e_{mur} + b_{aplic\_impact} \right) = 0 \ \boldsymbol{m \cdot kN}$$

5. ANÁLISIS DE LAS PRESIONES TRANSMITIDAS AL TERRENO

5.1. Análisis de presiones en combinación cuasi permanente

Fuerzas:

$$V_{total\_qp}(N) := W_{llosa} + W_{mur} + W_{relleno} + W_{sobrecar} \cdot \Psi_{2\_sc} + W_{punt.cm} + E_{activa.vertical}\left(\phi_{largo}, c_{largo}\right) + N \cdot l$$

$$V_{total\_qp}\left(N_{s\_cm} + N_{s\_sc} \cdot \Psi_{2\_sc\_N}\right) = 264.85 \ \boldsymbol{kN}$$

$$M_{centro.desestabilizador\_qp} := \left(M_{activa.terreno}\left(\phi_{largo}, c_{largo}\right) + M_{activa.sobrecarga}\left(\phi_{largo}, c_{largo}\right) \cdot \Psi_{2\_sc}\right) \cdot \cos\left(\delta_{mur.activo}\left(\phi_{largo}\right)\right) + M_{cabeza\_largo}$$

$$M_{centro.desestabilizador\_qp} = 95.85 \ \boldsymbol{m \cdot kN}$$

$$M_{centro.w.mur\_qp} := \text{if } t_{llosa} \geq p_{llosa}$$
$$\quad M_{centro.w.mur\_qp} \leftarrow W_{mur} \cdot \left(\frac{p_{llosa} + e_{mur} + t_{llosa}}{2} - \left(p_{llosa} + \frac{e_{mur}}{2} \right) \right)$$
$$\text{else}$$
$$\quad M_{centro.w.mur\_qp} \leftarrow -W_{mur} \cdot \left(\frac{p_{llosa} + e_{mur} + t_{llosa}}{2} - \left(t_{llosa} + \frac{e_{mur}}{2} \right) \right)$$

$$M_{centro.w.mur\_qp} = 50.414 \ \boldsymbol{m \cdot kN}$$

$$M_{centro.relleno\_qp} := -\left(\left(\frac{p_{llosa} + e_{mur} + t_{llosa}}{2} - \left(\frac{t_{llosa}}{2} \right) \right) \cdot l \cdot \rho_{relleno} \cdot t_{llosa} \cdot h_{mur} \right.$$
$$\left. + l \cdot \rho_{relleno} \cdot {t_{llosa}}^2 \cdot 0.5 \cdot \tan(ii) \cdot \left(\frac{p_{llosa} + e_{mur} + t_{llosa}}{2} - \left(\frac{t_{llosa}}{3} \right) \right) \right)$$

$$M_{centro.relleno\_qp} = -73.079 \ \boldsymbol{m \cdot kN}$$

$$M_{centro.E.activo.vert\_qp} := \text{if } t_{llosa} \geq p_{llosa}$$
$$\quad M_{centro.E.activo.vert\_qp} \leftarrow E_{activa.vertical}\left(\phi_{largo}, c_{largo}\right) \cdot \left(\frac{p_{llosa} + e_{mur} + t_{llosa}}{2} - \left(p_{llosa}\right)\right)$$
$$\text{else}$$
$$\quad M_{centro.E.activo.vert\_qp} \leftarrow -E_{activa.vertical}\left(\phi_{largo}, c_{largo}\right) \cdot \left(\frac{p_{llosa} + e_{mur} + t_{llosa}}{2} - \left(t_{llosa}\right)\right)$$

$M_{centro.E.activo.vert\_qp} = 17.794\ \boldsymbol{m \cdot kN}$

$$M_{centro.N\_qp}(N) := \text{if } t_{llosa} \geq p_{llosa}$$
$$\quad M_{centro.N\_qp} \leftarrow N \cdot \left(\frac{p_{llosa} + e_{mur} + t_{llosa}}{2} - \left(p_{llosa} + \frac{e_{mur}}{2} + e_N\right)\right) \cdot l$$
$$\text{else}$$
$$\quad M_{centro.N\_qp} \leftarrow -N \cdot \left(\frac{p_{llosa} + e_{mur} + t_{llosa}}{2} - \left(t_{llosa} + \frac{e_{mur}}{2} - e_N\right)\right) \cdot l$$

$M_{centro.N\_qp}\left(N_{s\_cm} + N_{s\_sc} \cdot \Psi_{2\_sc\_N}\right) = 0\ \boldsymbol{m \cdot kN}$

$$M_{total\_qp}(N) := M_{centro.desestabilizador\_qp} + M_{centro.w.mur\_qp} + M_{centro.relleno\_qp} + M_{centro.E.activo.vert\_qp} + M_{centro.N\_qp}(N)$$

$M_{total\_qp}\left(N_{s\_cm} + N_{s\_sc} \cdot \Psi_{2\_sc\_N}\right) = 90.979\ \boldsymbol{m \cdot kN}$

Análisis de la excentricidad: $e_{s\_qp}(N) := \dfrac{M_{total\_qp}(N)}{V_{total\_qp}(N)}$

Si se considera axil $\left(N_{s\_cm} + N_{s\_sc} \cdot \Psi_{2\_sc\_N}\right) = 0\ \boldsymbol{kN \cdot m^{-1}}$:

$Posición_{excentricidad\_qp}\left(N_{s\_cm} + N_{s\_sc} \cdot \Psi_{2\_sc\_N}\right) =$ "Resultante en nucleo central"

$$\sigma_{med\_qp}(N) := \text{if } Nuc_{qp}(N) = 1$$
$$\quad \sigma_{med\_qp} \leftarrow \frac{V_{total\_qp}(N)}{\left(p_{llosa} + e_{mur} + t_{llosa}\right) \cdot l}$$
$$\text{else}$$
$$\quad s \leftarrow 3 \cdot \left(\frac{p_{llosa} + e_{mur} + t_{llosa}}{2} - \left|e_{s\_qp}(N)\right|\right)$$
$$\quad \sigma_{med\_qp} \leftarrow \frac{V_{total\_qp}(N)}{l \cdot s}$$

$$\sigma_{max\_qp}(N) := \text{if } Nuc_{qp}(N) = 1$$
$$\quad \sigma_{max\_qp} \leftarrow \frac{V_{total\_qp}(N)}{\left(p_{llosa} + e_{mur} + t_{llosa}\right) \cdot l} + \frac{6 \cdot \left|M_{total\_qp}(N)\right|}{l \cdot \left(p_{llosa} + e_{mur} + t_{llosa}\right)^2}$$
$$\text{else}$$
$$\quad s \leftarrow 3 \cdot \left(\frac{p_{llosa} + e_{mur} + t_{llosa}}{2} - \left|e_{s\_qp}(N)\right|\right)$$
$$\quad \sigma_{max\_qp} \leftarrow \frac{2 \cdot V_{total\_qp}(N)}{l \cdot s}$$

$Verificación_{hundimiento\_qp}\left(N_{s\_cm} + N_{s\_sc} \cdot \Psi_{2\_sc\_N}\right) =$ "Se verifica ELU Hundimiento del terreno"

$Verificación_{hundimiento\_qp}\left(N_{s\_cm} + N_{s\_sc} \cdot \Psi_{2\_sc\_N}\right) =$ "Se verifica ELU Hundimiento del terreno"

5.2. Análisis de presiones en combinación característica

Fuerzas:

$$V_{total}(N) := W_{llosa} + W_{mur} + W_{relleno} + W_{sobrecar} + W_{punt.cm} + E_{activa.vertical}(\phi_{corto}, c_{corto}) + N \cdot l + W_{impact\_}$$

$$V_{total}(N_{s\_cm} + N_{s\_sc}) = 280.95\ \boldsymbol{kN} \qquad V_{total}(N_{s\_cm} + N_{s\_sc}) = 280.95\ \boldsymbol{kN}$$

$$M_{centro.desestabilizador} := \left(\begin{matrix} M_{activa.terreno}(\phi_{corto}, c_{corto}) + M_{activa.sobrecarga}(\phi_{corto}, c_{corto}) \\ + M_{activa.simpacto}(\phi_{corto}) \end{matrix}\right) \cdot \cos(\delta_{mur.activo}(\phi_{corto})) + M_{cabeza\_corto} + M_{H.impact}$$

$$M_{centro.desestabilizador} = 122.308\ \boldsymbol{m \cdot kN}$$

$$M_{centro.w.mur} := \text{if } t_{llosa} \geq p_{llosa}$$
$$\quad M_{centro.w.mur} \leftarrow W_{mur} \cdot \left(\frac{p_{llosa} + e_{mur} + t_{llosa}}{2} - \left(p_{llosa} + \frac{e_{mur}}{2}\right)\right)$$
$$\text{else}$$
$$\quad M_{centro.w.mur} \leftarrow -W_{mur} \cdot \left(\frac{p_{llosa} + e_{mur} + t_{llosa}}{2} - \left(t_{llosa} + \frac{e_{mur}}{2}\right)\right)$$

$$M_{centro.w.mur} = 50.414\ \boldsymbol{m \cdot kN}$$

$$M_{centro.relleno} := M_{centro.relleno\_qp}$$

$$M_{centro.relleno} = -73.079\ \boldsymbol{m \cdot kN}$$

$$M_{centro.E.activo.vert} := \text{if } t_{llosa} \geq p_{llosa}$$
$$\quad M_{centro.E.activo.vert} \leftarrow E_{activa.vertical}(\phi_{corto}, c_{corto}) \cdot \left(\frac{p_{llosa} + e_{mur} + t_{llosa}}{2} - (p_{llosa})\right)$$
$$\text{else}$$
$$\quad M_{total.centro.w.mur} \leftarrow -E_{activa.vertical}(\phi_{corto}, c_{corto}) \cdot \left(\frac{p_{llosa} + e_{mur} + t_{llosa}}{2} - (t_{llosa})\right)$$

$$M_{centro.E.activo.vert} = 17.794\ \boldsymbol{m \cdot kN}$$

$$M_{centro.N}(N) := \text{if } t_{llosa} \geq p_{llosa}$$
$$\quad M_{centro.N} \leftarrow N \cdot \left(\frac{p_{llosa} + e_{mur} + t_{llosa}}{2} - \left(p_{llosa} + \frac{e_{mur}}{2} + e_N\right)\right) \cdot l$$
$$\text{else}$$
$$\quad M_{total.centro.w.mur} \leftarrow -N \cdot \left(\frac{p_{llosa} + e_{mur} + t_{llosa}}{2} - \left(t_{llosa} + \frac{e_{mur}}{2} - e_N\right)\right) \cdot l$$

$$M_{centro.N}(N_{s\_cm} + N_{s\_sc}) = 0\ \boldsymbol{m \cdot kN}$$

$$M_{centro.w.impact} := \text{if } t_{llosa} \geq p_{llosa}$$
$$\quad M_{centro.w.impact} \leftarrow W_{impact\_} \cdot \left(\frac{p_{llosa} + e_{mur} + t_{llosa}}{2} - (p_{llosa} + e_{mur} + b_{aplic\_impact})\right)$$
$$\text{else}$$
$$\quad M_{centro.w.impact} \leftarrow -W_{impact\_} \cdot \left(\frac{p_{llosa} + e_{mur} + t_{llosa}}{2} - (t_{llosa} + b_{aplic\_impact})\right)$$

$$M_{centro.w.impact} = 0\ \boldsymbol{m \cdot kN}$$

$$M_{total}(N) := M_{centro.desestabilizador} + M_{centro.w.mur} + M_{centro.relleno} + M_{centro.E.activo.vert} + M_{centro.N}(N) + M_{centro.w.impact}$$

$M_{total}\left(0\ \frac{kN}{m}\right) = 117.437\ m \cdot kN$ $\quad M_{total}\left(N_{s\_cm} + N_{s\_sc}\right) = 117.437\ m \cdot kN$

Análisis de la excentricidad: $e_s(N) := \frac{M_{total}(N)}{V_{total}(N)}$ $\quad e_s\left(N_{s\_cm} + N_{s\_sc}\right) = 0.418\ m$ $\quad e_s\left(N_{s\_cm} + N_{s\_sc}\right) = 0.418\ m$

Si se considera axil nulo en cabeza de muro:

$Posición_{excentricidad}\left(N_{s\_cm} + N_{s\_sc}\right) =$ "Resultante en nucleo central"

Si se considera axil $N_{s\_cm} + N_{s\_sc} = 0\ \frac{1}{m} \cdot kN$:

$Posición_{excentricidad}\left(N_{s\_cm} + N_{s\_sc}\right) =$ "Resultante en nucleo central"

$\sigma_{med}(N) :=$ if $Nuc(N) = 1$
$\quad \sigma_{med} \leftarrow \frac{V_{total}(N)}{(p_{llosa} + e_{mur} + t_{llosa}) \cdot l}$
else
$\quad s \leftarrow 3 \cdot \left(\frac{p_{llosa} + e_{mur} + t_{llosa}}{2} - |e_s(N)|\right)$
$\quad \sigma_{med} \leftarrow \frac{V_{total}(N)}{l \cdot s}$

$\sigma_{max}(N) :=$ if $Nuc(N) = 1$
$\quad \sigma_{max} \leftarrow \frac{V_{total}(N)}{(p_{llosa} + e_{mur} + t_{llosa}) \cdot l} + \frac{6 \cdot |M_{total}(N)|}{l \cdot (p_{llosa} + e_{mur} + t_{llosa})^2}$
else
$\quad s \leftarrow 3 \cdot \left(\frac{p_{llosa} + e_{mur} + t_{llosa}}{2} - |e_s(N)|\right)$
$\quad \sigma_{max} \leftarrow \frac{2 \cdot V_{total}(N)}{l \cdot s}$

6. CONCLUSIONES SOBRE LA VERIFICACIÓN DEL E.L.U. HUNDIMIENTO DEL TERRENO

6.1. Análisis considerando axil nulo en cabeza de muro

$\sigma_{max}\left(N_{s\_cm}\right) = 1.405\ \frac{kgf}{cm^2}$ $\quad \sigma_{med}\left(N_{s\_cm}\right) = 0.819\ \frac{kgf}{cm^2}$ $\quad \sigma_{adm} = 2\ \frac{kgf}{cm^2}$

$\sigma_{max\_qp}\left(N_{s\_cm}\right) = 1.226\ \frac{kgf}{cm^2}$ $\quad \sigma_{med\_qp}\left(N_{s\_cm}\right) = 0.772\ \frac{kgf}{cm^2}$

$Verificación_{hundimiento}\left(N_{s\_cm}\right) =$ "Se verifica ELU Hundimiento del terreno"
$Verificación_{hundimiento\_qp}\left(N_{s\_cm}\right) =$ "Se verifica ELU Hundimiento del terreno"

$$Ratio_{hundim.o} := \max\left(\frac{\sigma_{max}\left(N_{s\_cm}\right)}{1.25 \cdot \sigma_{adm}}, \frac{\sigma_{med}\left(N_{s\_cm}\right)}{\sigma_{adm}}, \frac{\sigma_{max\_qp}\left(N_{s\_cm}\right)}{1.25 \cdot \sigma_{adm}}, \frac{\sigma_{med\_qp}\left(N_{s\_cm}\right)}{\sigma_{adm}}\right) = 56.2\%$$

6.2. Análisis considerando en cabeza de muro esfuerzo axil

$\sigma_{max}\left(N_{s\_cm} + N_{s\_sc}\right) = 1.405\ \frac{kgf}{cm^2}$ $\quad \sigma_{med}\left(N_{s\_cm} + N_{s\_sc}\right) = 0.819\ \frac{kgf}{cm^2}$ $\quad \sigma_{adm} = 2\ \frac{kgf}{cm^2}$

$\sigma_{max\_qp}\left(N_{s\_cm} + N_{s\_sc} \cdot \Psi_{2\_sc\_N}\right) = 1.226\ \frac{kgf}{cm^2}$ $\quad \sigma_{med\_qp}\left(N_{s\_cm} + N_{s\_sc} \cdot \Psi_{2\_sc\_N}\right) = 0.772\ \frac{kgf}{cm^2}$

$Verificación_{hundimiento}\left(N_{s\_cm} + N_{s\_sc}\right) =$ "Se verifica ELU Hundimiento del terreno"
$Verificación_{hundimiento\_qp}\left(N_{s\_cm} + N_{s\_sc} \cdot \Psi_{2\_sc\_N}\right) =$ "Se verifica ELU Hundimiento del terreno"

$$Ratio_{hundim.N} := \max\left(\frac{\sigma_{max}\left(\begin{matrix}N_{s\_cm}\\ +N_{s\_sc}\end{matrix}\right)}{1.25\cdot\sigma_{adm}}, \frac{\sigma_{med}\left(\begin{matrix}N_{s\_cm}\\ +N_{s\_sc}\end{matrix}\right)}{\sigma_{adm}}, \frac{\sigma_{max\_qp}\left(\begin{matrix}N_{s\_cm}\\ +N_{s\_sc}\cdot\Psi_{2\_sc\_N}\end{matrix}\right)}{1.25\cdot\sigma_{adm}}, \frac{\sigma_{med\_qp}\left(\begin{matrix}N_{s\_cm}\\ +N_{s\_sc}\cdot\Psi_{2\_sc\_N}\end{matrix}\right)}{\sigma_{adm}}\right)$$

$Ratio_{hundim.N} = 56.203\%$ $\quad factor_{de.cumplimiento} = 105\%$

6.3. Gráfica de presiones en el terreno en la mitad más solicitada de la zapata

$\sigma_K(N,x) :=$ if $Nuc(N) = 1$
- $\sigma_{med}(N) - \frac{\left|\left(\sigma_{max}(N) - \sigma_{med}(N)\right)\right|\cdot x}{0.5\cdot b_{ll}}$

else
- $s_m \leftarrow 3\cdot\left(\frac{p_{llosa}+e_{mur}+t_{llosa}}{2} - \left|e_s(N)\right|\right)$
- $b_a \leftarrow \frac{p_{llosa}+e_{mur}+t_{llosa}}{2}$
- if $x \le -b_a + s_m$
  - $\frac{-\sigma_{max}(N)\cdot\left(x-\left(-b_a+s_m\right)\right)}{s_m}$
- else
  - $0\ \boldsymbol{MPa}$

$\sigma_{K\_qp}(N,x) :=$ if $Nuc(N) = 1$
- $\sigma_{med\_qp}(N) - \frac{\left|\left(\sigma_{max\_qp}(N) - \sigma_{med\_qp}(N)\right)\right|\cdot x}{0.5\cdot b_{ll}}$

else
- $s_m \leftarrow 3\cdot\left(\frac{p_{llosa}+e_{mur}+t_{llosa}}{2} - \left|e_s(N)\right|\right)$
- $b_a \leftarrow \frac{p_{llosa}+e_{mur}+t_{llosa}}{2}$
- if $x \le -b_a + s_m$
  - $\frac{-\sigma_{max\_qp}(N)\cdot\left(x-\left(-b_a+s_m\right)\right)}{s_m}$
- else
  - $0\ \boldsymbol{MPa}$

$e_s\left(N_{s\_cm}+N_{s\_sc}\right) = 0.418\ \boldsymbol{m}$ $\quad e_s\left(N_{s\_cm}\right) = 0.418\ \boldsymbol{m}$

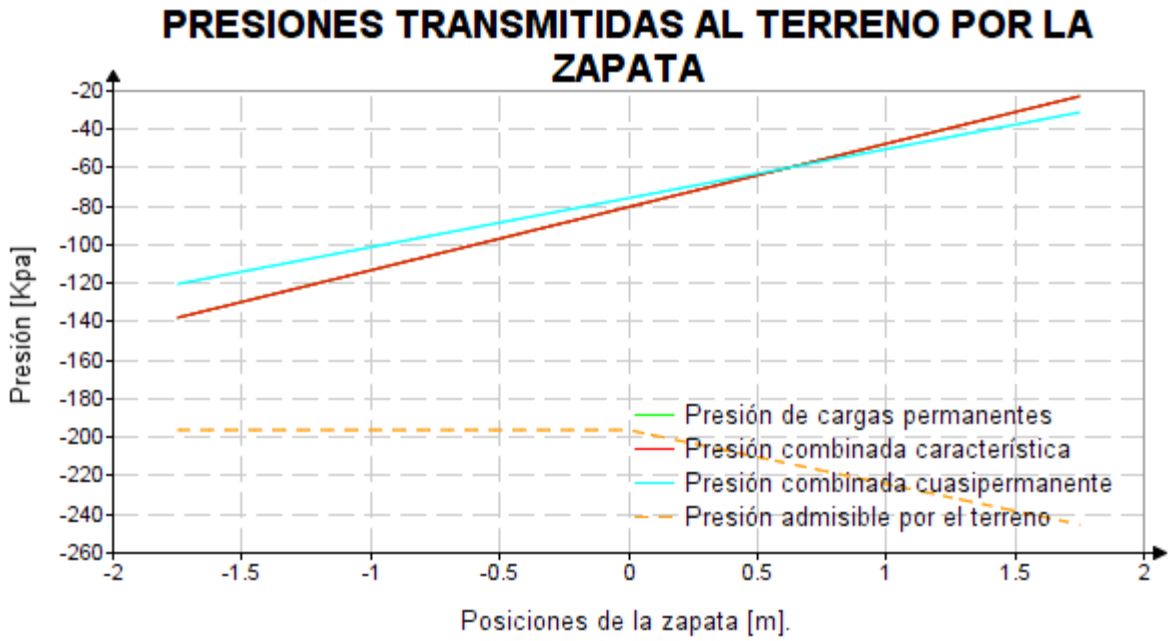
$\sigma_{ADM}(N,x) :=$ if $Nuc(N) = 1$
- if $x \le 0 \wedge e_s\left(N_{s\_cm}+N_{s\_sc}\right) > 0$
  - σ_{adm}
- else if $x \le 0 \wedge e_s\left(N_{s\_cm}+N_{s\_sc}\right) \le 0$
  - $\sigma_{adm} - \frac{0.25\ \sigma_{adm}\cdot x}{0.5\cdot b_{ll}}$
- else if $x > 0 \wedge e_s\left(N_{s\_cm}+N_{s\_sc}\right) > 0$
  - $\sigma_{adm} + \frac{0.25\ \sigma_{adm}\cdot x}{0.5\cdot b_{ll}}$
- else if $x > 0 \wedge e_s\left(N_{s\_cm}+N_{s\_sc}\right) \le 0$
  - σ_{adm}

else
- $s_m \leftarrow 3\cdot\left(\frac{p_{llosa}+e_{mur}+t_{llosa}}{2} - \left|e_s(N)\right|\right)$
- $b_a \leftarrow \frac{p_{llosa}+e_{mur}+t_{llosa}}{2}$
- if $x \le -b_a + s_m$
  - $\sigma_{ADM} \leftarrow \frac{-0.25\ \sigma_{adm}\cdot\left(x-\left(-b_a+s_m\right)\right)}{s_m} + \sigma_{adm}$
- else
  - σ_{adm}

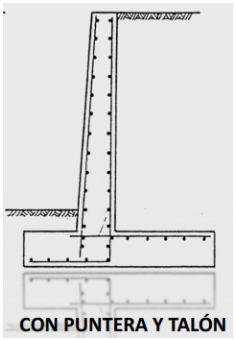
$n_{punt} := 1000$

$z_t := 0\,..\,n_{punt}-1$

$t_{z_t} :=$ for $k \in 0\,..\,n_{punt}-1$
- $-0.5\cdot b_{ll} + \frac{z_t}{n_{punt}-1}\cdot b_{ll}$



$Posición_{excentricidad}\left(N_{s\_cm}\right)=$ "Resultante en nucleo central"
$Posición_{excentricidad}\left(N_{s\_cm}+N_{s\_sc}\right)=$ "Resultante en nucleo central"



$e_s\left(N_{s\_cm}+N_{s\_sc}\right)=0.418\ m$

$e_s\left(N_{s\_cm}\right)=0.418\ m$

$e_s\left(N_{s\_cm}+N_{s\_sc}\cdot\Psi_{2\_sc\_N}\right)=0.418\ m$

$p_{llosa}=0.5\ m$ $t_{llosa}=2.3\ m$

Ancho total de zapata: $b_{ll}=3.5\ m$

$Ratio_{hundim.o}=0.562$
$Ratio_{hundim.N}=0.562$ $factor_{de.cumplimiento}=1.05$

7. CÁLCULO DEL FACTOR DE SEGURIDAD FRENTE DESLIZAMIENTO Y VUELCO

Factor de seguridad frente deslizamiento a corto plazo

$\phi_{corto}=28\ °\quad c_{corto}=0\ kPa\qquad \phi_{fondo.corto}=20\ °\quad c_{fondo.corto}=39.227\ kPa\quad K_a(\phi_{corto})=0.531\quad K_p(\phi_{corto})=3.688$

Para la verificación frente a deslizamiento se considerará el ancho efectivo de la zapata.

$$b_{ll\_ef.corto}:=b_{ll}-2\cdot\left|e_s\left(N_{s\_cm}+N_{s\_sc}\right)\right|=2.664\ m\qquad b_{ll}=3.5\ m$$

$$Fs_{deslizamiento.corto}:=\frac{\begin{matrix}E_{pasiva}(\phi_{corto},c_{corto})\cdot\cos(\delta_{mur.pasivo}(\phi_{corto}))\\+\left(\begin{matrix}W_{llosa}+W_{mur}+W_{relleno}+W_{sobrecar}+W_{punt.cm}\\+E_{activa.vertical}(\phi_{corto},c_{corto})+(N_{s\_cm}+N_{s\_sc})\cdot l+W_{impact\_}\end{matrix}\right)\cdot\mu_{fondo}(\phi_{fondo.corto})\\+0.5\cdot c_{fondo.corto}\cdot b_{ll\_ef.corto}\cdot l\end{matrix}}{\left(\begin{matrix}E_{activa.terreno}(\phi_{corto},c_{corto})\\+E_{activa.sobrecarga}(\phi_{corto})+E_{activa.impacto}(\phi_{corto})\\+(H_{s\_cm}+H_{s\_sc})\cdot l+H_{impact\_}\end{matrix}\right)\cdot\cos(\delta_{mur.activo}(\phi_{corto}))}$$

$Fs_{deslizamiento.corto}=1.548\qquad Fs_{desliz.min}=1.5$

$Consideración\_del\_deslizamiento=$ "PUEDE DESLIZAR"

Factor de seguridad a vuelco clásico a corto plazo

Factor de seguridad a vuelco clásico.

$$Fs_{vuelco.clásico.corto}:=\frac{\begin{matrix}M_{pasiva}(\phi_{corto},c_{corto})\cdot\cos(\delta_{mur.pasivo}(\phi_{corto}))\\+M_{llosa}+M_{mur}+M_{relleno}+M_{punt.cm}+M_{sc}+M_{N\_cm}+M_{N\_sc}+M_{W.impact}\end{matrix}}{\left(\begin{matrix}M_{activa.terreno}(\phi_{corto},c_{corto})\\+M_{activa.sobrecarga}(\phi_{corto},c_{corto})\\+M_{activa.simpacto}(\phi_{corto})\end{matrix}\right)\cdot\cos(\delta_{mur.activo}(\phi_{corto}))+M_{cabeza\_corto}+M_{H.impact}}$$

$Fs_{vuelco.clásico.corto}=4.114\qquad Fs_{vuelco.min}=2$

Factor de seguridad frente deslizamiento a largo plazo

$\phi_{largo}=28\ °\quad c_{largo}=0\ kPa\qquad \phi_{fondo.largo}=28\ °c_{fondo.largo}=14.71\ kPa\quad K_a(\phi_{largo})=0.531\quad K_p(\phi_{largo})=3.688$

Para la verificación frente a deslizamiento se considerará el ancho efectivo de la zapata.

$$b_{ll\_ef.largo}:=b_{ll}-2\cdot\left|e_s\left(N_{s\_cm}+N_{s\_sc}\cdot\Psi_{2\_sc\_N}\right)\right|=2.664\ m\quad b_{ll}=3.5\ m$$

$$Fs_{deslizamiento.largo}:=\frac{\begin{matrix}E_{pasiva}(\phi_{largo},c_{largo})\cdot\cos(\delta_{mur.pasivo}(\phi_{largo}))\\+\left(\begin{matrix}W_{llosa}+W_{mur}+W_{relleno}+W_{punt.cm}\\+E_{activa.vertical}(\phi_{largo},c_{largo})+(N_{s\_cm}+N_{s\_sc}\cdot\Psi_{2\_sc\_N})\cdot l\end{matrix}\right)\cdot\mu_{fondo}(\phi_{fondo.largo})\\+0.5\cdot c_{fondo.largo}\cdot b_{ll\_ef.largo}\cdot l\end{matrix}}{\left(\begin{matrix}E_{activa.terreno}(\phi_{largo},c_{largo})\\+E_{activa.sobrecarga}(\phi_{largo})\cdot\Psi_{2\_sc}\\+(H_{s\_cm}+H_{s\_sc}\cdot\Psi_{2\_sc})\cdot l\end{matrix}\right)\cdot\cos(\delta_{mur.activo}(\phi_{largo}))}$$

$Fs_{deslizamiento.largo}=1.779\qquad Fs_{desliz.min}=1.5$

$Consideración\_del\_deslizamiento=$ "PUEDE DESLIZAR"

Factor de seguridad a vuelo clásico a largo plazo

Factor de seguridad a vuelco clásico.

$$Fs_{vuelco.clásico.largo} := \frac{M_{pasiva}\left(\phi_{largo}, c_{largo}\right) \cdot \cos\left(\delta_{mur.pasivo}\left(\phi_{largo}\right)\right) \hookleft + M_{llosa} + M_{mur} + M_{relleno} + M_{punt.cm} + M_{N\_cm} + M_{N\_sc} \cdot \Psi_{2\_sc\_N}}{\begin{pmatrix} M_{activa.terreno}\left(\phi_{largo}, c_{largo}\right) \hookleft \\ + M_{activa.sobrecarga}\left(\phi_{largo}, c_{largo}\right) \cdot \Psi_{2\_sc} \end{pmatrix} \cdot \cos\left(\delta_{mur.activo}\left(\phi_{largo}\right)\right) + M_{cabeza\_largo}}$$

$Fs_{vuelco.clásico.largo} = 4.686$ $\qquad Fs_{vuelco.min} = 2$

---

8. CONCLUSIONES SOBRE LA ESTABILIDAD DEL MURO

$factor_{de.cumplimiento} = 105\%$

$Cumplimento_{deslizamento.corto.plazo}$ = "Cumple deslizamiento corto plazo"

ratio deslizamiento corto plazo: $Ratio_{des.corto} := \left(\frac{Fs_{deslizamiento.corto}}{Fs_{desliz.min}}\right)^{-1} = 96.91\%$

$Cumplimento_{deslizamento.largo.plazo}$ = "Cumple deslizamiento largo plazo"

ratio deslizamiento largo plazo: $Ratio_{des.largo} := \left(\frac{Fs_{deslizamiento.largo}}{Fs_{desliz.min}}\right)^{-1} = 84.31\%$

$Cumplimento_{vuelco.corto.plazo}$ = "Cumple vuelco corto plazo"

ratio vuelco corto plazo: $Ratio_{vuel.corto} := \left(\frac{Fs_{vuelco.clásico.corto}}{Fs_{vuelco.min}}\right)^{-1} = 48.61\%$

$Cumplimento_{vuelco.largo.plazo}$ = "Cumple vuelco largo plazo"

ratio vuelco largo plazo: $Ratio_{vuel.largo} := \left(\frac{Fs_{vuelco.clásico.largo}}{Fs_{vuelco.min}}\right)^{-1} = 42.68\%$

9. ANÁLISIS DE DEFORMACIONES Y DIMENSIONAMIENTO DE ARMADURAS DEL MURO

9.1. Esfuerzos en E.L.S en el alzado del muro:

Momento flector inducido por el empuje de tierras: Eje local x en sentido ascendente del muro

$$M_{e.activa.t}(x) := \text{if}\left(x \le h_{mur},\ 1\cdot\left|\frac{\rho_{relleno}\cdot(h_{mur}-x)\cdot K_a(\phi_{corto})\cdot\cos(\delta_{mur.activo}(\phi_{corto}))\cdot(h_{mur}-x)^2\cdot l}{6}\right|,\ 0\cdot m\cdot kN\right)$$

$$M_{e.activa.t}(0) = 41.584\ m\cdot kN$$

Momento flector inducido por el empuje debido a sobrecargas: Eje local x en sentido ascendente del muro

$$M_{e.activa.sc}(x) := \text{if}\left(x \le h_{mur},\ 1\cdot\frac{sc_{trasdos}\cdot l\cdot K_a(\phi_{corto})\cdot\cos(\delta_{mur.activo}(\phi_{corto}))\cdot(h_{mur}-x)^2}{2},\ 0\cdot m\cdot kN\right)$$

$$M_{e.activa.sc}(0) = 23.558\ m\cdot kN$$

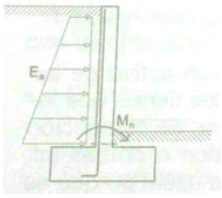
Momento flector inducido por el empuje debido peso vehículo de impacto: Eje local x en sentido ascendente del muro

$$M_{e.activa.imp}(x) := \text{if}\left((x \le h_{mur}),\ 1\cdot\frac{W_{impact}\cdot t_{llosa}^{-1}\cdot l\cdot K_a(\phi_{corto})\cdot\cos(\delta_{mur.activo}(\phi_{corto}))\cdot(h_{mur}-x)^2}{2},\ 0\cdot m\cdot kN\right)$$

$$M_{e.activa.imp}(0) = 0\ m\cdot kN$$

Momento flector inducido las acciones horizontales en cabeza: Eje local x en sentido ascendente del muro

$$mmm := \begin{cases} 1 & \text{if } h_{aplic\_ext} \neq 0 \\ 0 & \text{else} \end{cases} = 1$$



$$M_{horitz\_cm}(x) := \text{if}\left(x \le h_{aplic\_ext},\ \left(1\cdot(H_{s\_cm})\cdot(h_{aplic\_ext}-x)+M_{s\_cm}\right)\cdot l\cdot mmm,\ 0\cdot m\cdot kN\right) \qquad M_{horitz\_cm}(0) = 0\ m\cdot kN$$

$$M_{horitz\_sc}(x) := \text{if}\left(x \le h_{aplic\_ext},\ \left(1\cdot(H_{s\_sc})\cdot(h_{aplic\_ext}-x)+M_{s\_sc}\right)\cdot l\cdot mmm,\ 0\cdot m\cdot kN\right) \qquad M_{horitz\_sc}(0) = 0\ m\cdot kN$$

Momento flector inducido las acciones horizontales de impacto: Eje local x en sentido ascendente del muro

$$M_{impact}(x) := \text{if}\left(x \le h_{aplic\_impact},\ \left(1\cdot(H_{impact})\cdot(h_{aplic\_impact}-x)\right)\cdot l,\ 0\cdot m\cdot kN\right) \qquad M_{impact}(0) = 0\ m\cdot kN$$

Momento en servicio en combinación cuasi-permanente

$$M_{k\_qp}(x) := \left(M_{e.activa.t}(x)+M_{horitz\_cm}(x)\right)+\Psi_{2\_sc}\cdot\left(M_{e.activa.sc}(x)+M_{horitz\_sc}(x)\right)$$

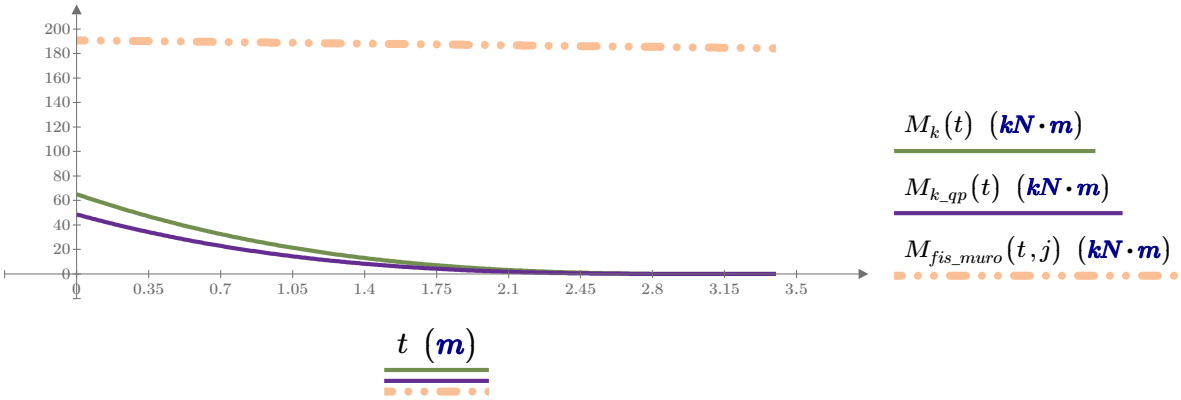
$$M_{k\_qp}(0) = 48.651\ m\cdot kN$$

Momento en servicio en combinación característica

$$M_k(x) := \left(M_{e.activa.t}(x)+M_{horitz\_cm}(x)\right)+1\cdot\left(M_{e.activa.sc}(x)+M_{e.activa.imp}(x)+M_{horitz\_sc}(x)+M_{impact}(x)\right)$$

$$M_k(0) = 65.142\ m\cdot kN$$

Gráfico de la evolución del momento flector en servicio del muro



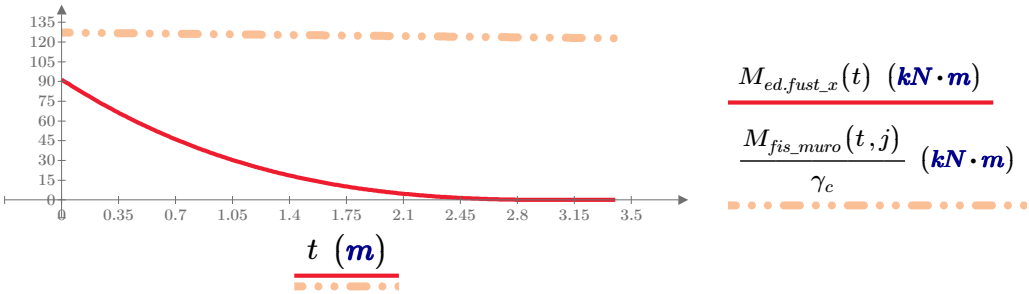
9.2. Dimensionamiento en E.L.U. del armado longitudinal del armado del muro

Momento flector de cálculo:

$$M_{ed.fust\_x}(x) := \gamma_g \cdot \left(M_{e.activa.t}(x) + M_{horitz\_cm}(x)\right) + \gamma_q \cdot \left(M_{e.activa.sc}(x) + M_{horitz\_sc}(x)\right) + 1.0 \cdot \left(M_{e.activa.imp}(x) + M_{impact}(x)\right)$$

$$M_{ed.fust} := M_{ed.fust\_x}(0) = 91.475\ \boldsymbol{m \cdot kN}$$

Gráfico de la evolución del momento flector de cálculo en el muro



Se procederá a realizar un dimensionado del armado en flexión simple conforme la EHE-08

Canto del muro : $e_{mur} = 0.7\ \boldsymbol{m}$

Ancho de cálculo del muro: $b := l = 1\ \boldsymbol{m}$

Armado longitudinal de tracción: $\phi_l := 16\ \boldsymbol{mm}$ cada $s_{trac} := 15\ \boldsymbol{cm}$ total

$$n_{trac} := \text{floor}\left(\frac{b - 2 \cdot \left(r_{lat} + \left(r_d + 1\right) \cdot \phi_l\right)}{s_{trac}}\right) = 5 \quad \text{barras}$$

Armado longitudinal de compresión: $\phi'_l := 16\ \boldsymbol{mm}$ cada $s_{comp} := 15\ \boldsymbol{cm}$ total

$$n_{comp} := \text{floor}\left(\frac{b - 2 \cdot \left(r_{lat} + \left(r_d + 1\right) \cdot \phi'_l\right)}{s_{comp}}\right) = 5 \quad \text{barras}$$

Recubrimiento nominal: $r_{nom} = 35\ \boldsymbol{mm}$

Recubrimiento mecánico armadura de tracción: $r := r_{nom} + \frac{\phi_l}{2} = 43\ \boldsymbol{mm}$

Recubrimiento mecánico armadura de compresión: $r' := r_{nom} + \frac{\phi'_l}{2} = 43\ \boldsymbol{mm}$

Canto útil para el armado de tracción: $d := e_{mur} - r = 65.7\ \boldsymbol{cm}$

Canto útil para el armado de compresión : $d' := r' = 4.3\ \boldsymbol{cm}$

Acero corrugado B500s con $f_{yd} := \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 434.783\ \boldsymbol{MPa}$ i $f_{yd.c} = 400\ \boldsymbol{MPa}$

Resistencia de cálculo a compresión de hormigón: $f_{cd} := \left(\frac{f_{ck\_muro}}{\gamma_c} \cdot e^{s \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28\ \boldsymbol{day}}{j}}\right)}\right) \boldsymbol{MPa} = 15.576\ \boldsymbol{MPa}$

Definición de la función de armado de acuerdo al Anejo 7 de la EHE-08

Se procede a definir la función de armado según el método del momento límite (ver 3.1.2 del Anejo 7 de la EHE-08)

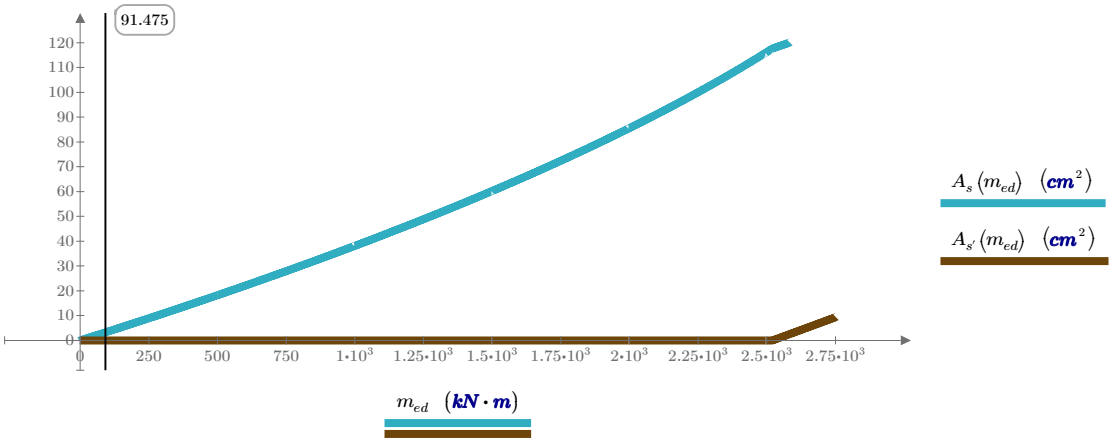
El momento límite se define como sigue: $M_{lim} := 0.375 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d^2 = 2521.26\ \boldsymbol{m \cdot kN}$

La función que define el armado para un dimensionado en flexión simple, acotando la fibra neutra a la profundidad límite $x_{lim} := 0.625 \cdot d = 41.0625\ \boldsymbol{cm}$, sigue la formulación:

$$A_s(M_{ed}) := \text{if } M_{ed} \le M_{lim}$$
$$\quad A_s \leftarrow \frac{f_{cd} \cdot b \cdot d}{f_{yd}} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{ed}}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2}}\right)$$
$$\text{else}$$
$$\quad (M_{ed} - M_{lim})$$

$$A_{s'}(M_{ed}) := \text{if } M_{ed} \le M_{lim}$$
$$\quad A_{s'} \leftarrow 0\ \boldsymbol{cm^2}$$
$$\text{else}$$
$$\quad (M_{ed} - M_{lim})$$

$$A_s \leftarrow \frac{0.5 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d + \frac{\left(\text{Área} - \text{Momento}\right)}{d - d'}}{f_{yd}} \qquad A_{s'} \leftarrow \frac{\frac{d - d'}{}}{f_{yd.c}}$$



$M_{ed.fust} = 91.475\ m \cdot kN$

$A_s\left(M_{ed.fust}\right) = 3.224\ cm^2$ $\qquad A_{s'}\left(M_{ed.fust}\right) = 0\ cm^2$

Si se usan barras $\phi_l = 16\ mm$ se necesitan: $n := \text{ceil}\left(\frac{4 \cdot A_s\left(M_{ed.fust}\right)}{\pi \cdot \phi_l^{\,2}}\right) = 2$ barras en $b = 1\ m$

Armadura dispuesta

$$A_{s.dispuesta.tracc} := \frac{n_{trac} \cdot \pi \cdot \phi_l^{\,2}}{4} = 10.053\ cm^2 \qquad A_{s.dispuesta.comp} := \frac{n_{comp} \cdot \pi \cdot \phi'^{\,2}_l}{4} = 10.053\ cm^2$$

Armadura mínima mecánica según EHE-08

[Art 42.3.2 EHE-08]

Bloque de compresiones en flexión simple: $\qquad$ Brazo mecánico en flexión simple:

$$yc := \frac{A_{s.dispuesta.tracc} \cdot f_{yd}}{b \cdot f_{cd}} = 28.062\ mm \qquad zc := d - \frac{yc}{2} = 0.643\ m$$

Factor de reducción en secciones rectangulares:

$$f_{ctm} := 0.3 \cdot \left(f_{ck\_muro}\right)^{\frac{2}{3}}\ MPa = 2.896\ MPa \qquad f_{ctm.fl} := \max\left(\left(1.6 - \frac{e_{mur}}{100\ cm}\right) \cdot f_{ctm}, f_{ctm}\right) = 2.896\ MPa$$

$$A_{s.min.cara\_tracc.mecanica\_0} := \frac{f_{ctm.fl} \cdot e_{mur}^{\,2} \cdot b}{6 \cdot f_{yd} \cdot zc} = 8.462\ cm^2$$

$$\alpha(M) := \max\left(1.5 - 1.95 \cdot 6 \cdot \frac{A_s(M) \cdot f_{yd} \cdot e_{mur}}{f_{cd} \cdot b \cdot e_{mur}^{\,2}}, 0\right) \qquad \alpha\left(M_{ed.fust}\right) = 1.35$$

$$A_{s.min.cara\_tracc.mecanica} := min\left(A_{s.min.cara\_tracc.mecanica\_0}, A_s\left(M_{ed.fust}\right) \cdot \alpha\left(M_{ed.fust}\right)\right) = 4.352\ cm^2$$

$$A_{s.min.cara\_compr.mecanica} := 0.05 \cdot \left(\frac{\gamma_g \cdot \left(W_{mur} + N_{s\_cm} \cdot b\right) + \gamma_q \cdot N_{s\_sc} \cdot b}{f_{yd.c}}\right) = 0.095\ cm^2$$

Armadura mínima geométrica según EHE-08

[Art 42.3.5 EHE-08]

Factor de cuantía geométrica mínima vertical en muros: $\rho := \frac{0.9}{1000}$

$$A_{s.min.cara\_tracc} := \rho \cdot b \cdot e_{mur} = 6.3\ cm^2 \qquad A_{s.min.cara\_compr} := 0.3\ \rho \cdot b \cdot e_{mur} = 1.89\ cm^2$$

Cálculo del número de barras requerido por armadura mínima:

$$n_{min.tracc} := \text{ceil}\left(\frac{4 \cdot \max\left(A_{s.min.cara\_tracc}, A_{s.min.cara\_tracc.mecanica}\right)}{\pi \cdot \phi_l^{\,2}}\right) = 4 \quad \text{barras en } b = 1\ m$$

$$n_{min.comp} := \text{ceil}\left(\frac{4 \cdot \max\left(A_{s.min.cara\_compr}, A_{s.min.cara\_compr.mecanica}\right)}{\pi \cdot \phi'^{\,2}_l}\right) = 1 \quad \text{barras en } b = 1\ m$$

Separación entre barras:

$$s_{min.X} := \frac{b}{n_{min.tracc}} = 25\ cm \qquad s_{min.Y} := \frac{b}{n_{min.comp}} = 100\ cm$$

9.3. Análisis del momento último a flexión simple

Bloque de compresiones en flexión simple:

$$yc := \frac{A_{s.dispuesta.tracc} \cdot f_{yd}}{b \cdot f_{cd}} = 28.062\ mm \qquad \text{if}\left(1.25 \cdot yc \le x_{lim}, \text{“OK”}, \text{“Recalcular”}\right) = \text{“OK”}$$

$$M_u := A_{s.dispuesta.tracc} \cdot f_{yd} \cdot \left(d - \frac{yc}{2}\right) = 281.036\ m \cdot kN \qquad M_{ed.fust} = 91.475\ m \cdot kN$$

9.4 Ratios de trabajo en E.L.U. del armado del alzado del muro $factor_{de.cumplimiento} = 105\%$

$Armado_{minimo} = \text{“ATENCIÓN! Se requiere armadura mínima”}$

$A_{s.min.cara\_tracc} = 6.3\ cm^2$ $A_{s.min.cara\_tracc.mecanica} = 4.352\ cm^2$ $A_s\left(M_{ed.fust}\right) = 3.224\ cm^2$ $A_{s.dispuesta.tracc} = 10.053\ cm^2$

$A_{s.min.cara\_compr} = 1.89\ cm^2$ $A_{s.dispuesta.comp} = 10.053\ cm^2$

$$Rat_{E.L.U\_trac} := \max\left(\frac{\max\left(A_{s.min.cara\_tracc}, A_{s.min.cara\_tracc.mecanica}\right)}{A_{s.dispuesta.tracc}}, \frac{M_{ed.fust}}{M_u}\right) = 62.7\%$$

$$Rat_{E.L.U\_comp} := \frac{\max\left(A_{s'}\left(M_{ed.fust}\right), A_{s.min.cara\_compr}\right)}{A_{s.dispuesta.comp}} = 18.8\%$$

9.5 Corte de la mitad del armado del muro a partir de una cota.

El momento flector $M_{ed.fust} = 91.475\ m \cdot kN$ es absorbido por $n_{trac} = 5$ barras $\phi_l = 16\ mm$ en el arranque de cimentación. A tales efectos, la mitad de las barras debe absorber un momento flector del orden a $M_{ed.fust} \cdot 0.5 = 45.738\ m \cdot kN$. Se procede a determinar a qué cota respecto la base del muro se podrían cortar la mitad de las barras de la cara traccionada del armado del muro:

$$h_{lim} := 1\ m$$

$$\left(\begin{matrix}\left(M_{e.activa.t}\left(h_{lim}\right) + M_{horitz\_cm}\left(h_{lim}\right)\right) \cdot \gamma_g \\ + \left(M_{e.activa.sc}\left(h_{lim}\right) + M_{horitz\_sc}\left(h_{lim}\right)\right) \cdot \gamma_q + \left(M_{e.activa.imp}\left(h_{lim}\right) + M_{impact}\left(h_{lim}\right)\right)\end{matrix}\right) = M_{ed.fust} \cdot 0.5$$

$$h_{lim} := \textbf{max}\left(0\ m, \textbf{find}\left(h_{lim}\right)\right) = 0.706\ m$$

A partir de la cota $h_{lim} = 0.706\ m$ la mitad de las barras no serían necesarias:

Altura de corte adaptada según criterios de obra: $h_{lim} := \text{Ceil}\left(h_{lim}, 10\ cm\right) = 0.8\ m$

$M_{ed\_corte} := M_{ed.fust\_x}\left(h_{lim}\right) = 41.143\ m \cdot kN$

$s_{corte} :=$ if $C = 0$ | s_{trac} | else | if $s_{trac} \cdot 2 \le 30\ cm$ | $s_{trac} \cdot 2$ | else | $30\ cm$ $= 15\ cm$

$A_s\left(M_{ed\_corte}\right) = 1.445\ cm^2$ Una separación de armado de barras $\phi_l = 16\ mm$ cada $s_{corte} = 15\ cm$ representaría una área de armado $A_{50} := \frac{b}{s_{corte}} \cdot \frac{\pi \cdot \phi_l^{\,2}}{4} = 13.404\ cm^2$

El armado mínimo geométrico es $A_{s.min.cara\_tracc} = 6.3\ cm^2$

El armado mínimo mecánico es: $\alpha\left(M_{ed\_corte}\right) = 1.433$

$A_{s.min.cara\_tracc\_corte.mecanica} := min\left(A_{s.min.cara\_tracc.mecanica\_0}, A_s\left(M_{ed\_corte}\right) \cdot \alpha\left(M_{ed\_corte}\right)\right) = 2.07\ cm^2$

$Armado_{corte\_armado\_0.5}$ = "NO se contempla corte de armaduras en alzado"

$M_{fis\_muro}\left(h_{lim}, j\right) = 189.219\ m \cdot kN$ $M_{k\_qp}\left(h_{lim}\right) = 20.2\ m \cdot kN$

$Fisuracion_{muro.h\_lim}$ = "NO se contempla corte de armaduras en alzado"

La longitud en la cual dejarán de ser necesarias la mitad de las barras del alzado de la cara traccionada del muro es $h_{corte} :=$ if $C = 1$ | Ceil $\left(h_{lim} + d, 5\ cm\right)$ | else | $0\ cm$ $= 0\ m$

9.6. Análisis de fisuración del muro en combinación cuasi permanente de E.L.S

Abertura característica de fisura máxima $w_{max} = 0.3\ mm$

Resistencia a compresión del hormigón del muro: $f_{ck} := f_{ck\_muro} \cdot e^{s \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28\ day}{j_{fis}}}\right)} = 23.364$ MPa

Módulo de elasticidad del hormigón. $E_{cm} := E_{cm\_muro} \cdot \left(e^{s \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28\ day}{j_{fis}}}\right)}\right)^{0.3} = 26.512\ GPa$

Resistencia a flexo-tracción:

$f_{ctm} := 0.3 \cdot f_{ck}^{\frac{2}{3}}\ MPa = 2.452\ MPa$ $f_{ctm.fl} := \max\left(\left(1.6 - \frac{e_{mur}}{100\ cm}\right) \cdot f_{ctm}, f_{ctm}\right) = 2.452\ MPa$

Momento de fisuración del muro: $M_{fis} := M_{fis\_muro}\left(0, j_{fis}\right) = 190.757\ m \cdot kN$

$Fisuración\_muro :=$ if $M_{fis} \le M_k(0)$ | "ATENCIÓN!, EL MURO FISURARÁ en comb caracteristica. Hay de contemplar la inercia equivalent | else | "El muro NO fisura en servicio. Puede usasrse la inercia bruta"

Fisuración_muro = "El muro NO fisura en servicio. Puede usasrse la inercia bruta"

$$I_{bruta} := \frac{b \cdot e_{mur}^{3}}{12} = 2858333.33\ cm^4$$

El muro presentará momentos flectores superiores a los de fisuración hasta la cota $h_{fis} = 0\ m$ respecto la base del muro, punto a partir del cual el muro estará fisurado hasta la base

Solve Constraints Given Values

$h_{fis} := 0\ m$

$M_k(h_{fis}) = M_{fis}$

$h_{fis} := max(0, \text{find}(h_{fis})) = 0\ m$

Cálculo de fibra neutra y tensiones en hormigón y acero a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones

[Anejo 8. Art 2.2 EHE-08]

Armadura de tracción: $A_{s\_} := n_{trac} \cdot \pi \cdot \frac{\phi_l^{2}}{4} = 10.053\ cm^2$ $\rho := \frac{A_{s\_}}{b \cdot d} = 0.0015$

Armadura de compresión: $A_{s'\_} := n_{comp} \cdot \pi \cdot \frac{\phi'^{2}_l}{4} = 10.053\ cm^2$ $\rho' := \frac{A_{s'\_}}{b \cdot d} = 0.0015$

$$n := \frac{200\ GPa}{E_{cm}} = 7.544$$

Axil de carga permanente en el muro:

$$N_{cperm} := \left(\gamma_{hormigon} \cdot (h_M) \cdot e_{mur} + \left(N_{s\_cm} + N_{s\_sc} \cdot \Psi_{2\_sc\_N}\right)\right) \cdot b = 56.016\ kN$$

Momento de servicio en combinación cuasi permanente $M_{serv} := M_{k\_qp}(0) = 48.651\ m \cdot kN$

$f := 0.5 \cdot d$ $\sigma_{s'} := 80\ MPa$ $\sigma_s := 100\ MPa$ $\sigma_c := 10\ MPa$

$$N_{cperm} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot l}{2} + A_{s'\_} \cdot \sigma_{s'} - A_{s\_} \cdot \sigma_s$$

$$M_{serv} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot l}{2} \cdot \left(d - \frac{f}{3}\right) + A_{s'\_} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$$

$$\sigma_s = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(d - f)}{f} \qquad \sigma_s \le 500\ MPa$$

$$\sigma_{s'} = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(f - d')}{f} \qquad \sigma_{s'} \le 500\ MPa \qquad \sigma_c \le f_{ck\_muro} \cdot MPa$$

$$\begin{bmatrix} f \\ \sigma_c \\ \sigma_s \\ \sigma_{s'} \end{bmatrix} := \text{find}(f, \sigma_c, \sigma_s, \sigma_{s'}) = \begin{bmatrix} 0.154\ m \\ (9.751 \cdot 10^5)\ Pa \\ (2.41 \cdot 10^7)\ Pa \\ (5.297 \cdot 10^6)\ Pa \end{bmatrix}$$

Profundidad de la fibra neutra: $f = 15.366\ cm$ $\frac{f}{d} = 0.234$

Compresión en el hormigón: $\sigma_c = 0.975\ MPa$

Compresión en armadura de compresión: $\sigma_{s'} = 5.297\ MPa$

Tracción en la armadura de tracción: $\sigma_s = 24.096\ MPa$

Cálculo de la tracción en armadura traccionada en el momento que fisura la sección, a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones

$f_r := 0.5 \cdot d$ $\quad \sigma_{s'r} := 80\ \textbf{MPa}$ $\quad \sigma_{sr} := 100\ \textbf{MPa}$ $\quad \sigma_{cr} := 10\ \textbf{MPa}$

$$N_{cperm} = \frac{\sigma_{cr} \cdot f_r \cdot l}{2} + A_{s'\_} \cdot \sigma_{s'r} - A_{s\_} \cdot \sigma_{sr}$$

$$min\left(M_{fis}, M_{serv}\right) = \frac{\sigma_{cr} \cdot f_r \cdot l}{2} \cdot \left(d - \frac{f_r}{3}\right) + A_{s'\_} \cdot \sigma_{s'r} \cdot \left(d - d'\right)$$

$$\sigma_{sr} = n \cdot \sigma_{cr} \cdot \frac{\left(d - f_r\right)}{f_r} \qquad \sigma_{sr} \le 500\ MPa$$

$$\sigma_{s'r} = n \cdot \sigma_{cr} \cdot \frac{\left(f_r - d'\right)}{f_r} \qquad \sigma_{s'r} \le 500\ MPa \qquad \sigma_{cr} \le f_{ck\_muro} \cdot MPa$$

$$\begin{bmatrix} f_r \\ \sigma_{cr} \\ \sigma_{sr} \\ \sigma_{s'r} \end{bmatrix} := \text{find}\left(f_r, \sigma_{cr}, \sigma_{sr}, \sigma_{s'r}\right) = \begin{bmatrix} 0.154\ \textbf{m} \\ \left(9.751 \cdot 10^5\right)\ \textbf{Pa} \\ \left(2.41 \cdot 10^7\right)\ \textbf{Pa} \\ \left(5.297 \cdot 10^6\right)\ \textbf{Pa} \end{bmatrix}$$

Tensión de la armadura en sección fisurada en instante que fisura el hormigón para M_{fis}:
$\sigma_{sr} = 24.096\ \textbf{MPa}$

Cálculo apertura máxima de fisura

[Art 49.2.4 EHE-08]

Canto	$h := e_{mur} = 0.7\ \textbf{m}$
Ancho	$b = 1\ \textbf{m}$
Abertura característica de fisura máxima	$w_{max} = 0.3\ \textbf{mm}$
Diámetro de les barras del armado de tracción	$\phi_l = 16\ \textbf{mm}$
Número de barras del armado de tracción en $b = 1\ \textbf{m}$	$n_0 := n_{trac} = 5$
Separación entre barras longitudinales	$s_0 := s_{trac} = 150\ \textbf{mm}$
Recubrimiento armadura traccionada hasta tocar barra	$c := r_{nom} = 35\ \textbf{mm}$
Coeficiente K1 (poner 0.125 para flexión simple o 0.25 para tracción simple)	$k_1 := 0.125$
Coeficiente k2 (poner 1 si carga instantánea o poner 0.5 si carga duradera)	$k_2 = 0.5$
Coeficiente β (poner 1.7 si es fisuración por cargas o 1.3 si es por deformaciones)	$\beta := 1.7$

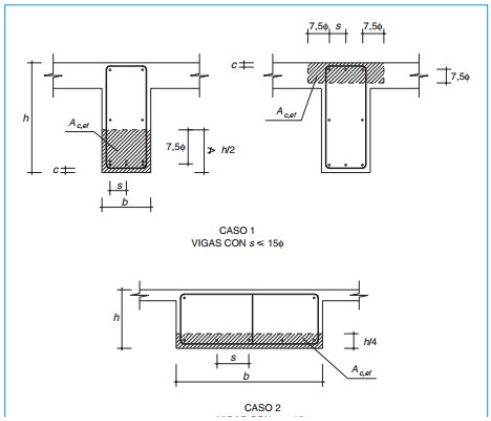
Cálculo de área del hormigón en zona del recubrimiento

Si es viga alma estrecha en negativos poner 0
Si es viga alma estrecha en positivos poner 1
Si es viga alma ancha, losa o muro, poner 2

$A_{c.ef} := 2$

$$A_{c.eff} := \text{if } A_{c.ef} = 0 \quad A_{c.eff} \leftarrow 7.5 \cdot \phi_l \cdot \left(b + 2 \cdot 7.5 \cdot \phi_l\right)$$
$$\text{else if } A_{c.ef} = 1 \quad A_{c.eff} \leftarrow \text{if } 7.5 \cdot \phi_l \le \frac{h}{2} \quad A_{c.eff} \leftarrow 7.5 \cdot \phi_l \cdot b \quad \text{else}$$

$$A_{s.ef} := \text{if } s_0 \le 15 \cdot \phi_l \quad n_0 \cdot \frac{\pi \cdot \phi_l^{\,2}}{4} \quad \text{else} \quad \frac{\pi \cdot \phi_l^{\,2}}{4}$$

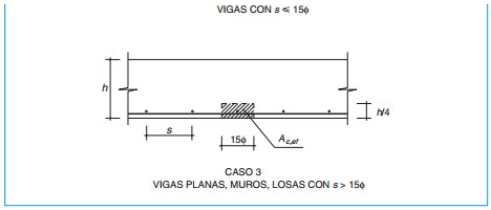


$$A_{c.eff} \leftarrow \frac{h}{2} \cdot b$$

else if $A_{c.ef} = 2$

$$A_{c.eff} \leftarrow \text{if } s_0 \le 15 \cdot \phi_l \quad A_{c.eff} \leftarrow \frac{h}{4} \cdot b \quad \text{else} \quad A_{c.eff} \leftarrow \frac{h}{4} \cdot 15 \cdot \phi_l$$

$$ss := \text{if } s_0 > 15 \cdot \phi_l \quad ss \leftarrow 15 \cdot \phi_l \quad \text{else} \quad ss \leftarrow s_0$$



Área del hormigón en la zona del recubrimiento calculada: $A_{c.eff} = 1750\ cm^2$

Distancia longitudinal entre barras calculada: $ss = 150\ mm$

Área de las armaduras situadas dentro del área eficaz $A_{s.ef} = 10.053\ cm^2$

Cálculo de la separación media de fisuras

$$s_m := 2 \cdot c + 0.2 \cdot ss + 0.4 \cdot k_1 \cdot \frac{\phi_l \cdot A_{c.eff}}{A_{s.ef}} = 239.261\ mm$$

Cálculo del alargamiento medio de las armaduras

$$\varepsilon_{sm.o} := \text{if } M_{serv} \ne 0 \quad \max\left(0, \frac{\sigma_s}{200\ GPa} \cdot \left(1 - k_2 \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s}\right)^2\right)\right) \quad \text{else} \quad 0 = 0.00006$$

$$\varepsilon_{sm} := \text{if } \left(\varepsilon_{sm.o} \ge 0.4 \cdot \frac{\sigma_s}{200\ GPa}\right) \wedge \left(\varepsilon_{sm.o} > 0\right) \quad \varepsilon_{sm} \leftarrow \varepsilon_{sm.o} \quad \text{else if } \left(\varepsilon_{sm.o} < 0.4 \cdot \frac{\sigma_s}{200\ GPa}\right) \wedge \left(\varepsilon_{sm.o} > 0\right) \quad \varepsilon_{sm} \leftarrow 0.4 \cdot \frac{\sigma_s}{200\ GPa} \quad \text{else if } \varepsilon_{sm.o} \le 0 \quad 0 = 6.024 \cdot 10^{-5}$$

Cálculo de la apertura característica de fisura

$\omega_k := \beta \cdot s_m \cdot \varepsilon_{sm} = 0.025\ mm$ $\qquad w_{max} = 0.3\ mm$

Ratio de cumplimiento: $Ratio_{fisuracion\_muro} = \text{“No fisura”} < factor_{de.cumplimiento} = 105\%$ **OK**

$Cumplimento_{fisuración\_muro} = \text{“Cumple fisuración por tracción en el Muro”}$

9.7. Análisis de deformaciones instantáneas en alzado del muro

Cálculo de la inercia fisurada

Profundidad de la fibra neutra: $x := f = 15.366\ cm$ $\frac{f}{d} = 0.234$

$$I_{fis} := n \cdot A_{s\_} \cdot (d - x) \cdot \left(d - \frac{x}{3}\right) + n \cdot A_{s'\_} \cdot (x - d') \cdot \left(\frac{x}{3} - d'\right) = 231932.79\ cm^4$$

Fisuración_muro = "El muro NO fisura en servicio. Puede usasrse la inercia bruta"

Cálculo de la inercia equivalente del muro:

Inercia equivalente combinación característica:

$$I_{equivalente\_k}(x) := \text{if}\left(x \le h_{mur}, \left(\frac{M_{fis\_muro}(x, j_{fis})}{M_k(x)}\right)^3 \cdot I_{bruta} + \left(1 - \left(\frac{M_{fis\_muro}(x, j_{fis})}{M_k(x)}\right)^3\right) \cdot I_{fis}, I_{bruta}\right)$$

$$I_{equivalente\_k}(x) := \begin{cases} \text{if } (I_{equivalente\_k}(x) \le I_{bruta}) \wedge (M_k(x) > M_{fis\_muro}(x, j_{fis})) \\ \quad \| I_{equivalente\_k}(x) \\ \text{else} \\ \quad \| I_{bruta} \end{cases}$$

$I_{equivalente\_k}(h_{mur} - 10^{-3}\ m) = 2858333.33\ cm^4$ $I_{equivalente\_k}(0) = 2858333.33\ cm^4$

$I_{bruta} = 2858333.33\ cm^4$ $I_{fis} = 231932.79\ cm^4$

Inercia equivalente combinación cuasi permanente

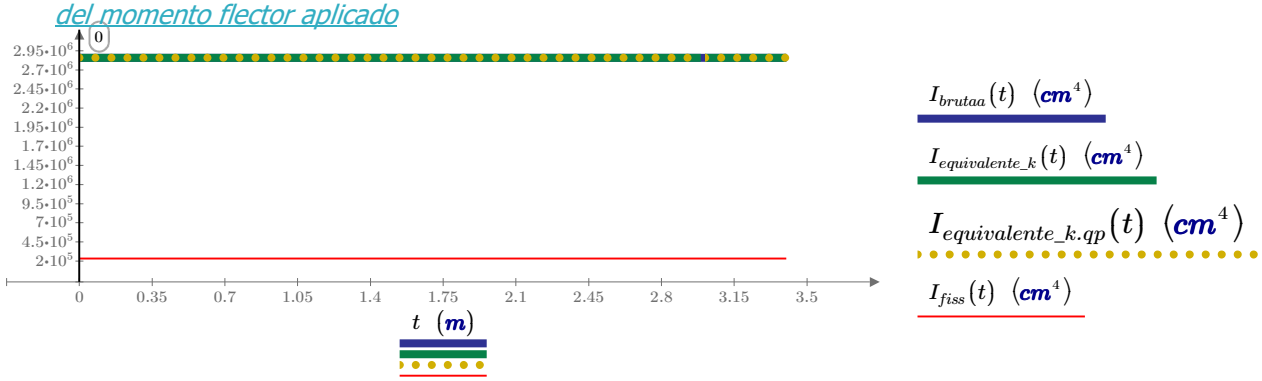
$$I_{equivalente\_k.qp}(x) := \text{if}\left(x \le h_{mur}, \left(\frac{M_{fis\_muro}(x, j_{diff})}{M_{k\_qp}(x)}\right)^3 \cdot I_{bruta} + \left(1 - \left(\frac{M_{fis\_muro}(x, j_{diff})}{M_{k\_qp}(x)}\right)^3\right) \cdot I_{fis}, I_{bruta}\right)$$

$$I_{equivalente\_k.qp}(x) := \begin{cases} \text{if } (I_{equivalente\_k.qp}(x) \le I_{bruta}) \wedge (M_{k\_qp}(x) > M_{fis\_muro}(x, j_{diff})) \\ \quad \| I_{equivalente\_k.qp}(x) \\ \text{else} \\ \quad \| I_{bruta} \end{cases}$$

$I_{equivalente\_k.qp}(h_{mur} - 10^{-3}\ m) = 2858333.33\ cm^4$ $I_{equivalente\_k.qp}(0) = 2858333.33\ cm^4$

$I_{bruta} = 2858333.33\ cm^4$ $I_{fis} = 231932.79\ cm^4$

Gráfico de evolución de inercia equivalente en combinación característica E.L.S. en función del momento flector aplicado



El muro presentará momentos flectores superiores a los de fisuración hasta la cota $h_{fis}=0\ m$ respecto la base del muro, punto a partir del cual el muro estará fisurado hasta la base

Flecha instantánea aplicado Teoremas de Mohr

$$f_{inst.INTEGRADA}(x):=\left(x\cdot\int_0^x\frac{M_k(x)}{I_{equivalente\_k}(x)}\,dx-\int_0^x\frac{M_k(x)\cdot(x)}{I_{equivalente\_k}(x)}\,dx\right)\cdot\frac{1}{E_{cm\_muro}\cdot e^{s\cdot\left(1-\sqrt{\frac{28\,day}{j}}\right)}}$$

$$f_{inst.INTEGRADA}(h_M)=0.235\ mm$$

$$f_{inst.I.EQ.MAX}(x):=\left(x\cdot\int_0^x\frac{M_k(x)}{I_{equivalente\_k}(0)}\,dx-\int_0^x\frac{M_k(x)\cdot(x)}{I_{equivalente\_k}(0)}\,dx\right)\cdot\frac{1}{E_{cm\_muro}\cdot e^{s\cdot\left(1-\sqrt{\frac{28\,day}{j}}\right)}}$$

$$f_{inst.I.EQ.MAX}(h_M)=0.235\ mm$$

$$f_{inst.BRUTA}(x):=\left(x\cdot\int_0^x\frac{M_k(x)}{I_{bruta}}\,dx-\int_0^x\frac{M_k(x)\cdot(x)}{I_{bruta}}\,dx\right)\cdot\frac{1}{E_{cm\_muro}\cdot e^{s\cdot\left(1-\sqrt{\frac{28\,day}{j}}\right)}}$$

$$f_{inst.BRUTA}(h_M)=0.235\ mm$$

Flecha instantánea de cargas de larga duración aplicado Teoremas de Mohr

$$f_{inst.INTEGRADA\_larga}(x):=\left(x\cdot\int_0^x\frac{M_{k\_qp}(x)}{I_{equivalente\_k.qp}(x)}\,dx-\int_0^x\frac{M_{k\_qp}(x)\cdot(x)}{I_{equivalente\_k.qp}(x)}\,dx\right)\cdot\frac{1}{E_{cm\_muro}\cdot e^{s\cdot\left(1-\sqrt{\frac{28\,day}{j_{diff}}}\right)}}$$

$$f_{inst.INTEGRADA\_larga}(h_M)=0.104\ mm$$

$$f_{inst.I.EQ.MAX\_larga}(x):=\left(x\cdot\int_0^x\frac{M_{k\_qp}(x)}{I_{equivalente\_k.qp}(0)}\,dx-\int_0^x\frac{M_{k\_qp}(x)\cdot(x)}{I_{equivalente\_k.qp}(0)}\,dx\right)\cdot\frac{1}{E_{cm\_muro}\cdot e^{s\cdot\left(1-\sqrt{\frac{28\,day}{j_{diff}}}\right)}}$$

$$f_{inst.I.EQ.MAX\_larga}(h_M)=0.104\ mm$$

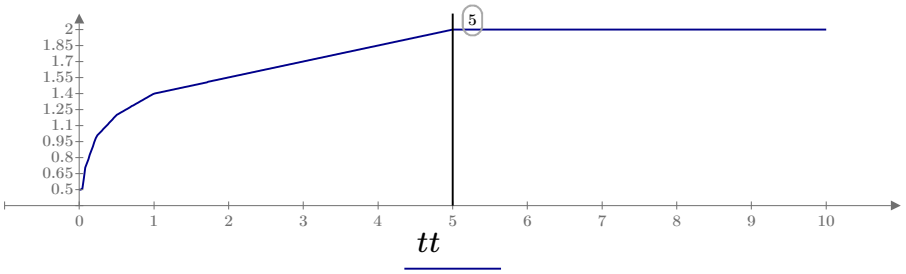
$$f_{inst.BRUTA\_larga}(x):=\left(x\cdot\int_0^x\frac{M_{k\_qp}(x)}{I_{bruta}}\,dx-\int_0^x\frac{M_{k\_qp}(x)\cdot(x)}{I_{bruta}}\,dx\right)\cdot\frac{1}{E_{cm\_muro}\cdot e^{s\cdot\left(1-\sqrt{\frac{28\,day}{j_{diff}}}\right)}}$$

$$f_{inst.BRUTA\_larga}(h_M)=0.104\ mm$$

9.8. Análisis de deformaciones totales en alzado del muro [Art 50.2.2.3 EHE-08]

El desplome a plazo infinito lo compondrá el desplome instantáneo en combinación característica, más la flecha diferida de las acciones de larga duración en combinación cuasi permanente.

Gráfica del coeficiente ξ para cálculo de flechas diferidas $\xi\left(j_{diff}\right)=2$



$\xi\left(tt\cdot yr\right)$

Cuantía geométrica de la armadura de compresión $\rho' := \dfrac{n_{comp}\cdot\pi\cdot\phi'_l{}^2}{4\cdot b\cdot d}=0.002$

Cálculo de flechas diferidas.

$f_{diferida.INTEGRADA}(x) := f_{inst.INTEGRADA\_larga}(x)\cdot\dfrac{\xi\left(j_{diff}\right)}{1+50\cdot\rho'}$ $\quad f_{diferida.INTEGRADA}\left(h_M\right)=0.194\ mm$

$f_{diferida.BRUTA}(x) := f_{inst.BRUTA\_larga}(x)\cdot\dfrac{\xi\left(j_{diff}\right)}{1+50\cdot\rho'}$ $\quad f_{diferida.BRUTA}\left(h_M\right)=0.194\ mm$

$f_{diferida.I.EQ.MAX}(x) := f_{inst.I.EQ.MAX\_larga}(x)\cdot\dfrac{\xi\left(j_{diff}\right)}{1+50\cdot\rho'}$ $\quad f_{diferida.I.EQ.MAX}\left(h_M\right)=0.194\ mm$

Cálculo de flechas totales a largo plazo $j_{diff}=5\ yr$ *.*

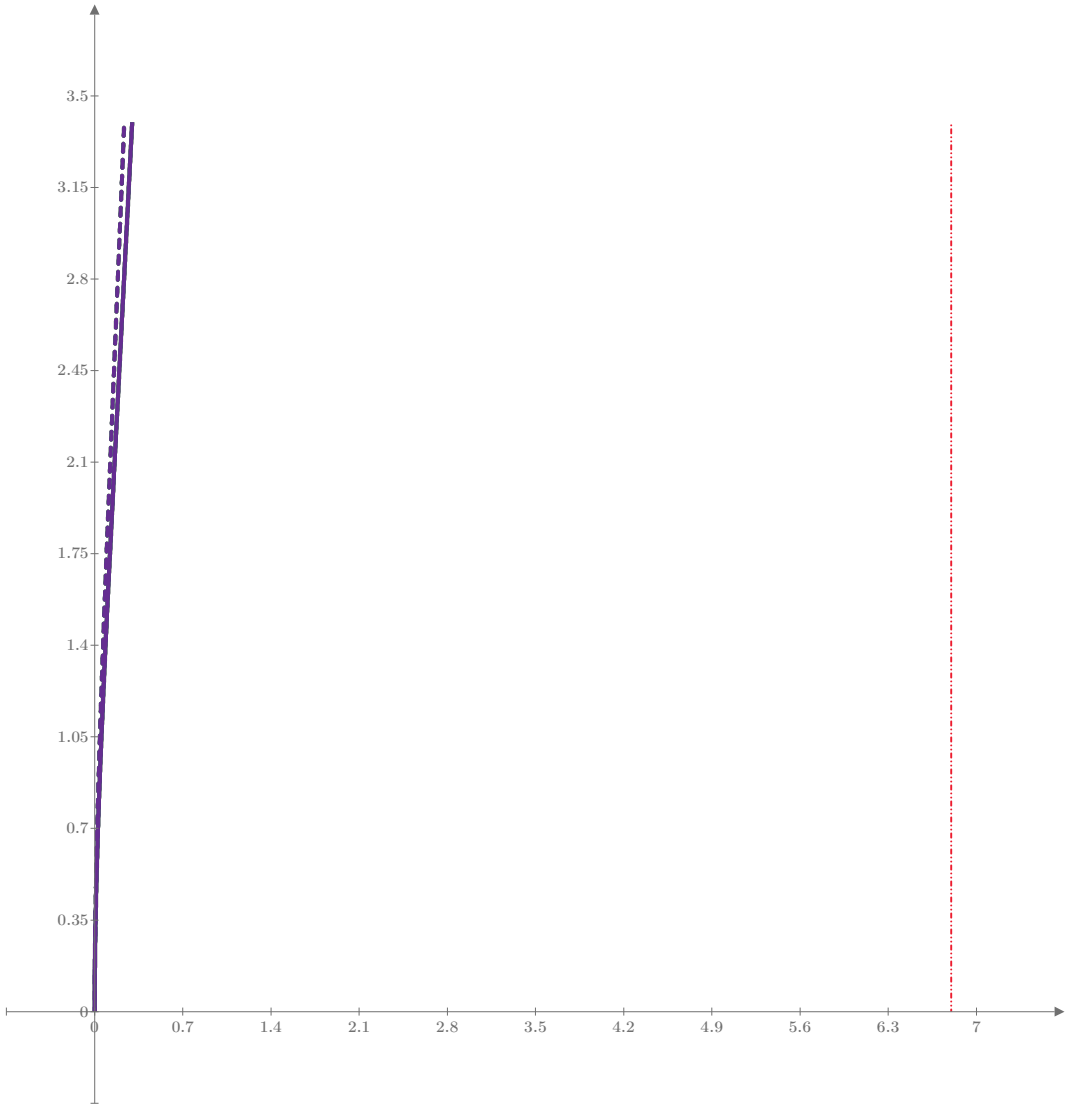
$f_{TOTAL.INTEGRADA}(x) := f_{inst.INTEGRADA\_larga}(x)+f_{diferida.INTEGRADA}(x)$ $\quad f_{TOTAL.INTEGRADA}\left(h_M\right)=0.298\ mm$

$f_{TOTAL.BRUTA}(x) := f_{inst.BRUTA\_larga}(x)+f_{diferida.BRUTA}(x)$ $\quad f_{TOTAL.BRUTA}\left(h_M\right)=0.298\ mm$

$f_{TOTAL.I.EQ.MAX}(x) := f_{inst.I.EQ.MAX\_larga}(x)+f_{diferida.I.EQ.MAX}(x)$ $\quad f_{TOTAL.I.EQ.MAX}\left(h_M\right)=0.298\ mm$

Flecha máxima admisible: $f_{adm}=6.8\ mm$

Gráfico de flechas en el muro.



$t \ \ (m)$

$f_{TOTAL.BRUTA}(t) \ \ (mm)$ $f_{inst.BRUTA}(t) \ \ (mm)$ $f_{TOTAL.INTEGRADA}(t) \ \ (mm)$

$f_{inst.INTEGRADA}(t) \ \ (mm)$ $f_{TOTAL.I.EQ.MAX}(t) \ \ (mm)$ $f_{inst.I.EQ.MAX}(t) \ \ (mm)$

$f_{adm}(t) \ \ (mm)$

$$f_{TOTAL.INTEGRADA}(h_M) = 0.298 \ mm$$

$$\frac{h_M}{f_{TOTAL.INTEGRADA}(h_M)} = 1.141 \cdot 10^4$$

$$\frac{h_M}{f_{adm}(h_M)} = 500$$

9.9. Conclusión sobre el análisis de E.L.S. deformaciones del muro

Se ha realizado un análisis detallado de la flecha del muro en cabeza, considerando diversos planteamientos de cálculo.

El muro tiene una altura $h_M = 3.4\ m$ y una altura de tierras $h_{mur} = 3\ m$
La flecha admisible en cabeza de muro es $f_{adm}(h_M) = 6.8\ mm$

La flecha total, considerando efectos diferidos a tiempo $j_{diff} = 5\ yr$ y de fisuración es $f_{TOTAL.INTEGRADA}(h_M) = 0.298\ mm$ obtenida por integración de curvaturas en función del momento flector aplicado. Esta flecha es inferior a la flecha obtenida considerando el momento máximo (a la base del muro) $f_{TOTAL.I.EQ.MAX}(h_M) = 0.298\ mm$ lo cual es lógico ya que el momento flector va disminuyendo en altura y por tanto llega a un punto en que el momento flector es inferior al de fisuración, lo cual se produce a la cota $h_{fis} = 0\ m$ des del arranque del muro en cimentación. A tales efectos se valida la flecha obtenida por integración de curvaturas, obteniendo una flecha total a largo plazo estimada a $f_{TOTAL.INTEGRADA}(h_M) = 0.298\ mm$ la cual es inferior a la flecha admisible $f_{adm}(h_M) = 6.8\ mm$

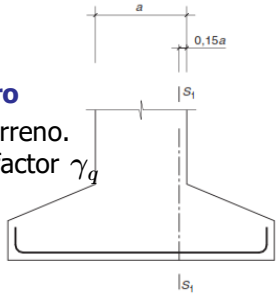
$Verificación\_ELS\_deformaciones = \text{“OK. Verifica E.L.S. deformaciones”}$

$$Ratio_{ELS.deformación} := \frac{f_{TOTAL.INTEGRADA}(h_M)}{f_{adm}(h_M)} = 4.38\%$$

$$factor_{de.cumplimiento} = 105\%$$

10. CÁLCULO DEL ARMADO EN LA PUNTERA DEL MURO

El armado de la puntera del muro debe resistir principalmente las acciones inducidas por las presiones del terreno. La sección de cálculo pera el diseño a flexión simple se realiza en la sección de referencia situada a 0.15 del ancho del muro respecto la cara del muro, según se indica en el artículo 58.4.2 de la EHE-08



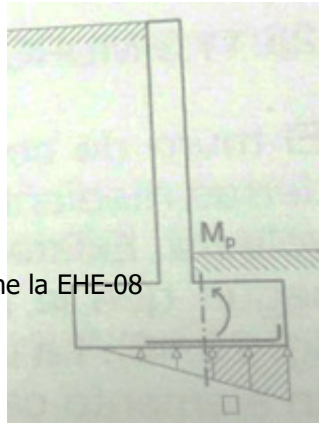
10.1. Dimensionamiento en E.L.U. del armado de la puntera del muro

Momento flector en la sección de referencia inducido por las presiones del terreno.
Se considerará una tensión de dimensionamiento en E.L.U. considerando el factor γ_q

$$\sigma_{ed.puntera}(x) := \sigma_K\left(N_{s\_cm}\cdot\gamma_g + N_{s\_sc}\cdot\gamma_q, x\right)$$

$$x_{flex} := \begin{array}{l}\text{if } p_{llosa} + e_{mur}\cdot 0.5 \le 0.5\cdot b_{ll} \\ \quad \left\| 0.5\cdot b_{ll} - \left(p_{llosa} + 0.15\cdot e_{mur}\right)\right. \\ \text{else} \\ \quad \left\| -\left(0.5\cdot b_{ll}\right) + \left(t_{llosa} + 0.85\cdot e_{mur}\right)\right.\end{array} = 1.145\ \boldsymbol{m}$$

$$M_{puntera.E.D} := \left|\int_{x_{flex}}^{0.5\cdot b_{ll}} \sigma_{ed.puntera}(-\xi)\cdot\left(\xi - x_{flex}\right)\cdot b\ \mathrm{d}\xi\right| = 24.004\ \boldsymbol{m\cdot kN}$$



Se procederá a realizar un dimensionado del armado en flexión simple conforme la EHE-08

Canto de la zapata en puntera: $e_{llosa} = 0.8\ \boldsymbol{m}$
Longitud de cálculo de la zapata: $b = 1\ \boldsymbol{m}$
Armado longitudinal de tracción: $\phi_{lp} := 20\ \boldsymbol{mm}$ cada $s_{tracp} := 20\ \boldsymbol{cm}$ total

$$n_{tracp} := \mathrm{floor}\left(\frac{b - 2\cdot\left(r_{lat} + \left(r_d + 1\right)\cdot\phi_{lp}\right)}{s_{tracp}}\right) = 3 \quad \text{barras}$$

Armado longitudinal de compresión: $\phi'_{lp} := 20\ \boldsymbol{mm}$ cada $s_{compp} := 20\ \boldsymbol{cm}$ total

$$n_{compp} := \mathrm{floor}\left(\frac{b - 2\cdot\left(r_{lat} + \left(r_d + 1\right)\cdot\phi'_{lp}\right)}{s_{compp}}\right) = 3 \quad \text{barras}$$

Recubrimiento nominal armado inferior: $r_{zap} = 35\ \boldsymbol{mm}$
Recubrimiento nominal armado superior: $r_{nom} = 35\ \boldsymbol{mm}$

Recubrimiento mecánico armadura de tracción: $r := r_{zap} + \frac{\phi_{lp}}{2} = 45\ \boldsymbol{mm}$

Recubrimiento mecánico armadura de compresión: $r' := r_{nom} + \frac{\phi'_{lp}}{2} = 45\ \boldsymbol{mm}$

Canto útil para el armado de tracción: $d := e_{llosa} - r = 75.5\ \boldsymbol{cm}$
Canto útil para el armado de compresión : $d' := r' = 4.5\ \boldsymbol{cm}$
Acero corrugado B500s con $f_{yd} = 434.783\ \boldsymbol{MPa}$ i $f_{yd.c} = 400\ \boldsymbol{MPa}$

Resistencia de cálculo a compresión de hormigón: $f_{cd} := \left(\frac{f_{ck\_zapata}}{\gamma_c}\cdot e^{s\cdot\left(1-\sqrt{\frac{28\ \boldsymbol{day}}{j}}\right)}\right)\boldsymbol{MPa} = 15.576\ \boldsymbol{MPa}$

Definición de la función de armado de acuerdo al Anejo 7 de la EHE-08

Se procede a definir la función de armado según el método del momento límite (ver 3.1.2 del Anejo 7 de la EHE-08)

El momento límite se define como sigue: $M_{lim} := 0.375\cdot f_{cd}\cdot b\cdot d^2 = 3329.52\ \boldsymbol{m\cdot kN}$

La función que define el armado para un dimensionado en flexión simple, acotando la fibra neutra a la profundidad límite $x_{lim} := 0.625 \cdot d = 47.1875\ cm$, sigue la formulación:

$$A_s(M_{ed}) := \text{if } M_{ed} \le M_{lim} \left\| A_s \leftarrow \frac{f_{cd} \cdot b \cdot d}{f_{yd}} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{ed}}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2}}\right) \right. \text{else} \left\| A_s \leftarrow \frac{0.5 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d + \frac{(M_{ed} - M_{lim})}{d - d'}}{f_{yd}} \right.$$

$$A_{s'}(M_{ed}) := \text{if } M_{ed} \le M_{lim} \left\| A_{s'} \leftarrow 0\ cm^2 \right. \text{else} \left\| A_{s'} \leftarrow \frac{\frac{(M_{ed} - M_{lim})}{d - d'}}{f_{yd.c}} \right.$$

$A_s(M_{puntera.E.D}) = 0.732\ cm^2 \quad A_{s'}(M_{puntera.E.D}) = 0\ cm^2$

Si se usan barras $\phi_{lp} = 20\ mm$ se necesitan: $n := \text{ceil}\left(\frac{4 \cdot A_s(M_{puntera.E.D})}{\pi \cdot \phi_{lp}^2}\right) = 1$ barras en $b = 1\ m$

Armadura dispuesta

$$A_{s.dispuesta.tracc} := \frac{n_{tracp} \cdot \pi \cdot \phi_{lp}^2}{4} = 9.425\ cm^2 \qquad A_{s.dispuesta.comp} := \frac{n_{compp} \cdot \pi \cdot \phi'^2_{lp}}{4} = 9.425\ cm^2$$

Armadura mínima mecánica según EHE-08

[Art 42.3.2 EHE-08]

Bloque de compresiones en flexión simple:

$$yc := \frac{A_{s.dispuesta.tracc} \cdot f_{yd}}{b \cdot f_{cd}} = 26.308\ mm$$

Brazo mecánico en flexión simple:

$$zc := d - \frac{yc}{2} = 0.742\ m$$

Factor de reducción en secciones rectangulares:

$$f_{ctm} := 0.3 \cdot f_{ck\_zapata}^{\frac{2}{3}}\ MPa = 2.896\ MPa \qquad f_{ctm.fl} := \max\left(\left(1.6 - \frac{e_{llosa}}{100\ cm}\right) \cdot f_{ctm}, f_{ctm}\right) = 2.896\ MPa$$

$$A_{s.min.cara\_tracc.mecanica\_0} := \frac{f_{ctm.fl} \cdot e_{llosa}^2 \cdot b}{6 \cdot f_{yd} \cdot zc} = 9.579\ cm^2$$

$$\alpha := \max\left(1.5 - 1.95 \cdot 6 \cdot \frac{A_s(M_{puntera.E.D}) \cdot f_{yd} \cdot e_{llosa}}{f_{cd} \cdot b \cdot e_{llosa}^2}, 0\right) = 1.47$$

$$A_{s.min.cara\_tracc.mecanica} := min\left(A_{s.min.cara\_tracc.mecanica\_0}, A_s(M_{puntera.E.D}) \cdot \alpha\right) = 1.076\ cm^2$$

Armadura mínima geométrica según EHE-08

[Art 42.3.5 EHE-08]

Factor de cuantía geométrica mínima en losas: $\rho := \frac{1.8}{1000}$

$$A_{s.min.cara\_tracc} := \frac{\rho \cdot b \cdot e_{llosa}}{2} = 7.2\ cm^2 \qquad A_{s.min.cara\_compr} := \frac{\rho \cdot b \cdot e_{llosa}}{2} = 7.2\ cm^2$$

Cálculo del número de barras requerido por armadura mínima:

$$n_{min.tracc} := \text{ceil}\left(\frac{4 \cdot \max\left(A_{s.min.cara\_tracc}, A_{s.min.cara\_tracc.mecanica}\right)}{\pi \cdot \phi_{lp}^2}\right) = 3 \text{ barras en } b = 1\ m$$

$$n_{min.comp} := \text{ceil}\left(\frac{4 \cdot \max\left(A_{s.min.cara\_compr}\right)}{\pi \cdot \phi'^2_{lp}}\right) = 3 \text{ barras en } b = 1\ m$$

Separación entre barras:

$s_{min.X} := \frac{b}{n_{min.tracc}} = 33.333\ cm$ $s_{min.Y} := \frac{b}{n_{min.comp}} = 33.333\ cm$

10.2. Análisis del momento último en la puntera

Bloque de compresiones en flexión simple:

$yc := \frac{A_{s.dispuesta.tracc} \cdot f_{yd}}{b \cdot f_{cd}} = 26.308\ mm$ $\text{if}\left(1.25 \cdot yc \le x_{lim}, \text{“OK”}, \text{“Recalcular”}\right) = \text{“OK”}$

$M_u := A_{s.dispuesta.tracc} \cdot f_{yd} \cdot \left(d - \frac{yc}{2}\right) = 303.988\ m \cdot kN$ $M_{puntera.E.D} = 24.004\ m \cdot kN$

10.3 Ratios de trabajo en E.L.U. del armado de la puntera

$factor_{de.cumplimiento} = 105\%$

$Armado_{minimo} = \text{“ATENCIÓN! Hay que poner armadura mínima”}$

$A_{s.min.cara\_tracc} = 7.2\ cm^2$ $A_{s.min.cara\_tracc.mecanica} = 1.076\ cm^2$ $A_s\left(M_{puntera.E.D}\right) = 0.732\ cm^2$ $A_{s.dispuesta.tracc} = 9.425\ cm^2$

$A_{s.min.cara\_compr} = 7.2\ cm^2$ $A_{s.dispuesta.comp} = 9.425\ cm^2$

$Rat_{E.L.U\_cara\_inf\_puntera} := \max\left(\frac{\max\left(A_{s.min.cara\_tracc}, A_{s.min.cara\_tracc.mecanica}\right)}{A_{s.dispuesta.tracc}}, \frac{M_{puntera.E.D}}{M_u}\right) = 76.4\%$

$Rat_{E.L.U\_cara\_sup\_puntera} := \frac{\max\left(A_{s'}\left(M_{puntera.E.D}\right), A_{s.min.cara\_compr}\right)}{A_{s.dispuesta.comp}} = 76.4\%$

10.4. Análisis de fisuración de la puntera

Cálculo del momento actuante en la puntera en combinación cuasi permanente de E.L.S.

$$x_{flex} := \begin{cases} \text{if } p_{llosa} + e_{mur} \cdot 0.5 \le 0.5 \cdot b_{ll} \\ \quad \left\| 0.5 \cdot b_{ll} - \left(p_{llosa} + 0.15 \cdot e_{mur}\right) \right. \\ \text{else} \\ \quad \left\| -\left(0.5 \cdot b_{ll}\right) + \left(t_{llosa} + 0.85 \cdot e_{mur}\right) \right. \end{cases} = 1.145\ m$$

$M_{k.puntera\_qp} := \left| \int_{x_{flex}}^{0.5 \cdot b_{ll}} \sigma_{K\_qp}\left(N_{s\_cm} + N_{s\_sc} \cdot \Psi_{2\_sc\_N}, -\xi\right) \cdot \left(\xi - x_{flex}\right) \cdot b \, d\xi \right| = 21.064\ m \cdot kN$

Resistencia a compresión del hormigón del muro: $f_{ck} := f_{ck\_zapata} \cdot e^{s \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28\ day}{j_{fis}}}\right)} = 23.364$ MPa

Módulo de elasticidad del hormigón. $E_{cm} := E_{cm\_zapata} \cdot e^{s \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28\ day}{j_{fis}}}\right)} = 22.256\ GPa$

Resistencia a flexo-tracción:

$f_{ctm} := 0.3 \cdot f_{ck}^{\frac{2}{3}}\ MPa = 2.452\ MPa$ $f_{ctm.fl} := \max\left(\left(1.6 - \frac{e_{llosa}}{100\ cm}\right) \cdot f_{ctm}, f_{ctm}\right) = 2.452\ MPa$

Momento de fisuración de la puntera: $M_{fis.puntera} := f_{ctm.fl} \cdot \frac{b \cdot e_{llosa}^2}{6} = 261.526\ m \cdot kN$

$$Fissuración\_puntera := \text{if } M_{fis.puntera} \le M_{k.puntera\_qp} \text{ “ATENCIÓN!, LA PUNTERA FISURARÁ” else “OK. La puntera NO fisura”}$$

$Fissuración\_puntera =$ “OK. La puntera NO fisura”

Cálculo de la inercia fisurada

[Anejo 8. Art 2.2 EHE-08]

Armadura de tracción: $A_{s\_} := n_{tracp} \cdot \pi \cdot \frac{\phi_{lp}^{\,2}}{4} = 9.425\ cm^2$ $\rho := \frac{A_{s\_}}{b \cdot d} = 0.0012$

Armadura de compresión: $A_{s'\_} := n_{compp} \cdot \pi \cdot \frac{\phi'^{\,2}_{lp}}{4} = 9.425\ cm^2$ $\rho' := \frac{A_{s'\_}}{b \cdot d} = 0.0012$

$$n := \frac{200\ GPa}{E_{cm}} = 8.986$$

Cálculo profundidad fibra neutra fisurada $x := d \cdot n \cdot \rho \cdot \left(1 + \frac{\rho'}{\rho}\right) \cdot \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot \left(1 + \frac{\rho'}{\rho} \cdot \frac{d'}{d}\right)}{n \cdot \rho \cdot \left(1 + \frac{\rho'}{\rho}\right)^2}}\right) = 100.697\ mm$

Cálculo de la inercia fisurada $I_{fis} := n \cdot A_{s\_} \cdot (d - x) \cdot \left(d - \frac{x}{3}\right) + n \cdot A_{s'\_} \cdot (x - d') \cdot \left(\frac{x}{3} - d'\right) = 399255.34\ cm^4$

[Art 49.2.4 EHE-08]

Cálculo apertura máxima de fisura

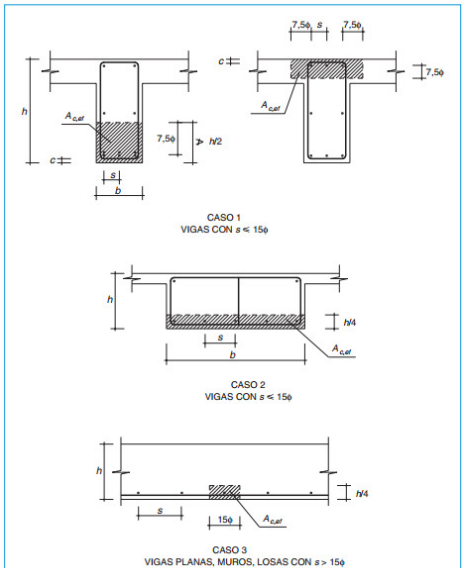
Momento de servicio en combinación cuasi permanente	$M_{serv} := M_{k.puntera\_qp} = 21.064\ m \cdot kN$
Canto	$h := e_{llosa} = 0.8\ m$
Ancho	$b = 1\ m$
Abertura característica de fisura máxima	$w_{max} = 0.3\ mm$
Diámetro de les barras del armado de tracción	$\phi_{lp} = 20\ mm$
Número de barras del armado de tracción en $b = 1\ m$	$n_0 := n_{tracp} = 3$
Separación entre barras longitudinales	$s_0 := s_{tracp} = 200\ mm$
Recubrimiento armadura traccionada hasta tocar barra	$c := r_{zap} = 35\ mm$
Coeficiente K1 (poner 0.125 para flexión simple o 0.25 para tracción simple)	$k_1 := 0.125$
Coeficiente k2 (poner 1 si carga instantánea o poner 0.5 si carga duradera)	$k_2 = 0.5$
Coeficiente β (poner 1.7 si es fisuración por cargas o 1.3 si es por deformaciones)	$\beta := 1.7$

Cálculo de área del hormigón en zona del recubrimiento

Si es viga alma estrecha en negativos poner 0
Si es viga alma estrecha en positivos poner 1
Si es viga alma ancha, losa o muro, poner 2

$A_{c.ef} := 2$

$$A_{c.eff} := \text{if } A_{c.ef} = 0 \quad A_{c.eff} \leftarrow 7.5 \cdot \phi_{lp} \cdot (b + 2 \cdot 7.5 \cdot \phi_{lp})$$
$$\text{else if } A_{c.ef} = 1 \quad A_{c.eff} \leftarrow \text{if } 7.5 \cdot \phi_{lp} \le \frac{h}{2} \quad A_{c.eff} \leftarrow 7.5 \cdot \phi_{lp} \cdot b \quad \text{else} \quad A_{c.eff} \leftarrow \frac{h}{2} \cdot b$$
$$\text{else if } A_{c.ef} = 2$$



$A_{c.eff} \leftarrow$ if $s_0 \le 15 \cdot \phi_{lp}$
  $A_{c.eff} \leftarrow \frac{h}{4} \cdot b$
else
  $A_{c.eff} \leftarrow \frac{h}{4} \cdot 15 \cdot \phi_{lp}$

$ss :=$ if $s_0 > 15 \cdot \phi_{lp}$
  $ss \leftarrow 15 \cdot \phi_{lp}$
else
  $ss \leftarrow s_0$

$A_{s.ef} :=$ if $s_0 \le 15 \cdot \phi_{lp}$
  $n_0 \cdot \frac{\pi \cdot \phi_{lp}^2}{4}$
else
  $\frac{\pi \cdot \phi_{lp}^2}{4}$

Área del hormigón en la zona del recubrimiento calculada: $A_{c.eff} = 2000\ \boldsymbol{cm^2}$

Distancia longitudinal entre barras calculada: : $ss = 200\ \boldsymbol{mm}$

Área de las armaduras situadas dentro del área eficaz $A_{s.ef} = 9.425\ \boldsymbol{cm^2}$

Cálculo de la separación media de fisuras

$$s_m := 2 \cdot c + 0.2 \cdot ss + 0.4 \cdot k_1 \cdot \frac{\phi_{lp} \cdot A_{c.eff}}{A_{s.ef}} = 322.207\ \boldsymbol{mm}$$

Cálculo de tensiones (según apartado 2.4 del Anejo 8 de la EHE-08)

Profundidad de la fibra neutra: $x = 100.697\ \boldsymbol{mm}$ $n = 8.986$

Inercia fisurada: $I_{fis} = \left(3.993 \cdot 10^5\right)\ \boldsymbol{cm^4}$ $f_{ctm.fl} = 2.452\ \boldsymbol{MPa}$

Canto útil $d = 755\ \boldsymbol{mm}$ $d' = 45\ \boldsymbol{mm}$

Tensión en la fibra más comprimida del hormigón $\sigma_c := M_{serv} \cdot \frac{x}{I_{fis}} = 0.531\ \boldsymbol{MPa}$

Tensión en la armadura de tracción $\sigma_s := n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(d-x)}{x} = 31.022\ \boldsymbol{MPa}$

Tensión en la armadura de compresión $\sigma'_s := -n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(x-d')}{x} = -2.641\ \boldsymbol{MPa}$

Tensión de la armadura en sección fisurada en instante que fisura el hormigón para $M_{fis.puntera} = 261.526\ \boldsymbol{m \cdot kN}$

$$\sigma_{sr} := n \cdot \frac{M_{fis.puntera} \cdot (d-x)}{I_{fis}} = 385.153\ \boldsymbol{MPa}$$

Cálculo del alargamiento medio de las armaduras

$\varepsilon_{sm.o} :=$ if $M_{serv} \neq 0$
  $\max\left(0, \frac{\sigma_s}{200\ \boldsymbol{GPa}} \cdot \left(1 - k_2 \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s}\right)^2\right)\right)$
else
  0
$= 0$

$\varepsilon_{sm} :=$ if $\left(\varepsilon_{sm.o} \ge 0.4 \cdot \frac{\sigma_s}{200\ \boldsymbol{GPa}}\right) \wedge \left(\varepsilon_{sm.o} > 0\right)$
  $\varepsilon_{sm} \leftarrow \varepsilon_{sm.o}$
else if $\left(\varepsilon_{sm.o} < 0.4 \cdot \frac{\sigma_s}{200\ \boldsymbol{GPa}}\right) \wedge \left(\varepsilon_{sm.o} > 0\right)$
  $\varepsilon_{sm} \leftarrow 0.4 \cdot \frac{\sigma_s}{200\ \boldsymbol{GPa}}$
else if $\varepsilon_{sm.o} \le 0$
  0
$= 0$

Cálculo de la apertura característica de fisura

$\omega_k := \beta \cdot s_m \cdot \varepsilon_{sm} = 0\ \boldsymbol{mm}$ $w_{max} = 0.3\ \boldsymbol{mm}$

Ratio de cumplimiento: $Ratio_{fisuracion\_puntera} =$ "No fisura" $< factor_{de.cumplimiento} = 105\%$

OK

$Cumplimento_{fisuración\_puntera} =$ "Cumple fisuración por tracción en Puntera"

$\Delta_t = 0$

11. CÁLCULO DEL ARMADO DEL TALÓN

El armado del talón debe resistir principalmente las acciones de peso de tierras del relleno del trasdós y de las sobrecargas aplicadas siempre que exista despegue. A efectos de cálculo no se contemplará e efecto beneficioso de las reacciones del terreno en caso que existan.

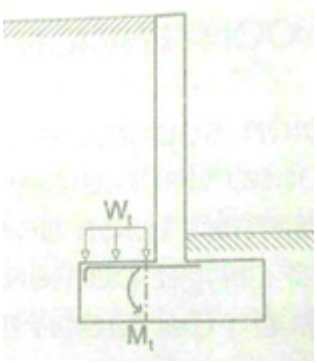
11.1. Dimensionamiento en E.L.U. del armado del talón de la zapata

Momento flector inducido por el peso de tierras, peso del talón y sobrecargas en trasdós

$$M_{talon.E.D} := \begin{pmatrix} \left(\gamma_g \cdot \left(W_{relleno} + \gamma_{hormigon} \cdot e_{llosa} \cdot t_{llosa} \cdot l\right) + \gamma_q \cdot W_{sobrecar}\right) \cdot \left(0.5 \cdot t_{llosa} + e_{mur} \cdot 0.15\right) \\ + sc_{punt} \cdot l \cdot \left(x_{punt} + e_{mur} \cdot 0.15\right) + W_{impact\_} \cdot \left(b_{aplic\_impact} + 0.15 \cdot e_{mur}\right) \end{pmatrix} \cdot \Delta_t$$

$M_{talon.E.D} = 0 \ m \cdot kN$

Se procederá a realizar un dimensionado del armado en flexión simple conforme la EHE-08



Canto de la zapata en talón: $e_{llosa} = 0.8 \ m$

Longitud de cálculo de la zapata: $b = 1 \ m$

Armado longitudinal de tracción: $\phi_{lt} := 20 \ mm$ cada $s_{tract} := 20 \ cm$ total

$$n_{tract} := \text{floor}\left(\frac{b - 2 \cdot \left(r_{lat} + \left(r_d + 1\right) \cdot \phi_{lt}\right)}{s_{tract}}\right) = 3 \quad \text{barras}$$

Armado longitudinal de compresión: $\phi'_{lt} := 20 \ mm$ cada $s_{comt} := 20 \ cm$ total

$$n_{compt} := \text{floor}\left(\frac{b - 2 \cdot \left(r_{lat} + \left(r_d + 1\right) \cdot \phi'_{lt}\right)}{s_{comt}}\right) = 3 \quad \text{barras}$$

Recubrimiento nominal armado inferior: $r_{zap} = 35 \ mm$

Recubrimiento nominal armado superior: $r_{nom} = 35 \ mm$

Recubrimiento mecánico armadura de tracción: $r := r_{nom} + \frac{\phi_{lt}}{2} = 45 \ mm$

Recubrimiento mecánico armadura de compresión: $r' := r_{zap} + \frac{\phi'_{lt}}{2} = 45 \ mm$

Canto útil para el armado de tracción: $d := e_{llosa} - r = 75.5 \ cm$

Canto útil para el armado de compresión : $d' := r' = 4.5 \ cm$

Acero corrugado B500s con $f_{yd} = 434.783 \ MPa$ y $f_{yd.c} = 400 \ MPa$

Resistencia de cálculo a compresión de hormigón: $f_{cd} := \frac{f_{ck\_zapata} \cdot MPa}{\gamma_c} \cdot e^{s \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28 \ day}{j}}\right)} = 15.576 \ MPa$

Definición de la función de armado de acuerdo al Anejo 7 de la EHE-08

Se procede a definir la función de armado según el método del momento límite (ver 3.1.2 del Anejo 7 de la EHE-08)

El momento límite se define como sigue: $M_{lim} := 0.375 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d^2 = 3329.52 \ m \cdot kN$

La función que define el armado para un dimensionado en flexión simple, acotando la fibra neutra a la profundidad límite $x_{lim} := 0.625 \cdot d = 47.1875 \ cm$, sigue la formulación:

$$A_s\left(M_{ed}\right) := \text{if } M_{ed} \le M_{lim} \quad \left\| \; A_s \leftarrow \frac{f_{cd} \cdot b \cdot d}{f_{yd}} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{ed}}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2}}\right) \right. \quad \text{else} \quad \left\| \; \left(M_{ed} - M_{lim}\right) \right.$$

$$A_{s'}\left(M_{ed}\right) := \text{if } M_{ed} \le M_{lim} \quad \left\| \; A_{s'} \leftarrow 0 \ cm^2 \right. \quad \text{else} \quad \left\| \; \frac{\left(M_{ed} - M_{lim}\right)}{} \right.$$

$$A_s \leftarrow \frac{0.5 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d + \dots}{f_{yd}} \qquad A_{s'} \leftarrow \frac{d - d'}{f_{yd.c}}$$

$A_s(M_{talon.E.D}) = 0\ cm^2$ $A_{s'}(M_{talon.E.D}) = 0\ cm^2$

Si se usan barras $\phi_{lt} = 20\ mm$ se necesitan: $n := \text{ceil}\left(\frac{4 \cdot A_s(M_{talon.E.D})}{\pi \cdot \phi_{lt}^2}\right) = 0$ barras en $b = 1\ m$

Armadura dispuesta

$A_{s.dispuesta.tracc} := \frac{n_{tract} \cdot \pi \cdot \phi_{lt}^2}{4} = 9.425\ cm^2$ $A_{s.dispuesta.comp} := \frac{n_{compt} \cdot \pi \cdot \phi'^2_{lt}}{4} = 9.425\ cm^2$

Armadura mínima mecánica según EHE-08

[Art 42.3.2 EHE-08]

Bloque de compresiones en flexión simple:

$yc := \frac{A_{s.dispuesta.tracc} \cdot f_{yd}}{b \cdot f_{cd}} = 26.308\ mm$

Brazo mecánico en flexión simple:

$zc := d - \frac{yc}{2} = 0.742\ m$

Factor de reducción en secciones rectangulares:

$f_{ctm} := 0.3 \cdot f_{ck\_zapata}^{\frac{2}{3}}\ MPa = 2.896\ MPa$ $f_{ctm.fl} := \max\left(\left(1.6 - \frac{e_{llosa}}{100\ cm}\right) \cdot f_{ctm}, f_{ctm}\right) = 2.896\ MPa$

$A_{s.min.cara\_tracc.mecanica\_0} := \frac{f_{ctm.fl} \cdot e_{llosa}^2 \cdot b}{6 \cdot f_{yd} \cdot zc} = 9.579\ cm^2$

$\alpha := \max\left(1.5 - 1.95 \cdot 6 \cdot \frac{A_s(M_{talon.E.D}) \cdot f_{yd} \cdot e_{llosa}}{f_{cd} \cdot b \cdot e_{llosa}^2}, 0\right) = 1.5$

$A_{s.min.cara\_tracc.mecanica} := min\left(A_{s.min.cara\_tracc.mecanica\_0}, \alpha \cdot A_s(M_{talon.E.D})\right) = 0\ cm^2$

Armadura mínima geométrica según EHE-08

[Art 42.3.5 EHE-08]

Factor de cuantía geométrica mínima en losas: $\rho := \frac{1.8}{1000}$

$A_{s.min.cara\_tracc} := \frac{\rho \cdot b \cdot e_{llosa}}{2} = 7.2\ cm^2$ $A_{s.min.cara\_compr} := \frac{\rho \cdot b \cdot e_{llosa}}{2} = 7.2\ cm^2$

Cálculo del número de barras requerido por armadura mínima:

$n_{min.tracc} := \text{ceil}\left(\frac{4 \cdot \max\left(A_{s.min.cara\_tracc}, A_{s.min.cara\_tracc.mecanica}\right)}{\pi \cdot \phi_{lt}^2}\right) = 3$ barras en $b = 1\ m$

$n_{min.comp} := \text{ceil}\left(\frac{4 \cdot \max\left(A_{s.min.cara\_compr}\right)}{\pi \cdot \phi'^2_{lt}}\right) = 3$ barras en $b = 1\ m$

Separación entre barras:

$s_{min.X} := \frac{b}{n_{min.tracc}} = 33.333\ cm$ $s_{min.Y} := \frac{b}{n_{min.comp}} = 33.333\ cm$

11.2. Análisis del momento último en el talón

Bloque de compresiones en flexión simple:

$$yc := \frac{A_{s.dispuesta.tracc} \cdot f_{yd}}{b \cdot f_{cd}} = 26.308\ mm \qquad \text{if}\left(1.25 \cdot yc \le x_{lim}, \text{“OK”}, \text{“Recalcular”}\right) = \text{“OK”}$$

$$M_u := A_{s.dispuesta.tracc} \cdot f_{yd} \cdot \left(d - \frac{yc}{2}\right) = 303.988\ m \cdot kN \qquad M_{talon.E.D} = 0\ m \cdot kN$$

$$factor_{de.cumplimiento} = 105\%$$

11.3 Ratios de trabajo en E.L.U. del armado del talón

$Armado_{minimo}$ = “ATENCIÓN! Hace falta armadura mínima”

$A_{s.min.cara\_tracc} = 7.2\ cm^2$ $A_{s.min.cara\_tracc.mecanica} = 0\ cm^2$ $A_s\left(M_{talon.E.D}\right) = 0\ cm^2$ $A_{s.dispuesta.tracc} = 9.425\ cm^2$

$A_{s.min.cara\_compr} = 7.2\ cm^2$ $A_{s.dispuesta.comp} = 9.425\ cm^2$

$$Rat_{E.L.U\_cara\_sup.talón} := \max\left(\frac{\max\left(A_{s.min.cara\_tracc}, A_{s.min.cara\_tracc.mecanica}\right)}{A_{s.dispuesta.tracc}}, \frac{M_{talon.E.D}}{M_u}\right) = 76.4\%$$

$$Rat_{E.L.U\_cara\_inf.talón} := \frac{\max\left(A_{s'}\left(M_{talon.E.D}\right), A_{s.min.cara\_compr}\right)}{A_{s.dispuesta.comp}} = 76.4\%$$

11.4. Análisis de fisuración del talón

Cálculo del momento en servicio del talón en combinación cuasi permanente:

$$M_{talon\_k.qp} := \left(\begin{array}{l}\left(W_{relleno} + \gamma_{hormigon} \cdot e_{llosa} \cdot t_{llosa} \cdot l + \Psi_{2\_sc} \cdot W_{sobrecar}\right) \cdot \left(0.5 \cdot t_{llosa} + e_{mur} \cdot 0.15\right) \\ + sc_{punt} \cdot l \cdot \left(x_{punt} + e_{mur} \cdot 0.15\right) + W_{impact\_} \cdot \left(b_{aplic\_impact} + 0.15 \cdot e_{mur}\right)\end{array}\right) \cdot \Delta_t$$

$M_{talon\_k.qp} = 0\ m \cdot kN$

Resistencia a compresión del hormigón del muro: $f_{ck} := f_{ck\_zapata} \cdot e^{s \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28\ day}{j_{fis}}}\right)} = 23.364$ MPa

Módulo de elasticidad del hormigón. $E_{cm} := E_{cm\_zapata} \cdot e^{s \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28\ day}{j_{fis}}}\right)} = 22.256\ GPa$

Resistencia a flexo-tracción:

$$f_{ctm} := 0.3 \cdot f_{ck}^{\frac{2}{3}}\ MPa = 2.452\ MPa \qquad f_{ctm.fl} := \max\left(\left(1.6 - \frac{e_{llosa}}{100\ cm}\right) \cdot f_{ctm}, f_{ctm}\right) = 2.452\ MPa$$

Momento de fisuración del talón: $M_{fis.talón} := f_{ctm.fl} \cdot \frac{b \cdot e_{llosa}^{\ 2}}{6} = 261.526\ m \cdot kN$

$$Fissuración\_talón := \begin{array}{l}\text{if } M_{fis.talón} \le M_{talon\_k.qp} \\ \quad \text{“ATENCIÓN!, EL TALÓN FISURARÁ.”} \\ \text{else} \\ \quad \text{“OK. El talón NO fisura”}\end{array}$$

$Fissuración\_talón$ = “OK. El talón NO fisura”

Cálculo de la inercia fisurada [Anejo 8. Art 2.2 EHE-08]

Armadura de tracción: $A_{s\_} := n_{tract} \cdot \pi \cdot \frac{\phi_{lt}^{\ 2}}{4} = 9.425\ cm^2$ $\rho := \frac{A_{s\_}}{b \cdot d} = 0.0012$

Armadura de compresión: $A_{s'\_} := n_{compt} \cdot \pi \cdot \frac{\phi'^{2}_{lt}}{4} = 9.425\ cm^2$ $\rho' := \frac{A_{s'\_}}{b \cdot d} = 0.0012$

$n := \frac{200\ GPa}{E_{cm}} = 8.986$

Cálculo profundidad fibra neutra fisurada $x := d \cdot n \cdot \rho \cdot \left(1 + \frac{\rho'}{\rho}\right) \cdot \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot \left(1 + \frac{\rho'}{\rho} \cdot \frac{d'}{d}\right)}{n \cdot \rho \cdot \left(1 + \frac{\rho'}{\rho}\right)^2}}\right) = 100.697\ mm$

Cálculo de la inercia fisurada $I_{fis} := n \cdot A_{s\_} \cdot (d - x) \cdot \left(d - \frac{x}{3}\right) + n \cdot A_{s'\_} \cdot (x - d') \cdot \left(\frac{x}{3} - d'\right) = 399255.34\ cm^4$

Cálculo apertura máxima de fisura

[Art 49.2.4 EHE-08]

Momento de servicio en combinación cuasi permanente $M_{serv} := M_{talon\_k.qp} = 0\ m \cdot kN$
Canto $h := e_{llosa} = 0.8\ m$
Ancho $b = 1\ m$
Abertura característica de fisura máxima $w_{max} = 0.3\ mm$
Diámetro de les barras del armado de tracción $\phi_{lt} = 20\ mm$
Número de barras del armado de tracción en $b = 1\ m$ $n_0 := n_{tract} = 3$
Separación entre barras longitudinales $s_0 := s_{tract} = 200\ mm$
Recubrimiento armadura traccionada hasta tocar barra $c := r_{nom} = 35\ mm$
Coeficiente K1 (poner 0.125 para flexión simple o 0.25 para tracción simple) $k_1 := 0.125$
Coeficiente k2 (poner 1 si carga instantánea o poner 0.5 si carga duradera) $k_2 = 0.5$
Coeficiente β (poner 1.7 si es fisuración por cargas o 1.3 si es por deformaciones) $\beta := 1.7$

Cálculo de área del hormigón en zona del recubrimiento

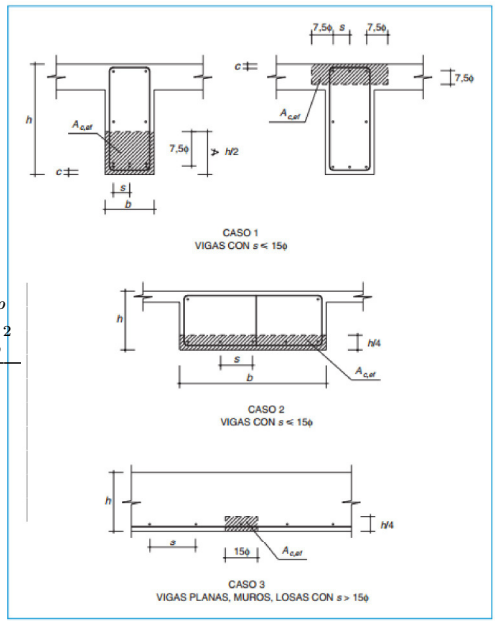
Si es viga alma estrecha en negativos poner 0
Si es viga alma estrecha en positivos poner 1
Si es viga alma ancha, losa o muro, poner 2

$A_{c.ef} := 2$

```
A_c.eff := if A_c.ef = 0
             A_c.eff ← 7.5 · φ_lp · (b + 2 · 7.5 · φ_lp)
           else if A_c.ef = 1
             A_c.eff ← if 7.5 · φ_lp ≤ h/2
                         A_c.eff ← 7.5 · φ_lp · b
                       else
                         A_c.eff ← (h/2) · b
           else if A_c.ef = 2
             A_c.eff ← if s_0 ≤ 15 · φ_lp
                         A_c.eff ← (h/4) · b
                       else
                         A_c.eff ← (h/4) · 15 · φ_lp
```

```
A_s.ef := if s_0 ≤ 15 · φ_lp
            n_0 · π · φ_lp^2 / 4
          else
            π · φ_lp^2 / 4
```

```
ss := if s_0 > 15 · φ_lp
        ss ← 15 · φ_lp
      else
        ss ← s_0
```



Área del hormigón en la zona del recubrimiento calculada: $A_{c.eff} = 2000\ cm^2$
Distancia longitudinal entre barras calculada: $ss = 200\ mm$

Área de las armaduras situadas dentro del área eficaz $A_{s.ef} = 9.425\ cm^2$

Cálculo de la separación media de fisuras

$$s_m := 2 \cdot c + 0.2 \cdot ss + 0.4 \cdot k_1 \cdot \frac{\phi_{lt} \cdot A_{c.eff}}{A_{s.ef}} = 322.207 \ mm$$

Cálculo de tensiones (según apartado 2.4 del Anejo 8 de la EHE-08)

Profundidad de la fibra neutra: $x = 100.697 \ mm$ $n = 8.986$

Inercia fisurada: $I_{fis} = \left(3.993 \cdot 10^5\right) \ cm^4$ $f_{ctm.fl} = 2.452 \ MPa$

Canto útil $d = 755 \ mm$ $d' = 45 \ mm$

Tensión en la fibra más comprimida del hormigón $\sigma_c := M_{serv} \cdot \frac{x}{I_{fis}} = 0 \ MPa$

Tensión en la armadura de tracción $\sigma_s := n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(d - x)}{x} = 0 \ MPa$

Tensión en la armadura de compresión $\sigma'_s := -n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(x - d')}{x} = 0 \ MPa$

Tensión de la armadura en sección fisurada en instante que fisura el hormigón para $M_{fis.talón} = 261.526 \ m \cdot kN$

$$\sigma_{sr} := n \cdot \frac{M_{fis.talón} \cdot (d - x)}{I_{fis}} = 385.153 \ MPa$$

Cálculo del alargamiento medio de las armaduras

$$\varepsilon_{sm.o} := \begin{cases} \max\left(0, \frac{\sigma_s}{200 \ GPa} \cdot \left(1 - k_2 \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s}\right)^2\right)\right) & \text{if } M_{serv} \neq 0 \\ 0 & \text{else} \end{cases} = 0$$

$$\varepsilon_{sm} := \begin{cases} \varepsilon_{sm} \leftarrow \varepsilon_{sm.o} & \text{if } \left(\varepsilon_{sm.o} \geq 0.4 \cdot \frac{\sigma_s}{200 \ GPa}\right) \wedge \left(\varepsilon_{sm.o} > 0\right) \\ \varepsilon_{sm} \leftarrow 0.4 \cdot \frac{\sigma_s}{200 \ GPa} & \text{else if } \left(\varepsilon_{sm.o} < 0.4 \cdot \frac{\sigma_s}{200 \ GPa}\right) \wedge \left(\varepsilon_{sm.o} > 0\right) \\ 0 & \text{else if } \varepsilon_{sm.o} \leq 0 \end{cases} = 0$$

Cálculo de la apertura característica de fisura

$\omega_k := \beta \cdot s_m \cdot \varepsilon_{sm} = 0 \ m$ $w_{max} = 0.3 \ mm$

Ratio de cumplimiento: $Ratio_{fisuracion\_talón} =$ "No fisura" $< factor_{de.cumplimiento} = 105\%$ **OK**

$Cumplimento_{fisuración\_talón} =$ "Cumple fisuración por tracción en Talón"

12. VERIFICACIÓN A CORTANTE EN EL MURO

Seguidamente se procede a la verificación de la necesidad de armado a cortante en el muro:

12.1 Cortante de cálculo

$$V_{ed}(t) := \left| -\left(\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t} M_{ed.fust\_x}(t) \right) \right| \qquad V_{mur.E.D} := V_{ed}(0\ m) = 79.696\ kN$$

Recubrimiento mecánico armadura de tracción $r := r_{nom} + 0.5 \cdot \phi_l = 43\ mm$

Canto útil $d := e_{mur} - r = 657\ mm$

$V_{mur.E.D\_d} := V_{ed}(d) = 52.641\ kN$

12.2 Análisis del agotamiento del hormigón por compresión oblicua Vu1

[Art 44.2.3.1 EHE-08]

Se considera un ángulo de las bielas comprimidas $\theta := 45\ °$

Se considera un ángulo respecto la directriz de la pieza de la armadura de cortante $\alpha := 90\ °$

Se considera una estructura sin influencia del esfuerzo axil a efectos de cortante: $K := 1$

$$V_{u1} := K \cdot 0.6 \cdot \frac{f_{ck\_muro} \cdot MPa}{\gamma_c} \cdot e^{s \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28\ day}{j}}\right)} \cdot b \cdot d \cdot \left(\frac{\cot(\theta) + \cot(\alpha)}{1 + \cot(\theta)^2} \right) = 3070.03\ kN$$

$V_{mur.E.D} = 79.696\ kN$ $< V_{u1} = 3070.03\ kN$ La sección verifica por agotamiento a compresión oblicua del alma

12.3 Verificación del cortante de agotamiento del alma en piezas sin armadura de cortante

[Art 44.2.3.2.1.2 EHE-08]

La capacidad del hormigón por tracción en piezas sin armadura de cortante se calcula como sigue:

$$\xi(d) := \begin{cases} 1 + \sqrt{\frac{200\ mm}{d}} & \text{if } 1 + \sqrt{\frac{200\ mm}{d}} \le 2 \\ 2 & \text{else} \end{cases}$$

$$\rho_l := \begin{cases} \frac{n_{trac} \cdot \frac{\pi \cdot \phi_l^2}{4}}{b \cdot d} & \text{if } \frac{n_{trac} \cdot \frac{\pi \cdot \phi_l^2}{4}}{b \cdot d} \le 0.02 \\ 0.02 & \text{else} \end{cases}$$

$\xi(d) = 1.552$ $\qquad \rho_l = 0.0015$

$$V_{cu} := \left(\frac{0.18}{\gamma_c} \cdot \xi(d) \cdot \left(100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck\_muro} \cdot e^{s \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28\ day}{j}}\right)} \right)^{\frac{1}{3}} \right) \cdot b \cdot d \cdot MPa = 187.065\ kN$$

$$V_{cu.min} := \left(\frac{0.075}{\gamma_c} \cdot \xi(d)^{\frac{3}{2}} \cdot \left(f_{ck\_muro} \cdot e^{s \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28\ day}{j}}\right)} \right)^{\frac{1}{2}} \right) \cdot b \cdot d \cdot MPa = 306.928\ kN$$

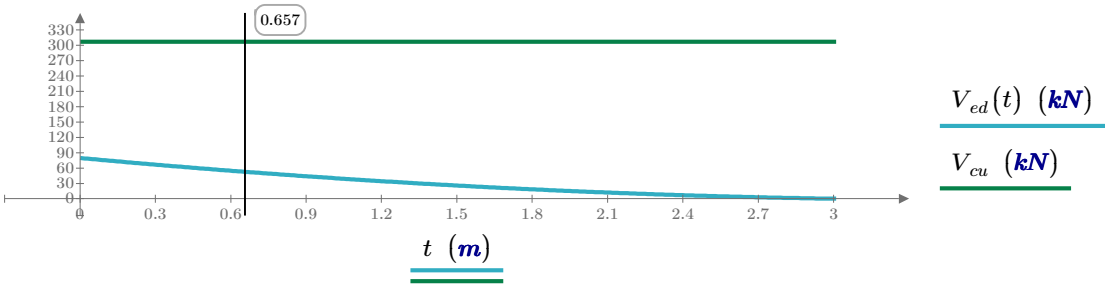
$$V_{cu} := \begin{cases} V_{cu.min} & \text{if } V_{cu} \le V_{cu.min} \\ \text{else} \end{cases}$$

$V_{cu} = 306.928\ kN$

Es la capacidad del hormigón por tracción en piezas sin armadura de cortante

else

V_{cu}



Armadura_cortante_muro = "No es necesaria"

---

13. VERIFICACIÓN A CORTANTE EN LA PUNTERA

Seguidamente se procede a la verificación de la necesidad de armado a cortante en la puntera de la zapata

Recubrimiento mecánico armadura de tracción $r := r_{zap} + 0.5 \cdot \phi_{lp} = 45\ mm$
Canto útil $d := e_{llosa} - r = 755\ mm$

13.1 Cortante de cálculo

La sección de cálculo para el análisis del cortante en puntera estará situada a un canto útil respecto la cara del intradós del muro

$$x_d := \begin{cases} p_{llosa} + e_{mur} \cdot 0.5 \le 0.5 \cdot b_{ll} \\ \quad \left\| 0.5 \cdot b_{ll} - \left(p_{llosa} - \left(min\left(d, p_{llosa}\right)\right)\right) \right. \\ \text{else} \\ \quad \left\| -\left(0.5 \cdot b_{ll}\right) + \left(t_{llosa} + e_{mur} + min\left(d, p_{llosa}\right)\right) \right. \end{cases} = 1.75\ m \qquad x_o := \begin{cases} p_{llosa} + e_{mur} \cdot 0.5 \le 0.5 \cdot b_{ll} \\ \quad \left\| 0.5 \cdot b_{ll} - \left(p_{llosa}\right) \right. \\ \text{else} \\ \quad \left\| -\left(0.5 \cdot b_{ll}\right) + \left(t_{llosa} + e_{mur}\right) \right. \end{cases} = 1.25\ m$$

$$V_{puntera.E.D}(x) := \int_x^{0.5 \cdot b_{ll}} \sigma_{ed.puntera}(-\xi) \cdot b \, d\xi$$

$V_{puntera.E.D1} := V_{puntera.E.D}\left(x_o\right) = 64.787\ kN$ $\qquad$ $V_{puntera.E.D\_d} := V_{puntera.E.D}\left(x_d\right) = 0\ kN$

13.2 Análisis del agotamiento del hormigón por compresión oblicua Vu1

Se considera una estructura sin influencia del esfuerzo axil. A tales efectos $K := 1.00$
Se considera un ángulo de las bielas comprimidas $\theta := 45\ °$
Se considera un ángulo respecto la directriz de la pieza de la armadura de cortante $\alpha := 90\ °$

$$V_{u1} := K \cdot 0.6 \cdot \frac{f_{ck\_zapata} \cdot MPa}{\gamma_c} \cdot e^{s \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28\ day}{j}}\right)} \cdot b \cdot d \cdot \left(\frac{\cot(\theta) + \cot(\alpha)}{1 + \cot(\theta)^2}\right) = 3527.97\ kN$$

$V_{puntera.E.D1} = 64.787\ kN$ $< V_{u1} = 3527.97\ kN$ sección verifica por agotamiento a compresión oblicua del alma

13.3 Verificación del cortante de agotamiento del alma en piezas sin armadura de cortante

[Art 44.2.3.2.1.2 EHE-08]

La capacidad del hormigón por tracción en piezas sin armadura de cortante se calcula como sigue:

$$\xi(d) := \begin{cases} 1 + \sqrt{\frac{200\ mm}{d}} \le 2 \\ \quad \left\| 1 + \sqrt{\frac{200\ mm}{d}} \right. \\ \text{else} \\ \quad \left\| 2 \right. \end{cases} \qquad \rho_l := \begin{cases} \frac{n_{tracp} \cdot \frac{\pi \cdot \phi_{lp}^2}{4}}{b \cdot d} \le 0.02 \\ \quad \left\| \frac{n_{tracp} \cdot \frac{\pi \cdot \phi_{lp}^2}{4}}{b \cdot d} \right. \\ \text{else} \\ \quad \left\| 0.02 \right. \end{cases}$$

$\xi(d) = 1.515$ $\qquad$ $\rho_l = 0.0012$

$$V_{cu} := \left(\frac{0.18}{\gamma_c} \cdot \xi(d) \cdot \left(100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck\_zapata} \cdot e^{s \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28\ day}{j}}\right)} \right)^{\frac{1}{3}} \right) \cdot b \cdot d \cdot MPa = 196.068\ kN$$

$$V_{cu.min} := \left(\frac{0.075}{\gamma_c} \cdot \xi(d)^{\frac{3}{2}} \cdot \left(f_{ck\_zapata} \cdot e^{s \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28\ day}{j}}\right)} \right)^{\frac{1}{2}} \right) \cdot b \cdot d \cdot MPa = 340.153\ kN$$

$$V_{cu} := \begin{cases} \text{if } V_{cu} \le V_{cu.min} \\ \quad V_{cu.min} \\ \text{else} \\ \quad V_{cu} \end{cases}$$

$$V_{cu} = 340.153\ kN$$

Es la capacidad del hormigón por tracción en piezas sin armadura de cortante

---

$Armadura\_cortante\_puntera =$ "No es necessaria"

$$V_{puntera.E.D\_d} = 0\ kN$$

---

14. VERIFICACIÓN A CORTANTE EN TALÓN

Seguidamente se procede a la verificación de la necesidad de armado a cortante en el talón de la zapata

Recubrimento mecánico armadura de tracción $r := r_{nom} + 0.5 \cdot \phi_{lt} = 45\ mm$

Canto útil $d := e_{llosa} - r = 755\ mm$

14.1 Cortante de cálculo

$$V_{taló.E.D} := \left(\gamma_g \cdot \left(W_{relleno} + \gamma_{hormigon} \cdot e_{llosa} \cdot t_{llosa} \cdot l + sc_{punt} \cdot l\right) + \gamma_q \cdot W_{sobrecar} + W_{impact\_}\right) \cdot \Delta_t = 0\ kN$$

$$V_{taló.E.D\_d} := V_{taló.E.D} \cdot \left(\frac{t_{llosa} - \left(min\left(d, t_{llosa}\right)\right)}{t_{llosa}}\right) = 0\ kN$$

14.2 Análisis del agotamiento del hormigón por compresión oblicua Vu1

Se considera una estructura sin influencia del esfuerzo axil. A tales efectos $K := 1.00$

Se considera un ángulo de las bielas comprimidas $\theta := 45\ °$

Se considera un ángulo respecto la directriz de la pieza de la armadura de cortante $\alpha := 90\ °$

$$V_{u1} := K \cdot 0.6 \cdot \frac{f_{ck\_zapata} \cdot MPa}{\gamma_c} \cdot e^{s \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28\ day}{j}}\right)} \cdot b \cdot d \cdot \left(\frac{\cot\left(\theta\right) + \cot\left(\alpha\right)}{1 + \cot\left(\theta\right)^2}\right) = 3527.97\ kN$$

$V_{taló.E.D} = 0\ kN$ $< V_{u1} = 3527.97\ kN$ La sección verifica por agotamiento a compresión oblicua del alma

14.3 Verificación del cortante de agotamiento del alma en piezas sin armadura de cortante

[Art 44.2.3.2.1.2 EHE-08]

La capacidad del hormigón por tracción en piezas sin armadura de cortante se calcula como sigue:

$$\xi\left(d\right) := \text{if } 1 + \sqrt{\frac{200\ mm}{d}} \le 2 \left\| 1 + \sqrt{\frac{200\ mm}{d}} \right\| \text{else} \left\| 2 \right\| \qquad \xi\left(d\right) = 1.515$$

$$\rho_l := \text{if } \frac{n_{tract} \cdot \frac{\pi \cdot \phi_{lt}^2}{4}}{b \cdot d} \le 0.02 \left\| \frac{n_{tract} \cdot \frac{\pi \cdot \phi_{lt}^2}{4}}{b \cdot d} \right\| \text{else} \left\| 0.02 \right\| = 0.001$$

$$V_{cu} := \left(\frac{0.18}{\gamma_c} \cdot \xi\left(d\right) \cdot \left(100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck\_zapata} \cdot e^{s \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28\ day}{j}}\right)}\right)^{\frac{1}{3}}\right) \cdot b \cdot d \cdot MPa = 196.068\ kN$$

$$V_{cu.min} := \left(\frac{0.075}{\gamma_c} \cdot \xi\left(d\right)^{\frac{3}{2}} \cdot \left(f_{ck\_zapata} \cdot e^{s \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28\ day}{j}}\right)}\right)^{\frac{1}{2}}\right) \cdot b \cdot d \cdot MPa = 340.153\ kN$$

$$V_{cu} := \text{if } V_{cu} \le V_{cu.min} \left\| V_{cu.min} \right\| \text{else} \left\| V_{cu} \right\| \qquad V_{cu} = 340.153\ kN$$

Es la capacidad del hormigón por tracción en piezas sin armadura de cortante

Armadura_cortante_talón = "No es necessaria"

15. VERIFICACIÓN A RASANTE ENTRE JUNTAS DE HORMIGONADO

[Art 47 EHE-08]

15.1 Tensión rasante de cálculo

Recubrimiento mecánico armadura de tracción $r := r_{nom} + 0.5 \cdot \phi_l = 43\ mm$

Canto útil $d := e_{mur} - r = 657\ mm$

$$\tau_{rd} := \frac{V_{mur.E.D}}{d \cdot b} = 0.121\ MPa$$

$$f_{ck} := min\left(f_{ck\_muro}, f_{ck\_zapata}\right) \cdot e^{s \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28\ day}{j}}\right)} = 23.364\ MPa \qquad f_{cd} := \frac{f_{ck}}{\gamma_c} \cdot MPa = 15.576\ MPa$$

$$f_{ctm} := 0.3 \cdot f_{ck}^{\frac{2}{3}}\ MPa = 2.452\ MPa$$

15.2 Tensión rasante de agotamiento en secciones con armadura transversal

$\beta := 0.2$ $\mu := 0.3$

$$\tau_{ru1} := \beta \cdot \left(1.3 - 0.3 \cdot \frac{f_{ck}}{25}\right) \cdot \frac{f_{ctm}}{\gamma_c} = 0.333\ MPa$$

		Tipo de superficie	
		Rugosidad baja	Rugosidad alta
β		0,2	0,8
μ	$\tau_{rd} \leq 2{,}5\beta\left(1{,}30 - 0{,}30\frac{f_{ck}}{25}\right)f_{cd}$	0,3	0,6
	$\tau_{rd} > 2{,}5\beta\left(1{,}30 - 0{,}30\frac{f_{ck}}{25}\right)f_{cd}$	0,6	0,9

β Factor que adopta los siguientes valores:

- 0,80 en superficies de contacto rugosas de secciones compuestas en las que existe una imbricación tal que se impide el cabalgamiento de una de las partes de la sección compuesta sobre la otra, tales como las configuraciones en cola de milano, y siempre que la superficie quede abierta y rugosa tal y como se obtiene en la fabricación de viguetas con máquina ponedora.
- 0,40 en superficies intencionadamente rugosas, con rugosidad alta.
- 0,20 en superficies no intencionadamente rugosas, con rugosidad baja.

$$\tau_{ru} := \begin{cases} \text{if } \tau_{rd} \leq \tau_{ru1} \\ \quad \begin{cases} \text{if } \tau_{ru1} + \frac{\langle \phi_l \rangle \cdot 400\ MPa}{s_{trac}} \cdot (\mu \cdot \sin(\alpha) + \cos(\alpha)) \leq 0.25 \cdot f_{cd} \\ \quad \begin{cases} \tau_{ru1} + \frac{\langle \phi_l \rangle \cdot 400\ MPa}{s_{trac}} \cdot (\mu \cdot \sin(\alpha) + \cos(\alpha)) \\ \text{else} \\ \quad 0.25 \cdot f_{cd} \end{cases} \\ \text{else} \\ \quad \begin{cases} \text{if } \frac{\langle \phi_l \rangle \cdot 400\ MPa}{s_{trac}} \cdot (\mu \cdot \sin(\alpha) + \cos(\alpha)) \leq 0.25 \cdot f_{cd} \\ \quad \begin{cases} \frac{\langle \phi_l \rangle \cdot 400\ MPa}{s_{trac}} \cdot (\mu \cdot \sin(\alpha) + \cos(\alpha)) \\ \text{else} \\ \quad 0.25 \cdot f_{cd} \end{cases} \end{cases} \end{cases} \end{cases} = 3.894\ MPa$$

Verificación_rasante_juntas_hormigonado = "OK. Se verifica"

16. ARMADO HORIZONTAL Y DE REPARTO

Diámetro del armado horizontal del armado del muro:
$\phi_{h\_trasdos} := 20\ mm$ $\phi_{h\_intrados} := 20\ mm$
Diámetro del armado de reparto en zapatas:
$\phi_{rep\_zapata} := 16\ mm$

Juntas de contracción: $juntas := 15\ m$

16.1 Armadura horizontal en alzado de muro

Armadura mínima mecánica horizontal según "Muros de contención y muros de sótano J. Calavera"

$$A_{s.min.horitz} := A_s\left(M_{ed.fust} \cdot \frac{h_M}{l} \cdot 20\%\right) = 2.188\ cm^2$$

$$\rho(juntas) := \begin{cases} \dfrac{3.2}{1000} & \text{if } juntas \geq 7.5\ m \\ \dfrac{2.0}{1000} & \text{else} \end{cases}$$

Armadura mínima geométrica según EHE-08 [Art 42.3.5 EHE-08]

$\rho(juntas) = 0.003$

$$A_{s.min.horitz.cara\_tracc} := 50\% \cdot \rho(juntas) \cdot h_M \cdot e_{mur} = 38.08\ cm^2$$

$$A_{s.min.horitz.cara\_compr} := 50\% \cdot \rho(juntas) \cdot h_M \cdot e_{mur} = 38.08\ cm^2$$

Cálculo del número de barras necesarias para armadura mínima horizontal.

$$n_{min.trasdos} := \text{ceil}\left(\frac{4 \cdot \max\left(A_{s.min.horitz}, A_{s.min.horitz.cara\_tracc}\right)}{\pi \cdot \phi_{h\_trasdos}^2}\right) = 13 \quad \text{barras en } h_M = 3.4\ m$$

$$n_{min.intrados} := \text{ceil}\left(\frac{4 \cdot A_{s.min.horitz.cara\_compr}}{\pi \cdot \phi_{h\_intrados}^2}\right) = 13 \quad \text{barras en } h_M = 3.4\ m$$

Armadura horizontal finalmente dispuesta:

Trasdós: barras $\phi_{h\_trasdos} = 20\ mm$ cada $s_{hor\_trasdos} := 20\ cm$ total
$$n_{hor\_trasdos} := \text{floor}\left(\frac{h_M - \left(r_{lat} + \left(r_d + 1\right) \cdot \phi_{h\_trasdos}\right)}{s_{hor\_trasdos}}\right) = 16 \quad \text{barras}$$
Intradós: barras $\phi_{h\_intrados} = 20\ mm$ cada $s_{hor\_intrados} := 20\ cm$ total
$$n_{hor\_intrados} := \text{floor}\left(\frac{h_M - \left(r_{lat} + \left(r_d + 1\right) \cdot \phi_{h\_intrados}\right)}{s_{hor\_intrados}}\right) = 16 \quad \text{barras}$$

Ratios de cumplimiento de la armadura horizontal dispuesta: $factor_{de.cumplimiento} = 105\%$

$$Rat_{E.L.U\_hor\_trasdos} := \frac{4 \cdot \max\left(A_{s.min.horitz}, A_{s.min.horitz.cara\_tracc}\right)}{n_{hor\_trasdos} \cdot \pi \cdot \phi_{h\_trasdos}^2} = 75.8\%$$

$$Rat_{E.L.U\_hor\_intrados} := \frac{4 \cdot A_{s.min.horitz.cara\_compr}}{n_{hor\_intrados} \cdot \pi \cdot \phi_{h\_intrados}^2} = 75.8\%$$

16.2 Armadura horizontal de reparto en zapata

Armadura mínima mecánica horizontal según "Muros de contención y muros de sótano J. Calavera"

$$A_{s.min.horitz} := \max\left(A_s\left(M_{talon.E.D}\cdot\frac{b_{ll}}{l}\cdot 20\%\right), A_s\left(M_{puntera.E.D}\cdot\frac{b_{ll}}{l}\cdot 20\%\right)\right) = 0.512\ cm^2$$

Armadura mínima geométrica según EHE-08

[Art 42.3.5 EHE-08]

$$\rho := \frac{1.8}{1000} \qquad A_{s.min.horitz.cara\_tracc} := 50\%\cdot\rho\cdot b_{ll}\cdot e_{llosa} = 25.2\ cm^2$$

Cálculo del número de barras necesarias para armadura mínima horizontal.

$$n_{min.trac} := \text{ceil}\left(\frac{4\cdot\max\left(A_{s.min.horitz}, A_{s.min.horitz.cara\_tracc}\right)}{\pi\cdot\phi_{rep\_zapata}^{\ 2}}\right) = 13 \quad \text{barras en } b_{ll} = 3.5\ m$$

Armadura de reparto finalmente dispuesta:

barras $\phi_{rep\_zapata} = 16\ mm$ cada $s_{hor\_rep} := 20\ cm$ total $n_{hor\_rep} := \text{floor}\left(\frac{b_{ll} - 2\cdot\left(r_{lat} + \left(r_d + 1\right)\cdot\phi_{rep\_zapata}\right)}{s_{hor\_rep}}\right) = 16$ barras

Ratios de cumplimiento de la armadura de reparto dispuesta:

$$Rat_{E.L.U\_hor\_rep} := \frac{4\cdot\max\left(A_{s.min.horitz}, A_{s.min.horitz.cara\_tracc}\right)}{n_{hor\_rep}\cdot\pi\cdot\phi_{rep\_zapata}^{\ 2}} = 78.3\% \qquad factor_{de.cumplimiento} = 105\%$$

17. LONGITUDES DE ANCLAJE

17.1 Longitud de anclaje del armado del alzado del muro (posición de anclaje I)

$f_{ck} := f_{ck\_muro} = 30$ MPa

$m_{fck} = 1.3$

Longitud anclaje neta armado: $\phi_l = 16\ mm$

$$l_{b\_neta} := \text{if } m_{fck}\cdot\left(\phi_l\cdot mm^{-1}\right)^2\cdot mm > \frac{f_{yk}}{20}\cdot\phi_l \;\|\; m_{fck}\cdot\left(\phi_l\cdot mm^{-1}\right)^2\cdot mm \;\text{ else }\; \frac{f_{yk}}{20}\cdot\phi_l$$

$l_{b\_neta\_prin} := \text{Ceil}\left(l_{b\_neta}, 5\ cm\right) = 40\ cm$

Longitud de anclaje para armado principal del fuste $\phi_l = 16\ mm$ es $l_{b\_neta\_prin} = 40\ cm$ para anclaje y $2\cdot l_{b\_neta} = 80\ cm$ para solape

Longitud anclaje neta armado $\phi'_l = 16\ mm$

$$l_{b\_neta} := \text{if } m_{fck}\cdot\left(\phi'_l\cdot mm^{-1}\right)^2\cdot mm > \frac{f_{yk}}{20}\cdot\phi'_l \;\|\; m_{fck}\cdot\left(\phi'_l\cdot mm^{-1}\right)^2\cdot mm \;\text{ else }\; \frac{f_{yk}}{20}\cdot\phi'_l$$

$l_{b\_neta} := \text{Ceil}\left(l_{b\_neta}, 5\ cm\right) = 40\ cm$

Longitud de anclaje para armado principal del fuste $\phi'_l = 16\ mm$ es $l_{b\_neta} = 40\ cm$ para anclaje y $2\cdot l_{b\_neta} = 80\ cm$ para solape

20

17.2 Longitud de anclaje del armado de puntera i talón (posición de anclaje II)

$f_{ck} := f_{ck\_zapata} = 30$ MPa

$m_{fck} = 1.3$

Longitud anclaje neta armado $\phi_{lp} = 20\ mm$

$l_{b\_netap} := \text{if } 1.4 \cdot m_{fck} \cdot \left(\phi_{lp} \cdot mm^{-1}\right)^2 \cdot mm > \frac{f_{yk}}{14} \cdot \phi_{lp}$

$\quad \left\| 1.4 \cdot m_{fck} \cdot \left(\phi_{lp} \cdot mm^{-1}\right)^2 \cdot mm \right.$

else

$\quad \left\| \frac{f_{yk}}{14} \cdot \phi_{lp} \right.$

$l_{b\_netap} := \text{Ceil}\left(l_{b\_netap}, 5\ cm\right) = 75\ cm$

Longitud de anclaje para armado de puntera y talón $\phi_{lp} = 20\ mm$ es $l_{b\_netap} = 75\ cm$ para anclaje y $2 \cdot l_{b\_netap} = 150\ cm$ para solape

Longitud anclaje neta armado $\phi'_{lp} = 20\ mm$

$l_{b\_netat} := \text{if } 1.4\ m_{fck} \cdot \left(\phi'_{lp} \cdot mm^{-1}\right)^2 \cdot mm > \frac{f_{yk}}{14} \cdot \phi'_{lp}$

$\quad \left\| 1.4\ m_{fck} \cdot \left(\phi'_{lp} \cdot mm^{-1}\right)^2 \cdot mm \right.$

else

$\quad \left\| \frac{f_{yk}}{14} \cdot \phi'_{lp} \right.$

$l_{b\_netat} := \text{Ceil}\left(l_{b\_netat}, 5\ cm\right) = 75\ cm$

Longitud de anclaje para armado de puntera y talón $\phi'_{lp} = 20\ mm$ es $l_{b\_netat} = 75\ cm$ para anclaje y $2 \cdot l_{b\_netat} = 150\ cm$ para solape

17.3 Longitud de anclaje del armado de reparto (posición de anclaje II)

$f_{ck} := f_{ck\_muro} = 30$ MPa

$m_{fck} = 1.3$

Longitud anclaje neta armado $\phi_{h\_trasdos} = 20\ mm$

$l_{b\_neta\_tras} := \text{if } 1.4 \cdot m_{fck} \cdot \left(\phi_{h\_trasdos} \cdot mm^{-1}\right)^2 \cdot mm > \frac{f_{yk}}{14} \cdot \phi_{h\_trasdos}$

$\quad \left\| 1.4 \cdot m_{fck} \cdot \left(\phi_{h\_trasdos} \cdot mm^{-1}\right)^2 \cdot mm \right.$

else

$\quad \left\| \frac{f_{yk}}{14} \cdot \phi_{h\_trasdos} \right.$

$l_{b\_neta\_tras} := \text{Ceil}\left(l_{b\_neta\_tras}, 5\ cm\right) = 75\ cm$

Longitud de anclaje para armado horizontal muro $\phi_{h\_trasdos} = 20\ mm$ es $l_{b\_neta\_tras} = 75\ cm$ para anclaje y $2 \cdot l_{b\_neta\_tras} = 150\ cm$ para solape

Longitud anclaje neta armado $\phi_{rep\_zapata} = 16\ mm$

$l_{b\_neta\_zap} := \text{if } 1.4\ m_{fck} \cdot \left(\phi_{rep\_zapata} \cdot mm^{-1}\right)^2 \cdot mm > \frac{f_{yk}}{14} \cdot \phi_{rep\_zapata}$

$\quad \left\| 1.4\ m_{fck} \cdot \left(\phi_{rep\_zapata} \cdot mm^{-1}\right)^2 \cdot mm \right.$

else

$\quad \left\| \frac{f_{yk}}{14} \cdot \phi_{rep\_zapata} \right.$

$l_{b\_neta\_zap} := \text{Ceil}\left(l_{b\_neta\_zap}, 5\ cm\right) = 60\ cm$

Longitud de anclaje para armado de reparto zapata $\phi_{rep\_zapata} = 16\ mm$ es $l_{b\_neta\_zap} = 60\ cm$ para anclaje y $2 \cdot l_{b\_neta\_zap} = 120\ cm$ para solape

---

$\Delta = 0$

18. MEDICIONES

Mediciones para muro de longitud $l = 1\ m$:

$Patillas := 30\ cm$ Longitud subministro de barras $l_b := 6\ m$

Zuncho superior de muro de $n_z := 2$ barras $\phi_z := 12\ mm$ con cercos $\phi_{vz} := 0\ mm$ $cada_z := 30\ cm$

Coeficiente de mermas y despuntes: $desp := 5\%$

Cálculo de volúmenes

$Volumen\_hormigon_{muro} := e_{mur} \cdot h_M \cdot l = 2.38\ m^3$

$Volumen\_hormigon_{zap} := e_{llosa} \cdot (b_{ll} + tac) \cdot l = 2.8\ m^3$

$Volumen\_hormigon_{limpieza} := b_{ll} \cdot 10\ cm \cdot l = 0.35\ m^3$

Cuantía acero en alzado de muro

$$Q_{al\_vert\_tras} := \begin{cases} \left\| \frac{\pi \cdot l}{4} \cdot 7850\ \frac{kg}{m^3} \cdot (\phi_l^{\,2}) \cdot \left((h_M + e_{llosa} + 3 \cdot l_{b\_neta\_prin} + Patillas) \cdot \left(\frac{1}{s_{trac} \cdot 2} \right) + (h_{corte} + e_{llosa} + 1 \cdot l_{b\_neta\_prin} + Patillas) \cdot \left(\frac{1}{s_{corte}} \right) \right) \right. \\ \text{else} \\ \left\| \frac{\pi \cdot l}{4} \cdot 7850\ \frac{kg}{m^3} \cdot (\phi_l^{\,2}) \cdot \left((h_M + e_{llosa} + 3 \cdot l_{b\_neta\_prin} + Patillas) \cdot \left(\frac{1}{s_{trac}} \right) \right) \right. \end{cases}$$

$Q_{al\_vert\_tras} = 59.977\ kg$

$$Q_{al\_vert\_intra} := \frac{\pi \cdot l}{4} \cdot 7850\ \frac{kg}{m^3} \cdot (\phi'^{\,2}_l) \cdot \left((h_M + e_{llosa} + 3 \cdot l_{b\_neta} + Patillas) \cdot \left(\frac{1}{s_{comp}} \right) \right) = 59.977\ kg$$

$$Q_{al\_hor} := \frac{\pi \cdot l}{4} \cdot 7850\ \frac{kg}{m^3} \cdot (\phi_{h\_trasdos}^{\,2}) \cdot \left(\frac{2}{l} \cdot \left(l + l_{b\_neta\_tras} \cdot 2 \cdot \frac{l}{l_b} \right) \cdot \left(\text{ceil}\left(\frac{h_M}{s_{hor\_rep}} \right) + 1 \right) \right) = 110.977\ kg$$

$$Q_{al\_zun} := \frac{\pi \cdot l}{4} \cdot 7850\ \frac{kg}{m^3} \cdot \left(\phi_z^{\,2} \cdot n_z \cdot \left(1 + l_{b\_neta\_tras} \cdot 2 \cdot \frac{1}{l_b} \right) + \phi_{vz}^{\,2} \cdot \left((4 \cdot e_{mur}) \cdot \frac{1}{cada_z} \right) \right) = 2.22\ kg$$

$Q_{muro} := (Q_{al\_vert\_tras} + Q_{al\_vert\_intra} + Q_{al\_hor} + Q_{al\_zun}) \cdot (desp + 1) = 244.807\ kg$

Cuantía acero en zapata

$$Q_{z\_inf\_p} := \frac{\pi \cdot l}{4} \cdot 7850\ \frac{kg}{m^3} \cdot (\phi_{lp}^{\,2}) \cdot \left((p_{llosa} + e_{mur} \cdot 0.5 + Patillas + l_{b\_netap}) \cdot \left(\frac{1}{s_{tracp}} \right) \right) = 23.428\ kg$$

$$Q_{z\_inf\_t} := \frac{\pi \cdot l}{4} \cdot 7850\ \frac{kg}{m^3} \cdot (\phi'^{\,2}_{lt}) \cdot \left((t_{llosa} + e_{mur} \cdot 0.5 + Patillas + l_{b\_netat}) \cdot \left(\frac{1}{s_{comt}} \right) \right) = 45.624\ kg$$

$$Q_{z\_sup\_p} := \Delta \cdot \frac{\pi \cdot l}{4} \cdot 7850\ \frac{kg}{m^3} \cdot (\phi'^{\,2}_{lp}) \cdot \left((p_{llosa} + e_{mur} \cdot 0.5 + Patillas + l_{b\_netat}) \cdot \left(\frac{1}{s_{compp}} \right) \right) = 0\ kg$$

$$Q_{z\_sup\_t} := \Delta \cdot \frac{\pi \cdot l}{4} \cdot 7850\ \frac{kg}{m^3} \cdot (\phi_{lt}^{\,2}) \cdot \left((t_{llosa} + e_{mur} \cdot 0.5 + Patillas + l_{b\_netat}) \cdot \left(\frac{1}{s_{tract}} \right) \right) = 0\ kg$$

$$Q_{z\_conjunta} := \frac{\pi \cdot l}{4} \cdot 7850\ \frac{kg}{m^3} \cdot (\phi_{lp}^{\,2}) \cdot \left((b_{ll} + 2 \cdot Patillas) \cdot \left(\frac{2}{min(s_{comt}, s_{tracp}, s_{compp}, s_{tract})} \right) \right)$$

$$Q_{z\_rep} := \frac{\pi \cdot l}{4} \cdot 7850\ \frac{kg}{m^3} \cdot (\phi_{rep\_zapata}^{\,2}) \cdot \left(\frac{(1 + \Delta)}{l} \cdot \left(l + l_{b\_neta\_zap} \cdot 2 \cdot \frac{l}{l_b} \right) \cdot \left(\text{ceil}\left(\frac{b_{ll}}{s_{hor\_rep}} \right) + 1 \right) \right) = 35.986\ kg$$

$$Q_{zap} := \begin{cases} \left\| (Q_{z\_inf\_p} + Q_{z\_inf\_t} + Q_{z\_sup\_p} + Q_{z\_sup\_t} + Q_{z\_rep}) \cdot (desp + 1) \right. \\ \text{else} \\ \left\| (Q_{z\_conjunta} + Q_{z\_rep}) \cdot (desp + 1) \right. \end{cases} = 143.953\ kg$$

19. RESUMEN DE RESULTADOS

19.1 Tipo de muro y cimientos plantado

$factor_{de.cumplimiento} = 105\%$

Altura muro: $h_M = 3.4\ m$, con puntera $p_{llosa} = 0.5\ m$ y talón $t_{llosa} = 2.3\ m$

Espesor del muro $e_{mur} = 0.7\ m$, canto de zapata $e_{llosa} = 0.8\ m$. Longitud del muro: $l = 1\ m$

$Consideración\_del\_tipo\_de\_empuje =$ "EMPUJE AL REPOSO" Recubrimientos: $r_{nom} = 35\ mm$ $r_{zap} = 35\ mm$ $r_{lat} = 70\ mm$

Hormigón $f_{ck\_muro} = 30$, $f_{ck\_zapata} = 30$ y capacidad portante del terreno $\sigma_{adm} = 196.133\ kPa$

Coeficientes materiales: $\gamma_c = 1.5$ $\gamma_s = 1.15$ Coeficientes acciones $\gamma_g = 1.35$ $\gamma_q = 1.5$

19.2 Análisis de estabilidad del muro:

$Cumplimento_{deslizamento.corto.plazo} =$ "Cumple deslizamiento corto plazo" $Ratio_{des.corto} = 96.91\%$

$Cumplimento_{deslizamento.largo.plazo} =$ "Cumple deslizamiento largo plazo" $Ratio_{des.largo} = 84.31\%$

$Cumplimento_{vuelco.corto.plazo} =$ "Cumple vuelco corto plazo" $Ratio_{vuel.corto} = 48.61\%$

$Cumplimento_{vuelco.largo.plazo} =$ "Cumple vuelco largo plazo" $Ratio_{vuel.largo} = 42.68\%$

19.3 Análisis E.L.U. hundimiento del terreno

$Verificación_{hundimiento\_qp}\left(0\ kN \cdot m^{-1}\right) =$ "Se verifica ELU Hundimiento del terreno"

$Verificación_{hundimiento}\left(kN \cdot m^{-1}\right) =$ "Se verifica ELU Hundimiento del terreno" $Ratio_{hundim.o} = 56.203\%$

$Verificación_{hundimiento\_qp}\left(N_{s\_cm} + N_{s\_sc} \cdot \Psi_{2\_sc\_N}\right) =$ "Se verifica ELU Hundimiento del terreno"

$Verificación_{hundimiento}\left(N_{s\_cm} + N_{s\_sc}\right) =$ "Se verifica ELU Hundimiento del terreno" $Ratio_{hundim.N} = 56.203\%$

$Posición_{excentricidad}\left(0\ \frac{kN}{m}\right) =$ "Resultante en nucleo central"

$Posición_{excentricidad}\left(N_{s\_cm} + N_{s\_sc}\right) =$ "Resultante en nucleo central"

19.4 Análisis E.L.U. muro

$j = 7\ day$

Vertical Trasdós: barras $\phi_l = 16\ mm$ cada $s_{trac} = 15\ cm$ $Rat_{E.L.U\_trac} = 62.67\%$

Vertical Intradós: barres $\phi'_l = 16\ mm$ cada $s_{comp} = 15\ cm$ $Rat_{E.L.U\_comp} = 18.8\%$

Horizontal Trasdós: barres $\phi_{h\_trasdos} = 20\ mm$ cada $s_{hor\_trasdos} = 20\ cm$ $Rat_{E.L.U\_hor\_trasdos} = 75.76\%$

Horizontal Intradós: barres $\phi_{h\_intrados} = 20\ mm$ cada $s_{hor\_intrados} = 20\ cm$ $Rat_{E.L.U\_hor\_intrados} = 75.76\%$

$Armadura\_cortante\_muro =$ "No es necesaria"

$Verificación\_rasante\_juntas\_hormigonado =$ "OK. Se verifica"

$Armado_{corte\_armado\_0.5} =$ "NO se contempla corte de armaduras en alzado" $\phi_l = 16\ mm$ cada $s_{corte} = 15\ cm$

La longitud a la cual dejarán de ser necesarias la mitad de las barras del alzado del trasdós del muro es $h_{corte} = 0\ m$ (con un anclaje adicional de $l_{b\_neta\_prin} = 40\ cm$). $corte_{barras} := h_{corte} + l_{b\_neta\_prin} \cdot C = 0\ m$

Juntas de contracción cada $juntas = 15\ m$

19.5 Análisis E.L.S. fisuración muro combinación cuasi-permanente

$j_{fis} = 0.019\ yr$

$Fisuración\_muro =$ "El muro NO fisura en servicio. Puede usasrse la inercia bruta"

$Fisuracion_{muro.h\_lim} =$ "NO se contempla corte de armaduras en alzado"

$Cumplimento_{fisuración\_muro} =$ "Cumple fisuración por tracción en el Muro" $Ratio_{fisuracion\_muro} =$ "No fisura"

19.6 Análisis E.L.S. deformaciones muro

$j_{diff} = 5\ yr$

Flecha admisible en cabeza de muro $f_{adm}\left(h_M\right) = 6.8\ mm$

La flecha total, considerando efectos diferidos y de fisuración es $f_{TOTAL.INTEGRADA}\left(h_M\right) = 0.298\ mm$

$Verificación\_ELS\_deformaciones =$ "OK. Verifica E.L.S. deformaciones" $Ratio_{ELS.deformación} = 4.38\%$

19.7 Análisis E.L.U. y E.L.S. puntera

Cara traccionada: barras $\phi_{lp} = 20$ **mm** cada $s_{tracp} = 20$ **cm** $Rat_{E.L.U\_cara\_inf\_puntera} = 76.39\%$

$Armadura_{superior}$ = "No necesaria. No hay despegue del talón" $\Delta = 0$

Cara comprimida: barras $\phi'_{lp} \cdot \Delta = 0$ **mm** cada $s_{compp} \cdot \Delta = 0$ **cm** $Rat_{E.L.U\_cara\_sup\_puntera} = 76.39\%$

Armado de reparto: barras $\phi_{rep\_zapata} = 16$ **mm** cada $s_{hor\_rep} = 20$ **cm** $Rat_{E.L.U\_hor\_rep} = 78.33\%$

$Armadura\_cortante\_puntera$ = "No es necessaria"

$Fissuración\_puntera$ = "OK. La puntera NO fisura" $Ratio_{fisuracion\_puntera}$ = "No fisura"

$Cumplimento_{fisuración\_puntera}$ = "Cumple fisuración por tracción en Puntera"

19.8 Análisis E.L.U. y E.L.S. talón

$Armadura_{superior}$ = "No necesaria. No hay despegue del talón" $\Delta = 0$

Cara traccionada: barras $\Delta \cdot \phi_{lt} = 0$ **mm** cada $\Delta \cdot s_{tract} = 0$ **cm** $Rat_{E.L.U\_cara\_sup.talón} = 76.39\%$

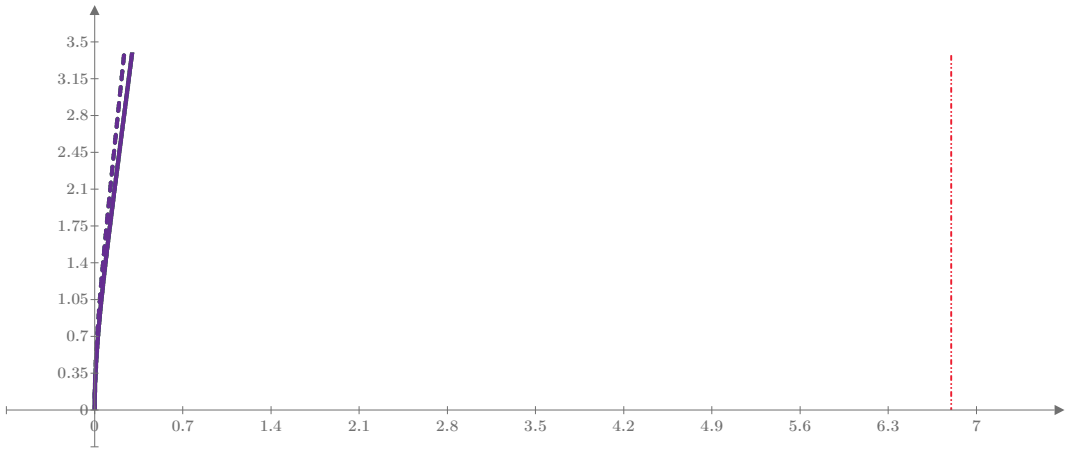
Cara comprimida: barras $\phi'_{lt} = 20$ **mm** cada $s_{comt} = 20$ **cm** $Rat_{E.L.U\_cara\_inf.talón} = 76.39\%$

$Armadura\_cortante\_talón$ = "No es necessaria"

$Fissuración\_talón$ = "OK. El talón NO fisura" $Ratio_{fisuracion\_talón}$ = "No fisura"

$Cumplimento_{fisuración\_talón}$ = "Cumple fisuración por tracción en Talón"

DEFORMADA DEL MURO



t **(m)**

$f_{TOTAL.BRUTA}(t)$ **(mm)** $f_{inst.BRUTA}(t)$ **(mm)** $f_{TOTAL.INTEGRADA}(t)$ **(mm)**

$f_{inst.INTEGRADA}(t)$ **(mm)** $f_{TOTAL.I.EQ.MAX}(t)$ **(mm)** $f_{inst.I.EQ.MAX}(t)$ **(mm)**

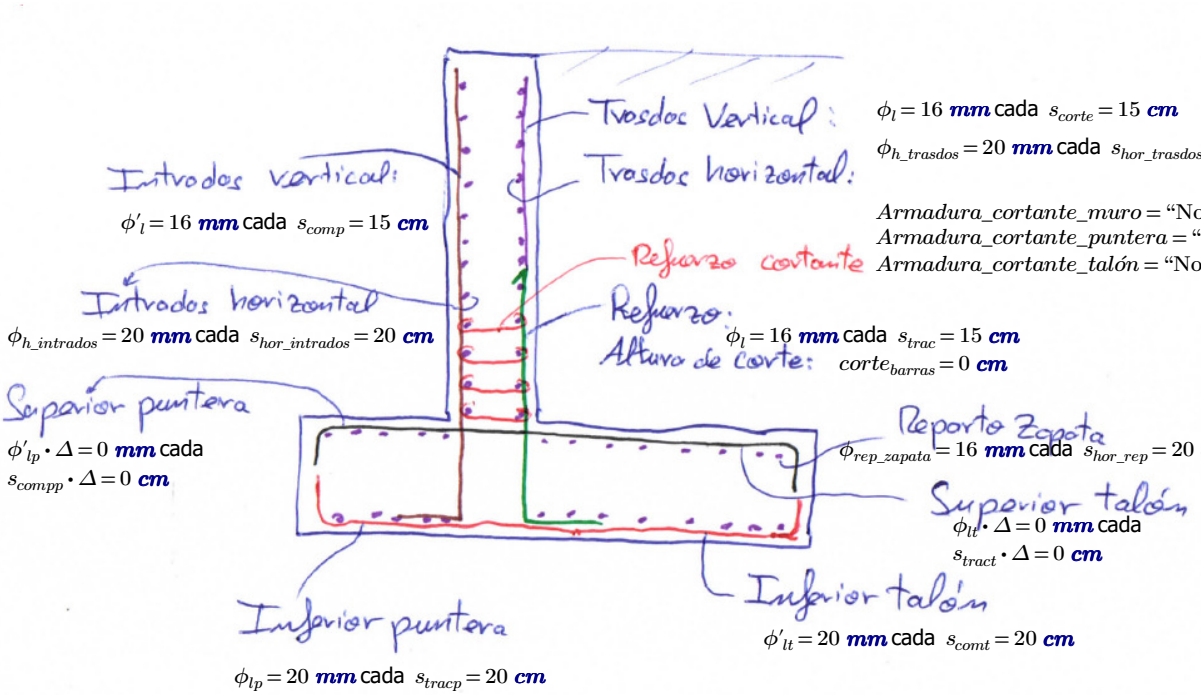
$f_{adm}(t)$ **(mm)**

$f_{TOTAL.INTEGRADA}(h_M) = 0.298$ **mm**

$$\frac{h_M}{f_{TOTAL.INTEGRADA}(h_M)} = 1.141 \cdot 10^4$$

$$\frac{h_M}{f_{adm}(h_M)} = 500$$

Esquema de armado



$\phi_l = 16$ mm cada $s_{corte} = 15$ cm

$\phi_{h\_trasdos} = 20$ mm cada $s_{hor\_trasdos} = 20$ cm

$Armadura\_cortante\_muro =$ "No es necesaria"
$Armadura\_cortante\_puntera =$ "No es necessaria..."
$Armadura\_cortante\_talón =$ "No es necessaria"

$Armadura_{superior} =$ "No necesaria. No hay despegue del talón"

Recubrimiento nominal armaduras: $r_{nom} = 35$ mm

Recubrimiento nominal armadura inferior de zapata: $r_{zap} = 35$ mm

Longitud de anclaje armado principal trasdós	$\phi_l = 16$ mm $l_{b\_neta\_prin} = 40$ cm
Longitud de anclaje armado principal intradós	$\phi'_l = 16$ mm $l_{b\_neta} = 40$ cm
Longitud de solape armado horizontal muro	$\phi_{h\_trasdos} = 20$ mm $l_{b\_neta\_tras} \cdot 2 = 150$ cm
Longitud de solape armado principal zapata	$\phi_{lp} = 20$ mm $2 \cdot l_{b\_netap} = 150$ cm / anclaje: $l_{b\_netap} = 75$ cm
Longitud de solape armado secundarioo zapata	$\phi'_{lp} = 20$ mm $2 \cdot l_{b\_netat} = 150$ cm / anclaje: $l_{b\_netat} = 75$ cm
Longitud de solape armado de reparto zapata	$\phi_{rep\_zapata} = 16$ mm $2 \cdot l_{b\_neta\_zap} = 120$ cm

---

$Verificación_{global\_estabilidad} = 96.91\%$
$Verificación_{global\_hundimiento} = 56.2\%$
$Verificación_{global\_armado} = 78.33\%$

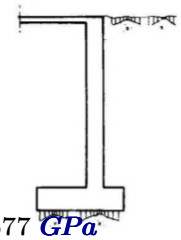
$factor_{de.cumplimiento} = 105\%$

$Cumplimiento\_global\_del\_muro =$ "OK"

$Volumen\_hormigon_{muro} = 2.38\ m \cdot \frac{m^3}{m}$ $\quad Q_{muro} = 244.807$ kg $\quad Ratio_{muro} := \frac{Q_{muro}}{Volumen\_hormigon_{muro}} = 102.86\ \frac{kg}{m^3}$

$Volumen\_hormigon_{zap} = 2.8\ m \cdot \frac{m^3}{m}$ $\quad Q_{zap} = 143.953$ kg $\quad Ratio_{zapata} := \frac{Q_{zap}}{Volumen\_hormigon_{zap}} = 51.412\ \frac{kg}{m^3}$

CÁLCULO DE HASTIAL LATERAL COMO MURO DE SÓTANO



1. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTICAS DEL MURO

Canto del muro: $e_{mur} := 70\ cm$ Altura del muro: $h_{mur} := 3.4\ m$

Resistencia del hormigón del muro: $f_{ck} := 30\,\text{MPa}$ $E_{cm} := 8500 \cdot \sqrt[3]{f_{ck} + 8} \cdot MPa = 28.577\ GPa$

2. PARÁMETROS GEOTÉCNICOS Y CARGAS

Altura de tierras por encima de zapata: $h_{tierras} := 3.4\ m$ Densidad rellenos $\rho_{relleno} := 20\ kN \cdot m^{-3}$

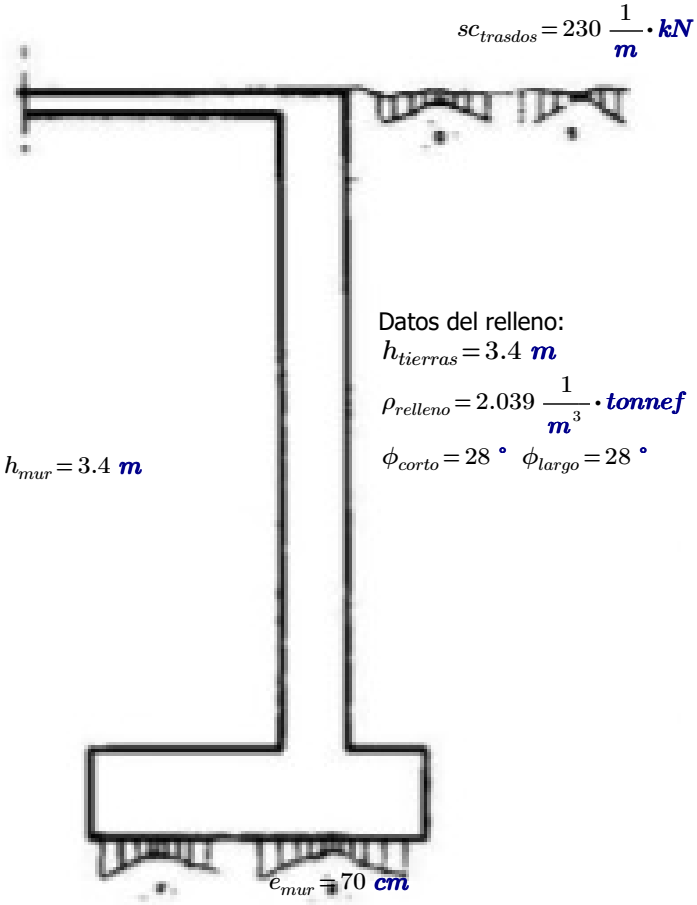
Parámetros a largo plazo: Ángulo de rozamiento interno efectivo del relleno $\phi_{largo} := 28\ °$

Parámetros a corto plazo: Ángulo de rozamiento interno efectivo del relleno $\phi_{corto} := 28\ °$

Sobrecarga en trasdos de muro: $sc_{trasdos} := \rho_{relleno} \cdot 11\ m \cdot 1\ m + 10\ kPa \cdot 1\ m = 230\ kN \cdot m^{-1}$

$\Psi_{2\_sc} := 1$

Esquema geométrico y de cargas considerado:



Hormigón HA $f_{ck} = 30$

3. HIPOTESIS Y CONSIDERACIONES DE CÁLCULO ADOPTADAS

1. Se ha considerado empuje en reposo
2. Se ha considerado un escenario sin empujes hidrostáticos, considerando trasdos de muro drenado
3. Se considera que a largo plazo/ combinación quasi permanente, se utilizará el factor $\Psi_{2\_sc} := 1$ de la sobrecarga de uso.
4. Recubrimiento nominal: $r_{nom} := 35\ mm$
5. Acero corrugado B500S con $f_{yk} := 500\ MPa$ $f_{yd.c} := 400\ MPa$
6. Coeficientes de mayoración de acciones permanentes $\gamma_g := 1.35$
7. Coeficientes de mayoración de acciones variables $\gamma_q := 1.35$
8. Ancho característico máximo de fisura en combinación quasipermanente ELS: $w_{max} := 0.3\ mm$
9. La resistencia media a flexotracción se define como:

$$f_{ctm} := 0.3 \cdot f_{ck}^{\frac{2}{3}}\ MPa = 2.896\ MPa \qquad f_{ctm.fl} := \max\left(\left(1.6 - \frac{e_{mur}}{100\ cm}\right) \cdot f_{ctm}, f_{ctm}\right) = 2.896\ MPa$$

Momento de fisuración del muro en flexión simple: $M_{fis} := f_{ctm.fl} \cdot \frac{1\ m \cdot (e_{mur})^2}{6} = 236.545\ m \cdot kN$

10. Para el caso del alzado del muro, se considerará la tensión axil de peso propio del muro en la consideración del momento de fisuración de la sección del muro.

$$M_{fis\_muro}(h) := M_{fis} \qquad M_{fis\_muro}(0\ m) = 236.545\ m \cdot kN$$

11. Para el análisis en E.L.U. del armado en el muro se consideran dos escenarios. Para el armado en arranque se considerará que existe empotramiento en dicho arranque, mientras que para el armado de positivos, se considerará el arranque como extremo articulado para considerar el efecto de la fisuración.
12. Peso específico del hormigón: $\gamma_{hormigon} := 2400\ kgf \cdot m^{-3}$

4. EMPUJES Y ACCIONES

Coeficientes de empuje

$$K_0(\phi) := 1 - \sin(\phi) \qquad K_p(\phi) := \frac{1 + \sin(\phi)}{1 - \sin(\phi)}$$

Coeficientes de empuje:

$K_0(\phi_{largo}) = 0.531$ $K_0(\phi_{corto}) = 0.531$ $K_p(\phi_{largo}) = 2.77$ $K_p(\phi_{corto}) = 2.77$

Cálculo de empuje en reposo del terreno

$$e_{o\_terreno}(z) := \rho_{relleno} \cdot z \cdot \max\left(K_0(\phi_{largo}), K_0(\phi_{corto})\right)$$

$$E_{o\_terreno} := \int_0^{h_{tierras}} e_{o\_terreno}(z)\, dz = 61.329\ \frac{1}{m} \cdot kN$$

$$M_{o\_terreno} := \int_0^{h_{tierras}} e_{o\_terreno}(z) \cdot (h_{tierras} - z)\, dz = 69.506\ m \cdot \frac{1}{m} \cdot kN$$

Cálculo de empuje en reposo debido a sobrecargas

$$e_{o\_sc}(z) := sc_{trasdos} \cdot \max\left(K_0(\phi_{largo}), K_0(\phi_{corto})\right) \cdot m^{-1}$$

$$E_{o\_sc} := \int_0^{h_{tierras}} e_{o\_sc}(z)\, dz = 414.873\ \frac{1}{m} \cdot kN$$

$$M_{o\_sc} := \int_0^{h_{tierras}} e_{o\_sc}(z) \cdot (h_{tierras} - z)\, dz = 705.285\ m \cdot \frac{1}{m} \cdot kN$$

Posición de la resultante del empuje sobre el muro

$$z_{res} := \frac{M_{o\_terreno} + M_{o\_sc}}{E_{o\_terreno} + E_{o\_sc}} = 1.627\ m$$

Cálculo de pesos propios

Peso propio del muro: $W_{mur} := h_{mur} \cdot e_{mur} \cdot \gamma_{hormigon} = 56.016\ \frac{1}{m} \cdot kN$

5. ANÁLISIS DE ESFUERZOS EN EL MURO

5.1. Esfuerzos en E.L.S en el alzado del muro:

Momento flector inducido por el empuje de tierras: Eje local x en sentido ascendente del muro

$$R_{A\_terreno\_emp} := \frac{e_{o\_terreno}(h_{tierras}) \cdot h_{tierras}^{\ 2}}{h_{mur}} \cdot \left(\frac{1}{6} - \frac{1}{120 \cdot h_{mur}^{\ 2}} \cdot \left(20 \cdot h_{mur}^{\ 2} - 15 \cdot h_{mur} \cdot h_{tierras} + 3 \cdot h_{tierras}^{\ 2} \right) \right) = 12.266\ \frac{1}{m} \cdot kN$$

$$M_{0\_terreno\_emp}(x) := \begin{cases} \left(R_{A\_terreno\_emp} \cdot (h_{mur} - x) - e_{o\_terreno}(h_{tierras}) \cdot \left(\frac{\left((h_{mur} - x) - (h_{mur} - h_{tierras}) \right)^3}{6 \cdot h_{tierras}} \right) \right) & \text{if } x \le h_{tierras} \\ R_{A\_terreno\_emp} \cdot (h_{mur} - x) & \text{else} \end{cases}$$

$$M_{0\_terreno\_emp}(0) = -27.803\ kN$$

$$V_{0\_terreno\_emp}(x) := -\left(\frac{d}{dx} \left(M_{0\_terreno\_emp}(x) \right) \right)$$

$$V_{0\_terreno\_emp}(0) = -49.063\ kN$$

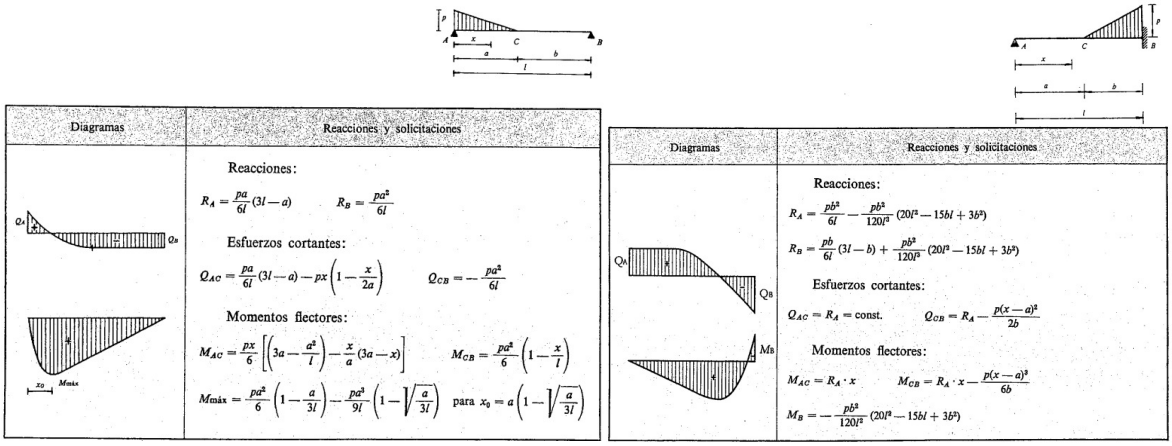
$$R_{A\_terreno\_emp} := \frac{e_{o\_terreno}(h_{tierras}) \cdot h_{tierras}^{\ 2}}{h_{mur}} \cdot \left(\frac{1}{6} - \frac{1}{120 \cdot h_{mur}^{\ 2}} \cdot \left(20 \cdot h_{mur}^{\ 2} - 15 \cdot h_{mur} \cdot h_{tierras} + 3 \cdot h_{tierras}^{\ 2} \right) \right) = 12.266\ \frac{1}{m} \cdot kN$$

$$M_{0\_terreno\_iso}(x) := \begin{cases} \frac{e_{o\_terreno}(h_{tierras}) \cdot x}{6} \cdot \left(\left(3 \cdot h_{tierras} - \frac{h_{tierras}^{\ 2}}{h_{mur}} \right) - \frac{x}{h_{tierras}} \cdot (3 \cdot h_{tierras} - x) \right) & \text{if } x \le h_{tierras} \\ \frac{e_{o\_terreno}(h_{tierras}) \cdot h_{tierras}^{\ 2}}{6} \cdot \left(1 - \frac{x}{h_{mur}} \right) & \text{else} \end{cases}$$

$$M_{0\_terreno\_iso}\left(h_{tierras} \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{h_{tierras}}{3 \cdot h_{mur}}} \right) \right) = 26.753\ kN$$

$$V_{0\_terreno\_iso}(x) := -\left(\frac{d}{dx} \left(M_{0\_terreno\_iso}(x) \right) \right)$$

$$V_{0\_terreno\_iso}(h_{tierras} \cdot 0) = -40.886\ \frac{1}{m} \cdot kN$$



Diagramas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $R_A = \frac{pa}{6l}(3l-a)$ $R_B = \frac{pa^2}{6l}$ Esfuerzos cortantes: $Q_{AC} = \frac{pa}{6l}(3l-a) - px\left(1-\frac{x}{2a}\right)$ $Q_{CB} = -\frac{pa^2}{6l}$ Momentos flectores: $M_{AC} = \frac{px}{6}\left[\left(3a-\frac{a^2}{l}\right)-\frac{x}{a}(3a-x)\right]$ $M_{CB} = \frac{pa^2}{6}\left(1-\frac{x}{l}\right)$ $M_{máx} = \frac{pa^2}{6}\left(1-\frac{a}{3l}\right)-\frac{pa^3}{9l}\left(1-\sqrt{\frac{a}{3l}}\right)$ para $x_0 = a\left(1-\sqrt{\frac{a}{3l}}\right)$

Diagramas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $R_A = \frac{pb^2}{6l} - \frac{pb^3}{120l^3}(20l^2-15bl+3b^2)$ $R_B = \frac{pb}{6l}(3l-b) + \frac{pb^3}{120l^3}(20l^2-15bl+3b^2)$ Esfuerzos cortantes: $Q_{AC} = R_A = \text{const.}$ $Q_{CB} = R_A - \frac{p(x-a)^2}{2b}$ Momentos flectores: $M_{AC} = R_A \cdot x$ $M_{CB} = R_A \cdot x - \frac{p(x-a)^3}{6b}$ $M_B = -\frac{pb^3}{120l^2}(20l^2-15bl+3b^2)$

Momento flector inducido por las sobrecargas: Eje local x en sentido ascendente del muro

$p := e_{o\_sc}\left(h_{tierras}\right)$ $a := h_{mur} - 0.5 \cdot h_{tierras}$ $b := 0.5 \cdot h_{tierras}$ $c := h_{tierras}$ $l := h_{mur}$

$$M_{b\_emp} := -\left(\frac{p \cdot a \cdot b \cdot c}{2 \cdot l^2}\right) \cdot \left(l + a - \frac{c^2}{4 \cdot b}\right) = -176.321\ \textbf{kN} \qquad R_{a\_emp} := \frac{p \cdot b \cdot c}{l} + \frac{M_{b\_emp}}{l} = 155.577\ \frac{1}{\textbf{m}} \cdot \textbf{kN}$$

$$M_{0\_sc\_emp}(x) := \text{if } x \le h_{tierras} \left\| R_{a\_emp} \cdot \left(h_{mur} - x\right) - \frac{p}{2} \cdot \left(\left(h_{mur} - x\right) - a + \frac{c}{2}\right)^2 \right. \text{else} \left\| R_{a\_emp} \cdot \left(h_{mur} - x\right) \right.$$

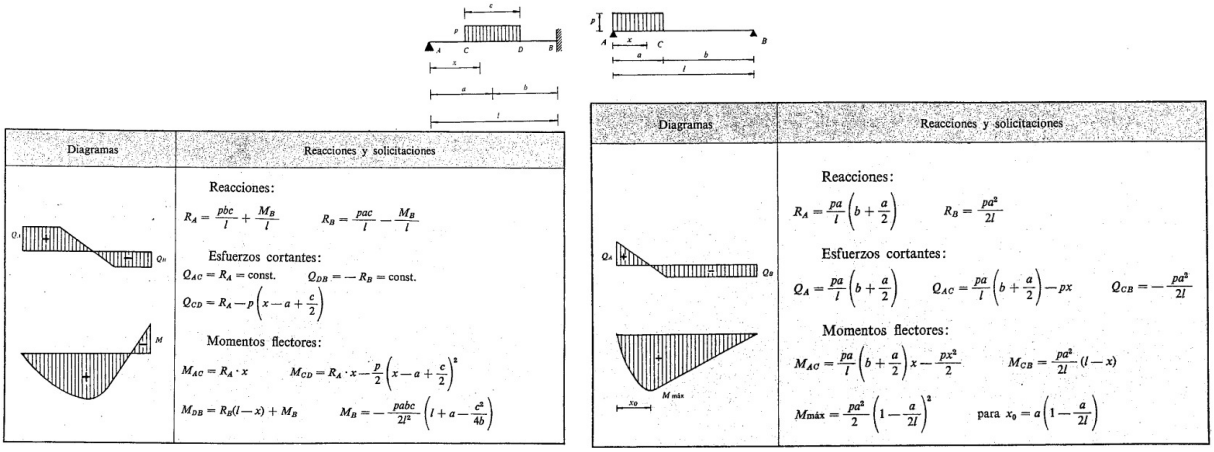
$M_{0\_sc\_emp}(0) = -176.321\ \textbf{kN}$

$$V_{0\_sc\_emp}(x) := -\left(\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}x}\left(M_{0\_sc\_emp}(x)\right)\right) \qquad V_{0\_sc\_emp}(0) = -259.296\ \textbf{kN}$$

$p := e_{o\_sc}\left(h_{tierras}\right)$ $a := h_{tierras}$ $b := h_{mur} - h_{tierras}$ $l := h_{mur}$

$$M_{0\_sc\_iso}(x) := \text{if } x \le h_{tierras} \left\| \frac{p \cdot a}{l} \cdot \left(b + \frac{a}{2}\right) \cdot x - \frac{p \cdot x^2}{2} \right. \text{else} \left\| \frac{p \cdot a^2}{2 \cdot l} \cdot \left(l - x\right) \right.$$

$$V_{0\_sc\_iso}(x) := -\left(\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}x}\left(M_{0\_sc\_iso}(x)\right)\right) \qquad V_{0\_sc\_iso}\left(h_{mur} \cdot 0\right) = -207.437\ \frac{1}{\textbf{m}} \cdot \textbf{kN}$$



Diagramas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $R_A = \frac{pbc}{l} + \frac{M_B}{l}$ $R_B = \frac{pac}{l} - \frac{M_B}{l}$ Esfuerzos cortantes: $Q_{AC} = R_A = \text{const.}$ $Q_{DB} = -R_B = \text{const.}$ $Q_{CD} = R_A - p\left(x - a + \frac{c}{2}\right)$ Momentos flectores: $M_{AC} = R_A \cdot x$ $M_{CD} = R_A \cdot x - \frac{p}{2}\left(x - a + \frac{c}{2}\right)^2$ $M_{DB} = R_B(l - x) + M_B$ $M_B = -\frac{pabc}{2l^2}\left(l + a - \frac{c^2}{4b}\right)$

Diagramas	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $R_A = \frac{pa}{l}\left(b + \frac{a}{2}\right)$ $R_B = \frac{pa^2}{2l}$ Esfuerzos cortantes: $Q_A = \frac{pa}{l}\left(b + \frac{a}{2}\right)$ $Q_{AC} = \frac{pa}{l}\left(b + \frac{a}{2}\right) - px$ $Q_{CB} = -\frac{pa^2}{2l}$ Momentos flectores: $M_{AC} = \frac{pa}{l}\left(b + \frac{a}{2}\right)x - \frac{px^2}{2}$ $M_{CB} = \frac{pa^2}{2l}(l - x)$ $M_{máx} = \frac{pa^2}{2}\left(1 - \frac{a}{2l}\right)^2$ para $x_0 = a\left(1 - \frac{a}{2l}\right)$

Momento en servicio en combinación quasi-permanente en trasdos del muro (cara tierras)

$M_{k\_qp\_emp}(x) := \left(\left(M_{0\_terreno\_emp}(x)\right) + \Psi_{2\_sc} \cdot \left(M_{0\_sc\_emp}(x)\right)\right) \cdot 1\ m$

$M_{k\_qp\_emp}(0 \cdot m) = -204.124\ m \cdot kN$

Momento en servicio en combinación característica en trasdos del muro (cara tierras)

$M_{k\_emp}(x) := \left(\left(M_{0\_terreno\_emp}(x)\right) + 1 \cdot \left(M_{0\_sc\_emp}(x)\right)\right) \cdot 1\ m$

$M_{k\_emp}(0 \cdot m) = -204.124\ m \cdot kN$

Momento en servicio en combinación quasi-permanente en intrados del muro (cara interior)

$M_{k\_qp\_iso}(x) := \left(\left(M_{0\_terreno\_iso}(x)\right) + \Psi_{2\_sc} \cdot \left(M_{0\_sc\_iso}(x)\right)\right) \cdot 1\ m$

$x_{max\_qp\_iso} := 0.5 \cdot h_{mur} = 1.7\ m \quad x_{max\_qp\_iso} := \text{Maximize}\left(M_{k\_qp\_iso}, x_{max\_qp\_iso}\right) = 1.664\ m$

$M_{k\_qp\_iso}\left(x_{max\_qp\_iso}\right) = 202.479\ m \cdot kN$

Momento en servicio en combinación característica en intrados del muro (cara interior

$M_{k\_iso}(x) := \left(\left(M_{0\_terreno\_iso}(x)\right) + 1 \cdot \left(M_{0\_sc\_iso}(x)\right)\right) \cdot 1\ m$

$x_{max\_iso} := 0.5 \cdot h_{mur} = 1.7\ m \quad x_{max\_iso} := \text{Maximize}\left(M_{k\_iso}, x_{max\_iso}\right) = 1.664\ m$

$M_{k\_iso}\left(x_{max\_iso}\right) = 202.479\ m \cdot kN$

Momento de cálculo en trasdos del muro (cara tierras)

Momento flector de cálculo negativo:

$M_{ed.fust\_x\_neg}(x) := \left(\gamma_g \cdot \left(M_{0\_terreno\_emp}(x)\right) + \gamma_q \cdot \left(M_{0\_sc\_emp}(x)\right)\right) \cdot 1\ m$

$M_{ed.fust\_neg} := \left|M_{ed.fust\_x\_neg}(0)\right| = 275.567\ m \cdot kN$

Momento de cálculo en intrados del muro (cara interior)

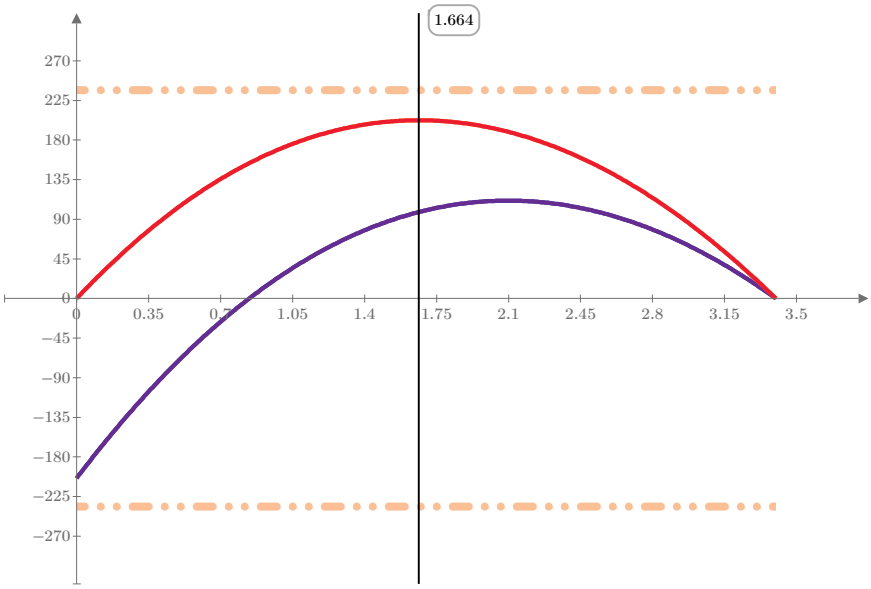
Momento flector de cálculo positivo:

$M_{ed.fust\_x\_pos}(x) := \left(\gamma_g \cdot \left(M_{0\_terreno\_iso}(x)\right) + \gamma_q \cdot \left(M_{0\_sc\_iso}(x)\right)\right) \cdot 1\ m$

$x_{max\_ed\_iso} := 0.5 \cdot h_{mur} = 1.7\ m \quad x_{max\_ed\_iso} := \text{Maximize}\left(M_{ed.fust\_x\_pos}, x_{max\_ed\_iso}\right) = 1.664\ m$

$M_{ed.fust\_pos} := \left|M_{ed.fust\_x\_pos}\left(x_{max\_ed\_iso}\right)\right| = 273.347\ m \cdot kN$

Gráfico de la evolución del momento flector en servicio del muro. E.L.S.



$M_{k\_qp\_emp}(t)\ \ (kN \cdot m)$

$M_{k\_emp}(t)\ \ (kN \cdot m)$

$M_{k\_qp\_iso}(t)\ \ (kN \cdot m)$

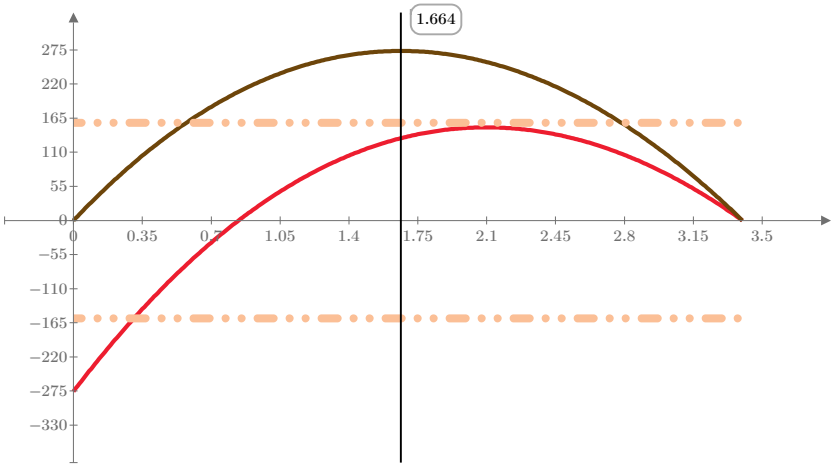
$M_{k\_iso}(t)\ \ (kN \cdot m)$

$M_{fis\_muro}(t)\ \ (kN \cdot m)$

$-M_{fis\_muro}(t)\ \ (kN \cdot m)$

$t\ \ (m)$

Gráfico de la evolución del momento flector de cálculo en el muro E.L.U.



$M_{ed.fust\_x\_neg}(t)\ \ (kN \cdot m)$

$M_{ed.fust\_x\_pos}(t)\ \ (kN \cdot m)$

$\frac{M_{fis\_muro}(t)}{1.5}\ \ (kN \cdot m)$

$\frac{-M_{fis\_muro}(t)}{1.5}\ \ (kN \cdot m)$

$t\ \ (m)$

6. DIMENSIONAMIENTO DE ARMADURAS DEL MURO
FLEXIÓN NEGATIVA. TRASDÓS DE MURO (CARA TIERRAS)

6.1. Dimensionamento en E.L.U. del armado longitudinal del armado del muro.

Momento flector de cálculo: $M_{ed.fust\_neg} = 275.567\ \boldsymbol{m \cdot kN}$

Se procederá a realizar un dimensionado del armado en flexión simple conforme la EHE-08

Canto del muro : $e_{mur} = 0.7\ \boldsymbol{m}$

Ancho de cálculo del muro: $b := 1\ \boldsymbol{m}$

Diàmetro previsto para armado longitudinal de tracción (trasdós): $\phi_l := 16\ \boldsymbol{mm}$

Diàmetro previsto para armado longitudinal de compresión (intradós): $\phi'_l := 16\ \boldsymbol{mm}$

Recubrimento nominal: $r_{nom} = 35\ \boldsymbol{mm}$

Recobrimento mecánico armadura de tracción: $r := r_{nom} + \frac{\phi_l}{2} = 43\ \boldsymbol{mm}$

Recobrimento mecánico armadura de compresión: $r' := r_{nom} + \frac{\phi'_l}{2} = 43\ \boldsymbol{mm}$

Canto útil para el armado de tracción: $d := e_{mur} - r = 65.7\ \boldsymbol{cm}$

Canto útil para el armado de compressión : $d' := r' = 4.3\ \boldsymbol{cm}$

Acero corrugado B500s con $f_{yd} := \frac{f_{yk}}{1.15} = 434.783\ \boldsymbol{MPa}$ i $f_{yd.c} = 400\ \boldsymbol{MPa}$

Resistencia de cálculo a compresión de hormigón: $f_{cd} := \frac{f_{ck}}{1.5}\ \boldsymbol{MPa} = 20\ \boldsymbol{MPa}$

Definición de la función de armado de acuerdo al l'Anejo 7 de la EHE-08

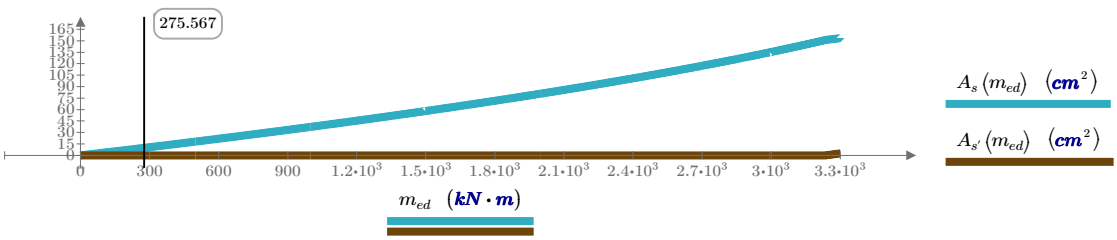
Se procede a definir la función de armado según el método del momento límite (ver 3.1.2 del Anejo 7 de la EHE-08)

El momento límite se define com sigue: $M_{lim} := 0.375 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d^2 = 3237.37\ \boldsymbol{m \cdot kN}$

La función que define el armado para un dimensionado en flexión simple, acotando la fibra neutra a la profundidad límite $x_{lim} := 0.625 \cdot d = 41.0625\ \boldsymbol{cm}$, sigue la formulación:

$$A_s(M_{ed}) := \text{if } M_{ed} \le M_{lim}$$
$$\quad A_s \leftarrow \frac{f_{cd} \cdot b \cdot d}{f_{yd}} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{ed}}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2}}\right)$$
$$\text{else}$$
$$\quad A_s \leftarrow \frac{0.5 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d + \frac{(M_{ed} - M_{lim})}{d - d'}}{f_{yd}}$$

$$A_{s'}(M_{ed}) := \text{if } M_{ed} \le M_{lim}$$
$$\quad A_{s'} \leftarrow 0\ \boldsymbol{cm^2}$$
$$\text{else}$$
$$\quad A_{s'} \leftarrow \frac{\frac{(M_{ed} - M_{lim})}{d - d'}}{f_{yd.c}}$$



$M_{ed.fust\_neg} = 275.567\ \boldsymbol{m \cdot kN}$

$A_s\left(M_{ed.fust\_neg}\right) = 9.806\ \boldsymbol{cm^2}$ $A_{s'}\left(M_{ed.fust\_neg}\right) = 0\ \boldsymbol{cm^2}$

Si se usan barras $\phi_l = 16\ \boldsymbol{mm}$ se necesitan: $n := \text{ceil}\left(\frac{4 \cdot A_s\left(M_{ed.fust\_neg}\right)}{\pi \cdot \phi_l^{\,2}}\right) = 5$ barras en $b = 1\ \boldsymbol{m}$

Armadura mínima mecánica según EHE-08

[Art 42.3.2 EHE-08]

Factor de reducción en secciones rectangulares

$$\alpha(M) := \text{if}\ \left(1.5 - 12.5 \cdot \frac{A_s(M) \cdot f_{yd}}{1\ \boldsymbol{m} \cdot e_{mur} \cdot f_{cd}} > 1,\ 1,\ 1.5 - 12.5 \cdot \frac{A_s(M) \cdot f_{yd}}{1\ \boldsymbol{m} \cdot e_{mur} \cdot f_{cd}}\right)$$

$\alpha\left(M_{ed.fust\_neg}\right) = 1$

$A_{s.min.cara\_tracc.mecanica} := A_s\left(M_{ed.fust\_neg}\right) \cdot \alpha\left(M_{ed.fust\_neg}\right) = 9.806\ \boldsymbol{cm^2}$

$A_{s.min.cara\_compr.mecanica} := 0.05 \cdot \left(\frac{\gamma_g \cdot \langle W_{mur} \cdot b \rangle}{f_{yd.c}}\right) = 0.095\ \boldsymbol{cm^2}$

Armadura mínima geométrica según EHE-08

[Art 42.3.5 EHE-08]

Factor de cuantia geométrica mínima vertical en muros: $\rho := \frac{0.9}{1000}$

$A_{s.min.cara\_tracc} := \rho \cdot b \cdot e_{mur} = 6.3\ \boldsymbol{cm^2}$ $A_{s.min.cara\_compr} := 0.3\ \rho \cdot b \cdot e_{mur} = 1.89\ \boldsymbol{cm^2}$

Cálcul del número de barras requerido por armadura mínima:

$n_{min.tracc} := \text{ceil}\left(\frac{4 \cdot \max\left(A_{s.min.cara\_tracc}, A_{s.min.cara\_tracc.mecanica}\right)}{\pi \cdot \phi_l^{\,2}}\right) = 5$ barras en $b = 1\ \boldsymbol{m}$

$n_{min.comp} := \text{ceil}\left(\frac{4 \cdot \max\left(A_{s.min.cara\_compr}, A_{s.min.cara\_compr.mecanica}\right)}{\pi \cdot \phi'^{\,2}_l}\right) = 1$ barras en $b = 1\ \boldsymbol{m}$

Separación entre barras:

$s_{min.X} := \frac{b}{n_{min.tracc}} = 20\ \boldsymbol{cm}$ $s_{min.Y} := \frac{b}{n_{min.comp}} = 100\ \boldsymbol{cm}$

6.2. Armadura finalmente dispuesta en el alzado de muro

$Armado_{minimo}$ = "ATENCIÓN! Se requiere armadura mínima"

Cara traccionada: barras $\phi_l = 16\ \boldsymbol{mm}$ cada $s_{trac} := 15\ \boldsymbol{cm}$ total $n_{trac} := \frac{b}{s_{trac}} = 6.667$ barras

Cara comprimida: barras $\phi'_l = 16\ \boldsymbol{mm}$ cada $s_{comp} := 15\ \boldsymbol{cm}$ total $n_{comp} := \frac{b}{s_{comp}} = 6.667$ barras

6.3 Ratios de trabajo en E.L.U. del armado del alzado del muro

$$Rat_{E.L.U\_trac\_neg} := \frac{4 \cdot \max\left(A_s\left(M_{ed.fust\_neg}\right), A_{s.min.cara\_tracc}, A_{s.min.cara\_tracc.mecanica}\right)}{n_{trac} \cdot \pi \cdot \phi_l^{\,2}} = 73.2\%$$

$$Rat_{E.L.U\_comp\_neg} := \frac{4 \cdot \max\left(A_{s'}\left(M_{ed.fust\_neg}\right), A_{s.min.cara\_compr}, A_{s.min.cara\_compr.mecanica}\right)}{n_{comp} \cdot \pi \cdot \phi'^{\,2}_l} = 14.1\%$$

6.4. Análisis de fisuración del muro en combinación quasi permanente de E.L.S.

Abertura característica de fisura máxima $w_{max} = 0.3\ \boldsymbol{mm}$
Resistencia a compresión del hormigón del muro: $f_{ck} = 30$ MPa
Módulo de elasticidad del hormigón. $E_{cm} = 28.577\ \boldsymbol{GPa}$
Resistencia a flexo-tracción:

$$f_{ctm} := 0.3 \cdot f_{ck}^{\frac{2}{3}}\ \boldsymbol{MPa} = 2.896\ \boldsymbol{MPa} \qquad f_{ctm.fl} := \max\left(\left(1.6 - \frac{e_{mur}}{100\ \boldsymbol{cm}}\right) \cdot f_{ctm}, f_{ctm}\right) = 2.896\ \boldsymbol{MPa}$$

Momento de fisuración del muro: $M_{fis} := M_{fis\_muro}(0) = 236.545\ \boldsymbol{m \cdot kN}$

$Fisuración\_muro :=$ if $M_{fis} \le M_{k\_emp}(0 \cdot \boldsymbol{m})$
"ATENCIÓN!, EL MURO FISURARÁ. Hay de contemplar la inercia equivalente"
else
"El mur NO fisura en servicio. Puede usasrse la inercia bruta"

$Fisuración\_muro =$ "El mur NO fisura en servicio. Puede usasrse la inercia bruta"

$$I_{bruta} := \frac{b \cdot e_{mur}^{\,3}}{12} = 2858333.33\ \boldsymbol{cm}^4$$

El muro presentará momentos flectores superiores a los de fisuración hasta la cota $h_{fis} = -0.102\ \boldsymbol{m}$ respecto la base del muro, punto a partir del cual el muro estará fisurado hasta la base

Solve Constraints: Values

$h_{fis} := 0\ \boldsymbol{m}$

$\left|M_{k\_emp}\left(h_{fis}\right)\right| = M_{fis}$

$h_{fis} := \mathbf{find}\left(\mathbf{h_{fis}}\right) = -0.102\ \boldsymbol{m}$

Cálculo de la inércia fisurada

[Anejo 8. Art 2.2 EHE-08]

Armadura de tracción: $A_{s\_} := n_{trac} \cdot \pi \cdot \frac{\phi_l^{\,2}}{4} = 13.404\ \boldsymbol{cm}^2$ $\qquad \rho := \frac{A_{s\_}}{b \cdot d} = 0.002$

Armadura de compressión: $A_{s'\_} := n_{comp} \cdot \pi \cdot \frac{\phi'^{\,2}_l}{4} = 13.404\ \boldsymbol{cm}^2$ $\qquad \rho' := \frac{A_{s'\_}}{b \cdot d} = 0.002$

$$n := \frac{200\ \boldsymbol{GPa}}{E_{cm}} = 6.999$$

Cálculo profundidad fibra neutra fisurada

$$x := d \cdot n \cdot \rho \cdot \left(1 + \frac{\rho'}{\rho}\right) \cdot \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot \left(1 + \frac{\rho'}{\rho} \cdot \frac{d'}{d}\right)}{n \cdot \rho \cdot \left(1 + \frac{\rho'}{\rho}\right)^2}}\right) = 97.365\ \boldsymbol{mm}$$

Cálculo de la inercia fisurada

$$I_{fis} := n \cdot A_{s\_} \cdot (d - x) \cdot \left(d - \frac{x}{3}\right) + n \cdot A_{s'\_} \cdot (x - d') \cdot \left(\frac{x}{3} - d'\right) = 327348.64 \ cm^4$$

Cálculo apertura máxima de fisura

[Art 49.2.4 EHE-08]

Moment de servei en combinación quasi permanente $M_{serv} := \left|M_{k\_qp\_emp}(0 \cdot m)\right| = 204.124 \ m \cdot kN$

Canto $h := e_{mur} = 0.7 \ m$

Ancho $b = 1 \ m$

Abertura característica de fisura máxima $w_{max} = 0.3 \ mm$

Diámetro de les barras del armado de tracción $\phi_l = 16 \ mm$

Número de barras del armado de tracción en $b = 1 \ m$ $n_0 := n_{trac} = 6.667$

Separación entre barras longitudinales $s_0 := s_{trac} = 150 \ mm$

Recubrimento armadura traccionada hasta tocar barra $c := r_{nom} = 35 \ mm$

Coeficiente K1 (poner 0.125 para flexión simple o 0.25 para tracción simple) $k_1 := 0.125$

Coeficiente k2 (poner 1 si carga instantánea o poner 0.5 si carga duradera) $k_2 := 1$

Coeficiente β (poner 1.7 si es fisuración por cargas o 1.3 si es por deformaciones) $\beta := 1.7$

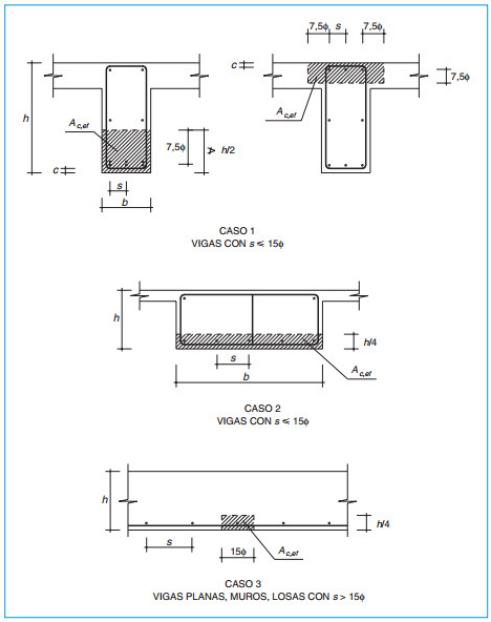
Cálculo de area del hormigón en zona del recubrimento

Si es viga alma estrecha en negativos poner 0
Si es viga alma estrecha en positivos poner 1
Si es viga alma ancha, losa o muro, poner 2

$A_{c.ef} := 2$

$A_{c.eff} :=$ if $A_{c.ef} = 0$
$\quad A_{c.eff} \leftarrow 7.5 \cdot \phi_l \cdot (b + 2 \cdot 7.5 \cdot \phi_l)$
else if $A_{c.ef} = 1$
$\quad A_{c.eff} \leftarrow$ if $7.5 \cdot \phi_l \le \frac{h}{2}$
$\quad\quad A_{c.eff} \leftarrow 7.5 \cdot \phi_l \cdot b$
$\quad$ else
$\quad\quad A_{c.eff} \leftarrow \frac{h}{2} \cdot b$
else if $A_{c.ef} = 2$
$\quad A_{c.eff} \leftarrow$ if $s_0 \le 15 \cdot \phi_l$
$\quad\quad A_{c.eff} \leftarrow \frac{h}{4} \cdot b$
$\quad$ else
$\quad\quad A_{c.eff} \leftarrow \frac{h}{4} \cdot 15 \cdot \phi_l$

$s :=$ if $s_0 > 15 \cdot \phi_l$
$\quad s \leftarrow 15 \cdot \phi_l$
else
$\quad s \leftarrow s_0$



Area del hormigón en la zona del recubrimiento calculada: $A_{c.eff} = 1750 \ cm^2$

Distancia longitudinal entre barras calculada: $s = 150 \ mm$

Area de las armaduras situadas dentro del área eficaz $A_{s.ef} := n_0 \cdot \frac{\pi \cdot \phi_l^{\,2}}{4} = 13.404 \ cm^2$

Cálculo de la separación media de fisuras

$$s_m := 2 \cdot c + 0.2 \cdot s + 0.4 \cdot k_1 \cdot \frac{\phi_l \cdot A_{c.eff}}{A_{s.ef}} = 204.445 \ \textbf{mm}$$

Cálculo de tensiones (según apartado 2.4 del Anejo 8 de la EHE-08)

Profundidad de la fibra neutra: $x = 97.365 \ \textbf{mm}$ $n = 6.999$

Inercia fisurada: $I_{fis} = \left(3.273 \cdot 10^5\right) \ \textbf{cm}^4$ $f_{ctm.fl} = 2.896 \ \textbf{MPa}$

Canto útil $d = 657 \ \textbf{mm}$ $d' = 43 \ \textbf{mm}$

Tensión en la fibra más comprimida del hormigón $\sigma_c := M_{serv} \cdot \frac{x}{I_{fis}} = 6.071 \ \textbf{MPa}$

Tensión en la armadura de tracción $\sigma_s := n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(d - x)}{x} = 244.233 \ \textbf{MPa}$

Tensión en la armadura de compressión $\sigma'_s := -n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(x - d')}{x} = -23.726 \ \textbf{MPa}$

Tensión de la armadura en sección fisurada en instante que fisura el hormigón para $M_{fis} = 236.545 \ \textbf{m} \cdot \textbf{kN}$

$$\sigma_{sr} := n \cdot \frac{M_{fis} \cdot (d - x)}{I_{fis}} = 283.025 \ \textbf{MPa}$$

Cálculo del alargamiento medio de las armaduras

$$\varepsilon_{sm.o} := \frac{\sigma_s}{200 \ \textbf{GPa}} \cdot \left(1 - k_2 \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s}\right)^2\right) = -0.00042$$

$$\varepsilon_{sm} := \begin{cases} \text{if } \varepsilon_{sm.o} \geq 0.4 \cdot \frac{\sigma_s}{200 \ \textbf{GPa}} \\ \quad \varepsilon_{sm} \leftarrow \varepsilon_{sm.o} \\ \text{else} \\ \quad \varepsilon_{sm} \leftarrow 0.4 \cdot \frac{\sigma_s}{200 \ \textbf{GPa}} \end{cases} = 4.885 \cdot 10^{-4}$$

Cálculo de la apertura característica de fisura

$\omega_k := \beta \cdot s_m \cdot \varepsilon_{sm} = 0.17 \ \textbf{mm}$ $w_{max} = 0.3 \ \textbf{mm}$

Ratio de compliment: $Ratio_{fisuracion\_muro\_neg} = \text{“No fisura”}$ <100% **OK**

$Cumplimento_{fisuración\_muro\_neg} = \text{“Cumple fisuración por tracción en el Muro”}$

7. DIMENSIONAMIENTO DE ARMADURAS DEL MURO
FLEXIÓN POSITIVA. INTRADOS DE MURO (CARA INTERIOR)

7.1. Dimensionamento en E.L.U. del armado longitudinal del armado del muro.

Momento flector de cálculo: $M_{ed.fust\_pos} = 273.347\ \boldsymbol{m \cdot kN}$

Se procederá a realizar un dimensionado del armado en flexión simple conforme la EHE-08

Canto del muro : $e_{mur} = 0.7\ \boldsymbol{m}$

Ancho de cálculo del muro: $b := 1\ \boldsymbol{m}$

Diàmetro previsto para armado longitudinal de tracción (intrados): $\phi'_l = 16\ \boldsymbol{mm}$

Diàmetro previsto para armado longitudinal de compresión (trasdos): $\phi_l = 16\ \boldsymbol{mm}$

Recubrimento nominal: $r_{nom} = 35\ \boldsymbol{mm}$

Recobrimento mecánico armadura de tracción: $r := r_{nom} + \frac{\phi'_l}{2} = 43\ \boldsymbol{mm}$

Recobrimento mecánico armadura de compresión: $r' := r_{nom} + \frac{\phi_l}{2} = 43\ \boldsymbol{mm}$

Canto útil para el armado de tracción: $d := e_{mur} - r = 65.7\ \boldsymbol{cm}$

Canto útil para el armado de compressión : $d' := r' = 4.3\ \boldsymbol{cm}$

Acero corrugado B500s con $f_{yd} := \frac{f_{yk}}{1.15} = 434.783\ \boldsymbol{MPa}$ i $f_{yd.c} = 400\ \boldsymbol{MPa}$

Resistencia de cálculo a compresión de hormigón: $f_{cd} := \frac{f_{ck}}{1.5}\ \boldsymbol{MPa} = 20\ \boldsymbol{MPa}$

Definición de la función de armado de acuerdo al l'Anejo 7 de la EHE-08

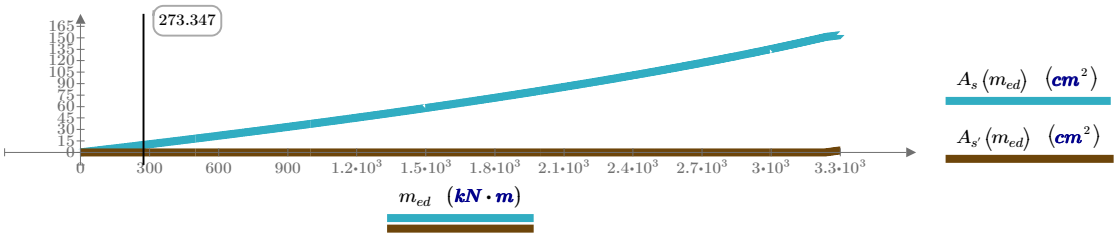
Se procede a definir la función de armado según el método del momento límite (ver 3.1.2 del Anejo 7 de la EHE-08)

El momento límite se define com sigue: $M_{lim} := 0.375 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d^2 = 3237.37\ \boldsymbol{m \cdot kN}$

La función que define el armado para un dimensionado en flexión simple, acotando la fibra neutra a la profundidad límite $x_{lim} := 0.625 \cdot d = 41.0625\ \boldsymbol{cm}$, sigue la formulación:

$$A_s(M_{ed}) := \text{if } M_{ed} \le M_{lim}$$
$$\quad A_s \leftarrow \frac{f_{cd} \cdot b \cdot d}{f_{yd}} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{ed}}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2}}\right)$$
$$\text{else}$$
$$\quad A_s \leftarrow \frac{0.5 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d + \frac{(M_{ed} - M_{lim})}{d - d'}}{f_{yd}}$$

$$A_{s'}(M_{ed}) := \text{if } M_{ed} \le M_{lim}$$
$$\quad A_{s'} \leftarrow 0\ \boldsymbol{cm^2}$$
$$\text{else}$$
$$\quad A_{s'} \leftarrow \frac{\frac{(M_{ed} - M_{lim})}{d - d'}}{f_{yd.c}}$$



$M_{ed.fust\_pos} = 273.347\ m \cdot kN$

$A_s\left(M_{ed.fust\_pos}\right) = 9.726\ cm^2$ $\quad A_{s'}\left(M_{ed.fust\_pos}\right) = 0\ cm^2$

Si se usan barras $\phi'_l = 16\ mm$ se necesitan: $n := \text{ceil}\left(\frac{4 \cdot A_s\left(M_{ed.fust\_pos}\right)}{\pi \cdot \phi'^2_l}\right) = 5$ barras en $b = 1\ m$

Armadura mínima mecánica según EHE-08

[Art 42.3.2 EHE-08]

Factor de reducción en secciones rectangulares

$$\alpha(M) := \begin{cases} \text{if } 1.5 - 12.5 \cdot \frac{A_s(M) \cdot f_{yd}}{1\ m \cdot e_{mur} \cdot f_{cd}} > 1 \\ \quad 1 \\ \text{else} \\ \quad 1.5 - 12.5 \cdot \frac{A_s(M) \cdot f_{yd}}{1\ m \cdot e_{mur} \cdot f_{cd}} \end{cases} \qquad \alpha\left(M_{ed.fust\_pos}\right) = 1$$

$A_{s.min.cara\_tracc.mecanica} := A_s\left(M_{ed.fust\_pos}\right) \cdot \alpha\left(M_{ed.fust\_pos}\right) = 9.726\ cm^2$

$A_{s.min.cara\_compr.mecanica} := 0.05 \cdot \left(\frac{\gamma_g \cdot \langle W_{mur} \cdot b \rangle}{f_{yd.c}}\right) = 0.095\ cm^2$

Armadura mínima geométrica según EHE-08

[Art 42.3.5 EHE-08]

Factor de cuantia geométrica mínima vertical en muros: $\rho := \frac{0.9}{1000}$

$A_{s.min.cara\_tracc} := \rho \cdot b \cdot e_{mur} = 6.3\ cm^2$ $\quad A_{s.min.cara\_compr} := 0.3\ \rho \cdot b \cdot e_{mur} = 1.89\ cm^2$

Cálcul del número de barras requerido por armadura mínima:

$n_{min.tracc} := \text{ceil}\left(\frac{4 \cdot \max\left(A_{s.min.cara\_tracc}, A_{s.min.cara\_tracc.mecanica}\right)}{\pi \cdot \phi'^2_l}\right) = 5$ barras en $b = 1\ m$

$n_{min.comp} := \text{ceil}\left(\frac{4 \cdot \max\left(A_{s.min.cara\_compr}, A_{s.min.cara\_compr.mecanica}\right)}{\pi \cdot \phi^2_l}\right) = 1$ barras en $b = 1\ m$

Separación entre barras:

$s_{min.X} := \frac{b}{n_{min.tracc}} = 20\ cm$ $\quad s_{min.Y} := \frac{b}{n_{min.comp}} = 100\ cm$

7.2. Armadura finalmente dispuesta en el alzado de muro

$Armado_{minimo}$ = "ATENCIÓN! Se requiere armadura mínima"

Cara traccionada: barras $\phi'_l = 16\ mm$ cada $s_{comp} = 15\ cm$ total $n_{trac} := \frac{b}{s_{comp}} = 6.667$ barras

Cara comprimida: barras $\phi_l = 16\ mm$ cada $s_{trac} = 15\ cm$ total $n_{comp} := \frac{b}{s_{trac}} = 6.667$ barras

7.3 Ratios de trabajo en E.L.U. del armado del alzado del muro

$$Rat_{E.L.U\_trac\_pos} := \frac{4 \cdot \max\left(A_s\left(M_{ed.fust\_pos}\right), A_{s.min.cara\_tracc}, A_{s.min.cara\_tracc.mecanica}\right)}{n_{trac} \cdot \pi \cdot \phi'^{\,2}_{l}} = 72.6\%$$

$$Rat_{E.L.U\_comp\_pos} := \frac{4 \cdot \max\left(A_{s'}\left(M_{ed.fust\_pos}\right), A_{s.min.cara\_compr}, A_{s.min.cara\_compr.mecanica}\right)}{n_{comp} \cdot \pi \cdot \phi_{l}^{\,2}} = 14.1\%$$

7.4. Análisis de fisuración del muro en combinación quasi permanente de E.L.S.

Abertura característica de fisura máxima $w_{max} = 0.3\ \textbf{mm}$

Resistencia a compresión del hormigón del muro: $f_{ck} = 30$ MPa

Módulo de elasticidad del hormigón. $E_{cm} = 28.577\ \textbf{GPa}$

Resistencia a flexo-tracción:

$$f_{ctm} := 0.3 \cdot f_{ck}^{\frac{2}{3}}\ \textbf{MPa} = 2.896\ \textbf{MPa} \qquad f_{ctm.fl} := \max\left(\left(1.6 - \frac{e_{mur}}{100\ \textbf{cm}}\right) \cdot f_{ctm}, f_{ctm}\right) = 2.896\ \textbf{MPa}$$

Momento de fisuración del muro: $M_{fis} := M_{fis\_muro}(0) = 236.545\ \textbf{m} \cdot \textbf{kN}$

$Fisuración\_muro :=$ if $M_{fis} \le M_{k\_iso}\left(x_{max\_iso}\right)$
"ATENCIÓN!, EL MURO FISURARÁ. Hay de contemplar la inercia equivalente"
else
"El mur NO fisura en servicio. Puede usasrse la inercia bruta"

$Fisuración\_muro =$ "El mur NO fisura en servicio. Puede usasrse la inercia bruta"

$$I_{bruta} := \frac{b \cdot e_{mur}^{\,3}}{12} = 2858333.33\ \textbf{cm}^4$$

El muro presentará momentos flectores superiores a los de fisuración hasta la cota $h_{fis} = -0.764\ \textbf{m}$ respecto la base del muro, punto a partir del cual el muro estará fisurado hasta la base

Solve Constraints: Values

$h_{fis} := 0\ \textbf{m}$

$\left|M_{k\_iso}\left(h_{fis}\right)\right| = M_{fis}$

$h_{fis} := \textbf{find}\left(h_{fis}\right) = -0.764\ \textbf{m}$

Cálculo de la inércia fisurada

[Anejo 8. Art 2.2 EHE-08]

Armadura de tracción: $A_{s\_} := n_{trac} \cdot \pi \cdot \frac{\phi'^{\,2}_{l}}{4} = 13.404\ \textbf{cm}^2$ $\qquad \rho := \frac{A_{s\_}}{b \cdot d} = 0.002$

Armadura de compressión: $A_{s'\_} := n_{comp} \cdot \pi \cdot \frac{\phi_{l}^{\,2}}{4} = 13.404\ \textbf{cm}^2$ $\qquad \rho' := \frac{A_{s'\_}}{b \cdot d} = 0.002$

$$n := \frac{200\ \textbf{GPa}}{E_{cm}} = 6.999$$

Cálculo profundidad fibra neutra fisurada

$$x := d \cdot n \cdot \rho \cdot \left(1 + \frac{\rho'}{\rho}\right) \cdot \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot \left(1 + \frac{\rho'}{\rho} \cdot \frac{d'}{d}\right)}{n \cdot \rho \cdot \left(1 + \frac{\rho'}{\rho}\right)^2}}\right) = 97.365\ \textbf{mm}$$

Cálculo de la inercia fisurada

$$I_{fis} := n \cdot A_{s\_} \cdot (d - x) \cdot \left(d - \frac{x}{3}\right) + n \cdot A_{s'\_} \cdot (x - d') \cdot \left(\frac{x}{3} - d'\right) = 327348.64 \ cm^4$$

Cálculo apertura máxima de fisura

[Art 49.2.4 EHE-08]

Moment de servei en combinación quasi permanente
$M_{serv} := \left| M_{k\_qp\_iso}\left(x_{max\_qp\_iso}\right) \right| = 202.479 \ m \cdot kN$

Canto	$h := e_{mur} = 0.7 \ m$
Ancho	$b = 1 \ m$
Abertura característica de fisura máxima	$w_{max} = 0.3 \ mm$
Diámetro de les barras del armado de tracción	$\phi'_l = 16 \ mm$
Número de barras del armado de tracción en $b = 1 \ m$	$n_0 := n_{trac} = 6.667$
Separación entre barras longitudinales	$s_0 := s_{comp} = 150 \ mm$
Recubrimento armadura traccionada hasta tocar barra	$c := r_{nom} = 35 \ mm$
Coeficiente K1 (poner 0.125 para flexión simple o 0.25 para tracción simple)	$k_1 := 0.125$
Coeficiente k2 (poner 1 si carga instantánea o poner 0.5 si carga duradera)	$k_2 := 1$
Coeficiente β (poner 1.7 si es fisuración por cargas o 1.3 si es por deformaciones)	$\beta := 1.7$

Cálculo de area del hormigón en zona del recubrimento

Si es viga alma estrecha en negativos poner 0
Si es viga alma estrecha en positivos poner 1
Si es viga alma ancha, losa o muro, poner 2

$A_{c.ef} := 2$

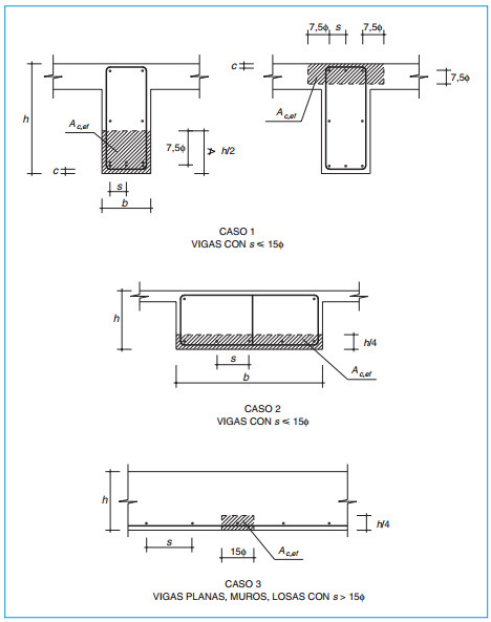
$A_{c.eff} :=$ if $A_{c.ef} = 0$
- $A_{c.eff} \leftarrow 7.5 \cdot \phi'_l \cdot \left(b + 2 \cdot 7.5 \cdot \phi'_l\right)$

else if $A_{c.ef} = 1$
- $A_{c.eff} \leftarrow$ if $7.5 \cdot \phi'_l \le \frac{h}{2}$
  - $A_{c.eff} \leftarrow 7.5 \cdot \phi'_l \cdot b$
- else
  - $A_{c.eff} \leftarrow \frac{h}{2} \cdot b$

else if $A_{c.ef} = 2$
- $A_{c.eff} \leftarrow$ if $s_0 \le 15 \cdot \phi'_l$
  - $A_{c.eff} \leftarrow \frac{h}{4} \cdot b$
- else
  - $A_{c.eff} \leftarrow \frac{h}{4} \cdot 15 \cdot \phi'_l$

$s :=$ if $s_0 > 15 \cdot \phi'_l$
- $s \leftarrow 15 \cdot \phi'_l$

else
- $s \leftarrow s_0$



Area del hormigón en la zona del recubrimiento calculada: $A_{c.eff} = 1750 \ cm^2$
Distancia longitudinal entre barras calculada: $s = 150 \ mm$

Area de las armaduras situadas dentro del área eficaz $A_{s.ef} := n_0 \cdot \frac{\pi \cdot \phi'^2_l}{4} = 13.404 \ cm^2$

Cálculo de la separación media de fisuras

$$s_m := 2 \cdot c + 0.2 \cdot s + 0.4 \cdot k_1 \cdot \frac{\phi'_l \cdot A_{c.eff}}{A_{s.ef}} = 204.445 \ \boldsymbol{mm}$$

Cálculo de tensiones (según apartado 2.4 del Anejo 8 de la EHE-08)

Profundidad de la fibra neutra: $x = 97.365 \ \boldsymbol{mm}$ $n = 6.999$

Inercia fisurada: $I_{fis} = \left(3.273 \cdot 10^5\right) \ \boldsymbol{cm}^4$ $f_{ctm.fl} = 2.896 \ \boldsymbol{MPa}$

Canto útil $d = 657 \ \boldsymbol{mm}$ $d' = 43 \ \boldsymbol{mm}$

Tensión en la fibra más comprimida del hormigón $\sigma_c := M_{serv} \cdot \frac{x}{I_{fis}} = 6.022 \ \boldsymbol{MPa}$

Tensión en la armadura de tracción $\sigma_s := n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(d - x)}{x} = 242.265 \ \boldsymbol{MPa}$

Tensión en la armadura de compressión $\sigma'_s := -n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(x - d')}{x} = -23.535 \ \boldsymbol{MPa}$

Tensión de la armadura en sección fisurada en instante que fisura el hormigón para $M_{fis} = 236.545 \ \boldsymbol{m \cdot kN}$

$$\sigma_{sr} := n \cdot \frac{M_{fis} \cdot (d - x)}{I_{fis}} = 283.025 \ \boldsymbol{MPa}$$

Cálculo del alargamiento medio de las armaduras

$$\varepsilon_{sm.o} := \frac{\sigma_s}{200 \ \boldsymbol{GPa}} \cdot \left(1 - k_2 \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s}\right)^2\right) = -0.00044$$

$$\varepsilon_{sm} := \begin{cases} \text{if } \varepsilon_{sm.o} \geq 0.4 \cdot \frac{\sigma_s}{200 \ \boldsymbol{GPa}} \\ \quad \varepsilon_{sm} \leftarrow \varepsilon_{sm.o} \\ \text{else} \\ \quad \varepsilon_{sm} \leftarrow 0.4 \cdot \frac{\sigma_s}{200 \ \boldsymbol{GPa}} \end{cases} = 4.845 \cdot 10^{-4}$$

Cálculo de la apertura característica de fisura

$\omega_k := \beta \cdot s_m \cdot \varepsilon_{sm} = 0.168 \ \boldsymbol{mm}$ $w_{max} = 0.3 \ \boldsymbol{mm}$

Ratio de compliment: $Ratio_{fisuracion\_muro\_pos}$ = "No fisura" <100% **OK**

$Cumplimento_{fisuración\_muro\_pos}$ = "Cumple fisuración por tracción en el Muro"

8. VERIFICACIÓN A CORTANTE EN EL MURO

8.1 Cortante de cálculo

$V_{ed}(t) := \left(\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t} M_{ed.fust\_x\_neg}(t)\right)$ $V_{mur.E.D} := |V_{ed}(0\ m)| = 416.285\ kN$

Recubrimento mecánico armadura de tracción $r := r_{nom} + 0.5 \cdot \phi_l = 43\ mm$

Canto útil $d := e_{mur} - r = 657\ mm$

$V_{mur.E.D\_d} := |V_{ed}(d)| = 279.152\ kN$

15.2 Análisis del agotamiento del hormigón por compresión oblicua Vu1 [Art 44.2.3.1 EHE-08]

Se considera una estructura sin influencia del esfuerzo axil. A tales efectos $K := 1.00$

Se considera un ángulo de las bielas comprimidas $\theta := 45\ °$

Se considera un ángulo respecto la directriz de la pieza de la armadura de cortante $\alpha := 90\ °$

$$V_{u1} := K \cdot 0.6 \cdot \frac{f_{ck} \cdot MPa}{1.5} \cdot b \cdot d \cdot \left(\frac{\cot(\theta) + \cot(\alpha)}{1 + \cot(\theta)^2}\right) = 3942\ kN$$

$V_{mur.E.D} = 416.285\ kN$ $< V_{u1} = 3942\ kN$ La sección verifica por agotamiento a compresión oblicua del alma

8.3 Verificación del cortante de agotamiento del alma en piezas sin armadura de cortante

[Art 44.2.3.2.1.2 EHE-08]

La capacidad del hormigón por tracción en piezas sin armadura de cortante se calcula como sigue:

$$\xi(d) := \text{if } 1 + \sqrt{\frac{200\ mm}{d}} \le 2 \;\|\; 1 + \sqrt{\frac{200\ mm}{d}} \;\text{else}\; \|\; 2$$

$$\rho_l := \text{if } \frac{n_{trac} \cdot \frac{\pi \cdot \phi_l^2}{4}}{b \cdot d} \le 0.02 \;\|\; \frac{n_{trac} \cdot \frac{\pi \cdot \phi_l^2}{4}}{b \cdot d} \;\text{else}\; \|\; 0.02$$

$\xi(d) = 1.552$ $\rho_l = 0.002$

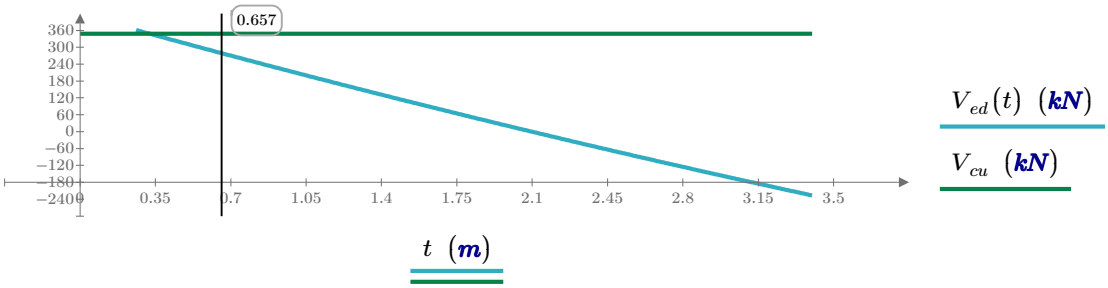
$$V_{cu} := \left(\frac{0.18}{1.5} \cdot \xi(d) \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}}\right) \cdot b \cdot d \cdot MPa = 223.784\ kN$$

$$V_{cu.min} := \left(\frac{0.075}{1.5} \cdot \xi(d)^{\frac{3}{2}} \cdot (f_{ck})^{\frac{1}{2}}\right) \cdot b \cdot d \cdot MPa = 347.795\ kN$$

$$V_{cu} := \text{if } V_{cu} \le V_{cu.min} \;\|\; V_{cu.min} \;\text{else}\; \|\; V_{cu}$$

$V_{cu} = 347.795\ kN$

Es la capacidad del hormigón por tracción en piezas sin armadura de cortante



$$Armadura\_cortante\_muro := \text{if } V_{cu} \le V_{mur.E.D\_d} \text{ “ATENCIÓN. Es necesario disponer armadura de cortante en el muro” else “No es necesaria”}$$

$Armadura\_cortante\_muro =$ “No es necesaria”

9. VERIFICACIÓN A RASANTE ENTRE JUNTAS DE HORMIGONADO

[Art 47 EHE-08]

9.1 Tensión rasante de cálculo

Recubrimento mecánico armadura de tracción $r := r_{nom} + 0.5 \cdot \phi_l = 43\ mm$

Canto útil $d := e_{mur} - r = 657\ mm$

$$\tau_{rd} := \frac{V_{mur.E.D}}{d \cdot b} = 0.634\ MPa$$

9.2 Tensión rasante de agotamiento en seciones con armadura transversal

$\beta := 0.2$ $\mu := 0.3$

$$\tau_{ru1} := \beta \cdot \left(1.3 - 0.3 \cdot \frac{f_{ck}}{25}\right) \cdot \frac{f_{ctm}}{1.5} = 0.363\ MPa$$

$\tau_{ru} :=$ if $\tau_{rd} \le \tau_{ru1}$
- if $\tau_{ru1} + \frac{\langle \phi_l \rangle \cdot 400\ MPa}{s_{trac}} \cdot (\mu \cdot \sin(\alpha) + \cos(\alpha)) \le 0.25 \cdot f_{cd}$
  - $\tau_{ru1} + \frac{\langle \phi_l \rangle \cdot 400\ MPa}{s_{trac}} \cdot (\mu \cdot \sin(\alpha) + \cos(\alpha))$
- else
  - $0.25 \cdot f_{cd}$

else
- if $\frac{\langle \phi_l \rangle \cdot 400\ MPa}{s_{trac}} \cdot (\mu \cdot \sin(\alpha) + \cos(\alpha)) \le 0.25 \cdot f_{cd}$
  - $\frac{\langle \phi_l \rangle \cdot 400\ MPa}{s_{trac}} \cdot (\mu \cdot \sin(\alpha) + \cos(\alpha))$
- else
  - $0.25 \cdot f_{cd}$

		Tipo de superficie	
		Rugosidad baja	Rugosidad alta
β		0,2	0,8
μ	$\tau_{r,d} \le 2{,}5\beta\left(1{,}30 - 0{,}30\frac{f_{ck}}{25}\right)f_{cd}$	0,3	0,6
	$\tau_{r,d} > 2{,}5\beta\left(1{,}30 - 0{,}30\frac{f_{ck}}{25}\right)f_{cd}$	0,6	0,9

β Factor que adopta los siguientes valores:

- 0,80 en superficies de contacto rugosas de secciones compuestas en las que existe una imbricación tal que se impide el cabalgamiento de una de las partes de la sección compuesta sobre la otra, tales como las configuraciones en cola de milano, y siempre que la superficie quede abierta y rugosa tal y como se obtiene en la fabricación de viguetas con máquina ponedora.
- 0,40 en superficies intencionadamente rugosas, con rugosidad alta.
- 0,20 en superficies no intencionadamente rugosas, con rugosidad baja.

$\tau_{ru} = 5\ MPa$

$Verificación\_rasante\_juntas\_hormigonado =$ "OK. Se verifica"

10. ARMADO HORIZONTAL Y DE REPARTO

Diámetro del armado horizontal del armado del muro: $\phi_{h\_trasdos} := 16\ mm$ $\phi_{h\_intrados} := 16\ mm$

Juntas de contracción: $juntas := 7\ m$

10.1 Armadura horitzontal en alzado de muro

Armadura mínima mecánica horizontal según "Muros de contención y muros de sótano J. Calavera"

$A_{s.min.horitz} := A_s\left(\max\left(M_{ed.fust\_pos}, M_{ed.fust\_neg}\right)\cdot 20\%\right) = 1.936\ cm^2$

$$\rho(juntas) := \begin{cases} \dfrac{3.2}{1000} & \text{if } juntas \geq 7.5\ m \\ \dfrac{2.0}{1000} & \text{else} \end{cases}$$

Armadura mínima geomètrica segons EHE-08 [Art 42.3.5 EHE-08]

$\rho(juntas) = 0.002$

$A_{s.min.horitz.cara\_tracc} := 50\% \cdot \rho(juntas) \cdot b \cdot e_{mur} = 7\ cm^2$

$A_{s.min.horitz.cara\_compr} := 50\% \cdot \rho(juntas) \cdot b \cdot e_{mur} = 7\ cm^2$

Cálculo del número de barras necesarias para armadura mínima horizontal.

$$n_{min.trasdos} := \text{ceil}\left(\frac{4 \cdot \max\left(A_{s.min.horitz}, A_{s.min.horitz.cara\_tracc}\right)}{\pi \cdot \phi_{h\_trasdos}^2}\right) = 4 \quad \text{barras en } b = 1\ m$$

$$n_{min.intrados} := \text{ceil}\left(\frac{4 \cdot A_{s.min.horitz.cara\_compr}}{\pi \cdot \phi_{h\_intrados}^2}\right) = 4 \quad \text{barras en } b = 1\ m$$

Armadura horitzontal finalmente dispuesta:

Trasdos: barras $\phi_{h\_trasdos} = 16\ mm$ cada $s_{hor\_trasdos} := 20\ cm$ total $n_{hor\_trasdos} := \frac{b}{s_{hor\_trasdos}} = 5$ barras

Intrados: barras $\phi_{h\_intrados} = 16\ mm$ cada $s_{hor\_intrados} := 20\ cm$ total $n_{hor\_intrados} := \frac{b}{s_{hor\_intrados}} = 5$ barras

Ratios de cumplimiento de la armadura horizontal dispuesta:

$$Rat_{E.L.U\_hor\_trasdos} := \frac{4 \cdot \max\left(A_{s.min.horitz}, A_{s.min.horitz.cara\_tracc}\right)}{n_{hor\_trasdos} \cdot \pi \cdot \phi_{h\_trasdos}^2} = 69.6\%$$

$$Rat_{E.L.U\_hor\_intrados} := \frac{4 \cdot A_{s.min.horitz.cara\_compr}}{n_{hor\_intrados} \cdot \pi \cdot \phi_{h\_intrados}^2} = 69.6\%$$

11. LONGITUDES DE ANCLAJE

11.1 Longitud de anclaje del armado del alzado del muro (posición de anclaje I)

$m_{fck} = 1.3$

Longitud anclaje neta armado: $\phi_l = 16\ mm$

$$l_{b\_neta} := \text{if } m_{fck} \cdot \left(\phi_l \cdot mm^{-1}\right)^2 \cdot mm > \frac{f_{yk}}{20} \cdot \phi_l \;\Big\|\; m_{fck} \cdot \left(\phi_l \cdot mm^{-1}\right)^2 \cdot mm \;\Big\|\; \text{else} \;\Big\|\; \frac{f_{yk}}{20} \cdot \phi_l$$

$l_{b\_neta\_prin} := \text{Ceil}\left(l_{b\_neta}, 5\ cm\right) = 40\ cm$

Longitud de anclaje para armado principal del fuste $\phi_l = 16\ mm$ es $l_{b\_neta\_prin} = 40\ cm$ para anclaje y $2 \cdot l_{b\_neta} = 80\ cm$ para solape

Longitud anclaje neta armado $\phi'_l = 16\ mm$

$$l_{b\_neta} := \text{if } m_{fck} \cdot \left(\phi'_l \cdot mm^{-1}\right)^2 \cdot mm > \frac{f_{yk}}{20} \cdot \phi'_l \;\Big\|\; m_{fck} \cdot \left(\phi'_l \cdot mm^{-1}\right)^2 \cdot mm \;\Big\|\; \text{else} \;\Big\|\; \frac{f_{yk}}{20} \cdot \phi'_l$$

$l_{b\_neta} := \text{Ceil}\left(l_{b\_neta}, 5\ cm\right) = 40\ cm$

Longitud de anclaje para armado principal del fuste $\phi'_l = 16\ mm$ es $l_{b\_neta} = 40\ cm$ para anclaje y $2 \cdot l_{b\_neta} = 80\ cm$ para solape

11.2 Longitud de anclaje del armado de reparto (posición de anclaje II)

$m_{fck} = 1.3$

Longitud anclaje neta armado $\phi_{h\_trasdos} = 16\ mm$

$$l_{b\_neta\_tras} := \text{if } 1.4 \cdot m_{fck} \cdot \left(\phi_{h\_trasdos} \cdot mm^{-1}\right)^2 \cdot mm > \frac{f_{yk}}{14} \cdot \phi_{h\_trasdos} \;\Big\|\; 1.4 \cdot m_{fck} \cdot \left(\phi_{h\_trasdos} \cdot mm^{-1}\right)^2 \cdot mm \;\Big\|\; \text{else} \;\Big\|\; \frac{f_{yk}}{14} \cdot \phi_{h\_trasdos}$$

$l_{b\_neta\_tras} := \text{Ceil}\left(l_{b\_neta\_tras}, 5\ cm\right) = 60\ cm$

Longitud de anclaje para armado horizontal muro $\phi_{h\_trasdos} = 16\ mm$ es $l_{b\_neta\_tras} = 60\ cm$ para anclaje y $2 \cdot l_{b\_neta\_tras} = 120\ cm$ para solape

12. RESUMEN DE RESULTADOS

12.1 Tipo de muro y cimientos plantado

Altura muro: $h_{mur} = 3.4$ **m**,
Espesor del muro $e_{mur} = 0.7$ **m**
Hormigón $f_{ck} = 30$ $r_{nom} = 35$ **mm**

12.2 Análisis E.L.U. muro

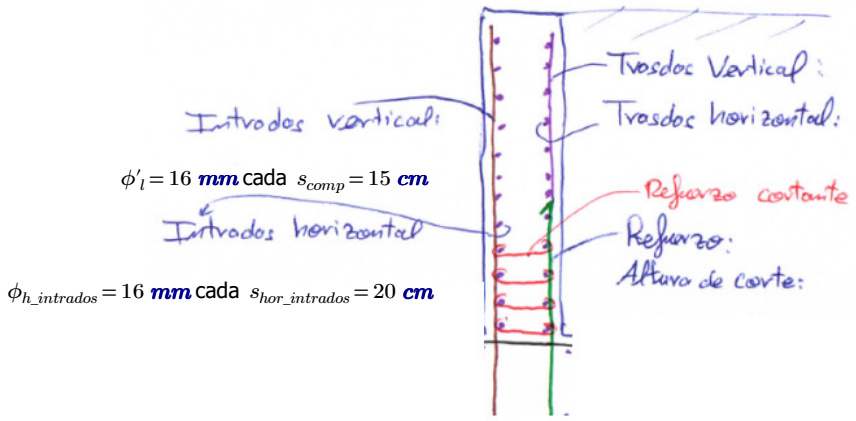
Vertical Trasdos: barras $\phi_l = 16$ **mm** cada $s_{trac} = 15$ **cm**
Vertical Intrados: barres $\phi'_l = 16$ **mm** cada $s_{comp} = 15$ **cm**
$Rat_{E.L.U\_trac\_neg} = 73.16\%$ $Rat_{E.L.U\_comp\_neg} = 14.1\%$ $Rat_{E.L.U\_trac\_pos} = 72.56\%$ $Rat_{E.L.U\_comp\_pos} = 14.1\%$
Horitzontal Trasdos: barres $\phi_{h\_trasdos} = 16$ **mm** cada $s_{hor\_trasdos} = 20$ **cm** $Rat_{E.L.U\_hor\_trasdos} = 69.63\%$
Horitzontal Intrados: barres $\phi_{h\_intrados} = 16$ **mm** cada $s_{hor\_intrados} = 20$ **cm** $Rat_{E.L.U\_hor\_intrados} = 69.63\%$
$Armadura\_cortante\_muro =$ "No es necesaria"

$Verificación\_rasante\_juntas\_hormigonado =$ "OK. Se verifica"
Juntas de contracción cada $juntas = 7$ **m**

24.5 Análisis E.L.S. fisuración muro combinación cuasi-permanente

$Fisuración\_muro =$ "El mur NO fisura en servicio. Puede usasrse la inercia bruta"
$Cumplimento_{fisuración\_muro\_neg} =$ "Cumple fisuración por tracción en el Muro" $Ratio_{fisuracion\_muro\_neg} =$ "No fisura
$Cumplimento_{fisuración\_muro\_pos} =$ "Cumple fisuración por tracción en el Muro" $Ratio_{fisuracion\_muro\_pos} =$ "No fisura

Esquema de armado



$\phi_l = 16$ **mm** cada $s_{trac} = 15$ **cm**
$\phi_{h\_trasdos} = 16$ **mm** cada $s_{hor\_trasdos} = 20$ **cm**

$Armadura\_cortante\_muro =$ "No es necesaria"

Recubrimiento nominal armaduras: $r_{nom} = 35$ **mm**

Longitud de anclaje armado principal trasdos	$\phi_l = 16$ **mm** $l_{b\_neta\_prin} = 40$ **cm**
Longitud de anclaje armado principal intrados	$\phi'_l = 16$ **mm** $l_{b\_neta} = 40$ **cm**

Longitud de solape armado horizontal muro $\phi_{h\_trasdos} = 16\ \boldsymbol{mm}$

VERIFICACIÓN DE LA ARMADURA LOCAL EN CORONACIÓN DE HASTIAL

1. HIPÓTESIS DE PARTIDA

Características del hastial

Espesor del hastial $e_{hastial} := 70\ cm$
Longitud de cálculo del hastial $L_{calc} := 1\ m$
Recubrimiento nominal $r := 35\ mm$

Características del refuerzo

Armadura superior local en zona de apoyo de tablero:

$n_{barras\_refuerzo\_x} := 4$ $\phi_{ref\_x} := 16\ mm$ a lo largo de $e_{hastial} = 0.7\ m$
$n_{barras\_refuerzo\_y} := 6$ $\phi_{ref\_y} := 16\ mm$ a lo largo de $L_{calc} = 1\ m$

Disposición de filas de armado bajo el apoyo $filas := 3$
Separación entre barras en dirección x $s_{refuerzo} := 20\ cm$
Separación entre barras en dirección y $s_{refuerzo} := 20\ cm$

Conectores con dovelas

$n_{conectores} := 5$

2. ESFUERZOS DE DISEÑO

Cargas sobre cabeza de muro

$N_{max} := 1160\ kN$ $\gamma_g := 1.35$
$F_H := 185\ kN$

3. VERIFICACIÓN ARMADURA ESTRIBO

3.1. Armadura superior local en apoyo

Propuesta de armadura refuerzo en sentido longitudinal en sentido $e_{hastial} = 0.7\ m$:

$n_{barras\_refuerzo\_x} = 4$ $\phi_{ref\_x} = 16\ mm$

Propuesta de armadura refuerzo en sentido $L_{calc} = 1\ m$:

$n_{barras\_refuerzo\_y} = 6$ $\phi_{ref\_y} = 16\ mm$

Modelo bielas y tirantes fuerza vertical:

Modelo 1:

$\alpha 1 := 45\ °$

$T_{F\_ver} := \frac{(\tan(\alpha 1))^{-1}}{2} \cdot N_{max} \cdot \gamma_g = 783\ kN$

$C_{omp\_F\_ver} := \frac{1}{2 \cdot \sin(\alpha 1)} \cdot |N_{max} \cdot \gamma_g| = (1.107 \cdot 10^3)\ kN$

Modelo bielas y tirantes fuerza horizontal:

Modelo bielas a $\alpha 2 := 30\ °$

$T_{F\_hor} := \frac{(\tan(\alpha 2))^{-1}}{2} \cdot \frac{F_H \cdot \gamma_g}{n_{conectores}} = 43.258\ kN$ $C_{omp\_F\_hor} := \frac{(\sin(\alpha 2))^{-1}}{2} \cdot \frac{|F_H \cdot \gamma_g|}{n_{conectores}} = 49.95\ kN$

Tensiones en biela:

ancho biela: $a_{biela} := 10 \cdot r = 350\ mm$
canto biela: $h_{biela} := 10 \cdot r = 350\ mm$

$\sigma_{biela} := \frac{\max(C_{omp\_F\_ver}, C_{omp\_F\_hor})}{a_{biela} \cdot h_{biela}} = 9.039\ MPa$

$\sigma_{2c} := 0.7 \cdot \frac{30\ MPa}{1.5} = 14\ MPa$

$Ratio_{biela} := \frac{\sigma_{biela}}{\sigma_{2c}} = 64.567\%$ *ok*

Armadura supletoria en tirantes bajo conectores:

MÁXIMO DIÁMETRO DE LAS BARRAS PARA CONTROLAR LA FISURACIÓN

Tensión del acero[1] [N/mm²]	Diámetro máximo de la barra [mm]		
	w_k = 0,4 mm	w_k = 0,3 mm	w_k = 0,2 mm
160	40	32	25
200	32	25	16
240	20	16	12
280	16	12	8
320	12	10	6
360	10	8	5
400	8	6	4
450	6	5	-

[1] La tensión del acero se calcula en sección fisurada bajo la combinación de acciones relevante

Tensión considerada de trabajo: $f_{y\_cdr} := 240\ MPa$

Armadura en tirante en $L_{calc} = 1\ m$ $n_{barras\_refuerzo\_y} = 6$ $\phi_{ref\_y} = 16\ mm$

Armadura dispuesta: $A_{s\_disp} := filas \cdot \frac{n_{barras\_refuerzo\_y} \cdot \pi}{4} \cdot \phi_{ref\_y}^{\ 2} = 36.191\ cm^2$

$Rat_{E.L.U\_armadura\_sup\_local\_apoyo} := \frac{T_{F\_ver}}{A_{s\_disp} \cdot f_{y\_cdr}} = 90.1\%$ ok

Armadura en tirante en $e_{hastial} = 0.7\ m$ $n_{barras\_refuerzo\_x} = 4$ $\phi_{ref\_x} = 16\ mm$

Armadura dispuesta: $A_{s\_disp} := \frac{n_{barras\_refuerzo\_x} \cdot \pi}{4} \cdot \phi_{ref\_x}^{\ 2} = 8.042\ cm^2$

$Rat_{E.L.U\_armadura\_sup\_local2\_apoyo} := \frac{\frac{T_{F\_hor}}{n_{conectores}}}{A_{s\_disp} \cdot f_{y\_cdr}} = 4.5\%$ ok

VERIFICACIÓ DE HASTIAL CENTRAL
E.L.U. I E.L.S. FLEXO-TRACCIÓ

1. CARACTERÍSTICAS SECCIONALES Y MECÁNICAS

Canto de la sección: $h := 80\ cm$
Ancho de la sección: $b := 100\ cm$
Recubrimiento nominal armadura de compresión: $r_c := 35\ mm$
Recubrimiento nominal armadura de tracción: $r_t := 35\ mm$
Recubrimiento lateral: $r_l := 0\ mm$
Diámetro de la armadura de tracción: $\phi_t := 25\ mm$

Diámetro de la armadura de compresión: $\phi_c := 16\ mm$ Número de barras comprimidas: $n_c := \frac{1}{0.15}$

Diámetro cercos de cortante: $\phi_v := 0\ mm$ $cada := 20\ cm$ Número de ramas: $n_{rv} := \frac{1}{0.2} = 5$

La armadura de cortante afecta al recubrimiento? $af_v := 0$ (poner 1 si afecta, 0 si no afecta)
Disposición de filas de armado propuestas:

$filas := [1]$ $n_{barra\_fila} := \left[\frac{1}{0.15}\right]$ $\Phi := [25] \cdot mm$ $y_{barra\_fila} := r_t + \phi_v \cdot af_v + [0.5 \cdot \phi_t] = [4.75]\ cm$

Disposición de armadura de refuerzo en cara traccionada barras $\Phi_{ref} := 12\ mm$
intercalando $n_{int} := 0$ barra entre armado principal de tracción propuesto

---

Número total de barras (no cuenta refuerzo): $n_t := |n_{barra\_fila} \cdot id| = 6.667$
Número total de filas: $n_{filas} := id \cdot id = 1$

Separación armadura traccionada: $sep := 10\ cm$ (poner "CALC" si se quiere considerar la calculada)
Hormigón empleado $f_{ck} := 30\ MPa$ $f_{ck\_els} := 30\ MPa$ $\gamma_c := 1.5$
Acero pasivo $f_{yk} := 500\ MPa$ $\gamma_s := 1.15$
Coeficiente de cansancio del hormigón: $\alpha_{cc} := 1$ Tamaño árido $tma := 20\ mm$
Control indirecto del hormigón? $contr := \text{“NO”}$ (poner "NO si control Estadístico (usual)" sino poner "SI" ., ver Art.86.5.6 EHE-08)
Anchura característica de fisura máxima: $w_{max} := 0.3\ mm$
Edad del hormigón para la verificación seccional: $edad := 56\ day$

Datos del tipo de cemento utilizado:
Coeficiente del tipo de cemento $s_s := 0.25$ (si cemento normal s=0.25; si cemento rápido s=0.2, si cemento lento s=0.38)
Coeficiente de retracción $\alpha_{ds1} := 4$ (si cemento normal α_{ds1} =4; si cemento rápido α_{ds1} =6, si cemento lento α_{ds1} =3)
Coeficiente de retracción $\alpha_{ds2} := 0.12$ (si cemento normal α_{ds2} =0.12; si cemento rápido α_{ds2} =0.11; si cemento lento α_{ds2} =0.13)

Parámetros adicionales de cálculo
Considerar axil en cálculo del momento de fisuración? $axil := \text{“SI”}$
Considerar resistencia a flexión o flexotraccion del hormigón? $flex := 1$ (poner 0 si tracción, poner 1 si flexotraccion)
Angulo bielas de compresión 45º en cortante? $bielas := \text{“NO”}$ (poner "SI" asume 45º. Poner "NO" calcula el ángulo)
Tipo de elemento? $elemento := \text{“LOSA”}$ ("VIGA","LOSA","PILAR","MURO") $juntas := 9\ m$ (solo en muro)

Solicitación para considerar armadura mínima mecánica? $sol := \text{“FLEX”}$ ("FLEX","COMP","TRAC")

Parámetros auxiliares para el análisis de la fisuración

Coeficiente K1 (0.125 para flexión simple o 0.25 para tracción simple, poner "CALC" para calcular en función de las tensiones del hormigón) $k_1 := \text{“CALC”}$

Coeficiente k2 (1 si carga instantánea o posar 0.5 si carga duradera) $k_2 := 0.5$

Coeficiente β(1.7 si fisuración por cargas o 1.3 si fisuración por deformaciones) $\beta := 1.7$

Tener en cuenta inercia homogeneizada en cálculo de Momento de fisuración? $homo := 1$

(poner 0 si sección bruta, poner 1 si sección homogeneizada)

2. ESFUERZOS

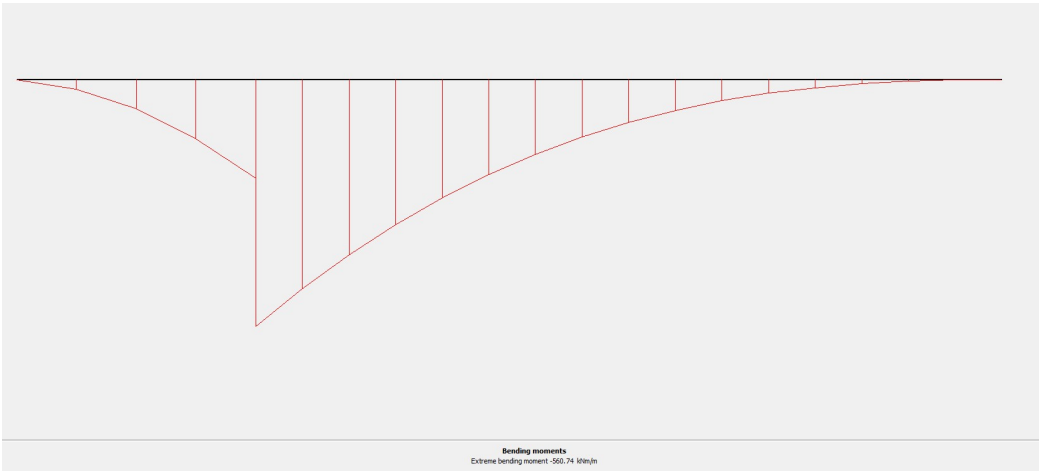
E.L.S. cuasi-permanente *E.L.S. característico* *Esfuerzos E.L.U.*

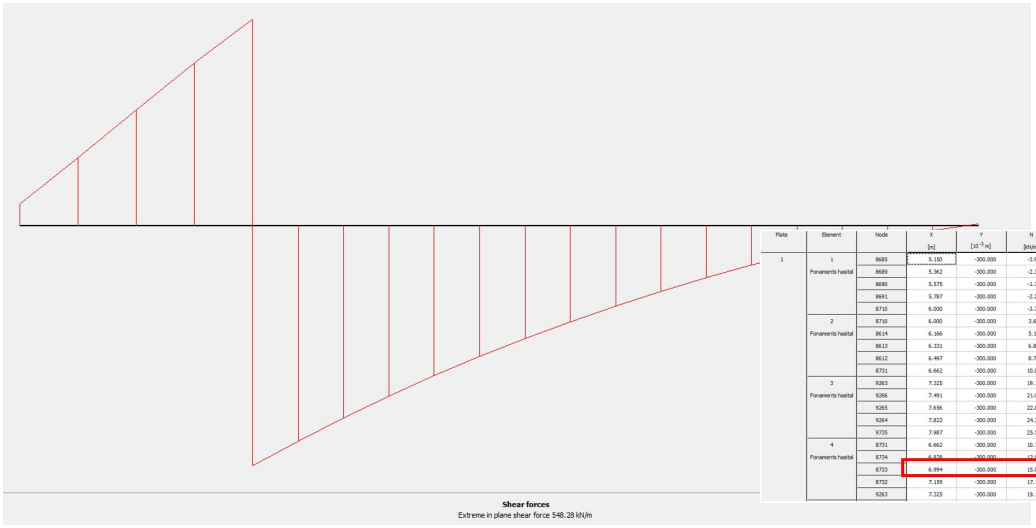
$CASO.E.L.S.$	N_{k_cp} (kN)	M_{k_cp} $(kN \cdot m)$	N_{k_car} (kN)	M_{k_car} $(kN \cdot m)$
“Moment_max”	55	615	55	612
“Axil_max”	55	615	55	612

$CASO$	N_{ed} (kN)	M_{ed} $(kN \cdot m)$	V_{ed} (kN)
“Moment_max”	1	$615 \cdot 1.35$	$200 \cdot 1.35$
“Axil_max”	1	$615 \cdot 1.35$	$200 \cdot 1.35$

* Axil negativo indica tracción

$f := \text{if}\left(elemento = \text{“LOSA”} \vee elemento = \text{“MURO”}, 0, 1\right) = 0$





3. PARÁMETROS AUXILIARES DE CÁLCULO

Cálculo del armado dispuesto y cantos útiles

Armadura dispuesta en cara traccionada:

$$A_s := \frac{\pi}{4} \cdot \left(\Phi^2 \cdot n_{barra\_fila} + \Phi_{ref}{}^2 \cdot \left(n_{int} \cdot n_{barra\_fila_0} - f \right) \right) = 32.725\ cm^2$$

Armadura dispuesta en cara comprimida: $A_{s'} := \frac{n_c \cdot \pi}{4} \cdot \phi_c{}^2 = 13.404\ cm^2$

Recubrimiento mecánico armadura de tracción:

$$r_m := \left| \frac{\left| \overrightarrow{\Phi^2 \cdot n_{barra\_fila}} \cdot y_{barra\_fila} \right| + \left(\left(r_t + \phi_v \cdot af_v + \left[0.5 \cdot \Phi_{ref} \right] \right) \cdot \Phi_{ref}{}^2 \cdot \left(n_{int} \cdot n_{barra\_fila_0} - f \right) \right)}{\left| \overrightarrow{\Phi^2 \cdot n_{barra\_fila}} \cdot id \right| + \Phi_{ref}{}^2 \cdot \left(n_{int} \cdot n_{barra\_fila_0} - f \right)} \right|$$

Recubrimiento mecánico armadura de tracción: $r_m = 4.75\ cm$

Recubrimiento mecánico armadura de compresión: $r_{m'} := r_c + \phi_v \cdot af_v + \phi_c \cdot 0.5 = 4.3\ cm$

Canto útil armadura de tracción: $d := h - r_m = 75.25\ cm$

Canto útil armadura de compresión: $d' := r_{m'} = 4.3\ cm$

Cálculo de las resistencias de cálculo de los materiales a los $edad = 56\ day$ *:*

Resistencia característica del hormigón a $edad = 56\ day$:

$$f_{ck.j} := f_{ck} \cdot e^{s_s \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28\ day}{edad}} \right)} = 32.279\ MPa \qquad f_{ck.j\_els} := f_{ck\_els} \cdot e^{s_s \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28\ day}{edad}} \right)} = 32.279\ MPa$$

$$f_{cd} := \alpha_{cc} \cdot f_{ck.j} \cdot \gamma_c{}^{-1} = 21.519\ MPa$$

$$f_{cv} := \begin{array}{l} \text{if } contr = \text{“SI”} \\ \quad 15\ MPa \\ \text{else} \\ \quad \text{if } f_{ck.j} \le 60\ MPa \\ \quad\quad f_{ck.j} \\ \quad \text{else} \\ \quad\quad 60\ MPa \end{array} = 32.279\ MPa$$

$$f_{1cd} := \begin{array}{l} \text{if } f_{ck} \le 60\ MPa \\ \quad 0.6 \cdot f_{cd} \\ \text{else} \\ \quad \zeta \leftarrow \left(0.9 - \frac{f_{ck.j}}{200\ MPa} \right) \cdot f_{cd} \\ \quad \text{if } \zeta \le 0.5 \cdot f_{cd} \\ \quad\quad 0.5 \cdot f_{cd} \\ \quad \text{else} \\ \quad\quad \zeta \end{array} = 12.912\ MPa \qquad f_{yd} := f_{yk} \cdot \gamma_s{}^{-1} = 434.783\ MPa$$

$$f_{ydc} := \text{if } f_{yk} > 400\ \textit{MPa} \;\; 400\ \textit{MPa} \;\; \text{else} \;\; f_{yk} \cdot \gamma_s^{-1} \quad = 400\ \textit{MPa}$$

Deformaciones de rotura contempladas según y valores del diagrama rectangular Art. 39.5 EHE-08

Límite elástico del acero: $E_s := 200\ \textit{GPa}$

Deformación última del hormigón: $\varepsilon_{cu} := 0.0035$

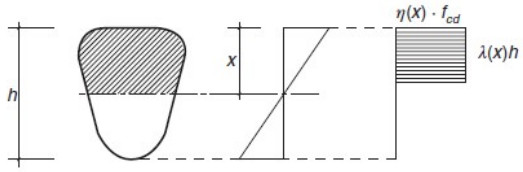
Deformación de rotura del hormigón a compresión simple: $\varepsilon_{c0} := 0.0020$

Deformación de rotura acero en tracción: $\varepsilon_{s.max} := 0.01$

Deformación del acero al límite elástico: $\varepsilon_{yd} := f_{yd} \cdot (E_s)^{-1} = 0.00217$

Intensidad del bloque de compresión:

$$\eta := \text{if } f_{ck.j} \le 50\ \textit{MPa} \;\; 1 \;\; \text{else} \;\; 1 - \frac{(f_{ck.j} - 50\ \textit{MPa})}{200\ \textit{MPa}}$$



Profundidad del rectángulo de compresiones respecto la fibra neutra:

$$\lambda := \text{if } f_{ck.j} \le 50\ \textit{MPa} \;\; 0.8 \;\; \text{else} \;\; 0.8 - \frac{(f_{ck.j} - 50\ \textit{MPa})}{400\ \textit{MPa}}$$

4. CONFECCIÓN DEL DIAGRAMA DE INTERACCIÓN EN E.L.U. A $edad = 56\ \textit{day}$

$$M_u(x) := \text{if } x < 0 \cdot h \;\; \sigma_s \leftarrow f_{yd} \;\; \sigma_{s'} \leftarrow \text{if } E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(|x| + d')}{|x| + d} \le f_{yd} \;\; E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(|x| + d')}{|x| + d} \;\; \text{else} \;\; f_{yd} \;\; N_u \leftarrow -A_s \cdot \sigma_s - A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \;\; Ne \leftarrow -A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d') \;\; M_u \leftarrow Ne - N_u \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right) \;\; \text{else if } x \le \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{s.max} + \varepsilon_{cu}} \cdot d$$

$$N_u(x) := \text{if } x < 0 \cdot h \;\; \sigma_s \leftarrow f_{yd} \;\; \sigma_{s'} \leftarrow \text{if } E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(|x| + d')}{|x| + d} \le f_{yd} \;\; E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(|x| + d')}{|x| + d} \;\; \text{else} \;\; f_{yd} \;\; N_u \leftarrow -A_s \cdot \sigma_s - A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \;\; \text{else if } x \le \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{s.max} + \varepsilon_{cu}} \cdot d \;\; y \leftarrow \lambda \cdot x \;\; \sigma_s \leftarrow f_{yd} \;\; \sigma_{s'} \leftarrow \text{if } E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(x - d')}{\quad} < f_{yd}$$

$$
\begin{array}{l}
y \leftarrow \lambda \cdot x \\
\sigma_s \leftarrow f_{yd} \\
\sigma_{s'} \leftarrow \text{if } E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \dfrac{(x-d')}{d-x} \le f_{yd} \\
\quad\quad E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \dfrac{(x-d')}{d-x} \\
\quad \text{else} \\
\quad\quad f_{yd} \\
N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \\
Ne \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} \cdot (d - 0.5 \cdot y) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d') \\
M_u \leftarrow Ne - N_u \cdot \left(d - \dfrac{h}{2}\right)
\end{array}
$$

else if $x \le \dfrac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{yd} + \varepsilon_{cu}} \cdot d$

$$
\begin{array}{l}
y \leftarrow \lambda \cdot x \\
\sigma_s \leftarrow f_{yd} \\
\sigma_{s'} \leftarrow f_{yd} \\
N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \\
Ne \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} \cdot (d - 0.5 \cdot y) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d') \\
M_u \leftarrow Ne - N_u \cdot \left(d - \dfrac{h}{2}\right)
\end{array}
$$

else if $x \le d$

$$
\begin{array}{l}
y \leftarrow \lambda \cdot x \\
\sigma_s \leftarrow \text{if } E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \dfrac{d-x}{x} \le f_{yd} \\
\quad\quad E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \dfrac{d-x}{x} \\
\quad \text{else} \\
\quad\quad f_{yd} \\
\sigma_{s'} \leftarrow f_{yd} \\
N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \\
Ne \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} \cdot (d - 0.5 \cdot y) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d') \\
M_u \leftarrow Ne - N_u \cdot \left(d - \dfrac{h}{2}\right)
\end{array}
$$

else if $x \le h$

$$
\begin{array}{l}
y \leftarrow \lambda \cdot x \\
\sigma_s \leftarrow \text{if } E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \dfrac{x-d}{x} \le f_{ydc} \\
\quad\quad E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \dfrac{x-d}{x} \\
\quad \text{else} \\
\quad\quad f_{ydc} \\
\sigma_{s'} \leftarrow f_{ydc} \\
N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} + A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \\
Ne \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} \cdot (d - 0.5 \cdot y) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d') \\
M_u \leftarrow Ne - N_u \cdot \left(d - \dfrac{h}{2}\right)
\end{array}
$$

else

$$
\begin{array}{l}
y \leftarrow h \cdot \left(1 - (1-\lambda) \cdot \dfrac{h}{x}\right) \\
\sigma_s \leftarrow \text{if } E_s \cdot \varepsilon_{c0} \cdot \dfrac{x-d}{x - \dfrac{3 \cdot h}{7}} \le f_{ydc} \\
\quad\quad E_s \cdot \varepsilon_{c0} \cdot \dfrac{x-d}{x - \dfrac{3 \cdot h}{7}} \\
\quad \text{else} \\
\quad\quad f_{ydc} \\
\sigma_{s'} \leftarrow f_{ydc} \\
N_u \leftarrow \left(1 - (1-\eta) \cdot \dfrac{h}{x}\right) \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} + A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}
\end{array}
$$

NOTA: Se considera que para los dominios de rotura 4a y5 la tensión de las armaduras comprimidas no excede 400MPa.

$$\begin{array}{l} \quad \text{else} \\ \quad \| \; f_{ydc} \\ \sigma_{s'} \leftarrow f_{ydc} \\ N_u \leftarrow \left(1-(1-\eta)\cdot\frac{h}{x}\right)\cdot b\cdot y\cdot f_{cd}+A_s\cdot\sigma_s+A_{s'}\cdot\sigma_{s'} \\ Ne \leftarrow \left(1-(1-\eta)\cdot\frac{h}{x}\right)\cdot b\cdot y\cdot f_{cd}\cdot(0.5\,y-d')+A_s\cdot\sigma_s\cdot(d-d') \\ M_u \leftarrow -Ne+N_u\cdot\left(d-\frac{h}{2}\right) \end{array}$$

Puntos característicos del diagrama de interacción

Los puntos indicados seguidamente son las distintas profundidades de la fibra neutra a medida que se va cambiando de dominio de deformación, desde los rangos -∞ a + ∞

$$x_{car} := \begin{bmatrix} -1\cdot h \\ 0\ m \\ \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{s.max}+\varepsilon_{cu}}\cdot d \\ \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{yd}+\varepsilon_{cu}}\cdot d \\ d \\ h \\ 100\ h \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -800 \\ 0 \\ 195.093 \\ 464.186 \\ 752.5 \\ 800 \\ 80000 \end{bmatrix} mm \qquad i := 0\,..\,(\text{length}(x_{car})-1)$$

$$M_{u\_x.car_i} := \text{for } j \in 0\,..\,(\text{length}(x_{car})-1) \;\|\; M_u\left(x_{car_i}\right) \qquad N_{u\_x.car_i} := \text{for } j \in 0\,..\,(\text{length}(x_{car})-1) \;\|\; N_u\left(x_{car_i}\right)$$

$$M_{u\_x.car} = \begin{bmatrix} 293.49 \\ 446.856 \\ 1790.953 \\ 2422.321 \\ 1490.57 \\ 1245.26 \\ -339.481 \end{bmatrix} m\cdot kN \qquad N_{u\_x.car} = \begin{bmatrix} -2005.611 \\ -1576.013 \\ 2518.588 \\ 7151.172 \\ 13537.476 \\ 14444.604 \\ 19019.532 \end{bmatrix} kN$$

Cálculo de los ratios de trabajo de la sección para cada par de esfuerzos

Discretización: $N := 3000 \quad j := 0\,..\,N-1 \quad x_j := -1\ h + \frac{j}{N-1}\cdot 50\ h$

$$M_{U_j} := \text{for } z \in 0\,..\,N-1 \;\|\; M_u\left(x_j\right) \qquad N_{U_j} := \text{for } z \in 0\,..\,N-1 \;\|\; N_u\left(x_j\right)$$

$$w := 0\,..\,\text{length}(M_{ed})-1 \qquad \text{length}(M_{ed})-1 = 1$$

Distancias eje vertical igualdad de axil

$$x_{N_w} := \text{for } t \in 0\,..\,\text{length}(N_{ed})-1 \;\|\; \text{for } z \in 0\,..\,N-1 \;\|\; \text{if } N_{ed} < N_u$$

$$M_u\left(x_{N_w}\right)=\begin{bmatrix}1063.164\\1063.164\end{bmatrix}\ m\cdot kN \qquad M_{ed_w}=\begin{bmatrix}830.25\\830.25\end{bmatrix}\ m\cdot kN$$

$$Ratio_{momento_w}:=\frac{M_{ed_w}}{M_u\left(x_{N_w}\right)+10^{-6}\cdot m\cdot kN}=\begin{bmatrix}0.781\\0.781\end{bmatrix} \qquad N_u\left(x_{N_w}\right)=\begin{bmatrix}108.201\\108.201\end{bmatrix}\ kN \quad N_{ed_w}=\begin{bmatrix}1\\1\end{bmatrix}\ kN$$

Distancias eje horizontal izquierdo a igualdad de momento

$$x_{M_w}:=\text{for } t\in 0..\text{length}\left(M_{ed}\right)-1\ \left\|\begin{array}{l}\text{for } z\in 0..N-1\\ \quad \left\|\begin{array}{l}\text{if } M_{ed_w}\le M_{U_z}\\ \quad \left\|\begin{array}{l}pos\leftarrow z\\ \text{break}\end{array}\right.\end{array}\right.\\ x_{pos}\end{array}\right.$$

$$M_u\left(x_{M_w}\right)=\begin{bmatrix}865.512\\865.512\end{bmatrix}\ m\cdot kN \qquad M_{ed_w}=\begin{bmatrix}830.25\\830.25\end{bmatrix}\ m\cdot kN$$

$$Distancia_{axil.1_w}:=N_{ed_w}-N_u\left(x_{M_w}\right)=\begin{bmatrix}460.034\\460.034\end{bmatrix}\ kN \qquad N_u\left(x_{M_w}\right)=\begin{bmatrix}-459.034\\-459.034\end{bmatrix}\ kN \qquad N_{ed_w}=\begin{bmatrix}1\\1\end{bmatrix}\ kN$$

Distancias eje horizontal derecho a igualdad de momento

$$x_{MM_w}:=\text{for } t\in 0..\text{length}\left(M_{ed}\right)-1\ \left\|\begin{array}{l}\text{for } z\in N-1..0\\ \quad \left\|\begin{array}{l}\text{if } M_{ed_w}\le M_{U_z}\\ \quad \left\|\begin{array}{l}pos\leftarrow z\\ \text{break}\end{array}\right.\end{array}\right.\\ x_{pos}\end{array}\right.$$

$$M_u\left(x_{MM_w}\right)=\begin{bmatrix}841.471\\841.471\end{bmatrix}\ m\cdot kN \qquad M_{ed_w}=\begin{bmatrix}830.25\\830.25\end{bmatrix}\ m\cdot kN$$

$$Distancia_{axil.2_w}:=N_u\left(x_{MM_w}\right)-N_{ed_w}=\begin{bmatrix}15594.876\\15594.876\end{bmatrix}\ kN \quad N_u\left(x_{MM_w}\right)=\begin{bmatrix}15595.876\\15595.876\end{bmatrix}\ kN \qquad N_{ed_w}=\begin{bmatrix}1\\1\end{bmatrix}\ kN$$

$$Ratio_{axil_w}:=\frac{\max\left(Distancia_{axil.2_w},Distancia_{axil.1_w}\right)}{}=\begin{bmatrix}0.971\end{bmatrix}$$

$axil_w$ $Distancia_{axil.2_w} + Distancia_{axil.1_w} + 10^{-3}\ \boldsymbol{N}$ $[0.971]$

$$Ratio_{ELU_w} := \begin{cases} \max\left(Ratio_{momento_w}\right) \le 100 \wedge \max\left(Ratio_{axil_w}\right) \le 100 \\ \quad \max\left(Ratio_{axil_w}, Ratio_{momento_w}\right) \\ \text{else if } \max\left(Ratio_{momento_w}\right) > 100 \wedge \max\left(Ratio_{axil_w}\right) \le 100 \\ \quad Ratio_{axil_w} \\ \text{else if } \max\left(Ratio_{momento_w}\right) \le 100 \wedge \max\left(Ratio_{axil_w}\right) > 100 \\ \quad Ratio_{momento_w} \\ \text{else} \\ \quad min\left(Ratio_{axil_w}, Ratio_{momento_w}\right) \end{cases} = \begin{bmatrix} 97.135\% \\ 97.135\% \end{bmatrix}$$

5. ANÁLISIS DE FISURACIÓN POR FLEXOCOMPRESIÓN EN E.L.S. CASO FLECTOR MÁXIMO PARA $edad = 56\ \boldsymbol{day}$

Las tensiones en servicio se obtendrán a partir de plantear el equilibrio seccional, despreciando la capacidad a tracción del hormigón.

Se considera un momento de fisuración considerando la influencia del esfuerzo axil si procede ($axil =$ "SI") aunque las tensiones se calcularán sin considerar dicho esfuerzo axil.

Esfuerzos considerados en caso de flector máximo en E.L.S.

Momento flector: $M_{k1.cp} := M_{k\_cp_0} = 615\ \boldsymbol{m \cdot kN}$

Axil: $N_{k1.cp} := N_{k\_cp_0} = 55\ \boldsymbol{kN}$

Cantos útiles:

Canto útil para armado traccionado: $d = 75.25\ \boldsymbol{cm}$

Canto útil para armado traccionado: $d = 75.25\ cm$

Canto útil para armado comprimido: $d' = 4.3\ cm$

Parámetros de cálculo del hormigón a los j días:

$$f_{ctm} := 0.3 \cdot \left(f_{ck.j\_els} \cdot MPa^{-1}\right)^{\frac{2}{3}} MPa = 3.041\ MPa$$

Se considera el cálculo a flexo-compresión: $flex = 1$

$$f_{ctm.flcomp}(N) := \begin{cases} \text{if } axil = \text{"SI"} \\ \quad \left\| \max\left(\left(1.6 - \frac{h}{100\ cm}\right) \cdot flex \cdot f_{ctm}, f_{ctm}\right) + \frac{N}{b \cdot h} \right. \\ \text{else} \\ \quad \left\| \max\left(\left(1.6 - \frac{h}{100\ cm}\right) \cdot flex \cdot f_{ctm}, f_{ctm}\right) + \frac{N \cdot 0}{b \cdot h} \right. \end{cases}$$

$$s_t := \begin{cases} \text{if } sep = \text{"CALC"} \\ \quad \left\| \frac{b - 2 \cdot r_l - 2 \cdot \phi_v \cdot af_v - \phi_t \cdot \frac{n_t}{n_{filas}}}{\frac{\frac{n_t}{n_{filas}} - 1}{n_{int} + 1}} \right. \\ \text{else} \\ \quad \left\| sep \right. \end{cases} = 10\ cm$$

$$E_{cm} := 8500 \cdot \sqrt[3]{f_{ck.j\_els} \cdot MPa^{-1} + 8} \cdot MPa = 29.137\ GPa$$

Coeficiente de relación entre módulos elásticos: $n := \frac{E_s}{E_{cm}} = 6.864$

$$I_{bruta} := \frac{b \cdot h^3}{12} = 4266666.667\ cm^4$$

$$cdg_{secc} := \frac{b \cdot h \cdot 0.5 \cdot h + \left(A_{s'} \cdot (h - d') + A_s \cdot r_m\right) \cdot (n - 1)}{b \cdot h + \left(A_{s'} + A_s\right) \cdot (n - 1)} = 0.395\ m$$

$$I_{homo} := I_{bruta} + \left(\begin{array}{l} \frac{\pi \cdot \left(\Phi^4 \cdot n_{barra\_fila} + \phi_c{}^4 \cdot n_c + \Phi_{ref}{}^4 \cdot n_{barra\_fila_0} \cdot \left(n_{int}\right)\right)}{64} \\ + A_{s'} \cdot \left((h - d') - cdg_{secc}\right)^2 + A_s \cdot \left(d - cdg_{secc}\right)^2 \end{array} \right) \cdot (n - 1) = 4614607.8\ cm^4$$

$$\frac{I_{homo}}{I_{bruta}} = 1.082$$

Cálculo del momento de fisuración:

$$M_{fis}(N) := f_{ctm.flcomp}(N) \cdot \text{if}\left(homo = 0, \frac{b \cdot h^2}{6}, \frac{I_{homo}}{min\left(\left|cdg_{secc}\right|, \left|h - cdg_{secc}\right|\right)}\right) \qquad homo = 1$$

$$M_{fis}\left(N_{k1.cp}\right) = 363.145\ m \cdot kN$$

Cálculo de fibra neutra y tensiones en hormigón y acero a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones

$$f := 0.5 \cdot d \qquad \sigma_{s'} := 80\ MPa \qquad \sigma_s := 100\ MPa \qquad \sigma_c := 10\ MPa$$

$$N_{k1.cp} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} - A_s \cdot \sigma_s$$

$$M_{k1.cp} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} \cdot \left(d - \frac{f}{3}\right) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$$

$$\sigma_s = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(d - f)}{f}$$

$$\sigma_{s'} = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(f - d')}{f}$$

$$\begin{bmatrix} f \\ \sigma_c \end{bmatrix} := \text{find}\left(f, \sigma_c, \sigma_s, \sigma_{s'}\right) = \begin{bmatrix} 0.162\ m \\ 10039449.751\ Pa \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix}\sigma_s\\ \sigma_{s'}\end{bmatrix} \qquad \begin{bmatrix}251874160.153\ \textbf{Pa}\\ 50581280.865\ \textbf{Pa}\end{bmatrix}$$

Profundidad de la fibra neutra: $f = 16.165\ \textbf{cm}$ $\frac{f}{d} = 0.215$

Compresión en el hormigón: $\sigma_c = 10.039\ \textbf{MPa}$

Compresión en armadura de compresión: $\sigma_{s'} = 50.581\ \textbf{MPa}$

Tracción en la armadura de tracción: $\sigma_s = 251.874\ \textbf{MPa}$

Cálculo de la tracción en armadura traccionada en el momento que fisura la sección, a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones

$f_r := 0.5 \cdot d$ $\sigma_{s'r} := 80\ \textbf{MPa}$ $\sigma_{sr} := 100\ \textbf{MPa}$ $\sigma_{cr} := 10\ \textbf{MPa}$

$$N_{k1.cp} = \frac{\sigma_{cr} \cdot f_r \cdot b}{2} + A_{s'} \cdot \sigma_{s'r} - A_s \cdot \sigma_{sr}$$

$$M_{fis}\left(N_{k1.cp}\right) = \frac{\sigma_{cr} \cdot f_r \cdot b}{2} \cdot \left(d - \frac{f_r}{3}\right) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'r} \cdot \left(d - d'\right)$$

$$\sigma_{sr} = n \cdot \sigma_{cr} \cdot \frac{\left(d - f_r\right)}{f_r}$$

$$\sigma_{s'r} = n \cdot \sigma_{cr} \cdot \frac{\left(f_r - d'\right)}{f_r}$$

$$\begin{bmatrix}f_r\\ \sigma_{cr}\\ \sigma_{sr}\\ \sigma_{s'r}\end{bmatrix} := \textbf{find}\left(f_r, \sigma_{cr}, \sigma_{sr}, \sigma_{s'r}\right) = \begin{bmatrix}0.165\ \textbf{m}\\ 5818836.349\ \textbf{Pa}\\ 142088221.975\ \textbf{Pa}\\ 29539469.688\ \textbf{Pa}\end{bmatrix}$$

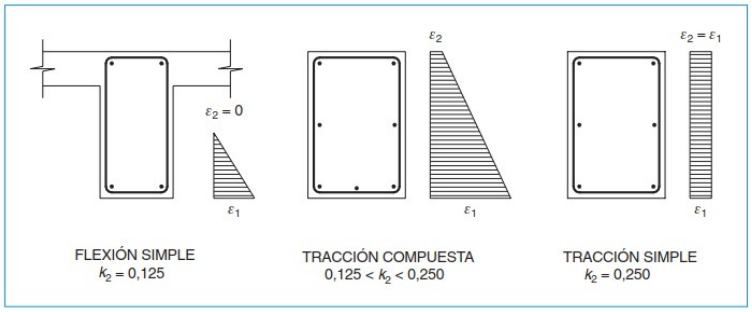
Tensión de la armadura en sección fisurada en instante que fisura el hormigón para M_{fis}: $\sigma_{sr} = 142.088\ \textbf{MPa}$

Parámetros auxiliares para el análisis de la fisuración

Coeficiente K1

$$\varepsilon_1 := \frac{\sigma_s}{E_s} = 1.259 \cdot 10^{-3} \qquad \varepsilon_2 := \text{if } \sigma_{s'} > 0 \cdot \textbf{MPa} \ \| \ 0 \ \text{else} \ \| \ \frac{-\sigma_{s'}}{E_s} = 0$$

$$k_1 := \text{if } k_1 = \text{“CALC”} \ \| \ min\left(\frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{8 \cdot \varepsilon_1}, 0.25\right) \ \text{else} \ \| \ k_1 = 0.125$$



$$k_1 = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{8\varepsilon_1}$$

Figura 49.2.4.a.

Parámetros auxiliares para el análisis de la fisuración

Coeficiente K1 (0.125 para flexión simple o 0.25 para tracción simple) $k_1 = 0.125$

Coeficiente k2 (1 si carga instantánea o posar 0.5 si carga duradera) $k_2 = 0.5$

Coeficiente β(1.7 si fisuración por cargas o 1.3 si fisuración por deformaciones) $\beta = 1.7$

Recubrimiento hasta tocar la barra longitudinal: $c := r_c + \phi_v \cdot af_v = 3.5\ cm$

Diámetro de las barras de armado de tracción: $\phi_t = 25\ mm$

Separación de las barras de armado de tracción: $s_t = 10\ cm$

Cálculo del área de hormigón en la zona del recubrimiento

Si es viga de alma estrecha en negativos poner "0"
Si es viga de alma estrecha en positivos poner "1"
Si es viga de alma ancha, losa o muro poner "2"

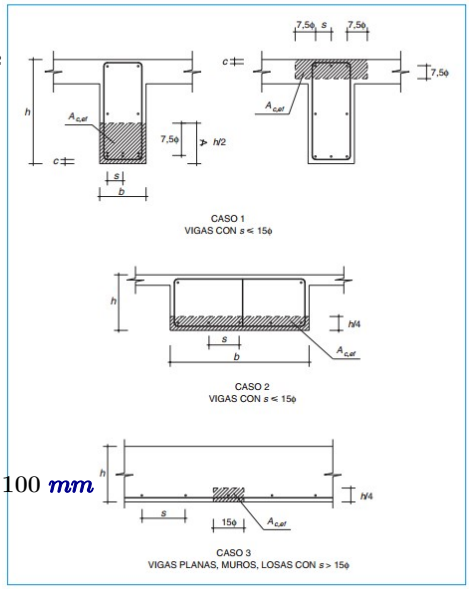
$A_{c.ef} := 2$

$A_{c.eff} :=$ if $A_{c.ef} = 0$
$\quad A_{c.eff} \leftarrow 7.5 \cdot \phi_t \cdot (b + 2 \cdot 7.5 \cdot \phi_t)$
else if $A_{c.ef} = 1$
$\quad A_{c.eff} \leftarrow$ if $7.5 \cdot \phi_t \le \frac{h}{2}$
$\quad\quad A_{c.eff} \leftarrow 7.5 \cdot \phi_t \cdot b$
$\quad$ else
$\quad\quad A_{c.eff} \leftarrow \frac{h}{2} \cdot b$
else if $A_{c.ef} = 2$
$\quad A_{c.eff} \leftarrow$ if $s_t \le 15 \cdot \phi_t$
$\quad\quad A_{c.eff} \leftarrow \frac{h}{4} \cdot b$
$\quad$ else
$\quad\quad A_{c.eff} \leftarrow \frac{h}{4} \cdot 15 \cdot \phi_t \cdot n_{barra\_fila_0} \cdot (1 + n_{int})$

$= 2000\ cm^2$

$s :=$ if $s_t > 15 \cdot \phi_t$
$\quad s \leftarrow 15 \cdot \phi_t$
else
$\quad s \leftarrow s_t$

$= 100\ mm$



Área de les armaduras situadas dentro del área eficaz $A_{s.ef} := A_s = 32.725\ cm^2$

Cálculo de la separación media de fisuras

$$s_m := 2 \cdot c + 0.2 \cdot s + 0.4 \cdot k_1 \cdot \frac{\phi_t \cdot A_{c.eff}}{A_{s.ef}} = 166.394\ mm$$

Cálculo del alargamiento medio de las armaduras

$$\varepsilon_{sm.o} := \text{if } \sigma_s \geq 0 \left\| \frac{\sigma_s}{200\ GPa} \cdot \left(1 - k_2 \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s}\right)^2\right) \right. \text{else} \left\| 0 \right. = 0.00106$$

$$\varepsilon_{sm} := \text{if } \varepsilon_{sm.o} \geq 0.4 \cdot \frac{\sigma_s}{200\ GPa} \left\| \varepsilon_{sm} \leftarrow \varepsilon_{sm.o} \right. \text{else} \left\| \varepsilon_{sm} \leftarrow 0.4 \cdot \frac{\sigma_s}{200\ GPa} \right. = 0.001$$

Cálculo de la apertura característica de fisura

$$\omega_{k\_1} := \text{if } M_{k1.cp} > M_{fis}\left(N_{k1.cp}\right) \left\| \beta \cdot s_m \cdot \varepsilon_{sm} \right. \text{else} \left\| 0\ mm \right. = 0.3\ mm$$

6. ANÁLISIS DE FISURACIÓN POR FLEXOCOMPRESIÓN EN E.L.S. CASO AXIL MÁXIMO PARA $edad = 56\ day$

Las tensiones en servicio se obtendrán a partir de plantear el equilibrio seccional, despreciando la capacidad a tracción del hormigón.

Se considera un momento de fisuración considerando la influencia del esfuerzo axil aunque las tensiones se calcularán sin considerar dicho esfuerzo axil.

Esfuerzos considerados en caso de flector máximo en E.L.S.

Momento flector: $M_{k2.cp} := M_{k\_cp_1} = 615\ m \cdot kN$

Axil: $N_{k2.cp} := N_{k\_cp_1} = 55\ kN$

Cálculo del momento de fisuración en flexo-compresión:

$M_{fis}(N_{k2.cp}) = 363.145\ \boldsymbol{m \cdot kN}$

Cálculo de fibra neutra y tensiones en hormigón y acero a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones

$f := 0.5 \cdot d \qquad \sigma_{s'} := 80\ \boldsymbol{MPa} \qquad \sigma_s := 100\ \boldsymbol{MPa} \qquad \sigma_c := 10\ \boldsymbol{MPa}$

$$N_{k2.cp} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} - A_s \cdot \sigma_s$$

$$M_{k2.cp} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} \cdot \left(d - \frac{f}{3}\right) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$$

$$\sigma_s = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(d - f)}{f}$$

$$\sigma_{s'} = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(f - d')}{f}$$

$$\begin{bmatrix} f \\ \sigma_c \\ \sigma_s \\ \sigma_{s'} \end{bmatrix} := \mathbf{find}(f, \sigma_c, \sigma_s, \sigma_{s'}) = \begin{bmatrix} 0.162\ \boldsymbol{m} \\ 10039449.751\ \boldsymbol{Pa} \\ 251874160.153\ \boldsymbol{Pa} \\ 50581280.865\ \boldsymbol{Pa} \end{bmatrix}$$

Profundidad de la fibra neutra: $f = 16.165\ \boldsymbol{cm} \quad \frac{f}{d} = 0.215$

Compresión en el hormigón: $\sigma_c = 10.039\ \boldsymbol{MPa}$

Compresión en armadura de compresión: $\sigma_{s'} = 50.581\ \boldsymbol{MPa}$

Tracción en la armadura de tracción: $\sigma_s = 251.874\ \boldsymbol{MPa}$

Cálculo de la tracción en armadura traccionada en el momento que fisura la sección, a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones

$f_r := 0.5 \cdot d \qquad \sigma_{s'r} := 80\ \boldsymbol{MPa} \qquad \sigma_{sr} := 100\ \boldsymbol{MPa} \qquad \sigma_{cr} := 10\ \boldsymbol{MPa}$

$$N_{k2.cp} = \frac{\sigma_{cr} \cdot f_r \cdot b}{2} + A_{s'} \cdot \sigma_{s'r} - A_s \cdot \sigma_{sr}$$

$$M_{fis}(N_{k2.cp}) = \frac{\sigma_{cr} \cdot f_r \cdot b}{2} \cdot \left(d - \frac{f_r}{3}\right) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'r} \cdot (d - d')$$

$$\sigma_{sr} = n \cdot \sigma_{cr} \cdot \frac{(d - f_r)}{f_r}$$

$$\sigma_{s'r} = n \cdot \sigma_{cr} \cdot \frac{(f_r - d')}{f_r}$$

$$\begin{bmatrix} f_r \\ \sigma_{cr} \end{bmatrix} := \mathbf{find}(f_r, \sigma_{cr}, \sigma_{sr}, \sigma_{s'r}) = \begin{bmatrix} 0.165\ \boldsymbol{m} \\ 5818836.349\ \boldsymbol{Pa} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \sigma_{sr} \\ \sigma_{s'r} \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} 142088221.975\ Pa \\ 29539469.688\ Pa \end{bmatrix}$$

Tensión de la armadura en sección fisurada en instante que fisura el hormigón para M_{fis} :
$\sigma_{sr} = 142.088\ MPa$

Coeficiente K1

$$\varepsilon_1 := \frac{\sigma_s}{E_s} = 1.259 \cdot 10^{-3} \qquad \varepsilon_2 := \text{if } \sigma_{s'} > 0 \cdot MPa \ \| \ 0 \ \text{else} \ \| \ \frac{-\sigma_{s'}}{E_s} \ = 0$$

$$k_1 := \text{if } k_1 = \text{“CALC”} \ \| \ min\left(\frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{8 \cdot \varepsilon_1}, 0.25\right) \ \text{else} \ \| \ k_1 \ = 0.125$$

$$A_{c.eff} = 2000\ cm^2 \qquad s = 100\ mm$$

Área de las armaduras situadas dentro del área eficaz $A_{s.ef} = 32.725\ cm^2$

Cálculo de la separación media de fisuras

$$s_m := 2 \cdot c + 0.2 \cdot s + 0.4 \cdot k_1 \cdot \frac{\phi_t \cdot A_{c.eff}}{A_{s.ef}} = 166.394\ mm$$

Cálculo del alargamiento medio de las armaduras

$$\varepsilon_{sm.o} := \text{if } \sigma_s \geq 0 \ \| \ \frac{\sigma_s}{200\ GPa} \cdot \left(1 - k_2 \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s}\right)^2\right) \ \text{else} \ \| \ 0 \ = 0.00106$$

$$\varepsilon_{sm} := \text{if } \varepsilon_{sm.o} \geq 0.4 \cdot \frac{\sigma_s}{200\ GPa} \ \| \ \varepsilon_{sm} \leftarrow \varepsilon_{sm.o} \ \text{else} \ \| \ \varepsilon_{sm} \leftarrow 0.4 \cdot \frac{\sigma_s}{200\ GPa} \ = 0.001$$

Cálculo de la apertura característica de fisura

$$\omega_{k\_2} := \text{if } M_{k2.cp} > M_{fis}\left(N_{k2.cp}\right) \ \| \ \beta \cdot s_m \cdot \varepsilon_{sm} \ \text{else} \ \| \ 0\ mm \ = 0.3\ mm$$

7. ANÁLISIS DE LA FISURACIÓN DE LA SECCIÓN POR MICROCOMPRESIÓN PARA $edad = 56\ day$

$f_{ck.j\_els} = 32.279\ \boldsymbol{MPa}$

Esfuerzos en servicio combinación característica caso de máximo flector:

$$N_{k1} := N_{k\_car_0} = 55\ \boldsymbol{kN} \qquad M_{k1} := M_{k\_car_0} = 612\ \boldsymbol{m \cdot kN}$$

Esfuerzos en servicio combinación característica caso de máximo axil:

$$N_{k2} := N_{k\_car_1} = 55\ \boldsymbol{kN} \qquad M_{k2} := M_{k\_car_1} = 612\ \boldsymbol{m \cdot kN}$$

Cálculo de fibra neutra y tensiones en hormigón y acero a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones. Caso flector máximo

$f := 0.5 \cdot d \qquad \sigma_{s'} := 80\ \boldsymbol{MPa} \qquad \sigma_s := 100\ \boldsymbol{MPa} \qquad \sigma_c := 10\ \boldsymbol{MPa}$

$$N_{k1} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} - A_s \cdot \sigma_s$$

$$M_{k1} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} \cdot \left(d - \frac{f}{3}\right) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$$

$$\sigma_s = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(d - f)}{f}$$

$$\sigma_{s'} = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(f - d')}{f}$$

$$\begin{bmatrix} f \\ \sigma_c \\ \sigma_s \\ \sigma_{s'} \end{bmatrix} := \mathbf{find}\left(f, \sigma_c, \sigma_s, \sigma_{s'}\right) = \begin{bmatrix} 0.162\ \boldsymbol{m} \\ 9989188.169\ \boldsymbol{Pa} \\ 250566339.09\ \boldsymbol{Pa} \\ 50330726.691\ \boldsymbol{Pa} \end{bmatrix}$$

Compresión en el hormigón: $\sigma_{c1} := \sigma_c = 9.989\ \boldsymbol{MPa}$

Cálculo de fibra neutra y tensiones en hormigón y acero a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones. Caso axil máximo

$f := 0.5 \cdot d \qquad \sigma_{s'} := 80\ \boldsymbol{MPa} \qquad \sigma_s := 100\ \boldsymbol{MPa} \qquad \sigma_c := 10\ \boldsymbol{MPa}$

$$N_{k2} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} - A_s \cdot \sigma_s$$

$$M_{k2} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} \cdot \left(d - \frac{f}{3}\right) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$$

$$\sigma_s = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(d - f)}{f}$$

$$\sigma_{s'} = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(f - d')}{f}$$

$$\begin{bmatrix} f \\ \sigma_c \\ \sigma_s \\ \sigma_{s'} \end{bmatrix} := \mathbf{find}\left(f, \sigma_c, \sigma_s, \sigma_{s'}\right) = \begin{bmatrix} 0.162\ \boldsymbol{m} \\ 9989188.169\ \boldsymbol{Pa} \\ 250566339.09\ \boldsymbol{Pa} \\ 50330726.691\ \boldsymbol{Pa} \end{bmatrix}$$

Compresión en el hormigón: $\sigma_{c2} := \sigma_c = 9.989\ MPa$

8. DEFINICIÓN DE LA FUNCIÓN DE VERIFICACIÓN A CORTANTE EN E.L.U. PARA $edad = 56\ day$

Análisis del agotamiento del hormigón por compresión oblicua Vu1 y por tracción en el alma Vcu

Se considera un ángulo respecto la directriz de la pieza con el armado de cortante $\alpha := 90\ °$
Se considera una estructura con influencia del esfuerzo axil.

$$\varepsilon_x(M,N,V) := \frac{\frac{\max(M, 0.9\cdot d\cdot V)}{0.9\cdot d} + V - 0.5\cdot N}{2\cdot(A_s + A_{s'})\cdot 200\ GPa}\cdot 1000$$

$$\varepsilon_x(M,N,V)\ \text{if}\ \varepsilon_x(M,N,V) \le 0 \quad \| \ 0 \quad \text{else} \quad \| \ \varepsilon_x(M,N,V)$$

$$\theta(M,N,V) := \text{if}\ bielas = \text{“SI”} \quad \| \ 45\ ° \quad \text{else} \quad \| \ (\varepsilon_x(M,N,V)\cdot 7 + 29)\cdot °$$

$$\sigma'_{cd}(N) := \text{if}\ \frac{N - A_{s'}\cdot f_{ydc}}{b\cdot h} \le 0.3\cdot f_{cd} \quad \| \ \frac{N - A_{s'}\cdot f_{ydc}}{b\cdot h} \quad \text{else} \quad \| \ 0.3\cdot f_{cd}$$

$$K(N) := \text{if}\ \sigma'_{cd}(N) \le 0 \quad \| \ 1 \quad \text{else if}\ \sigma'_{cd}(N) \le 0.25\cdot f_{cd} \quad \| \ 1 + \frac{\sigma'_{cd}(N)}{f_{cd}} \quad \text{else if}\ \sigma'_{cd}(N) \le 0.5\cdot f_{cd} \quad \| \ 1.25 \quad \text{else} \quad \| \ 2.5\cdot\left(1 - \frac{\sigma'_{cd}(N)}{f_{cd}}\right)$$

$$\xi := \text{if}\ 1 + \sqrt{\frac{200\ mm}{d}} \le 2 \quad \| \ 1 + \sqrt{\frac{200\ mm}{d}} \quad \text{else} \quad \| \ 2$$

Cuantía de armadura en la cara de tracción:

$$\rho_l := \max\left(\frac{A_s}{b\cdot d}, 0.02\right) = 0.02$$

$$\sigma'_{cd}(N) := \text{if}\ \frac{N}{b\cdot h} \le min\left(0.3\cdot f_{cd}, 12\ MPa\right) \quad \| \ \frac{N}{b\cdot h} \quad \text{else} \quad \| \ min\left(0.3\cdot f_{cd}, 12\ MPa\right)$$

[Art 44.2.3.1 EHE-08]

$$V_{u1}(M,N,V) := K(N)\cdot f_{1cd}\cdot b\cdot d\cdot\left(\frac{\cot(\theta(M,N,V)) + \cot(\alpha)}{1 + (\cot(\theta(M,N,V)))^2}\right)$$

[Art 44.2.3.2.1.2 EHE-08]

$$V_{cu}(N) := \left(\frac{0.18}{\gamma_c}\cdot\xi\cdot\left(100\cdot\rho_l\cdot f_{cv}\cdot MPa^{-1}\right)^{\frac{1}{3}} + 0.15\cdot\sigma'_{cd}(N)\cdot MPa^{-1}\right)\cdot b\cdot d\cdot MPa$$

$$V_{cu.min}(N) := \left(\frac{0.075}{\gamma_c}\cdot\xi^{\frac{3}{2}}\cdot\left(f_{cv}\cdot MPa^{-1}\right)^{\frac{1}{2}} + 0.15\cdot\sigma'_{cd}(N)\cdot MPa^{-1}\right)\cdot b\cdot d\cdot MPa$$

Capacidad del hormigón por tracción en piezas sin armadura de cortante

$$V_{cu}(N) := \text{if } V_{cu}(N) \le V_{cu.min}(N) \;\; \| \; V_{cu.min}(N) \;\; \text{else} \;\; \| \; V_{cu}(N)$$

$$z := 0 \,..\, \text{length}(b\_) - 1$$

$$\theta\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right) = \begin{bmatrix} 34.673 \\ 34.673 \end{bmatrix}^{\circ} \qquad \cot\left(\theta\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right)\right) = \begin{bmatrix} 1.446 \\ 1.446 \end{bmatrix}$$

$$V_{ed} = \begin{bmatrix} 270 \\ 270 \end{bmatrix} \textbf{kN} \qquad V_{u1}\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right) = \begin{bmatrix} 4545.781 \\ 4545.781 \end{bmatrix} \textbf{kN} \qquad V_{cu}\left(N_{ed_z}\right) = \begin{bmatrix} 549.141 \\ 549.141 \end{bmatrix} \textbf{kN}$$

Definición de funciones auxiliares:

$$Ratio\_VU1_z := \text{for } i \in 0 \,..\, \text{length}(b\_) - 1 \;\; \| \; Ratio\_VU1_z \leftarrow \frac{V_{ed_z}}{V_{u1}\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right)}$$

$$Ratio\_VU2_z := \text{for } i \in 0 \,..\, \text{length}(b\_) - 1 \;\; \| \; Ratio\_VU1_z \leftarrow \frac{V_{ed_z}}{V_{cu}\left(N_{ed_z}\right)}$$

Análisis de secciones con armadura de cortante

$$V_{cu}(N) := \max\left(\left(\frac{0.15}{\gamma_c} \cdot \xi \cdot \left(100 \cdot \rho_l \cdot f_{cv} \cdot \textbf{MPa}^{-1}\right)^{\frac{1}{3}} + 0.15 \cdot \sigma'_{cd}(N) \cdot \textbf{MPa}^{-1}\right) \cdot b \cdot d \cdot \textbf{MPa}, V_{cu.min}(N)\right)$$

$$V_{su}(M, N, V) := \frac{0.9 \cdot d \cdot n_{rv} \cdot \pi \cdot \frac{\phi_v^{\,2}}{4}}{cada} f_{ydc} \cdot \sin(\alpha) \cdot (\cot(\alpha) + \cot(\theta(M, N, V)))$$

$$V_{cu}\left(N_{ed_z}\right) = \begin{bmatrix} 457.641 \\ 457.641 \end{bmatrix} \textbf{kN} \qquad V_{su}\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right) = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \textbf{kN} \qquad V_{cu}\left(N_{ed_z}\right) + V_{su}\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right) = \begin{bmatrix} 457.641 \\ 457.641 \end{bmatrix} \textbf{kN}$$

$$Ratio\_cort_z := \text{for } i \in 0 \,..\, \text{length}(b\_) - 1 \;\; \| \; \frac{V_{ed_z}}{V_{cu}\left(N_{ed_z}\right) + V_{su}\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right)}$$

$$armadura\_cortante_z := \text{if } Ratio\_VU2_z \le 1 \;\; \| \; \text{“No necesaria”} \;\; \text{else if } Ratio\_cort_z \le 1 \;\; \| \; Ratio\_cort_z \;\; \text{else if } Ratio\_cort_z > 1 \;\; \| \; \text{“No verifica cortante”}$$

Verificacion_cortante = "OK. No necesita armadura de cortante"

$$A_{V.min} := \text{if } \phi_v = 0 \left\| \begin{array}{l} 0 \cdot \frac{cm^2}{m} \\ \text{else} \\ \frac{f_{ctm} \cdot b}{7.5 \cdot f_{ydc}} \end{array} \right. = 0 \ \frac{cm^2}{m} \qquad A_{V.dispuesta} := \frac{b}{cada \cdot m} \cdot n_{rv} \cdot \pi \cdot \frac{\phi_v^2}{4} = 0 \ \frac{cm^2}{m}$$

Verificacion_armadura.minima.cortante = "No se ha dispuesto armadura de cortante"

9. VERIFICACIÓN SECCIONES CRÍTICAS EN E.L.U. MEDIANTE INTERACCIÓN A FLEXIÓN COMPUESTA PARA $edad = 56\ day$

Discretización: $N = 3000$

$$M_{u_j} := \text{for } z \in 0..N-1 \left\| M_u\left(x_j\right) \right.$$

$$N_{u_j} := \text{for } z \in 0..N-1 \left\| N_u\left(x_j\right) \right.$$

Máximo flector: $\max\left(M_{u\_x.car}\right) = 2422.321\ m \cdot kN$
Mínimo flector: $min\left(M_{u\_x.car}\right) = -339.481\ m \cdot kN$
Máximo axil: $\max\left(N_{u\_x.car}\right) = 19019.532\ kN$
Mínimo axil: $min\left(N_{u\_x.car}\right) = -2005.611\ kN$

NOTA: Se considera que para los dominios de rotura 4a y5 la tensión de las armaduras comprimidas no excede 400MPa.

$$Ratio_{ELU_w} = \begin{bmatrix} 97.135\% \\ 97.135\% \end{bmatrix} \qquad M_{ed} = \begin{bmatrix} 830.25 \\ 830.25 \end{bmatrix} m \cdot kN \qquad N_{ed} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} kN$$

Verificacion_flexocompresion = "OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.U. flexocompresión recta"

$Ratio_{ELU.MAX} := \max\left(Ratio_{ELU}\right) = 97.135\%$ *OK*

NOTA: El ratio de verificación obtenido es el mínimo a axil constante y a momento constante.

10. VERIFICACIÓN DE LAS SECCIONES CRÍTICAS A E.L.S. FISURACIÓN PARA $edad = 56\ day$

Definición de funciones auxiliares:

$$Ancho\_fisura := \begin{bmatrix} \omega_{k\_1} \\ \omega_{k\_2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.3 \\ 0.3 \end{bmatrix} mm \qquad z := 0..\text{length}\left(Ancho\_fisura\right) - 1$$

$$fisura_z := \text{for } i \in 0..\text{length}\left(Ancho\_fisura\right) - 1 \left\| \text{if } M_{k\_cp_z} > M_{fis}\left(N_{k\_cp}\right)_z \right.$$

$$Ratio\_E.L.S._z := \text{for } i \in 0..\text{length}\left(Ancho\_fisura\right) - 1 \left\| \text{if } fisura_z = \text{"SI"} \right.$$

“SI”
else
“NO”

$id_z := \text{for } i \in 0..\text{length}(Ancho\_fisura)-1$
$id_z \leftarrow \text{if } Ratio\_E.L.S._z > 1$
$CASO.E.L.S._z$
else
“ok”

$Ratio\_E.L.S._z \leftarrow \frac{Ancho\_fisura_z}{w_{max}}$
else
0

[Resultados del análisis del E.L.S. fisuración por tracción] $w_{max} = 0.3\ mm$ $M_{fis}(0 \cdot kN) = 355.117\ m \cdot kN$

$CASO.E.L.S. = \begin{bmatrix} \text{“Moment\_max”} \\ \text{“Axil\_max”} \end{bmatrix}$ $M_{k\_cp} = \begin{bmatrix} 615 \\ 615 \end{bmatrix} m \cdot kN$ $N_{k\_cp} = \begin{bmatrix} 55 \\ 55 \end{bmatrix} kN$ $M_{fis}(N_{k\_cp}) = \begin{bmatrix} 363.145 \\ 363.145 \end{bmatrix} m \cdot kN$

$CASO.E.L.S. = \begin{bmatrix} \text{“Moment\_max”} \\ \text{“Axil\_max”} \end{bmatrix}$ $fisura = \begin{bmatrix} \text{“SI”} \\ \text{“SI”} \end{bmatrix}$ $Ancho\_fisura_z = \begin{bmatrix} 0.3 \\ 0.3 \end{bmatrix} mm$ $Ratio\_E.L.S. = \begin{bmatrix} 0.999 \\ 0.999 \end{bmatrix}$

$Verificacion\_fisuracion\_traccion = \text{“OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.S. fisuración”}$

[Resultados del análisis del E.L.S. fisuración microcompresión]

$\sigma_{comp.hormi} := \begin{bmatrix} \sigma_{c1} \\ \sigma_{c2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 9.989 \\ 9.989 \end{bmatrix} MPa$ $0.6 \cdot f_{ck.j} = 19.367\ MPa$ $zz := 0..\text{length}(Ancho\_fisura)-1$

$Ratio_{E.L.S.microfisuracion_{zz}} := \text{for } i \in 0..\text{length}(Ancho\_fisura)-1$
$\frac{\sigma_{comp.hormi_{zz}}}{0.6 \cdot f_{ck.j\_els}}$

$\sigma_{comp.hormi} = \begin{bmatrix} 9.989 \\ 9.989 \end{bmatrix} MPa$

$CASO.E.L.S. = \begin{bmatrix} \text{“Moment\_max”} \\ \text{“Axil\_max”} \end{bmatrix}$ $Ratio_{E.L.S.microfisuracion} = \begin{bmatrix} 0.516 \\ 0.516 \end{bmatrix}$

$Verificacion\_fisuracion\_microcompresion = \text{“OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.S. fisuración”}$

11. VERIFICACIÓN QUANTIAS MINIMAS Y DISPOSICIONES CONSTRUCTIVAS

$elemento = \text{“LOSA”}$

[Cuantía mínima geométrica] [Art 42.3.5 EHE-08]

Armadura de tracción

$$\rho_{g\_t} := \begin{cases} \dfrac{4}{1000} & \text{if } elemento = \text{“PILAR”} \\ \begin{cases} \dfrac{2}{1000} \cdot 0.5 & \text{if } f_{yk} = 400\ \textit{MPa} \\ \dfrac{1.8}{1000} \cdot 0.5 & \text{else} \end{cases} & \text{else if } elemento = \text{“LOSA”} \\ \begin{cases} \dfrac{3.3}{1000} & \text{if } f_{yk} = 400\ \textit{MPa} \\ \dfrac{2.8}{1000} & \text{else} \end{cases} & \text{else if } elemento = \text{“VIGA”} \\ \begin{cases} \dfrac{1.2}{1000} & \text{if } f_{yk} = 400\ \textit{MPa} \\ \dfrac{0.9}{1000} & \text{else} \end{cases} & \text{else if } elemento = \text{“MURO”} \end{cases} = 0.001$$

Armadura de compresión

$$\rho_{g\_c} := \begin{cases} \dfrac{4}{1000} & \text{if } elemento = \text{“PILAR”} \\ \begin{cases} \dfrac{2}{1000} \cdot 0.5 & \text{if } f_{yk} = 400\ \textit{MPa} \\ \dfrac{1.8}{1000} \cdot 0.5 & \text{else} \end{cases} & \text{else if } elemento = \text{“LOSA”} \\ \begin{cases} \dfrac{3.3}{1000} \cdot 0.3 & \text{if } f_{yk} = 400\ \textit{MPa} \\ \dfrac{2.8}{1000} \cdot 0.3 & \text{else} \end{cases} & \text{else if } elemento = \text{“VIGA”} \\ \begin{cases} \dfrac{1.2}{1000} \cdot 0.3 & \text{if } f_{yk} = 400\ \textit{MPa} \\ \dfrac{0.9}{1000} \cdot 0.3 & \text{else} \end{cases} & \text{else if } elemento = \text{“MURO”} \end{cases} = 0.001$$

Armadura de reparto

$$\rho_{g\_m} := \begin{cases} \begin{cases} \begin{cases} \dfrac{4}{1000} \cdot 0.5 & \text{if } f_{yk} = 400\ \textit{MPa} \\ \dfrac{3.2}{1000} \cdot 0.5 & \text{else} \end{cases} & \text{if } juntas > 7.5\ \textit{m} \\ \dfrac{2}{1000} \cdot 0.5 & \text{else} \end{cases} & \text{if } elemento = \text{“MURO”} \\ 0 & \text{else} \end{cases} = 0$$

Cuantía mínima mecánica

[Art 42.3.2, Art 42.3.3,Art 42.3.4 EHE-08]

$sol = \text{“FLEX”}$

$$A_{s.mec.min.traccionada} := \begin{cases} \dfrac{\dfrac{b \cdot h^2}{6} \cdot f_{ctm.flcomp}(0\ \textit{kN})}{f_{yd} \cdot 0.8 \cdot h} & \text{if } sol = \text{“FLEX”} \\ \dfrac{0.05 \cdot \max(N_{ed})}{f_{ydc}} & \text{else if } sol = \text{“COMP”} \\ \dfrac{b \cdot h \cdot f_{ctm}}{f_{yd}} \cdot 0.5 & \text{else if } sol = \text{“TRAC”} \end{cases}$$

$$A_{s.mec.min.comprimida} := \begin{cases} \dfrac{0.05 \cdot \max(N_{ed})}{f_{yd}} & \text{if } sol = \text{“FLEX”} \\ \dfrac{0.05 \cdot \max(N_{ed})}{f_{ydc}} & \text{else if } sol = \text{“COMP”} \\ \dfrac{b \cdot h \cdot f_{ctm}}{f_{yd}} \cdot 0.5 & \text{else if } sol = \text{“TRAC”} \end{cases}$$

Verificación armaduras

Armadura mínima geométrica

$A_{s.geom.min.traccionada} := \rho_{g\_t} \cdot b \cdot h = 7.2\ \textit{cm}^2$

$A_{s.geom.min.comprimida} := \rho_{g\_c} \cdot b \cdot h = 7.2\ \textit{cm}^2$

Armadura mínima mecánica

$A_{s.mec.min.traccionada} = 11.659\ \textit{cm}^2$

$A_{s.mec.min.comprimida} = 0.001\ \textit{cm}^2$

Armadura dispuesta

$A_s = 32.725\ \textit{cm}^2$

$A_{s'} = 13.404\ \textit{cm}^2$

$s.geom.min.comprimida$ $s.mec.min.comprimida$

$A_{s.geom.min.reparto} := \text{if}\left(\phi_v \neq 0\ ,\ \rho_{g\_m} \cdot b \cdot min\left(h\ ,\ 50\ cm\right)\ ,\ 0\ cm^2\right) = 0\ cm^2$ $A_{sr} := \frac{\frac{b}{cada} \cdot \pi}{4} \cdot {\phi_v}^2 = 0\ cm^2$

$Verifica_{armadura.minima.traccionada} = \text{“OK”}$
$Verifica_{armadura.minima.reparto} = \text{“OK”}$

Cálculo de la separación del armado dispuesto

$s_{armadura\_tracc} := s_t = 10\ cm$

$$s_{armadura\_comp} := \begin{cases} \text{if } sep \neq \text{“CALC”} \\ \quad \left\| \frac{b}{n_c} \right. \\ \text{else} \\ \quad \left\| \frac{b - 2 \cdot r_l - 2 \cdot \phi_v - \phi_c \cdot n_c}{n_c - 1} \right. \end{cases} = 15\ cm$$

Exigencias sobre disposición de armaduras

$s_{max} := min\left(30\ cm\ ,\ h \cdot 3\right) = 30\ cm$ $s_{min} := \max\left(2\ cm\ ,\ 1.25 \cdot tma\ ,\ \max\left(\phi_c\ ,\ \phi_t\right)\right) = 2.5\ cm$

$$\phi_{V.min} := \begin{cases} \text{if } \phi_v = 0 \\ \quad \left\| 0\ mm \right. \\ \text{else} \\ \quad \left\| \frac{\max\left(\phi_c\ ,\ \phi_t\right)}{4} \right. \end{cases} = 0\ mm$$

$s_{V.max} := min\left(30\ cm\ ,\ 15 \cdot min\left(\phi_c\ ,\ \phi_t\right)\right) = 24\ cm$

$Verifica_{separacion.armaduras} = \text{“OK”}$
$Verifica_{disposicion.armadura.de.cortante} = \text{“No se dispone armadura de cortante”}$

12. RESUMEN DE RESULTADOS.

Todas las verificaciones seccionales se realizan a la $edad = 56\ day$ del hormigón.

Verificación a E.L.U. flexocompresión mediante diagrama de interacción:

$Verificacion\_flexocompresion = \text{“OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.U. flexocompresión recta”}$
$Ratio_{ELU.MAX} := \max\left(Ratio_{ELU}\right) = 97.135\%$ *OK*

$$CASO = \begin{bmatrix} \text{“Moment\_max”} \\ \text{“Axil\_max”} \end{bmatrix} \quad num = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \end{bmatrix} \quad id\_ELU = \begin{bmatrix} \text{“ok”} \\ \text{“ok”} \end{bmatrix} \quad Ratio_{ELU_w} = \begin{bmatrix} 0.971 \\ 0.971 \end{bmatrix}$$

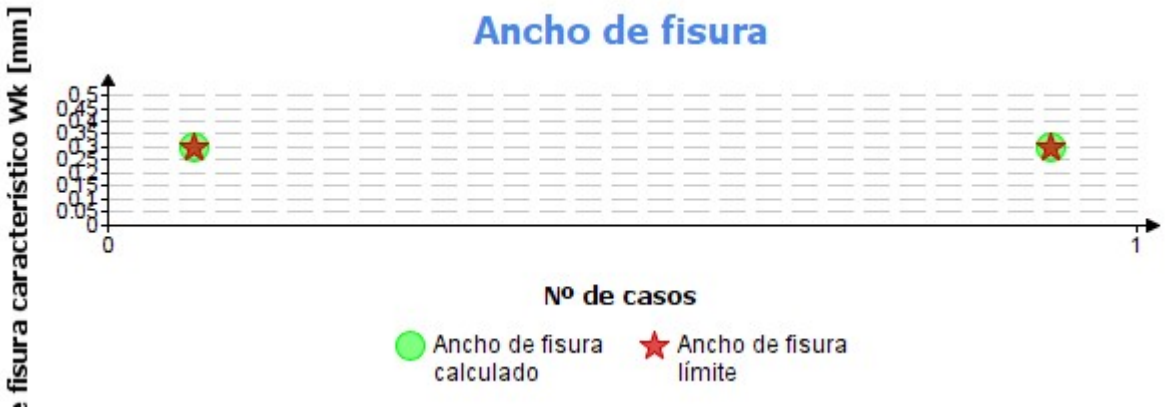
Verificación a E.L.S. fisuración :

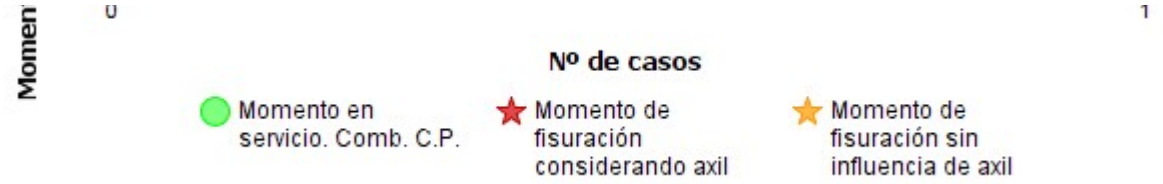
$Verificacion\_fisuracion\_traccion =$ "OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.S. fisuración"
$Ratio_{ELS\_fisuracion} := \max(Ratio\_E.L.S.) = 99.852\%$ *OK*
$Verificacion\_fisuracion\_microcompresion =$ "OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.S. fisuración"
$Ratio_{ELS\_microfisuracion} := \max(Ratio_{E.L.S.microfisuracion}) = 51.577\%$ *OK*

$Maxima\_apertura\_fisura := \max(Ancho\_fisura) = 0.29955\ mm$ *OK* $w_{max} = 0.3\ mm$
$Maxima\_compresión := \max(\sigma_{comp.hormi}) = 9.98919\ MPa$ *OK* $0.6 \cdot f_{ck.j\_els} = 19.367\ MPa$

$M_{fis}(min(N_{k\_cp})) = 363.145\ m \cdot kN$ $M_{fis}(0\ kN) = 355.117\ m \cdot kN$ $M_{k1.cp} = 615\ m \cdot kN$

$CASO.E.L.S. = \begin{bmatrix} \text{"Moment\_max"} \\ \text{"Axil\_max"} \end{bmatrix}$ $fisura = \begin{bmatrix} \text{"SI"} \\ \text{"SI"} \end{bmatrix}$ $Ancho\_fisura = \begin{bmatrix} 0.3 \\ 0.3 \end{bmatrix} mm$ $Ratio\_E.L.S. = \begin{bmatrix} 0.999 \\ 0.999 \end{bmatrix}$





Verificación a E.L.U. cortante:

$Verificacion\_cortante =$ "OK. No necesita armadura de cortante"

$Verificacion\_armadura.minima.cortante =$ "No se ha dispuesto armadura de cortante"

$Ratio_{ELU.cort} := \max\left(\max\left(Ratio_{\_VU1}, Ratio_{\_cort}\right)\right) = 58.998\%$ *OK*

$armadura\_cortante = \begin{bmatrix} \text{"No necesaria"} \\ \text{"No necesaria"} \end{bmatrix}$ $Ratio_{\_VU1} = \begin{bmatrix} 0.059 \\ 0.059 \end{bmatrix}$ $Ratio_{\_VU2} = \begin{bmatrix} 0.492 \\ 0.492 \end{bmatrix}$ $Ratio_{\_cort} = \begin{bmatrix} 0.59 \\ 0.59 \end{bmatrix}$

Verificación disposiciones constructivas.

$Verifica_{armadura.minima.traccionada} =$ "OK"
$Verifica_{armadura.minima.reparto} =$ "OK"
$Verifica_{armadura.minima.reparto} =$ "OK"
$Verifica_{separacion.armaduras} =$ "OK"
$Verifica_{disposicion.armadura.de.cortante} =$ "No se dispone armadura de cortante"

Ratio global

$Ratio_{global} = 99.852\%$ *OK*
$Verificación_{global} =$ "OK"

11.d. REPORT PLAXIS

12/20/2020

User: MOST Enginyers, S.L.

Title:

Table of Contents

1. General Information 5
2. Geometry 6
2.1. Clusters 8
3. Structures 10
4. Loads & boundary conditions 12
4.2. Load system A 13
5. Mesh data 15
6. Material data 16
7. Calculation phases 20
7.3. Total multipliers 22
8. Results for phase 24
8.4. Calculation information 24
8.4.1. Active loads info 24
8.4.1.1. Load system A 25
8.5. Deformations 25
8.5.2. Plot of horizontal displacements 25
8.5.3. Plot of vertical displacements 26
8.6. Structures 26
8.6.4. Beams 26
8.6.4.2. Beams 27
9. Results for phase 1 29
9.7. Calculation information 29
9.7.5. Active loads info 30
9.7.5.3. Load system A 30
9.8. Deformations 30
9.8.6. Plot of horizontal displacements 31
9.8.7. Plot of vertical displacements 32
9.9. Structures 32
9.9.8. Beams 32
9.9.8.4. Beams 33
10. Results for phase 5 35
10.10. Calculation information 35
10.10.9. Active loads info 36

10.10.9.5. Load system A 36
10.11. Deformations 36
10.11.10. Plot of horizontal displacements 37
10.11.11. Plot of vertical displacements 38
10.12. Structures 38
10.12.12. Beams 38
10.12.12.6. Beams 39
11. Results for phase 2 41
11.13. Calculation information 41
11.13.13. Active loads info 42
11.13.13.7. Load system A 42
11.14. Deformations 42
11.14.14. Plot of horizontal displacements 43
11.14.15. Plot of vertical displacements 44
11.15. Structures 44
11.15.16. Beams 44
11.15.16.8. Beams 45
12. Results for phase 6 47
12.16. Calculation information 47
12.16.17. Active loads info 48
12.16.17.9. Load system A 48
12.17. Deformations 48
12.17.18. Plot of horizontal displacements 49
12.17.19. Plot of vertical displacements 50
12.18. Structures 50
12.18.20. Beams 50
12.18.20.10. Beams 51
13. Results for phase 7 53
13.19. Calculation information 53
13.19.21. Active loads info 54
13.19.21.11. Load system A 54
13.20. Deformations 54
13.20.22. Plot of horizontal displacements 55
13.20.23. Plot of vertical displacements 56
13.21. Structures 56
13.21.24. Beams 56

13.21.24.12. Beams 57
14. Results for phase 8 59
14.22. Calculation information 59
14.22.25. Active loads info 60
14.22.25.13. Load system A 60
14.23. Deformations 60
14.23.26. Plot of horizontal displacements 61
14.23.27. Plot of vertical displacements 62
14.24. Structures 62
14.24.28. Beams 62
14.24.28.14. Beams 63
15. Results for phase 9 65
15.25. Calculation information 65
15.25.29. Active loads info 66
15.25.29.15. Load system A 66
15.26. Deformations 66
15.26.30. Plot of horizontal displacements 67
15.26.31. Plot of vertical displacements 68
15.27. Structures 68
15.27.32. Beams 68
15.27.32.16. Beams 69
16. Results for phase 11 71
16.28. Calculation information 71
16.28.33. Active loads info 72
16.28.33.17. Load system A 72
16.29. Deformations 72
16.29.34. Plot of horizontal displacements 73
16.29.35. Plot of vertical displacements 74
16.30. Structures 74
16.30.36. Beams 74
16.30.36.18. Beams 75

1. General Information

Table [1] units

Type	Unit
Length	m
Force	kN
Time	day

Table [2] Model dimensions

	min.	max.
X	-40,000	40,016
Y	-20,000	14,000

Table [3] Model

Model	Plane Strain
Element	15-Noded

2. Geometry

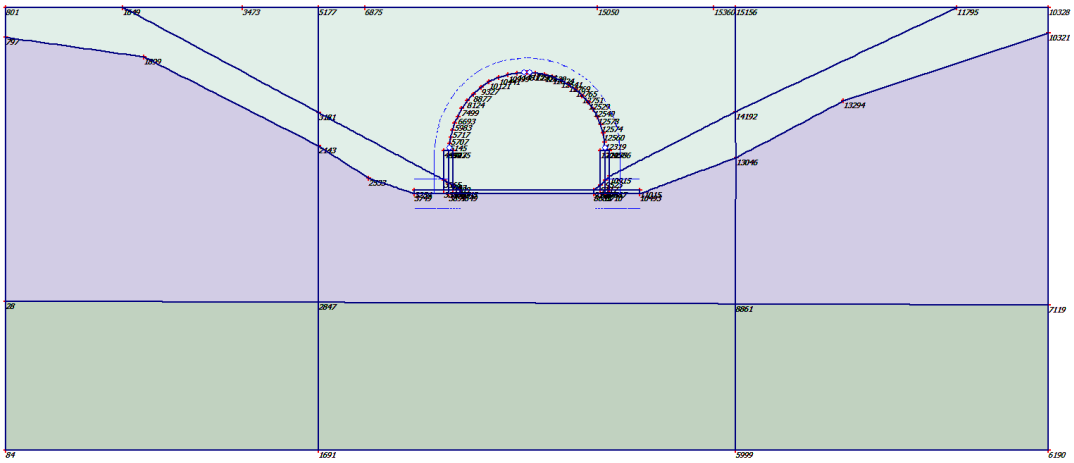


Fig. 1 Plot of geometry model with significant nodes

Table [4] Table of significant nodes

Node no.	x-coord.	y-coord.	Node no.	x-coord.	y-coord.
801	-40,000	14,000	797	-40,000	11,700
1649	-31,000	14,000	10321	40,016	12,009
4945	-5,150	0,000	1899	-29,400	10,200
3254	-8,650	0,000	2533	-12,150	0,900
3749	-8,650	-0,300	13294	24,300	6,825
4649	-5,150	-0,300	28	-40,000	-8,550
84	-40,000	-20,000	7119	40,006	-8,850
6190	40,000	-20,000	5177	-16,000	14,000
10328	40,000	14,000	1691	-16,000	-20,000
11795	33,000	14,000	3181	-16,000	5,925
9395	5,150	0,000	2143	-16,000	3,364

Node no.	x-coord.	y-coord.	Node no.	x-coord.	y-coord.
3335	-6,350	0,000	2847	-16,000	-8,640
4697	-6,350	3,000	5999	16,000	-20,000
3365	-6,350	0,750	14192	16,000	6,000
5135	-5,650	3,000	13046	16,050	2,475
4085	-5,650	0,000	15156	16,000	14,000
4489	-5,650	0,330	8861	16,000	-8,760
11015	8,650	0,000	3473	-21,825	14,000
10493	8,650	-0,300	6875	-12,450	14,000
8685	5,150	-0,300	15050	5,400	14,000
8745	5,650	0,000	15360	14,325	14,000
12045	5,650	3,000	5145	-5,925	3,525
9417	5,650	0,375	5717	-5,700	4,575
12786	6,350	3,000	6693	-5,309	5,617
9887	6,350	0,000	8124	-4,575	6,825
10915	6,350	1,050	9327	-3,525	7,875
4707	-6,000	3,000	10441	-2,175	8,625
5707	-5,850	4,050	11481	-0,750	8,925
5983	-5,550	5,100	12201	0,670	8,960
7499	-5,025	6,225	12624	1,980	8,660
8877	-4,125	7,350	12769	3,190	8,080
10121	-2,925	8,325	12751	4,240	7,240
10999	-1,425	8,850	12540	5,080	6,190
11759	0,000	9,000	12574	5,660	4,980
12620	1,340	8,850	12319	5,960	3,670
12641	2,600	8,410	8710	6,000	-0,300
12765	3,740	7,690	9523	6,000	0,713
12529	4,690	6,740	8741	6,000	0,000
12578	5,410	5,600	3899	-6,000	-0,300
12560	5,850	4,330	3883	-6,000	0,540
12055	6,000	3,000	3909	-6,000	0,000

2.1. Clusters

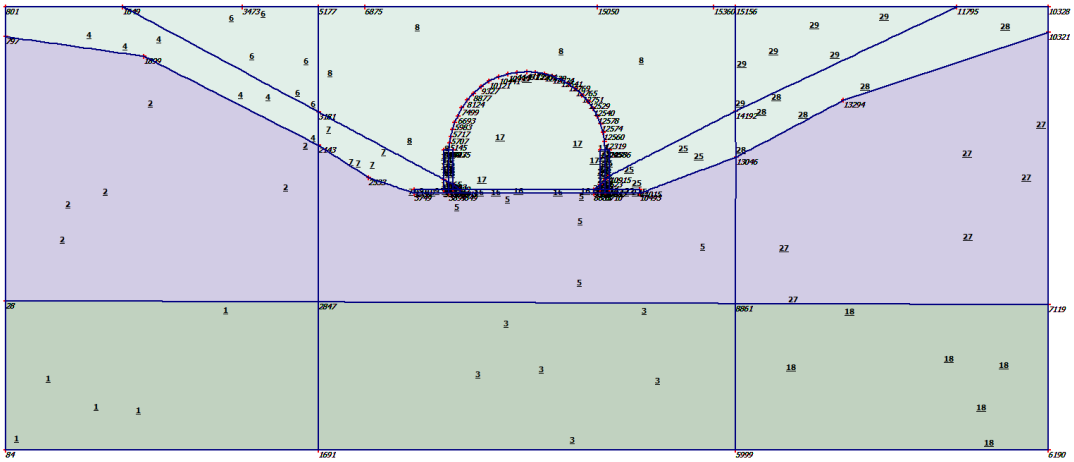


Fig. 2 Plot of geometry model with cluster numbers

Table [5] Table of clusters

Cluster no.	Nodes
1	84, 28, 1691, 2847.
2	797, 1899, 28, 2143, 2847.
3	1691, 2847, 5999, 8861.
4	801, 1649, 797, 1899, 3181, 2143.
5	3749, 4649, 10493, 8685, 2533, 2143, 2847, 13046, 8861, 8710, 3899.
6	1649, 5177, 3181, 3473.
7	3254, 3749, 3335, 3365, 2533, 3181, 2143.
8	4697, 3365, 12786, 10915, 4707, 5707, 5983, 7499, 8877, 10121, 10999, 11759, 12620, 12641, 12765, 12529, 12578, 12560, 12055, 5177, 3181, 14192, 15156, 6875, 15050, 15360, 5145, 5717, 6693, 8124, 9327, 10441, 11481, 12201, 12624, 12769, 12751, 12540, 12574, 12319.
9	3254, 3749, 3335, 3899, 3909.
10	3335, 3365, 3883, 3909.

Cluster no.	Nodes
11	4945, 4649, 4085, 3899, 3909.
12	4085, 4489, 3883, 3909.
13	4945, 4085, 4489.
14	4697, 3365, 4707, 3883.
15	5135, 4489, 4707, 3883.
16	4945, 4649, 9395, 8685.
17	4945, 9395, 5135, 4489, 12045, 9417, 4707, 5707, 5983, 7499, 8877, 10121, 10999, 11759, 12620, 12641, 12765, 12529, 12578, 12560, 12055, 5145, 5717, 6693, 8124, 9327, 10441, 11481, 12201, 12624, 12769, 12751, 12540, 12574, 12319.
18	6190, 7119, 5999, 8861.
19	9395, 8685, 8745, 8710, 8741.
20	9395, 8745, 9417.
21	8745, 9417, 9523, 8741.
22	11015, 10493, 9887, 8710, 8741.
23	9887, 10915, 9523, 8741.
24	12045, 9417, 12055, 9523.
25	11015, 10493, 9887, 10915, 14192, 13046.
26	12786, 10915, 12055, 9523.
27	10321, 13294, 7119, 13046, 8861.
28	10328, 11795, 10321, 13294, 14192, 13046.
29	11795, 14192, 15156.

3. Structures

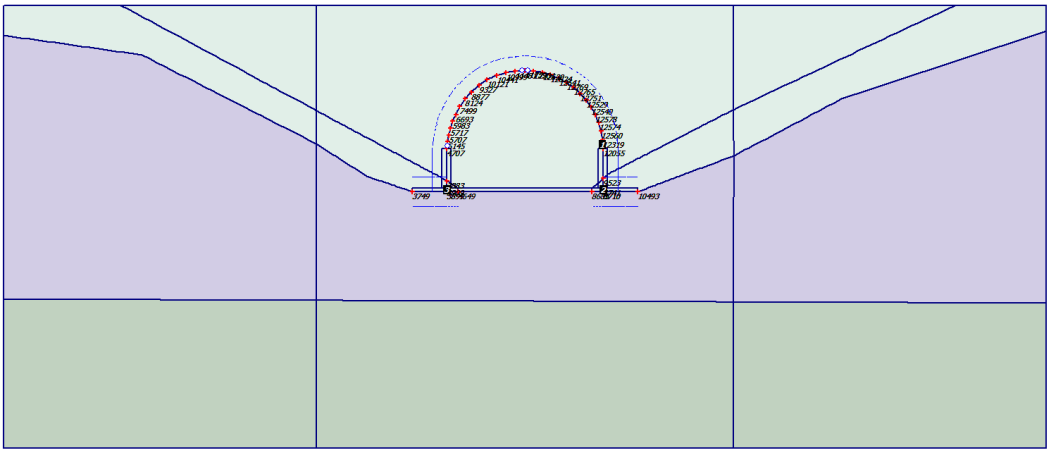


Fig. 3 Plot of geometry model with structures

Table [6] Beams

Plate no.	Data set	Length [m]	Nodes
1	Dovelles 40 cm	18,825	4707, 5145, 5707, 5717, 5983, 6693, 7499, 8124, 8877, 9327, 10121, 10441, 10999, 11481, 11759, 12201, 12620, 12624, 12641, 12769, 12765, 12751, 12529, 12540, 12578, 12574, 12560, 12319, 12055.
2	alçat hastial	3,300	12055, 9523, 8741, 8710.
3	alçat hastial	3,300	4707, 3883, 3909, 3899.
4	Fonaments hasital	3,500	3899, 3749, 3899.
5	Fonaments hasital	3,500	8685, 8710, 10493.

Table [7] Interfaces

Interface no.	Data set	Nodes
1	Reblert existent	4707, 5145, 5707, 5717, 5983, 6693, 5145, 5707, 5717, 5983, 6693, 7499, 7499, 8124, 8124, 8877, 8877, 9327, 9327, 10121, 10121, 10441, 10441, 10999, 10999, 11481, 11481, 11759, 12319, 12055, 12560, 12319, 12574, 12560, 12578, 12574, 12540, 12578, 12529, 12540, 12751, 12529, 12765, 12751, 12769, 12765, 12641, 12769, 12624, 12641, 12620, 12624, 11759, 12201, 12201, 12620.
2	Reblert existent	10493, 8710, 8710, 8685.
	Reblert existent	8741, 8710, 8710, 10493.
	Reblert existent	9523, 8741.
	Nivells cohesius	12055, 9523.
3	Reblert existent	4649, 3899, 3899, 3749.
	Reblert existent	3899, 3909, 3749, 3899.
	Reblert existent	3909, 3883.
	Reblert existent	3883, 4707.

4. Loads & boundary conditions

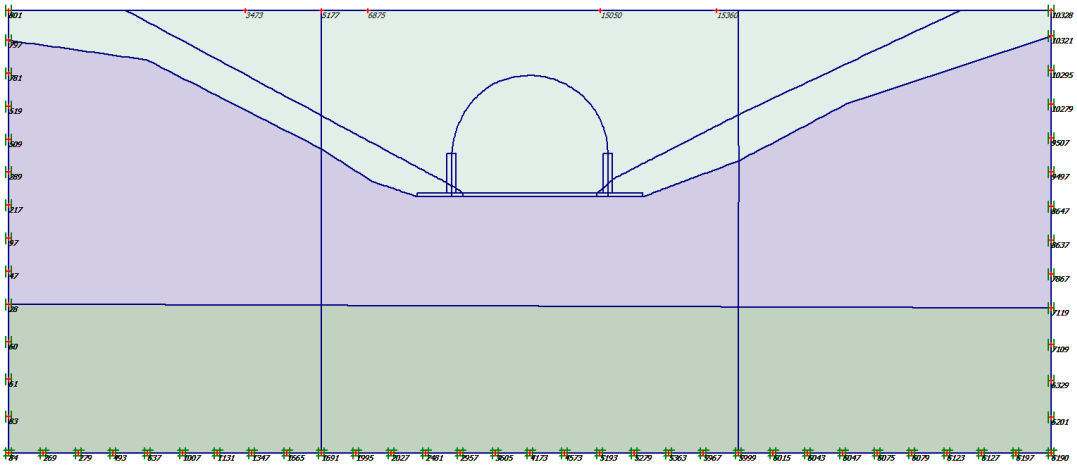


Fig. 4 Plot of geometry with loads & boundary conditions

Table [8] Node fixities

Node no.	Sign	Horizontal	Vertical	Node no.	Sign	Horizontal	Vertical
84	#	Fixed	Fixed	6127	#	Fixed	Fixed
6190	#	Fixed	Fixed	6197	#	Fixed	Fixed
269	#	Fixed	Fixed	801	| |	Fixed	Free
279	#	Fixed	Fixed	10328	| |	Fixed	Free
493	#	Fixed	Fixed	797	| |	Fixed	Free
637	#	Fixed	Fixed	781	| |	Fixed	Free
1007	#	Fixed	Fixed	519	| |	Fixed	Free
1131	#	Fixed	Fixed	509	| |	Fixed	Free
1347	#	Fixed	Fixed	289	| |	Fixed	Free
1665	#	Fixed	Fixed	217	| |	Fixed	Free

Node no.	Sign	Horizontal	Vertical	Node no.	Sign	Horizontal	Vertical
1691	#	Fixed	Fixed	97	||	Fixed	Free
1995	#	Fixed	Fixed	47	||	Fixed	Free
2027	#	Fixed	Fixed	28	||	Fixed	Free
2481	#	Fixed	Fixed	6201	||	Fixed	Free
2957	#	Fixed	Fixed	6329	||	Fixed	Free
3605	#	Fixed	Fixed	7109	||	Fixed	Free
4173	#	Fixed	Fixed	7119	||	Fixed	Free
4573	#	Fixed	Fixed	10321	||	Fixed	Free
5193	#	Fixed	Fixed	60	||	Fixed	Free
5279	#	Fixed	Fixed	61	||	Fixed	Free
5363	#	Fixed	Fixed	83	||	Fixed	Free
5967	#	Fixed	Fixed	7867	||	Fixed	Free
5999	#	Fixed	Fixed	8637	||	Fixed	Free
6015	#	Fixed	Fixed	8647	||	Fixed	Free
6043	#	Fixed	Fixed	9497	||	Fixed	Free
6047	#	Fixed	Fixed	9507	||	Fixed	Free
6075	#	Fixed	Fixed	10279	||	Fixed	Free
6079	#	Fixed	Fixed	10295	||	Fixed	Free
6123	#	Fixed	Fixed				

4.2. Load system A

Table [9] Distributed loads A

Loads no.	First node	qx [kN/m/m]	qy [kN/m/m]	Last node	qx [kN/m/m]	qy [kN/m/m]
1	5177	0,000	0,000	6875	0,000	0,000
2	3473	0,000	0,000	5177	0,000	0,000
3	15050	0,000	0,000	15360	0,000	0,000

Loads no.	First node	qx [kN/m/m]	qy [kN/m/m]	Last node	qx [kN/m/m]	qy [kN/m/m]

5. Mesh data

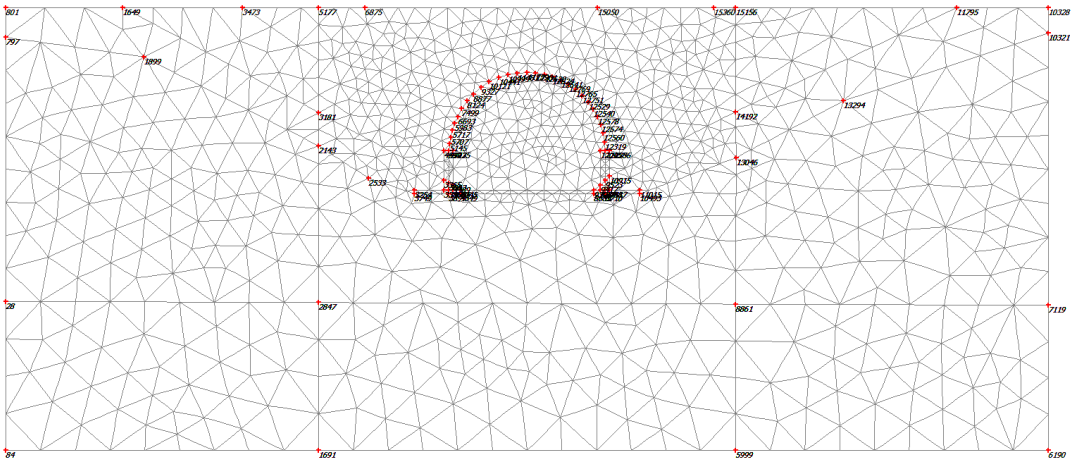


Fig. 5 Plot of the mesh with significant nodes

Table [10] Numbers, type of elements, integrations

Type	Type of element	Type of integration	Total no.
Soil	15-Noded	12-point Gauss	1887
Plate	5-node line	4-point Gauss	58
Interface	5-node line	4-point Newton-Cotes	66

6. Material data

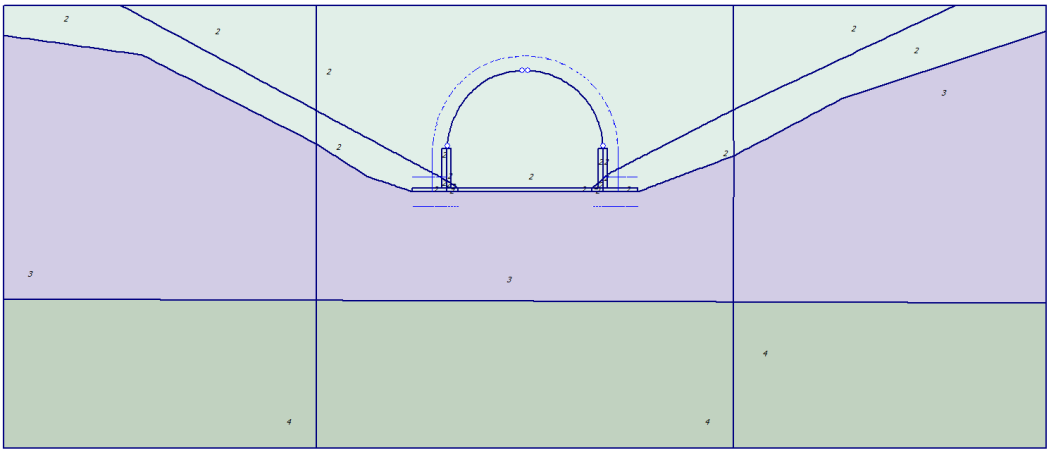


Fig. 6 Plot of geometry with material data sets

Table [11] Soil data sets parameters

Linear Elastic		5 Formigó
Type		Drained
γ_{unsat}	[kN/m³]	24,00
γ_{sat}	[kN/m³]	24,00
k_x	[m/day]	0,000
k_y	[m/day]	0,000
e_{init}	[-]	0,500
c_k	[-]	1E15
E_{ref}	[kN/m²]	30000000,00
ν	[-]	0,200
G_{ref}	[kN/m²]	12500000,000

Linear Elastic		**5**
		Formigó
E_{oed}	[kN/m²]	33333333,333
E_{incr}	[kN/m²/m]	0,00
y_{ref}	[m]	0,000
R_{inter}	[-]	1,000
Interface permeability		Neutral

Mohr-Coulomb		**1**	**2**
		Reblerts	**Reblert existent**
Type		Drained	Drained
γ_{unsat}	[kN/m³]	20,00	20,00
γ_{sat}	[kN/m³]	20,00	20,00
k_x	[m/day]	0,000	0,000
k_y	[m/day]	0,000	0,000
e_{init}	[-]	0,500	0,500
c_k	[-]	1E15	1E15
E_{ref}	[kN/m²]	20000,000	20000,000
ν	[-]	0,300	0,000
G_{ref}	[kN/m²]	7692,308	10000,000
E_{oed}	[kN/m²]	26923,077	20000,000
c_{ref}	[kN/m²]	5,00	5,00
φ	[°]	30,00	30,00
ψ	[°]	0,00	0,00
E_{inc}	[kN/m²/m]	0,00	0,00
y_{ref}	[m]	0,000	0,000
$c_{increment}$	[kN/m²/m]	0,00	0,00
$T_{str.}$	[kN/m²]	0,00	0,00
$R_{inter.}$	[-]	0,60	1,00
Interface permeability		Neutral	Neutral

Hardening Soil		3 **Nivells cohesius**	4 **Nivells detrítics**
Type		Drained	Drained
γ_{unsat}	[kN/m³]	21,50	21,30
γ_{sat}	[kN/m³]	21,50	21,30
k_x	[m/day]	0,000	0,000
k_y	[m/day]	0,000	0,000
e_{init}	[-]	0,50	0,50
e_{min}	[-]	0,00	0,00
e_{max}	[-]	999,00	999,00
c_k	[-]	1E15	1E15
E_{50}^{ref}	[kN/m²]	36000,00	80000,00
E_{oed}^{ref}	[kN/m²]	36000,00	80000,00
power (m)	[-]	0,80	0,50
c_{ref}	[kN/m²]	45,00	10,00
φ	[°]	28,00	35,00
ψ	[°]	0,00	0,00
E_{ur}^{ref}	[kN/m²]	108000,00	240000,00
$\nu_{ur}^{(nu)}$	[-]	0,200	0,200
p^{ref}	[kN/m²]	100,00	100,00
$c_{increment}$	[kN/m²]	0,00	0,00
y_{ref}	[m]	0,00	0,00
R_f	[-]	0,90	0,90
$T_{str.}$	[kN/m²]	0,00	0,00
R_{inter}	[-]	0,80	0,80
δ_{inter}	[m]	0,00	0,00
Interface permeability		Neutral	Neutral

Table [12] Beam data sets parameters

no.	Identification	EA [kN/m]	EI [kNm²/m]	w [kN/m/m]	ν [-]	Mp [kNm/m]	Np [kN/m]
1	Dovelles 40 cm	1,14E7	1,52E5	2,40	0,20	1E15	1E15
2	alçat hastial	2E7	8,17E5	4,20	0,20	1E15	1E15
3	Fonaments hasital	2,29E7	1,22E6	4,80	0,20	1E15	1E15

7. Calculation phases

Table [13] List of phases

Phase	Ph-No.	Start phase	Calculation type	Load input	First step	Last step
Initial phase	0	0		-	0	0
Total multipliers	1	0	Plastic analysis	Total multipliers	1	2
Excavació	5	1	Plastic analysis	Staged construction	3	8
Construcció fonamentacions	2	5	Plastic analysis	Staged construction	9	10
Col·locació dovelles 40 cm	6	2	Plastic analysis	Staged construction	11	12
Reblert dovelels 40 cm	7	6	Plastic analysis	Staged construction	13	24
Càrregues	8	7	Plastic analysis	Staged construction	25	28
Multipliers	9	8	Plastic analysis	Total multipliers	29	30
Multipliers q 20 kpa	11	9	Plastic analysis	Total multipliers	31	32
FS estabilitat	10	9	Phi/c reduction	Incremental multipliers	33	132

Table [14] Staged construction info

Ph-No.	Active clusters	Inactive clusters	Active beams	Active geotextiles	Active anchors
0	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29.				
5	1, 2, 3, 5, 18, 27.	4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29.			
2	1, 2, 3, 5, 18, 27.	4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29.	2, 3, 4, 5.		

Ph-No.	Active clusters	Inactive clusters	Active beams	Active geotextiles	Active anchors
6	1, 2, 3, 5, 16, 18, 27.	4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29.	1, 2, 3, 4, 5.		
7	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 14, 16, 18, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29.	11, 12, 13, 15, 17, 19, 20, 21, 24.	1, 2, 3, 4, 5.		
8	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 14, 16, 18, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29.	11, 12, 13, 15, 17, 19, 20, 21, 24.	1, 2, 3, 4, 5.		

Table [15] Control parameters 1

Ph-No.	Additional steps	Reset displacements to zero	Ignore undrained behaviour	Delete intermediate steps
1	250	No	No	Yes
5	250	No	No	Yes
2	250	No	No	Yes
6	250	Yes	No	Yes
7	250	No	No	Yes
8	250	No	No	Yes
9	250	No	No	Yes
11	250	No	No	Yes
10	100	No	No	No

Table [16] Control parameters 2

Ph-No.	Iterative procedure	Tolerated error	Over relaxation	Max. iterations	Desired min.	Desired max.	Arc-length control
1	Standard	0,010	1,200	60	6	15	Yes
5	Standard	0,010	1,200	60	6	15	Yes
2	Standard	0,010	1,200	60	6	15	Yes
6	Standard	0,010	1,200	60	6	15	Yes
7	Standard	0,010	1,200	60	6	15	Yes

Ph-No.	Iterative procedure	Tolerated error	Over relaxation	Max. iterations	Desired min.	Desired max.	Arc-length control
8	Standard	0,010	1,200	60	6	15	Yes
9	Standard	0,010	1,200	60	6	15	Yes
11	Standard	0,010	1,200	60	6	15	Yes
10	Standard	0,010	1,200	60	6	15	Yes

Table [17] Incremental multipliers (input values)

Ph-No.	Displ.	Load A	Load B	Weight	Accel	Time	s-f
0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
5	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
6	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
7	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
8	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
9	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
11	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
10	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1000

7.3. Total multipliers

Table [18] Total multipliers - input values

Ph-No.	Displ.	Load A	Load B	Weight	Accel	Time	s-f
0	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000
5	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000
2	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000
6	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000
7	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000
8	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000
9	0,0000	10,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000
11	0,0000	20,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000

Ph-No.	Displ.	Load A	Load B	Weight	Accel	Time	s-f
10	0,0000	10,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,7559

Table [19] Total multipliers - reached values

Ph-No.	Displ.	Load A	Load B	Weight	Accel	Time	s-f
0	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000
5	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000
2	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000
6	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000
7	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000
8	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000
9	0,0000	10,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000
11	0,0000	20,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000
10	0,0000	10,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,7559

8. Results for phase

8.4. Calculation information

Table [20] Step Info phase no: 0

Step no:	0
Calculation type	INITIAL
Extrapolation factor	1,409
Relative stiffness	0,082

Table [21] Reached multipliers phase no: 0

Multipliers	Incremental value	Total value
Prescribed displacements	0,0000	1,0000
Load system A	0,0000	1,0000
Load system B	0,0000	1,0000
Soil weight	0,0000	1,0000
Acceleration	0,0000	0,0000
Strength reduction factor	0,0000	1,0000
Time	0,0000	0,0000

Table [22] Staged construction info phase no: 0

Staged construction	Incremental value	Total value
Active proportion of total area	0,000	1,000
Active proportion of stage	0,000	0,000

Table [23] Realised tunnel contraction info phase no: 0

Tunnel*	Increment [%]	Total [%]
* Tunnels are referred to by lining chain number		

8.4.1. Active loads info

8.4.1.1. Load system A

Table [25] Active distributed loads A phase no: 0

Loads no.	First node	qx [kN/m/m]	qy [kN/m/m]	Last node	qx [kN/m/m]	qy [kN/m/m]
1	5177	0,000	0,000	6875	0,000	0,000
2	3473	0,000	0,000	5177	0,000	0,000
3	15050	0,000	0,000	15360	0,000	0,000

8.5. Deformations

8.5.2. Plot of horizontal displacements

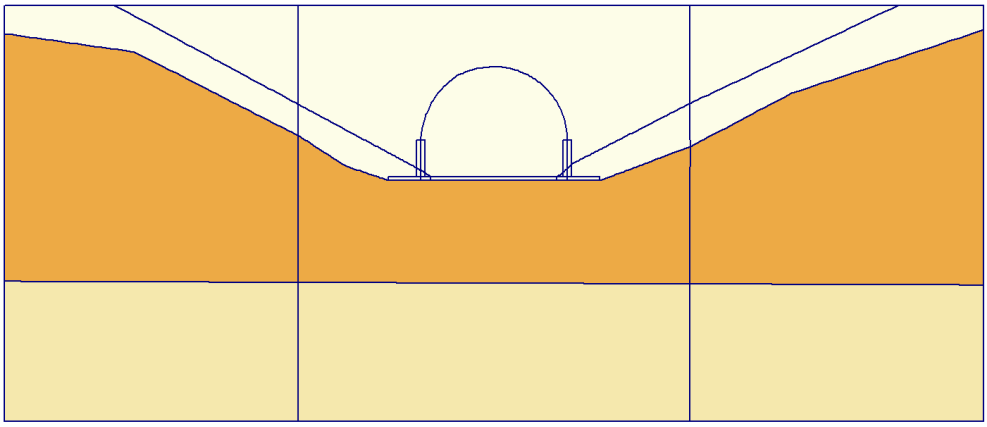


Fig. 7 Plot of horizontal displacements (shadings)

- Step no: 0 -

8.5.3. Plot of vertical displacements

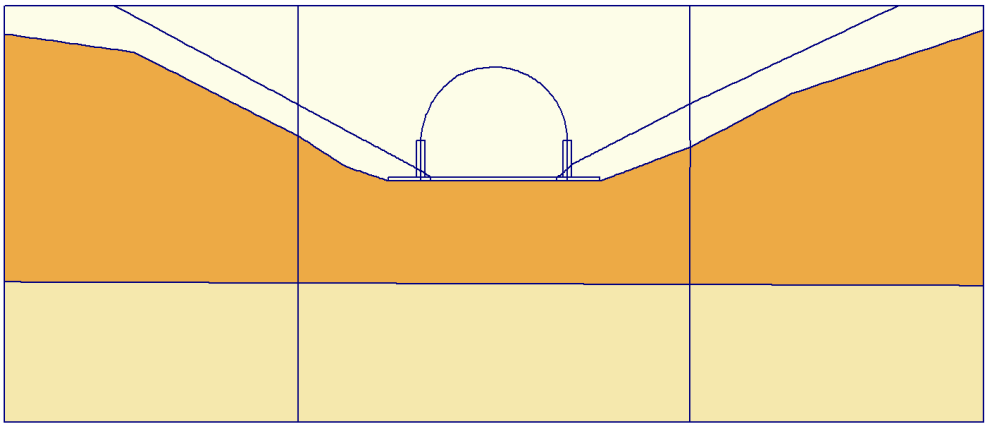


Fig. 8 Plot of vertical displacements (shadings)

- Step no: 0 -

8.6. Structures

8.6.4. Beams

8.6.4.2. Beams

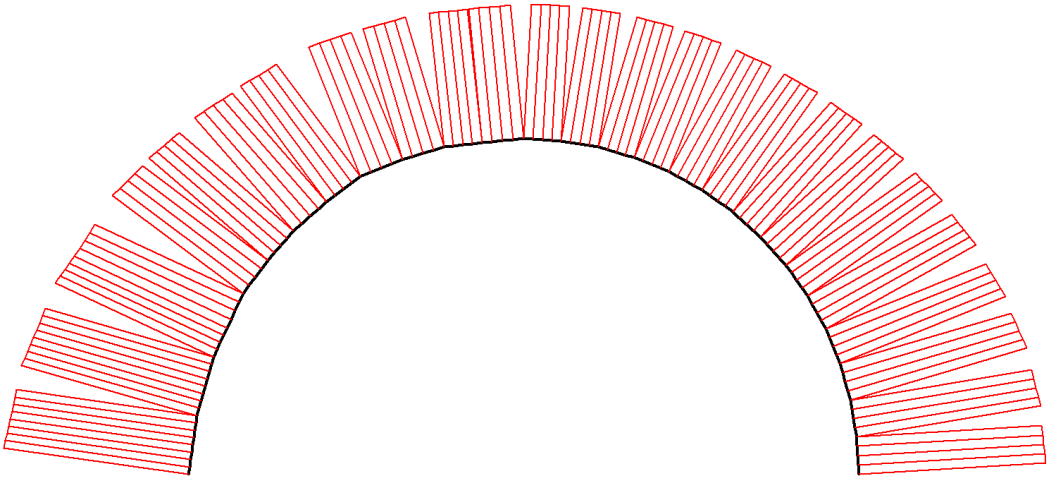


Fig. 9 Axial forces in beam (plate no: 1)

Extreme value -1,08*10^3 kN/m (Phase: 0)

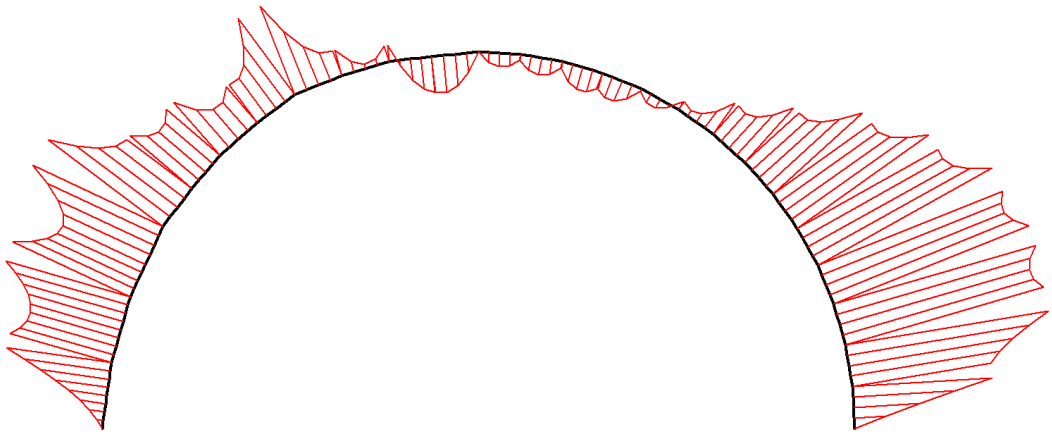


Fig. 10 Bending moments in beam (plate no: 1)

Extreme value 134,94 kNm/m (Phase: 0)

9. Results for phase 1

9.7. Calculation information

Table [26] Step Info phase no: 1

Step no:	2
Calculation type	PLASTIC
Extrapolation factor	0,000
Relative stiffness	0,368

Table [27] Reached multipliers phase no: 1

Multipliers	Incremental value	Total value
Prescribed displacements	-1,0000	0,0000
Load system A	-1,0000	0,0000
Load system B	-1,0000	0,0000
Soil weight	0,0000	1,0000
Acceleration	0,0000	0,0000
Strength reduction factor	0,0000	1,0000
Time	0,0000	0,0000

Table [28] Staged construction info phase no: 1

Staged construction	Incremental value	Total value
Active proportion of total area	0,000	1,000
Active proportion of stage	0,000	0,000

Table [29] Realised tunnel contraction info phase no: 1

Tunnel*	Increment [%]	Total [%]
* Tunnels are referred to by lining chain number		

Table [30] Iteration info phase no: 1

Iter. no.	Global error	Plastic points	Plastic Cap + Hard. points	Inacc. Pl. pts.	Plastic Intf. pts.	Inacc. Intf. pts.	Apex & Tension	Inacc. Apx. pts.
1	0,002	6680	6532	0	0	0	27	0
2	0,001	6659	6427	0	0	0	27	0
3	0,002	6686	6046	4	0	0	27	4
4	0,001	6630	6095	0	0	0	26	0

9.7.5. Active loads info

9.7.5.3. Load system A

Table [31] Active distributed loads A phase no: 1

Loads no.	First node	qx [kN/m/m]	qy [kN/m/m]	Last node	qx [kN/m/m]	qy [kN/m/m]
1	5177	0,000	0,000	6875	0,000	0,000
2	3473	0,000	0,000	5177	0,000	0,000
3	15050	0,000	0,000	15360	0,000	0,000

9.8. Deformations

9.8.6. Plot of horizontal displacements

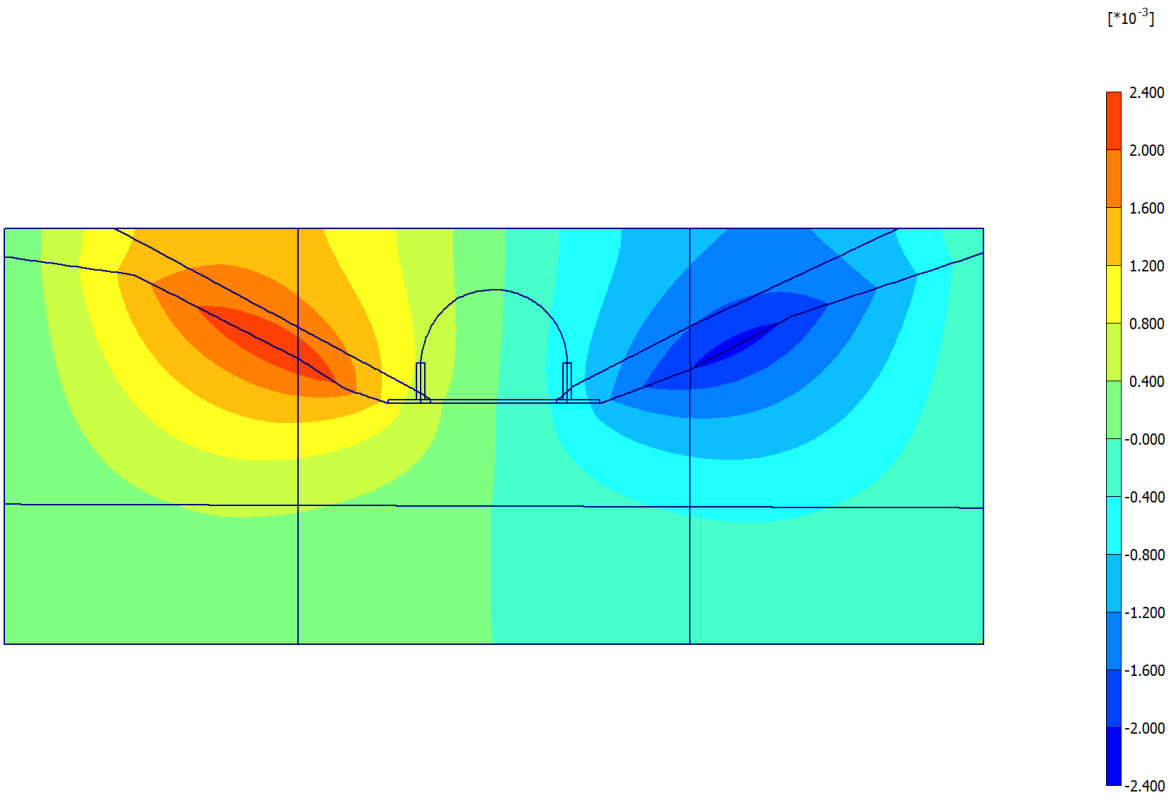


Fig. 11 Plot of horizontal displacements (shadings)

- Step no: 2 - (Phase: 1)

9.8.7. Plot of vertical displacements

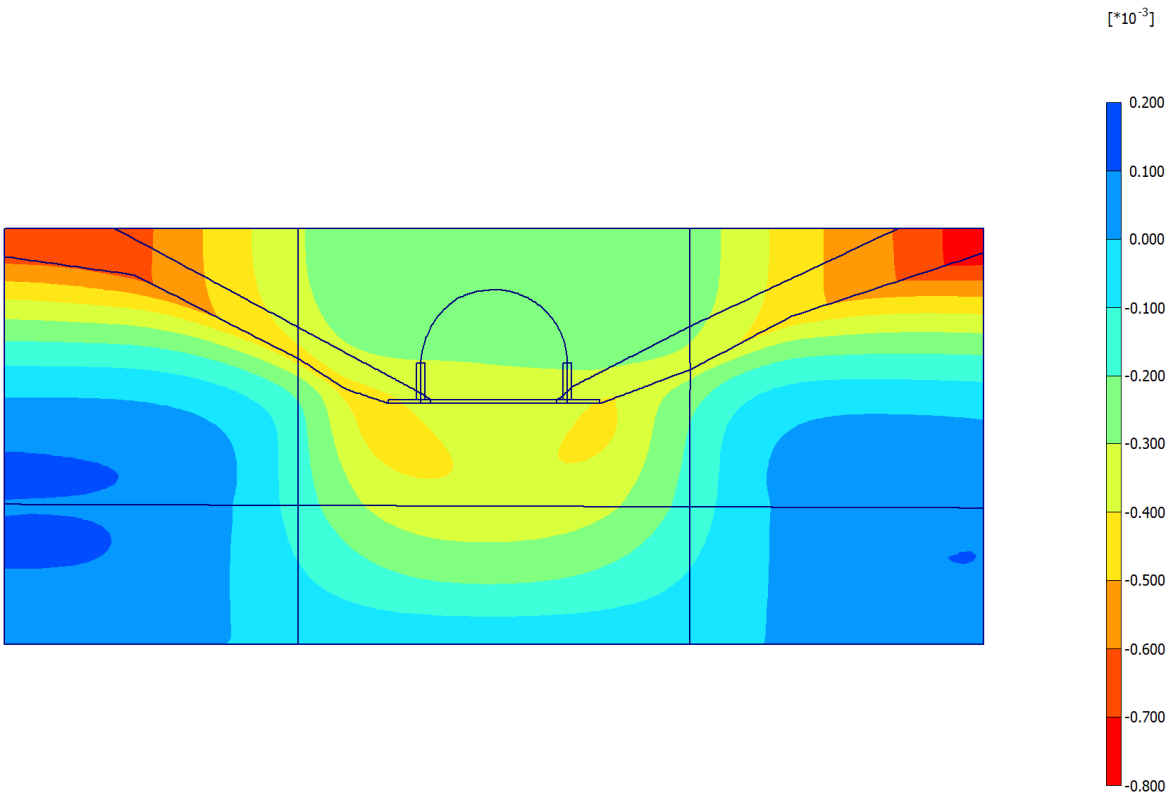


Fig. 12 Plot of vertical displacements (shadings)

- Step no: 2 - (Phase: 1)

9.9. Structures

9.9.8. Beams

9.9.8.4. Beams

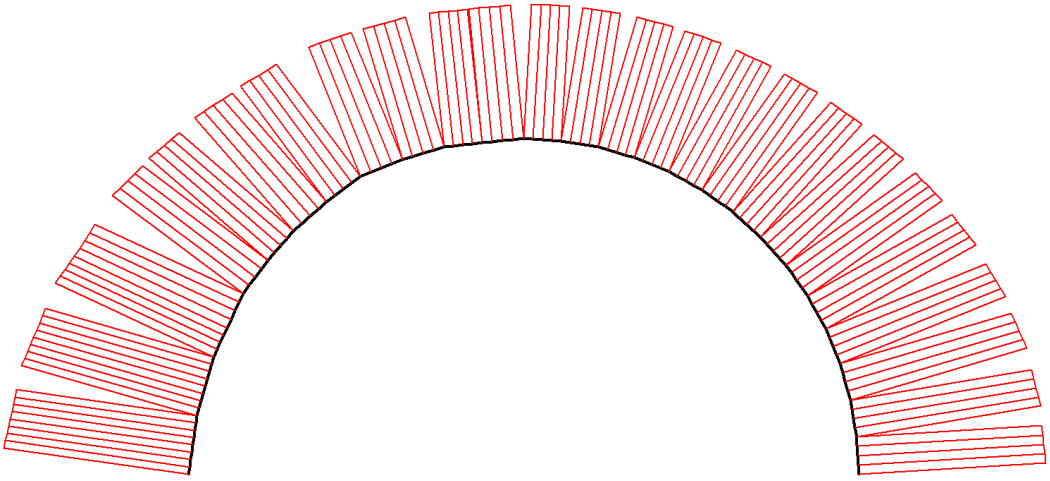


Fig. 13 Axial forces in beam (plate no: 1)

Extreme value -1,08*10^3 kN/m (Phase: 1)

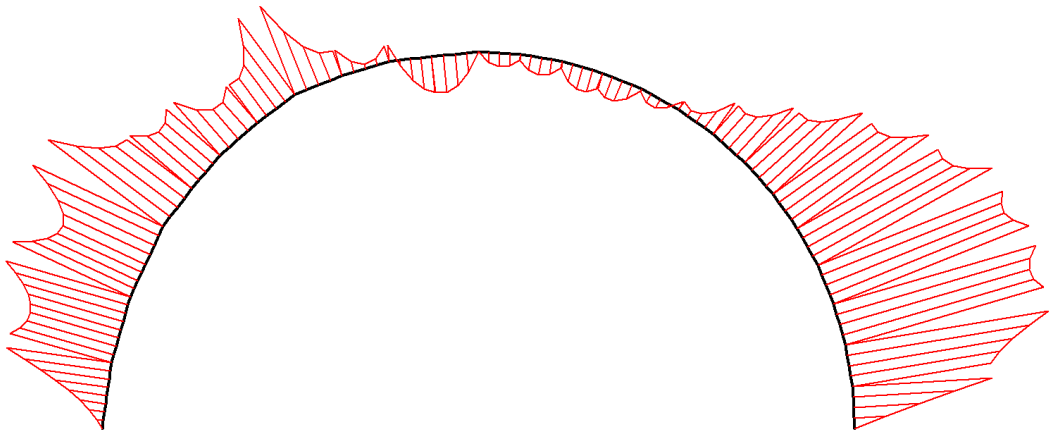


Fig. 14 Bending moments in beam (plate no: 1)

Extreme value 134,94 kNm/m (Phase: 1)

10. Results for phase 5

10.10. Calculation information

Table [32] Step Info phase no: 5

Step no:	8
Calculation type	PLASTIC
Extrapolation factor	0,267
Relative stiffness	0,411

Table [33] Reached multipliers phase no: 5

Multipliers	Incremental value	Total value
Prescribed displacements	0,0000	0,0000
Load system A	0,0000	0,0000
Load system B	0,0000	0,0000
Soil weight	0,0000	1,0000
Acceleration	0,0000	0,0000
Strength reduction factor	0,0000	1,0000
Time	0,0000	0,0000

Table [34] Staged construction info phase no: 5

Staged construction	Incremental value	Total value
Active proportion of total area	0,000	0,737
Active proportion of stage	0,006	1,000

Table [35] Realised tunnel contraction info phase no: 5

Tunnel*	Increment [%]	Total [%]
* Tunnels are referred to by lining chain number		

Table [36] Iteration info phase no: 5

Iter. no.	Global error	Plastic points	Plastic Cap + Hard. points	Inacc. Pl. pts.	Plastic Intf. pts.	Inacc. Intf. pts.	Apex & Tension	Inacc. Apx. pts.
1	0,012	4719	4533	2260	0	0	188	188
2	0,008	4725	4557	70	0	0	168	44

10.10.9. Active loads info

10.10.9.5. Load system A

Table [37] Active distributed loads A phase no: 5

Loads no.	First node	qx [kN/m/m]	qy [kN/m/m]	Last node	qx [kN/m/m]	qy [kN/m/m]
1	5177			6875		
2	3473			5177		
3	15050			15360		

10.11. Deformations

10.11.10. Plot of horizontal displacements

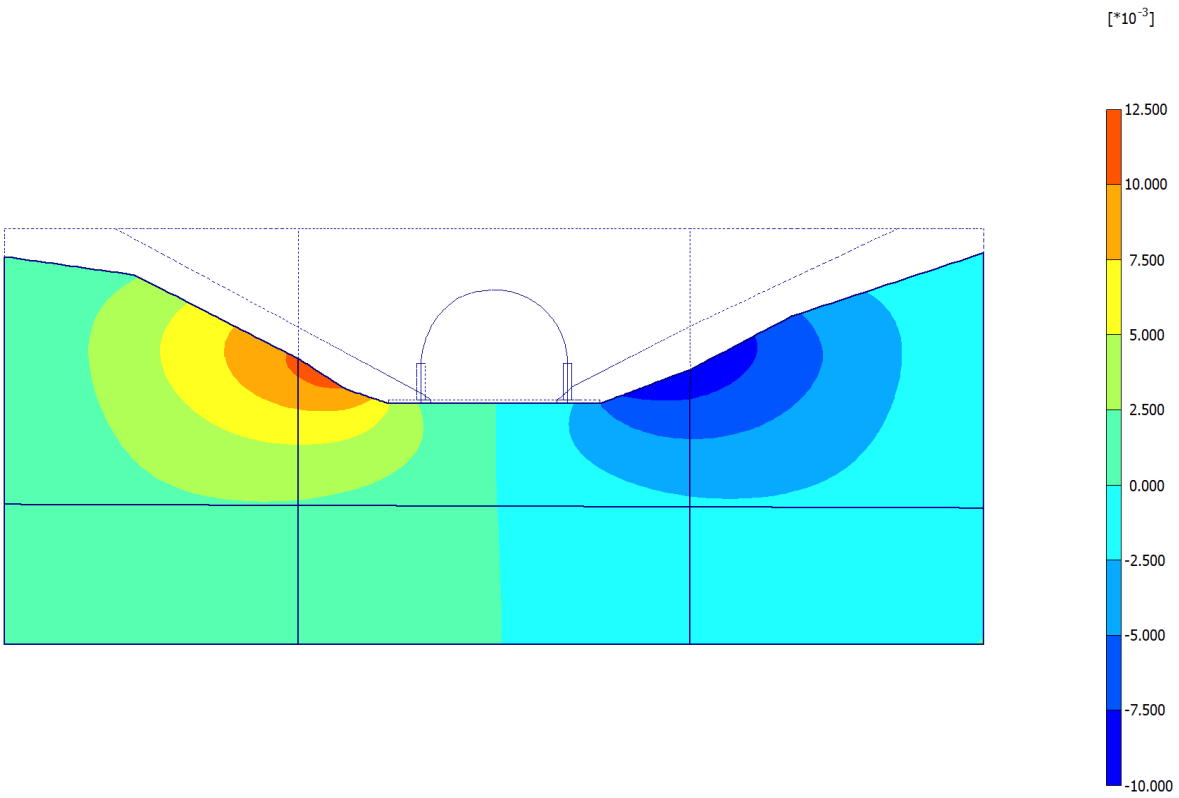


Fig. 15 Plot of horizontal displacements (shadings)

- Step no: 8 - (Phase: 5)

10.11.11. Plot of vertical displacements

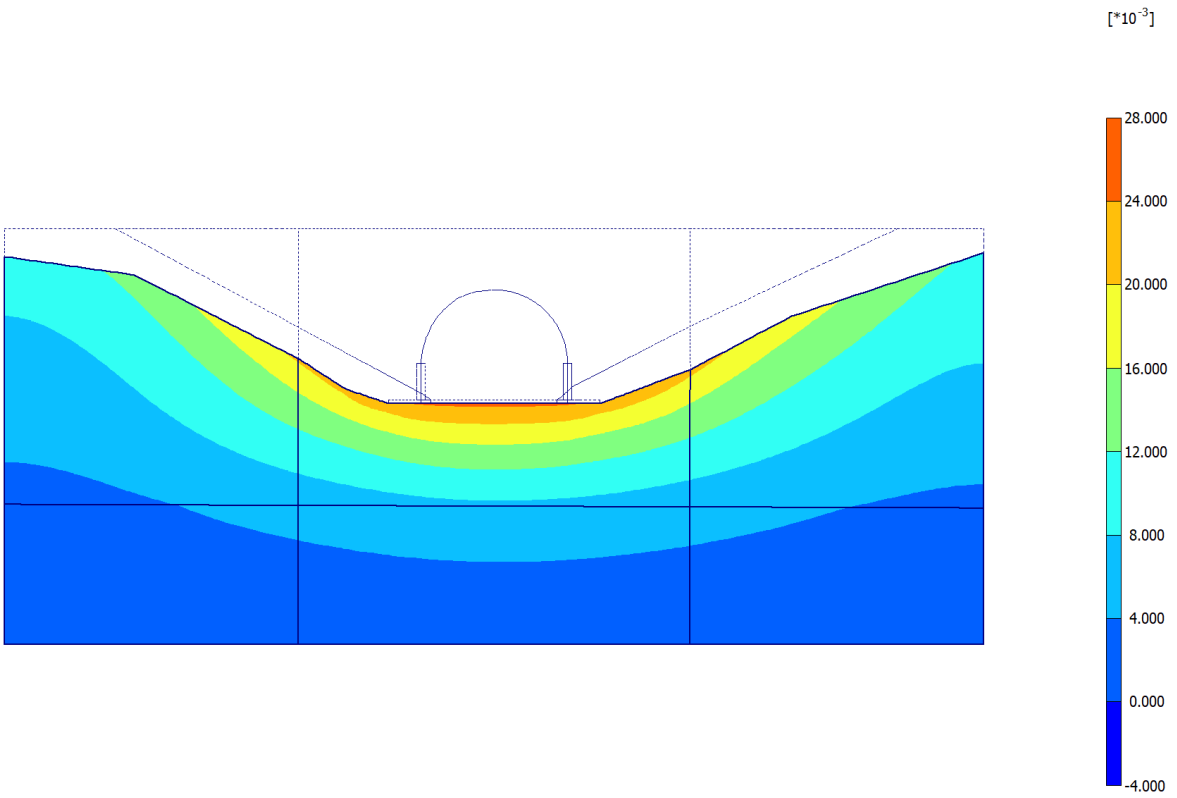


Fig. 16 Plot of vertical displacements (shadings)

- Step no: 8 - (Phase: 5)

10.12. Structures

10.12.12. Beams

10.12.12.6. Beams

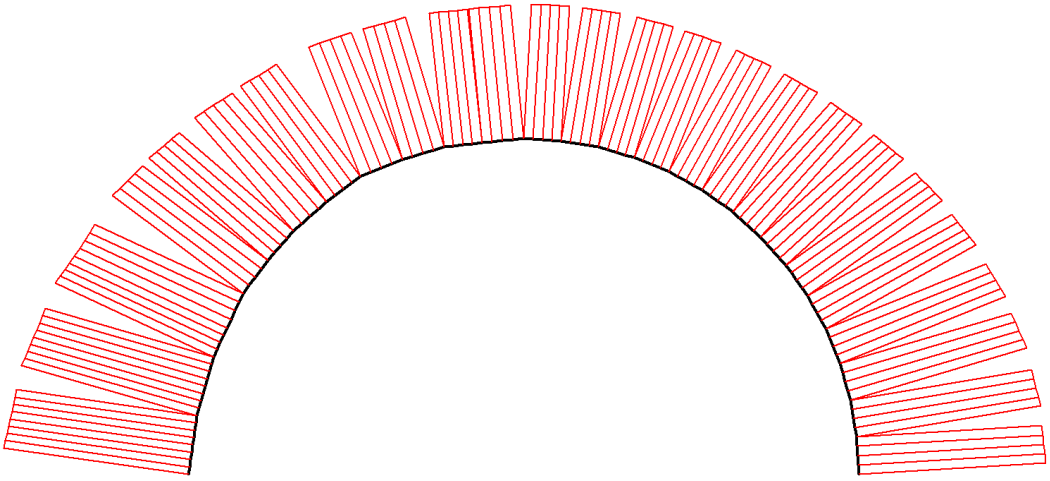


Fig. 17 Axial forces in beam (plate no: 1)

Extreme value -1,08*10^3 kN/m (Phase: 5)

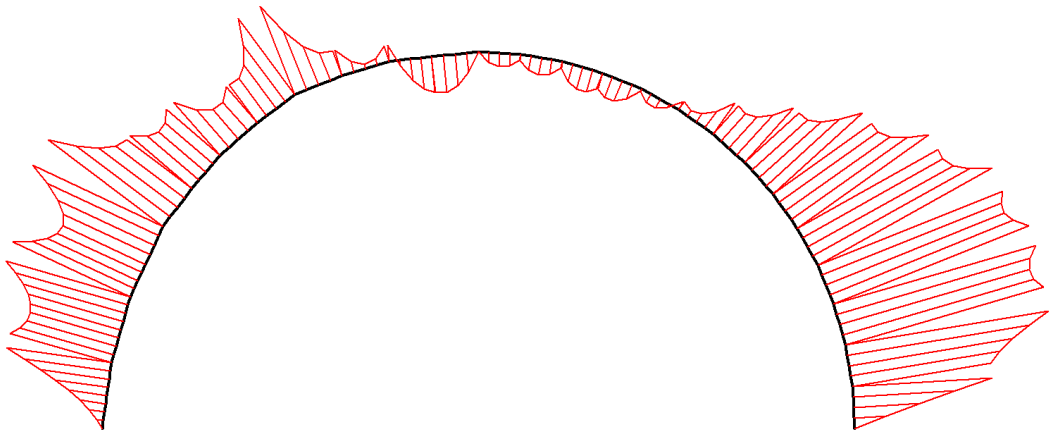


Fig. 18 Bending moments in beam (plate no: 1)

Extreme value 134,94 kNm/m (Phase: 5)

11. Results for phase 2

11.13. Calculation information

Table [38] Step Info phase no: 2

Step no:	10
Calculation type	PLASTIC
Extrapolation factor	1,000
Relative stiffness	0,965

Table [39] Reached multipliers phase no: 2

Multipliers	Incremental value	Total value
Prescribed displacements	0,0000	0,0000
Load system A	0,0000	0,0000
Load system B	0,0000	0,0000
Soil weight	0,0000	1,0000
Acceleration	0,0000	0,0000
Strength reduction factor	0,0000	1,0000
Time	0,0000	0,0000

Table [40] Staged construction info phase no: 2

Staged construction	Incremental value	Total value
Active proportion of total area	0,000	0,737
Active proportion of stage	0,500	1,000

Table [41] Realised tunnel contraction info phase no: 2

Tunnel*	Increment [%]	Total [%]
* Tunnels are referred to by lining chain number		

Table [42] Iteration info phase no: 2

Iter. no.	Global error	Plastic points	Plastic Cap + Hard. points	Inacc. Pl. pts.	Plastic Intf. pts.	Inacc. Intf. pts.	Apex & Tension	Inacc. Apx. pts.
1	0,000	2689	2692	2	0	0	2	0
2	0,000	2690	2694	0	0	0	2	0

11.13.13. Active loads info

11.13.13.7. Load system A

Table [43] Active distributed loads A phase no: 2

Loads no.	First node	qx [kN/m/m]	qy [kN/m/m]	Last node	qx [kN/m/m]	qy [kN/m/m]
1	5177			6875		
2	3473			5177		
3	15050			15360		

11.14. Deformations

11.14.14. Plot of horizontal displacements

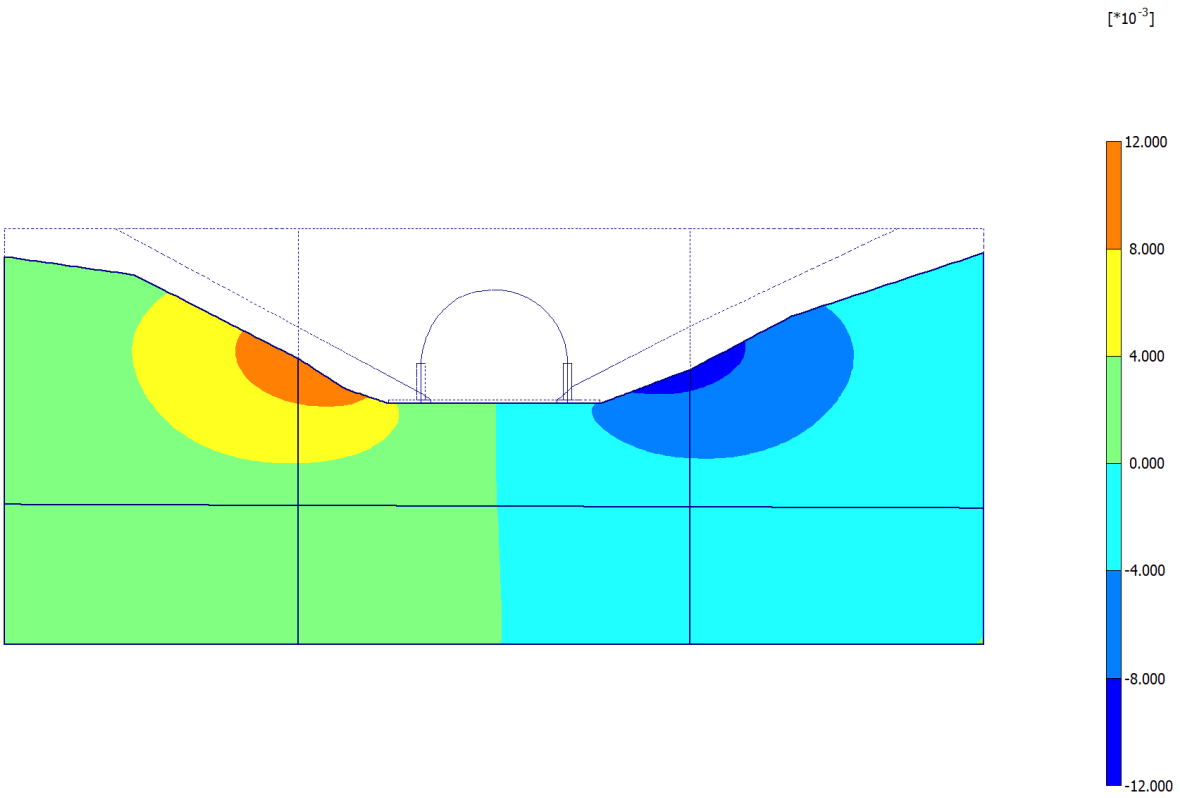


Fig. 19 Plot of horizontal displacements (shadings)

- Step no: 10 - (Phase: 2)

11.14.15. Plot of vertical displacements

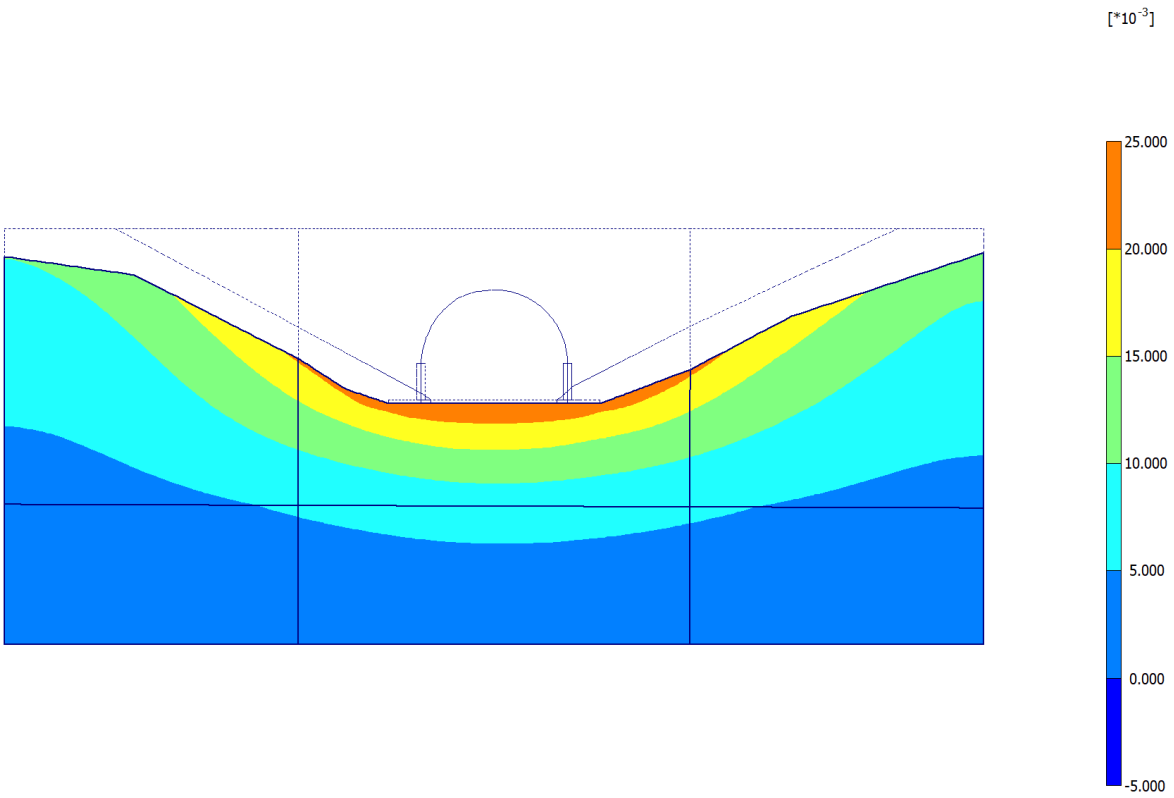


Fig. 20 Plot of vertical displacements (shadings)

- Step no: 10 - (Phase: 2)

11.15. Structures

11.15.16. Beams

11.15.16.8. Beams

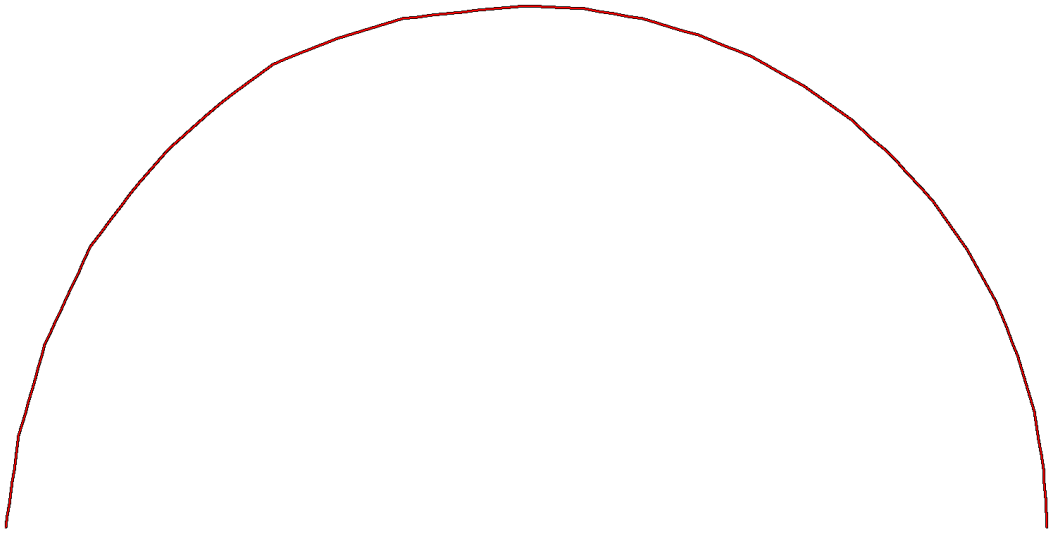


Fig. 21 Axial forces in beam (plate no: 1)

Extreme value 0,00 kN/m (Phase: 2)

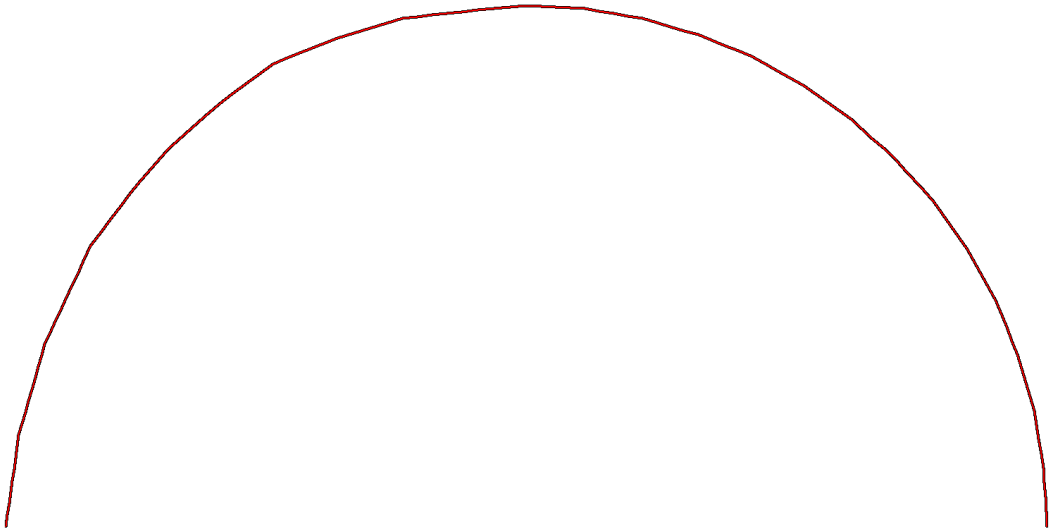


Fig. 22 Bending moments in beam (plate no: 1)

Extreme value 0,00 kNm/m (Phase: 2)

12. Results for phase 6

12.16. Calculation information

Table [44] Step Info phase no: 6

Step no:	12
Calculation type	PLASTIC
Extrapolation factor	1,000
Relative stiffness	0,999

Table [45] Reached multipliers phase no: 6

Multipliers	Incremental value	Total value
Prescribed displacements	0,0000	0,0000
Load system A	0,0000	0,0000
Load system B	0,0000	0,0000
Soil weight	0,0000	1,0000
Acceleration	0,0000	0,0000
Strength reduction factor	0,0000	1,0000
Time	0,0000	0,0000

Table [46] Staged construction info phase no: 6

Staged construction	Incremental value	Total value
Active proportion of total area	0,000	0,738
Active proportion of stage	0,500	1,000

Table [47] Realised tunnel contraction info phase no: 6

Tunnel*	Increment [%]	Total [%]
* Tunnels are referred to by lining chain number		

Table [48] Iteration info phase no: 6

Iter. no.	Global error	Plastic points	Plastic Cap + Hard. points	Inacc. Pl. pts.	Plastic Intf. pts.	Inacc. Intf. pts.	Apex & Tension	Inacc. Apx. pts.
1	0,000	1617	1592	16	0	0	34	15
2	0,000	1619	1593	7	0	0	35	6

12.16.17. Active loads info

12.16.17.9. Load system A

Table [49] Active distributed loads A phase no: 6

Loads no.	First node	qx [kN/m/m]	qy [kN/m/m]	Last node	qx [kN/m/m]	qy [kN/m/m]
1	5177			6875		
2	3473			5177		
3	15050			15360		

12.17. Deformations

12.17.18. Plot of horizontal displacements

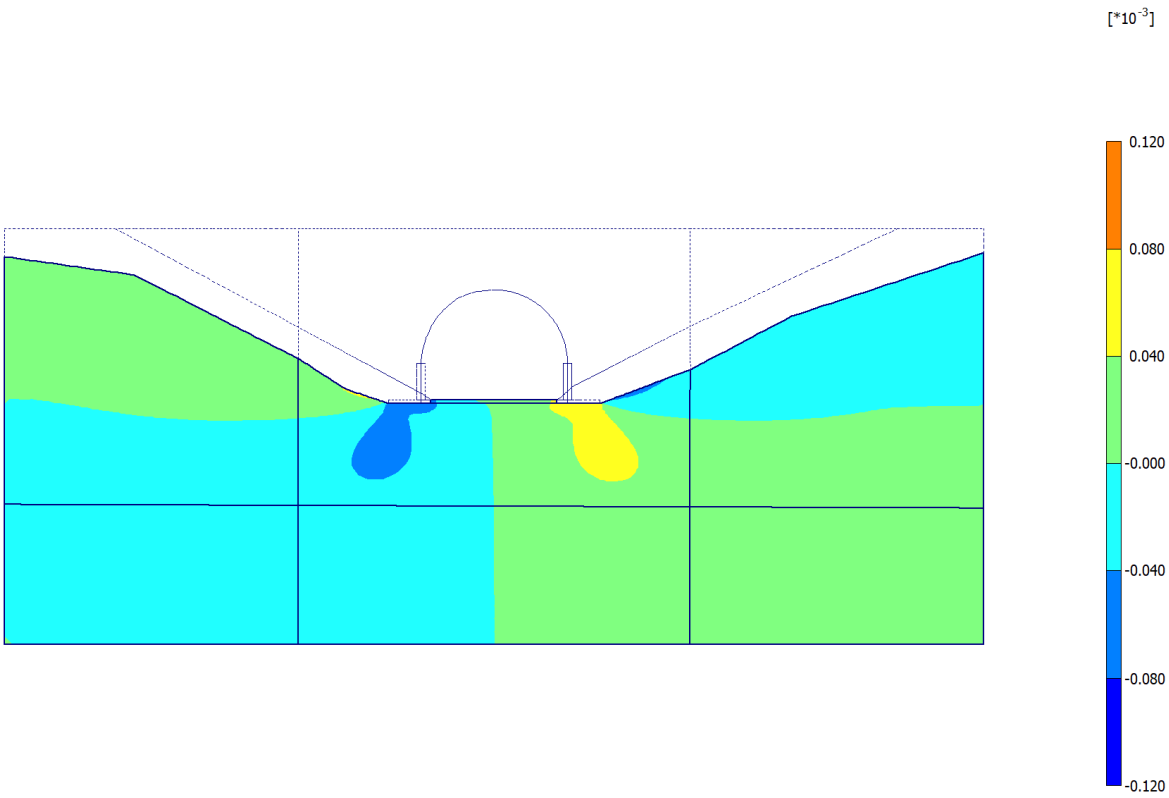


Fig. 23 Plot of horizontal displacements (shadings)

- Step no: 12 - (Phase: 6)

12.17.19. Plot of vertical displacements

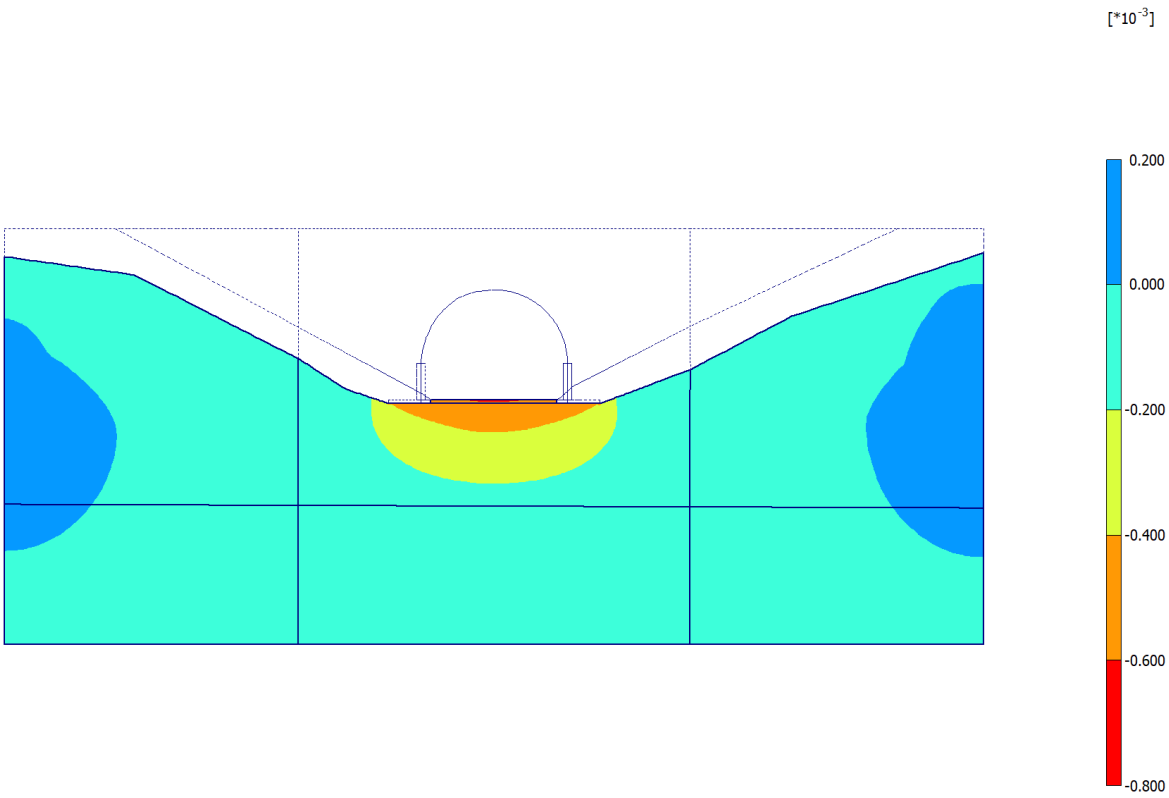


Fig. 24 Plot of vertical displacements (shadings)

- Step no: 12 - (Phase: 6)

12.18. Structures

12.18.20. Beams

12.18.20.10. Beams

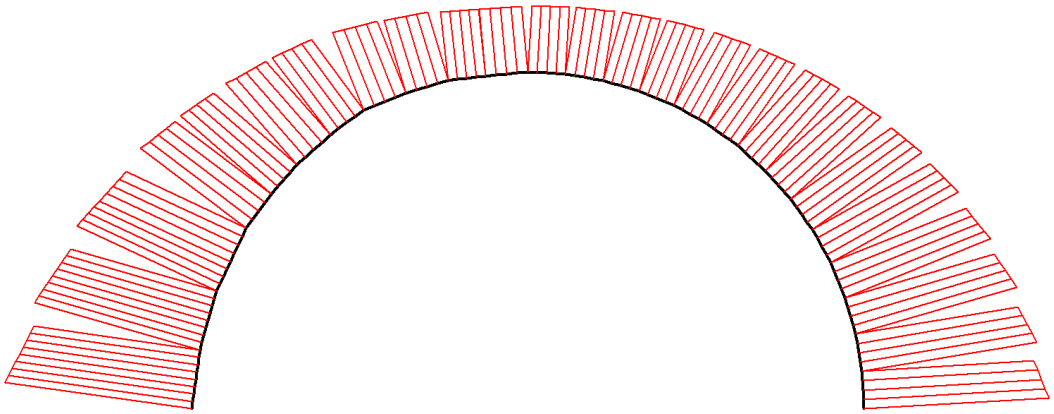


Fig. 25 Axial forces in beam (plate no: 1)

Extreme value -23,48 kN/m (Phase: 6)

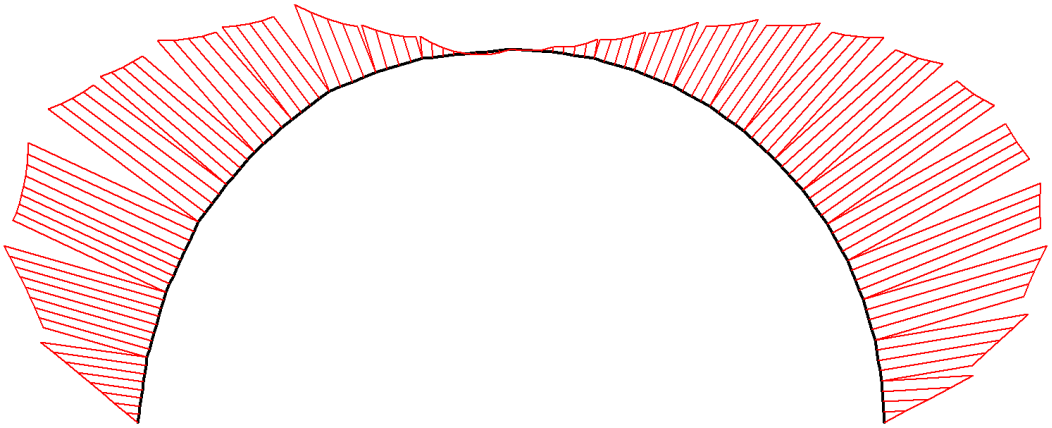


Fig. 26 Bending moments in beam (plate no: 1)

Extreme value 10,63 kNm/m (Phase: 6)

13. Results for phase 7

13.19. Calculation information

Table [50] Step Info phase no: 7

Step no:	24
Calculation type	PLASTIC
Extrapolation factor	0,227
Relative stiffness	0,592

Table [51] Reached multipliers phase no: 7

Multipliers	Incremental value	Total value
Prescribed displacements	0,0000	0,0000
Load system A	0,0000	0,0000
Load system B	0,0000	0,0000
Soil weight	0,0000	1,0000
Acceleration	0,0000	0,0000
Strength reduction factor	0,0000	1,0000
Time	0,0000	0,0000

Table [52] Staged construction info phase no: 7

Staged construction	Incremental value	Total value
Active proportion of total area	0,000	0,966
Active proportion of stage	0,061	1,000

Table [53] Realised tunnel contraction info phase no: 7

Tunnel*	Increment [%]	Total [%]
* Tunnels are referred to by lining chain number		

Table [54] Iteration info phase no: 7

Iter. no.	Global error	Plastic points	Plastic Cap + Hard. points	Inacc. Pl. pts.	Plastic Intf. pts.	Inacc. Intf. pts.	Apex & Tension	Inacc. Apx. pts.
1	0,018	6907	3702	4502	143	138	346	344
2	0,009	6531	3512	323	142	3	346	242

13.19.21. Active loads info

13.19.21.11. Load system A

Table [55] Active distributed loads A phase no: 7

Loads no.	First node	qx [kN/m/m]	qy [kN/m/m]	Last node	qx [kN/m/m]	qy [kN/m/m]
1	5177	0,000	0,000	6875	0,000	0,000
2	3473	0,000	0,000	5177	0,000	0,000
3	15050	0,000	0,000	15360	0,000	0,000

13.20. Deformations

13.20.22. Plot of horizontal displacements

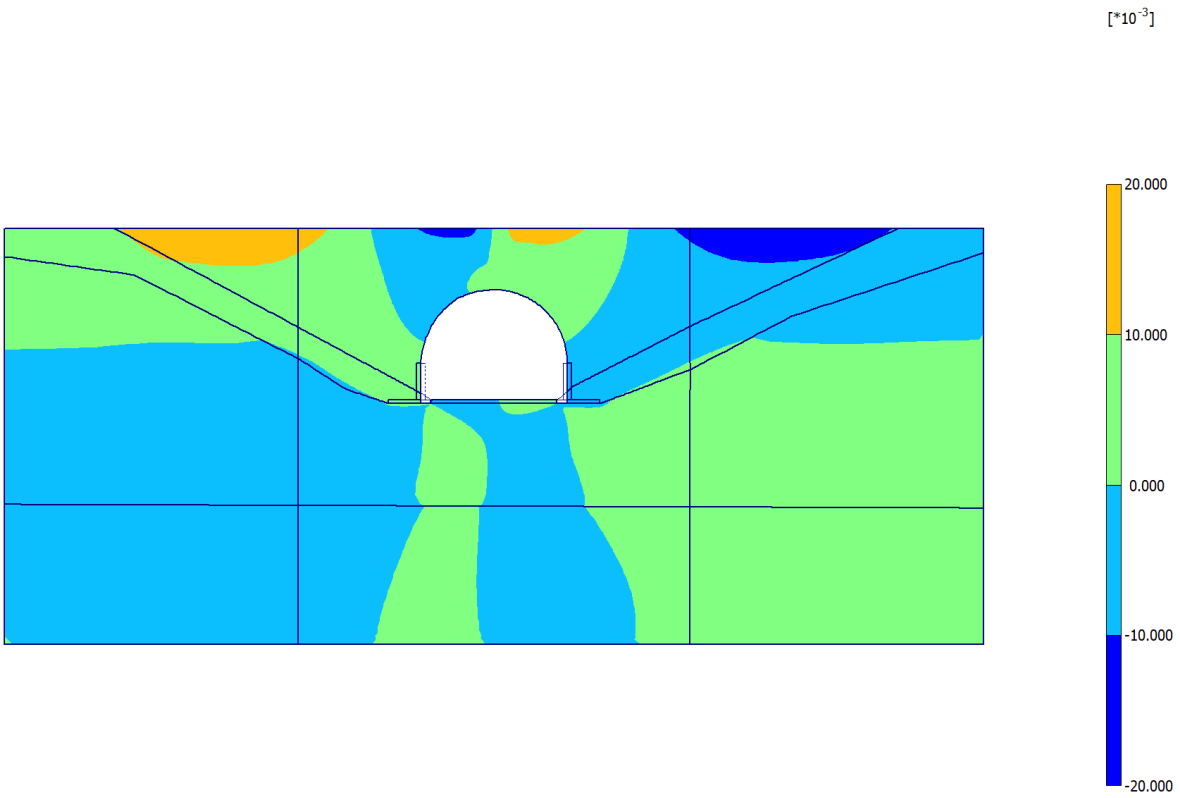


Fig. 27 Plot of horizontal displacements (shadings)

- Step no: 24 - (Phase: 7)

13.20.23. Plot of vertical displacements

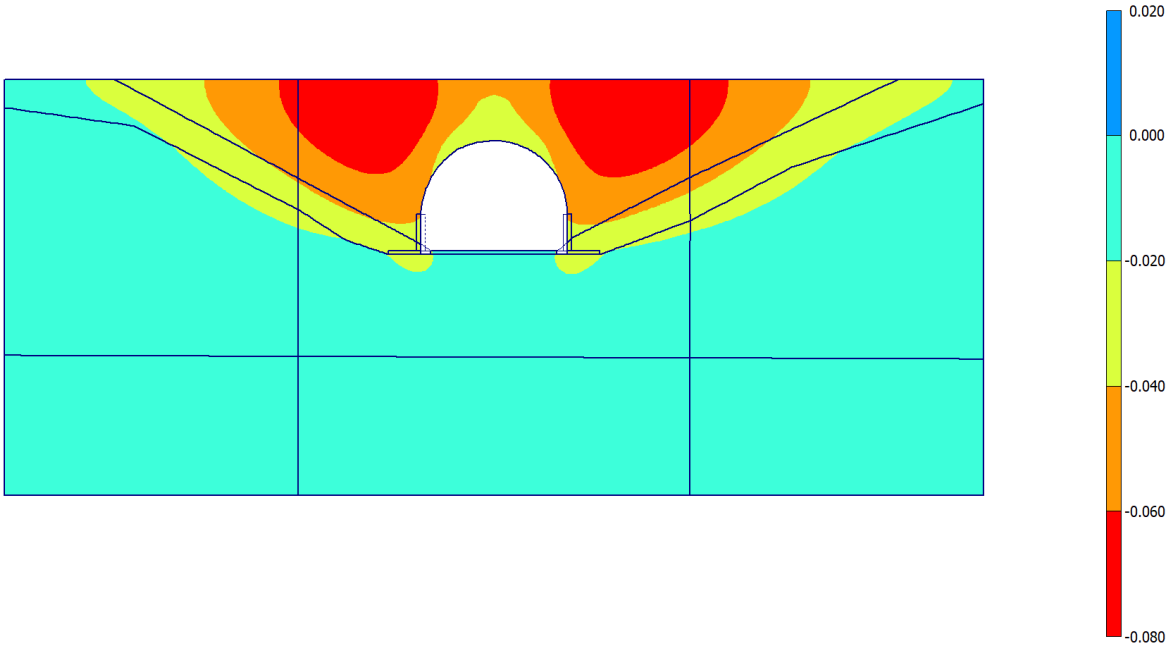


Fig. 28 Plot of vertical displacements (shadings)

- Step no: 24 - (Phase: 7)

13.21. Structures

13.21.24. Beams

13.21.24.12. Beams

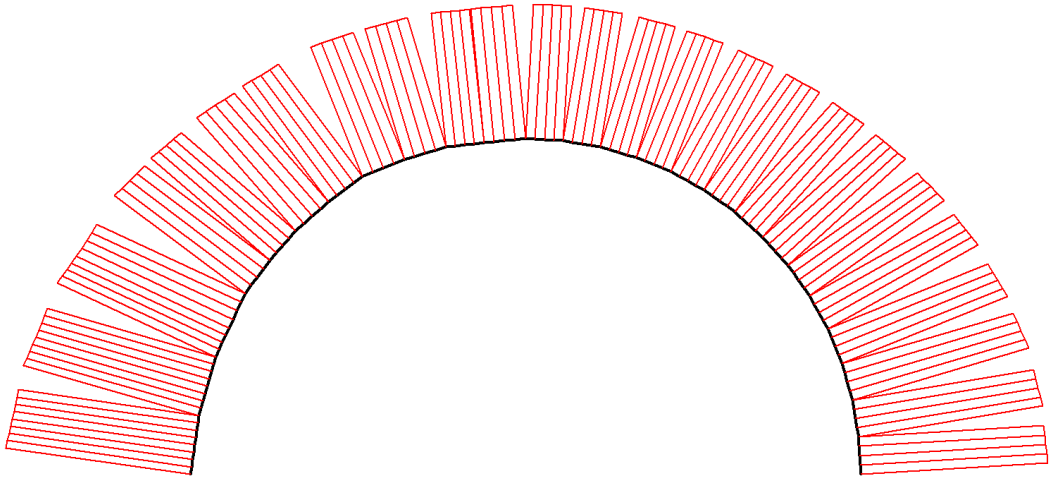


Fig. 29 Axial forces in beam (plate no: 1)

Extreme value -1,08*10^3 kN/m (Phase: 7)

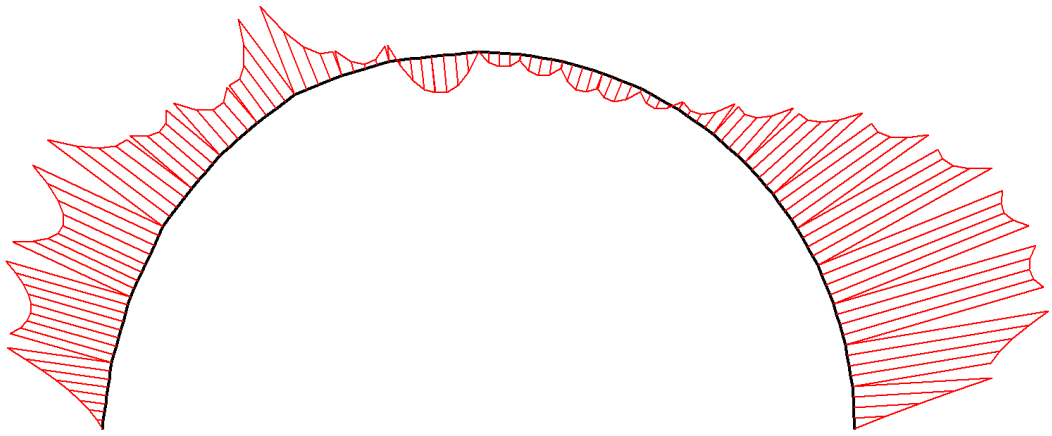


Fig. 30 Bending moments in beam (plate no: 1)

Extreme value 134,32 kNm/m (Phase: 7)

14. Results for phase 8

14.22. Calculation information

Table [56] Step Info phase no: 8

Step no:	28
Calculation type	PLASTIC
Extrapolation factor	1,409
Relative stiffness	0,082

Table [57] Reached multipliers phase no: 8

Multipliers	Incremental value	Total value
Prescribed displacements	0,0000	0,0000
Load system A	0,0000	0,0000
Load system B	0,0000	0,0000
Soil weight	0,0000	1,0000
Acceleration	0,0000	0,0000
Strength reduction factor	0,0000	1,0000
Time	0,0000	0,0000

Table [58] Staged construction info phase no: 8

Staged construction	Incremental value	Total value
Active proportion of total area	0,000	0,966
Active proportion of stage	0,385	1,000

Table [59] Realised tunnel contraction info phase no: 8

Tunnel*	Increment [%]	Total [%]
* Tunnels are referred to by lining chain number		

Table [60] Iteration info phase no: 8

Iter. no.	Global error	Plastic points	Plastic Cap + Hard. points	Inacc. Pl. pts.	Plastic Intf. pts.	Inacc. Intf. pts.	Apex & Tension	Inacc. Apx. pts.
1	0,001	1536	672	45	52	0	112	42
2	0,001	1507	669	24	50	0	107	24

14.22.25. Active loads info

14.22.25.13. Load system A

Table [61] Active distributed loads A phase no: 8

Loads no.	First node	qx [kN/m/m]	qy [kN/m/m]	Last node	qx [kN/m/m]	qy [kN/m/m]
1	5177	0,000	0,000	6875	0,000	0,000
2	3473	0,000	0,000	5177	0,000	0,000
3	15050	0,000	0,000	15360	0,000	0,000

14.23. Deformations

14.23.26. Plot of horizontal displacements

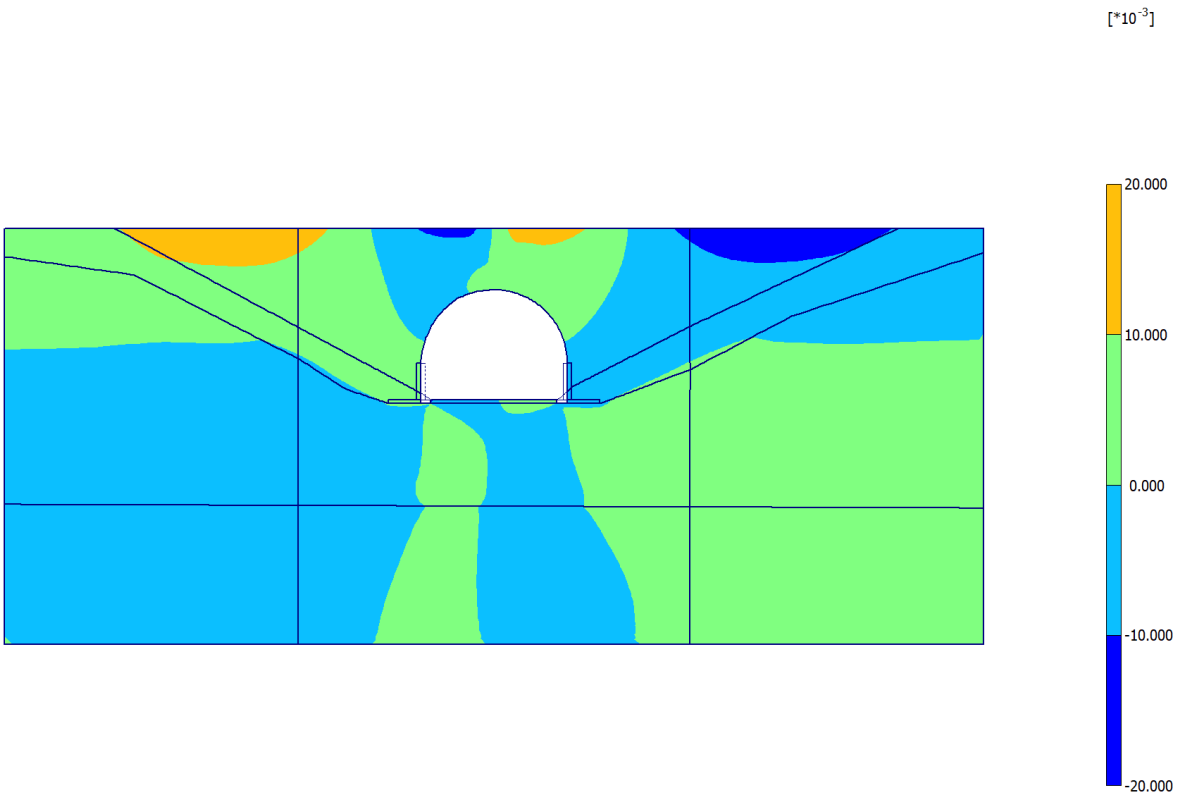


Fig. 31 Plot of horizontal displacements (shadings)

- Step no: 28 - (Phase: 8)

14.23.27. Plot of vertical displacements

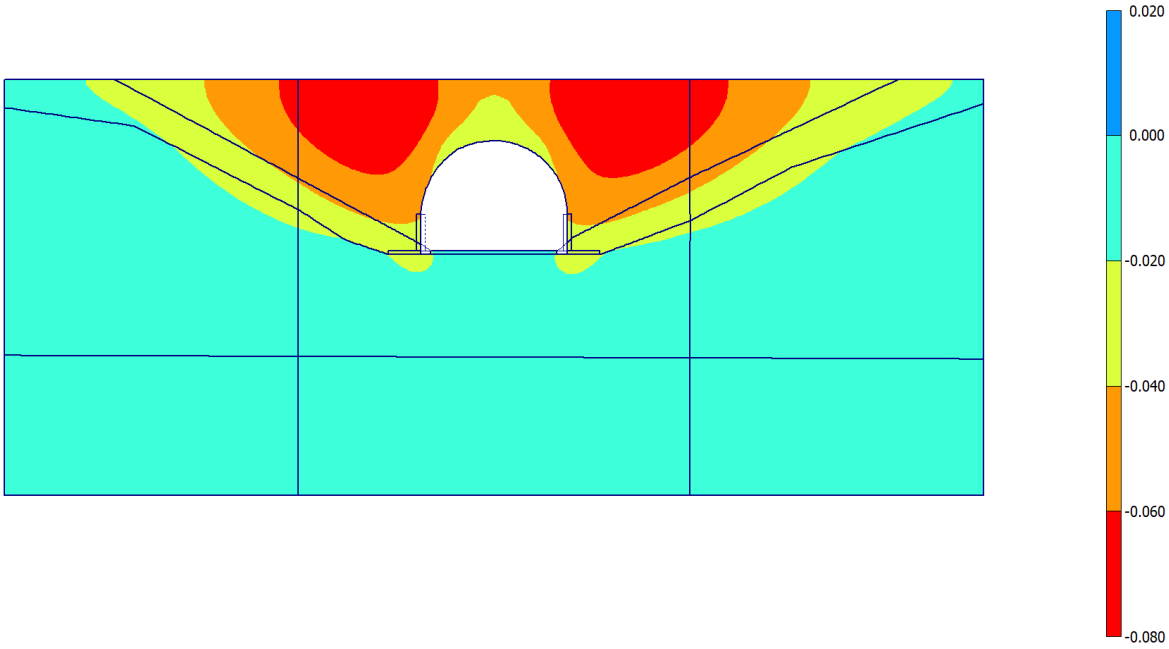


Fig. 32 Plot of vertical displacements (shadings)

- Step no: 28 - (Phase: 8)

14.24. Structures

14.24.28. Beams

14.24.28.14. Beams

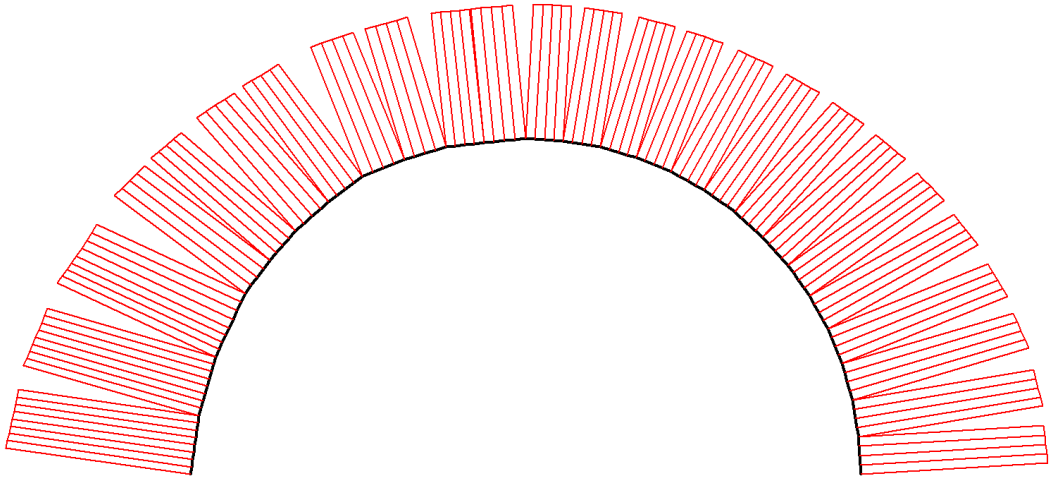


Fig. 33 Axial forces in beam (plate no: 1)

Extreme value -1,08*10^3 kN/m (Phase: 8)

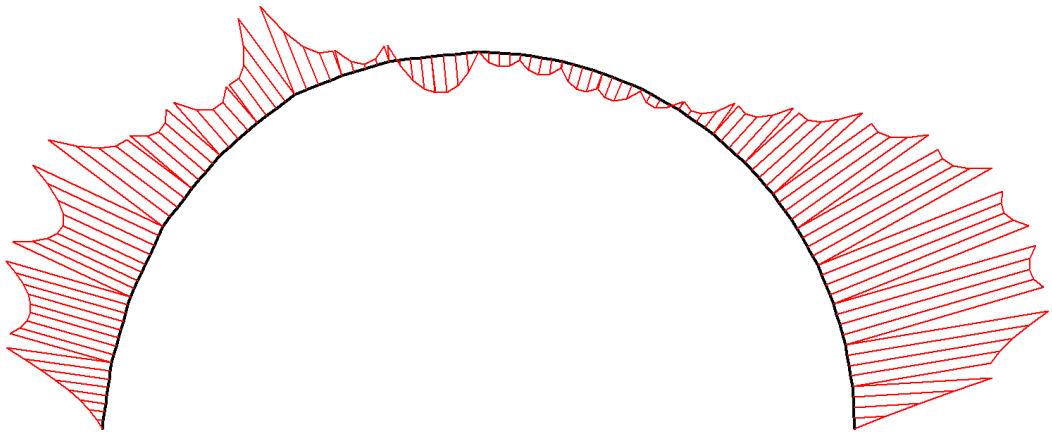


Fig. 34 Bending moments in beam (plate no: 1)

Extreme value 134,94 kNm/m (Phase: 8)

15. Results for phase 9

15.25. Calculation information

Table [62] Step Info phase no: 9

Step no:	30
Calculation type	PLASTIC
Extrapolation factor	1,069
Relative stiffness	0,622

Table [63] Reached multipliers phase no: 9

Multipliers	Incremental value	Total value
Prescribed displacements	0,0000	0,0000
Load system A	5,6986	10,0000
Load system B	0,0000	0,0000
Soil weight	0,0000	1,0000
Acceleration	0,0000	0,0000
Strength reduction factor	0,0000	1,0000
Time	0,0000	0,0000

Table [64] Staged construction info phase no: 9

Staged construction	Incremental value	Total value
Active proportion of total area	0,000	0,966
Active proportion of stage	0,000	0,000

Table [65] Realised tunnel contraction info phase no: 9

Tunnel*	Increment [%]	Total [%]
* Tunnels are referred to by lining chain number		

Table [66] Iteration info phase no: 9

Iter. no.	Global error	Plastic points	Plastic Cap + Hard. points	Inacc. Pl. pts.	Plastic Intf. pts.	Inacc. Intf. pts.	Apex & Tension	Inacc. Apx. pts.
1	0,001	4207	2731	313	88	51	192	127
2	0,001	4181	2729	92	88	3	188	47

15.25.29. Active loads info

15.25.29.15. Load system A

Table [67] Active distributed loads A phase no: 9

Loads no.	First node	qx [kN/m/m]	qy [kN/m/m]	Last node	qx [kN/m/m]	qy [kN/m/m]
1	5177	0,000	-10,000	6875	0,000	-10,000
2	3473	0,000	-10,000	5177	0,000	-10,000
3	15050	0,000	-10,000	15360	0,000	-10,000

15.26. Deformations

15.26.30. Plot of horizontal displacements

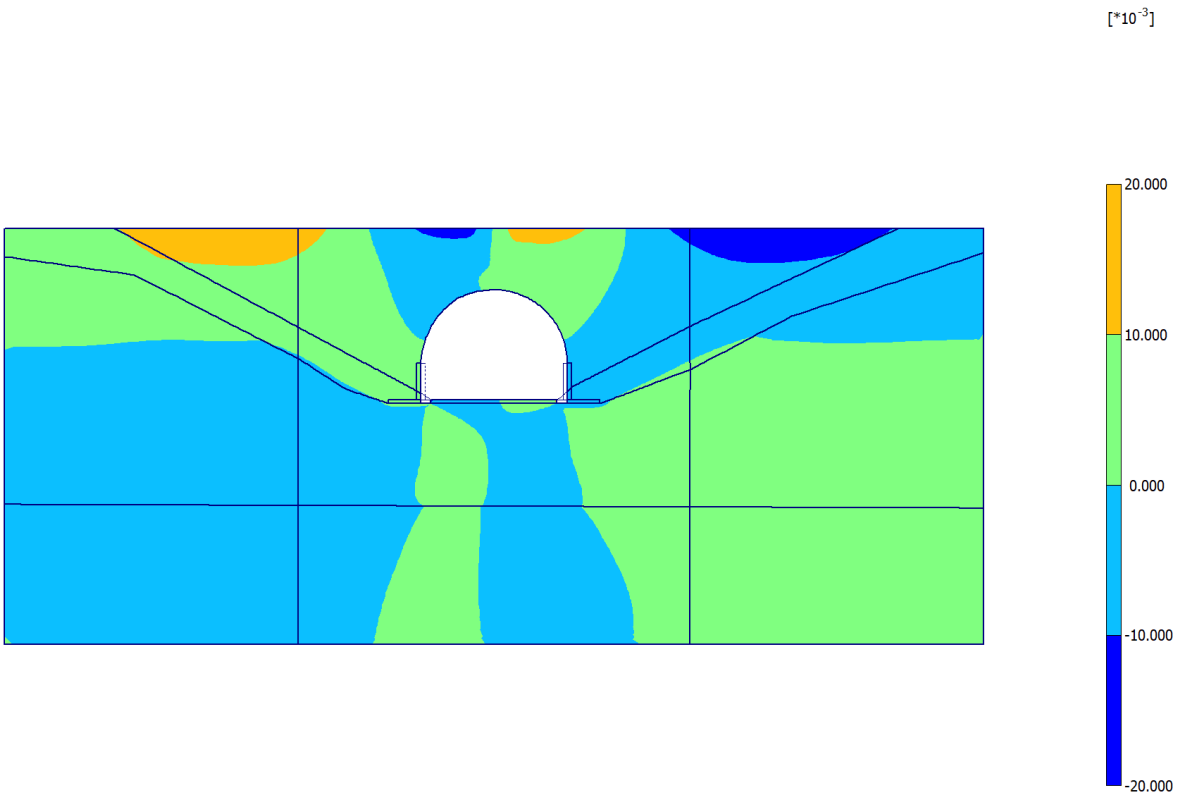


Fig. 35 Plot of horizontal displacements (shadings)

- Step no: 30 - (Phase: 9)

15.26.31. Plot of vertical displacements

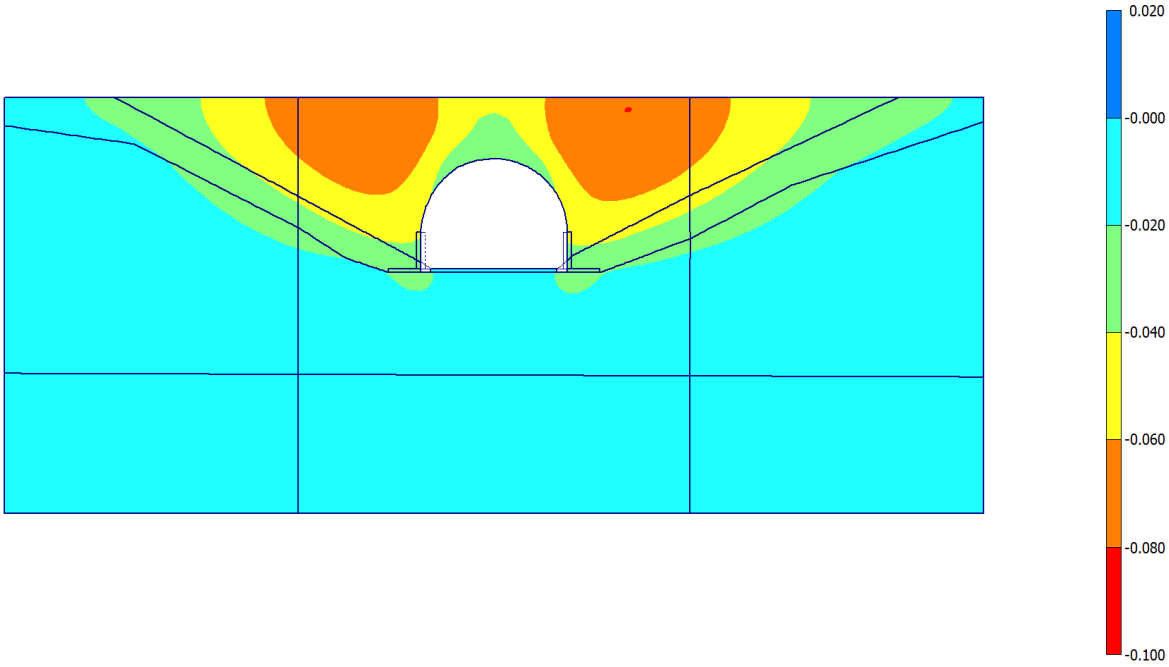


Fig. 36 Plot of vertical displacements (shadings)

- Step no: 30 - (Phase: 9)

15.27. Structures

15.27.32. Beams

15.27.32.16. Beams

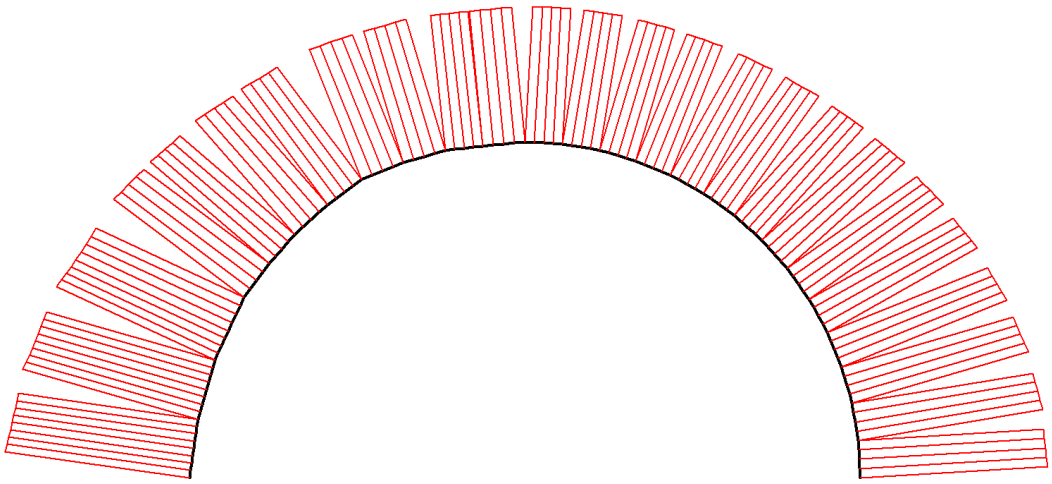


Fig. 37 Axial forces in beam (plate no: 1)

Extreme value -1,09*10^3 kN/m (Phase: 9)

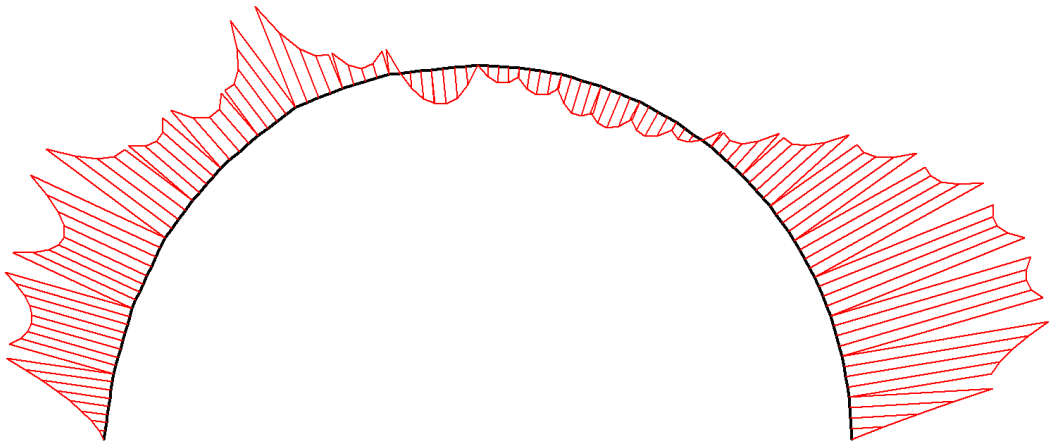


Fig. 38 Bending moments in beam (plate no: 1)

Extreme value 129,25 kNm/m (Phase: 9)

16. Results for phase 11

16.28. Calculation information

Table [68] Step Info phase no: 11

Step no:	32
Calculation type	PLASTIC
Extrapolation factor	0,013
Relative stiffness	0,216

Table [69] Reached multipliers phase no: 11

Multipliers	Incremental value	Total value
Prescribed displacements	0,0000	0,0000
Load system A	0,1511	20,0000
Load system B	0,0000	0,0000
Soil weight	0,0000	1,0000
Acceleration	0,0000	0,0000
Strength reduction factor	0,0000	1,0000
Time	0,0000	0,0000

Table [70] Staged construction info phase no: 11

Staged construction	Incremental value	Total value
Active proportion of total area	0,000	0,966
Active proportion of stage	0,000	0,000

Table [71] Realised tunnel contraction info phase no: 11

Tunnel*	Increment [%]	Total [%]
* Tunnels are referred to by lining chain number		

Table [72] Iteration info phase no: 11

Iter. no.	Global error	Plastic points	Plastic Cap + Hard. points	Inacc. Pl. pts.	Plastic Intf. pts.	Inacc. Intf. pts.	Apex & Tension	Inacc. Apx. pts.
1	0,005	3722	2701	595	94	67	212	168
2	0,003	3507	2531	102	92	0	172	36

16.28.33. Active loads info

16.28.33.17. Load system A

Table [73] Active distributed loads A phase no: 11

Loads no.	First node	qx [kN/m/m]	qy [kN/m/m]	Last node	qx [kN/m/m]	qy [kN/m/m]
1	5177	0,000	-20,000	6875	0,000	-20,000
2	3473	0,000	-20,000	5177	0,000	-20,000
3	15050	0,000	-20,000	15360	0,000	-20,000

16.29. Deformations

16.29.34. Plot of horizontal displacements

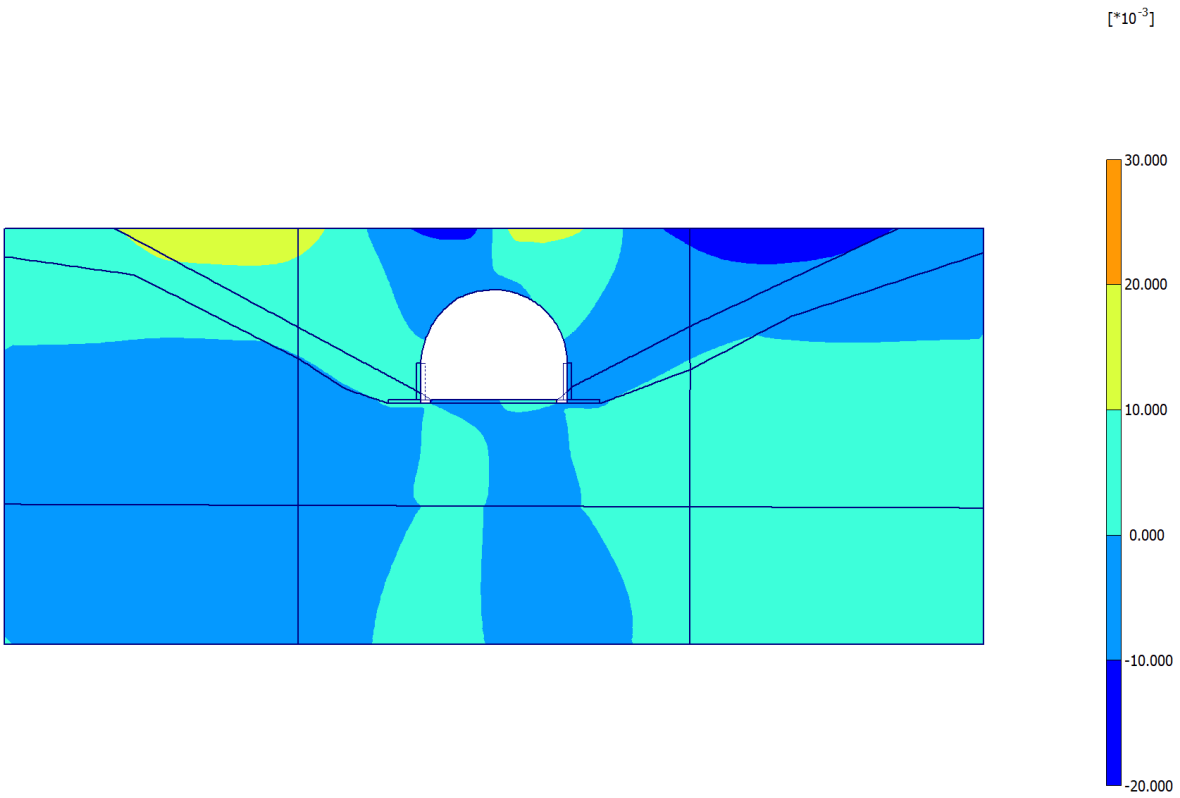


Fig. 39 Plot of horizontal displacements (shadings)

- Step no: 32 - (Phase: 11)

16.29.35. Plot of vertical displacements

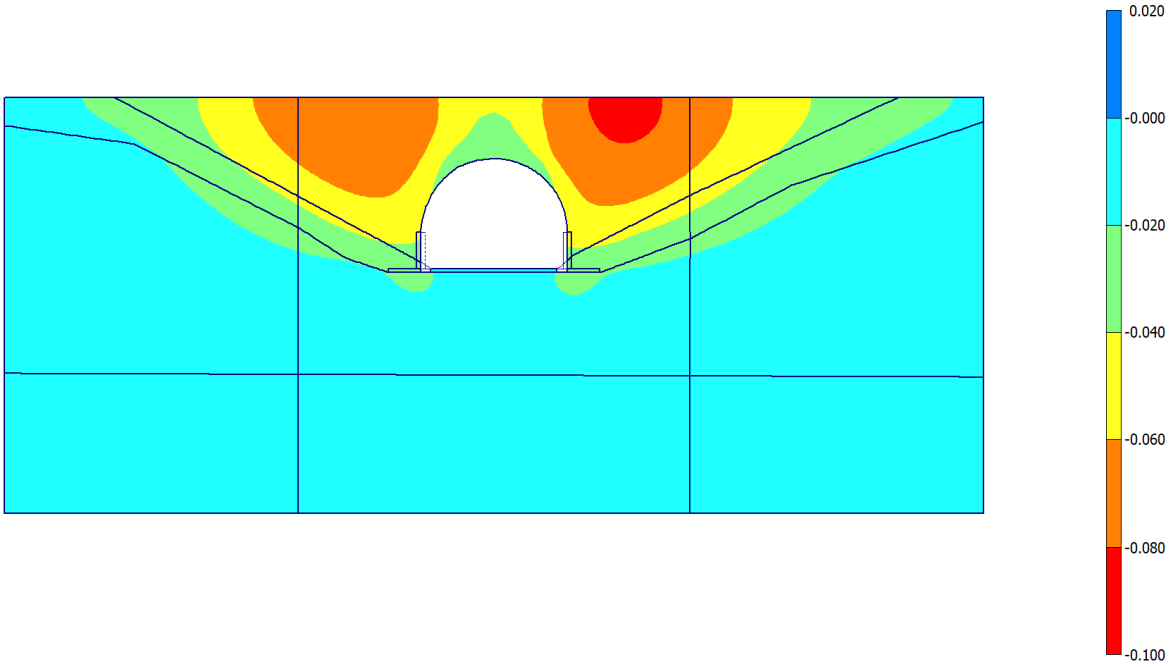


Fig. 40 Plot of vertical displacements (shadings)

- Step no: 32 - (Phase: 11)

16.30. Structures

16.30.36. Beams

16.30.36.18. Beams

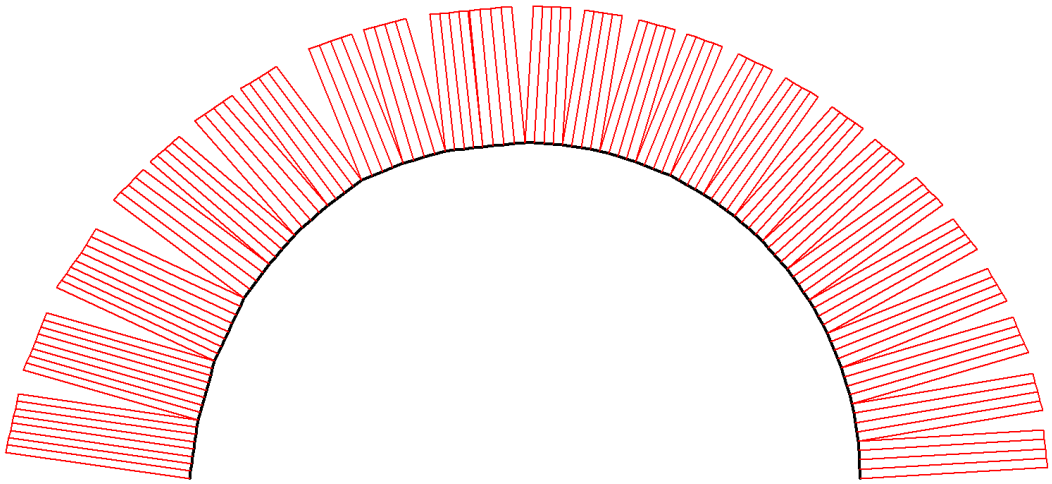


Fig. 41 Axial forces in beam (plate no: 1)

Extreme value -1,10*10^3 kN/m (Phase: 11)

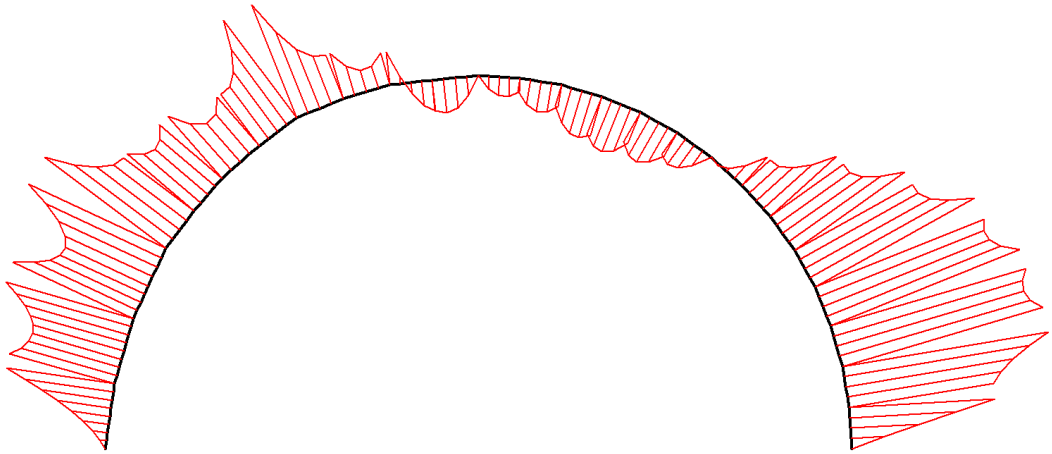


Fig. 42 Bending moments in beam (plate no: 1)

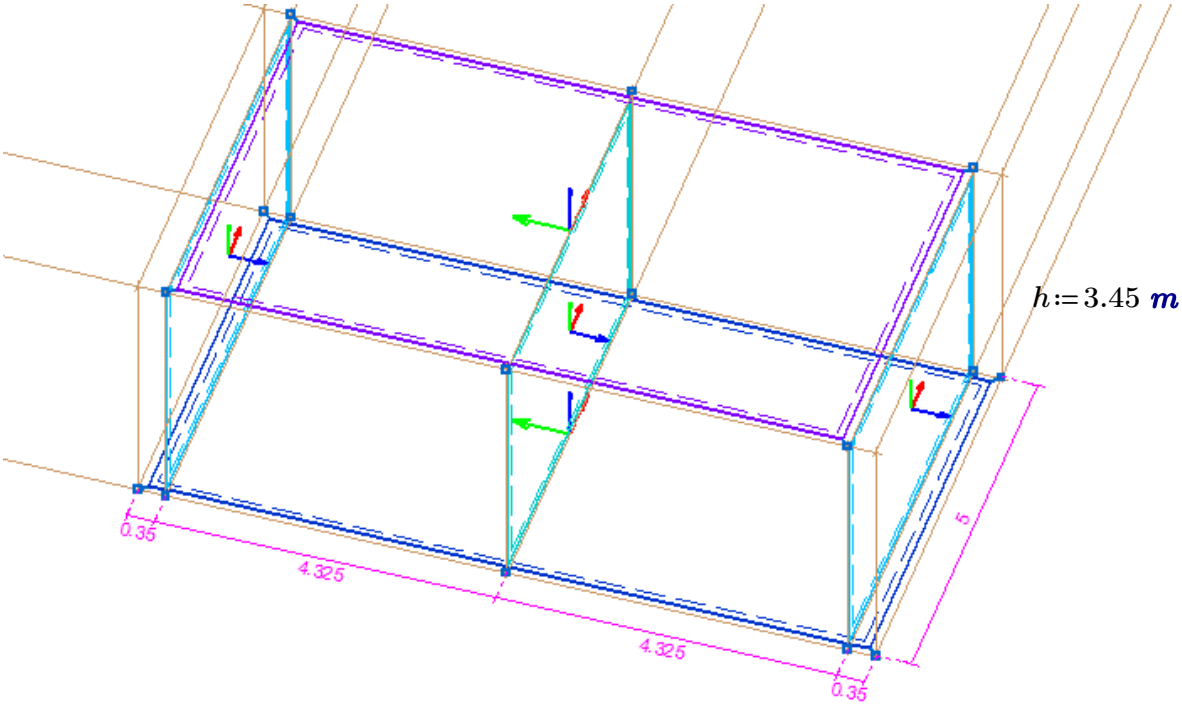
Extreme value 125,30 kNm/m (Phase: 11)

APÈNDIX 11. CÀLCUL OD ST. MARÇAL

ANÁLISIS CAJÓN DE HORMIGÓN ARMADO

1. HIPÓTESIS DE PARTIDA

Geometría modelo



Datos materiales

Hormigón:	$f_{ck} := 30\ MPa$	$\gamma_c := 1.5$	$\alpha_{cc} := 1$
Acero pasivo:	$f_{yk} := 500\ MPa$	$\gamma_s := 1.15$	$f_{ydc} := 400\ MPa$
Edad del hormigón:	$j := 28\ day$		
Control indirecto del hormigón?	$contr := \text{“NO”}$	(poner "NO si control Estadístico (usual)" sino poner "SI" ., ver Art.86.5.6 EHE-08)	

Recubrimiento nominal:	$r_{nom} := 35\ mm = 35\ mm$	
Ancho de fisura admisible:	$w_{k.max} := 0.3\ mm$	
Control indirecto del hormigón?	$contr := \text{“NO”}$	(poner "NO si control Estadístico (usual)" sino poner "SI" ., ver Art.86.5.6 EHE-08)

Coeficiente k2 (poner 1 si carga instantánea o poner 0,5 si carga duradera)	$k_2 := 0.5$
Coeficiente β (poner 1.7 si es fisuración por cargas o 1.3 si es por deformaciones)	$\beta := 1.7$

Datos del tipo de cemento utilizado:

Coeficiente del tipo de cemento $s_{cemento} := 0.25$ (si cemento normal s=0.25; si cemento rápido s=0.2, si cemento lento s=0.38

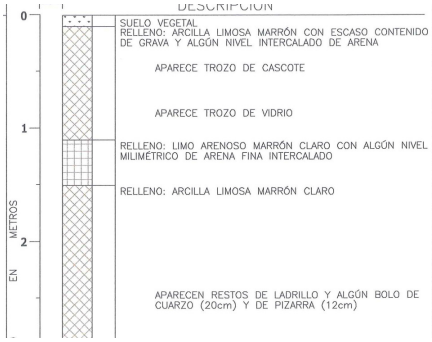
Coeficiente de retracción $\alpha_{ds1} := 4$ (si cemento normal α_{ds1} =4; si cemento rápido α_{ds1} =6, si cemento lento α_{ds1} =3)

Coeficiente de retracción $\alpha_{ds2} := 0.12$ (si cemento normal α_{ds2} =0.12; si cemento rápido α_{ds2} =0.11; si cemento lento α_{ds2} =0.13)

Datos del terreno

Presión de hundimiento: $\sigma_{adm} := 200\ kPa$

Asiento máximo admisible en servicio: $s_{max} := 1.5\ cm$



Módulo para losa de 10 m x 2,4 m (K min, K max)

$$K_{30} := \begin{bmatrix} 8\ \frac{kgf}{cm^3} \\ 30\ \frac{kgf}{cm^3} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 7.845 \cdot 10^4 \\ 2.942 \cdot 10^5 \end{bmatrix} \frac{kN}{m^3}$$

Valores de K30 en Kg/cm3 por Jimenez Salas		
Tipo Suelo	K30 min	K30 max
Suelo Fangoso	0,5	1,5
Arena seca o húmeda, suelta (Nspt 3 a 9)	1,2	3,6
Arena seca o húmeda, media (Nspt 9 a 30)	3,6	12
Arena seca o húmeda, densa (Nspt 30 a 50)	12	24
Grava fina con arena fina	8	10
Grava media con arena fina	10	12
Grava media con arena gruesa	12	15
Grava gruesa con arena gruesa	15	20
Grava gruesa firmemente estratificada	20	40
Arcilla blanda qu 0,25 a 0,5 kg/cm2	0,65	1,3
Arcilla media qu 0,5 a 2,0 kg/cm2	1,3	4
Arcilla compacta qu 2,0 a 4,0 kg/cm2	4	8
Arcilla margosa dura qu= 4 a 10 kg/cm2	8	21
Marga arenosa rígida	21	44
Arena de miga y tosco	22	110
Marga	22	2200
Caliza margosa alterada	150	220
Caliza sana	885	36000
Granito meteorizado	30	9000
Granito sano	1700	3600

Ancho de la zapata: $B := 3\ m$

Largo de la zapata: $L := 5\ m$

El terreno no tiene comportamiento granular.
Repercusión de granular $R_{gran} := 20\%$

El terreno tiene cierta cohesión.
Repercusión de cohesivos $R_{coh} := 80\%$

Cálculo del módulo de balasto de la zapata:

$$K_{losa} := \frac{2}{3} \cdot K_{30} \cdot \left(\left(\frac{B + 0.3\ m}{2 \cdot B} \right)^2 \cdot R_{gran} + \left(\frac{0.3\ m}{B} \right) \cdot R_{coh} \right) \cdot \left(1 + \frac{B}{2 \cdot L} \right) = \begin{bmatrix} 9552.98 \\ 35823.69 \end{bmatrix} \frac{1}{m^3} \cdot kN$$

Cálculo del módulo de balasto con el módulo de deformación (contraste)

- Fórmula de **Vogt**:

$$k = 1{,}33 \frac{E}{\sqrt[3]{LB^2}} \qquad E := 30\ \frac{MN}{m^2}$$

$$k := 1.33 \cdot \frac{E}{\sqrt[3]{L \cdot B^2}} = 11217.654\ \frac{kN}{m^3}$$

2. ACCIONES CONSIDERADAS

2.1. Hipótesis 1. Pavimento a 0,5 m de la losa superior. Disipación cargas vehículo

Cargas de tierras introducidas en el modelo:

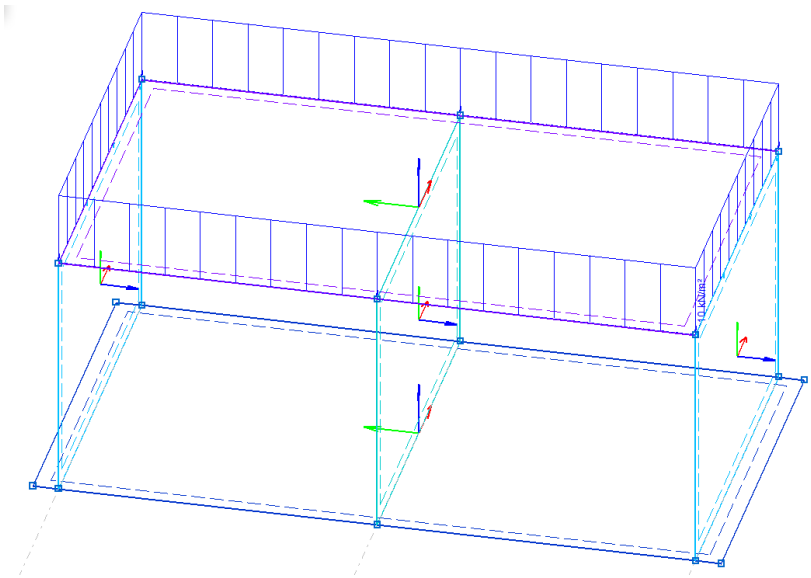
$h_{pavimento} := 0.2\ m$ $\gamma_{pavimento} := 2.4\ \frac{tonnef}{m^3}$

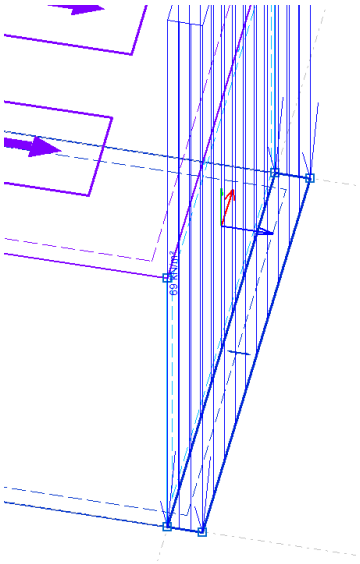
$h_{tierras} := 0.3\ m$ $\gamma_{tierras} := 1.8\ \frac{tonnef}{m^3}$ $K_0 := 0.5$

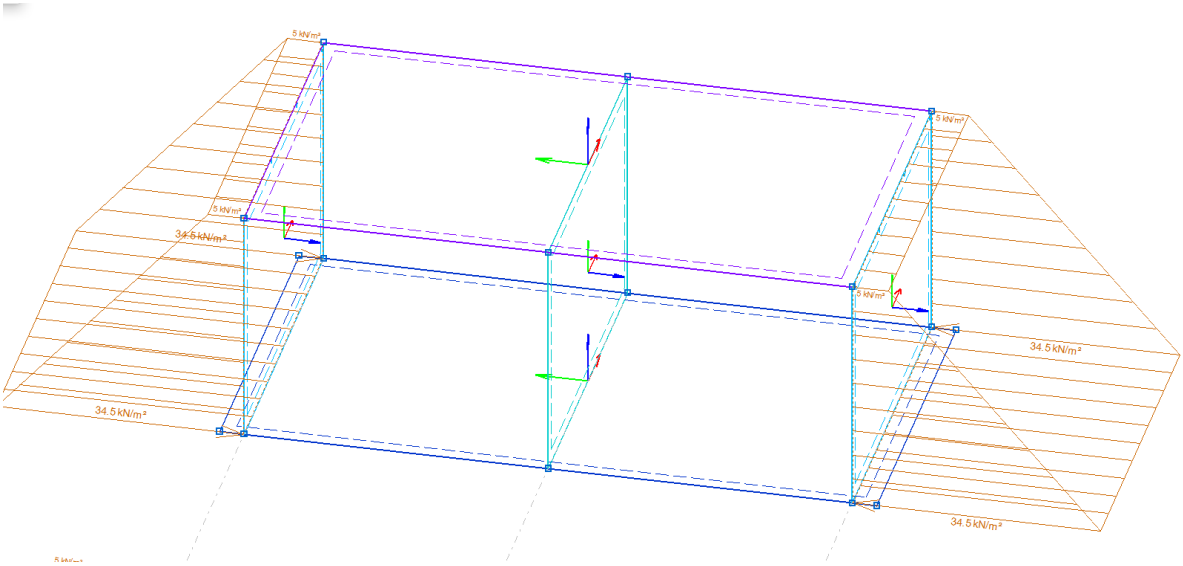
$q_{tierras} := h_{tierras} \cdot \gamma_{tierras} + h_{pavimento} \cdot \gamma_{pavimento} = 10.003\ kPa$

$e_{tierras\_1} := K_0 \cdot \left(h_{tierras} \cdot \gamma_{tierras} + h_{pavimento} \cdot \gamma_{pavimento}\right) = 5.001\ kPa$

$e_{tierras\_2} := K_0 \cdot \left(h_{tierras} + h_{pavimento} + h\right) \cdot \gamma_{tierras} = 34.863\ kPa$

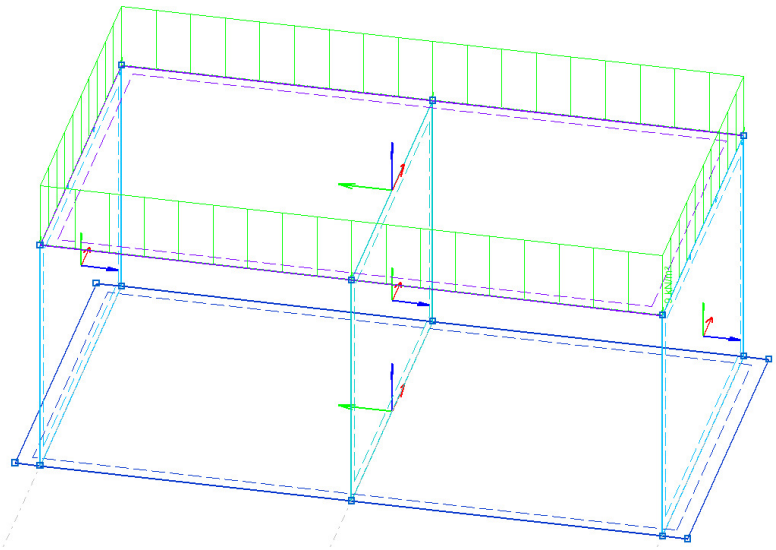


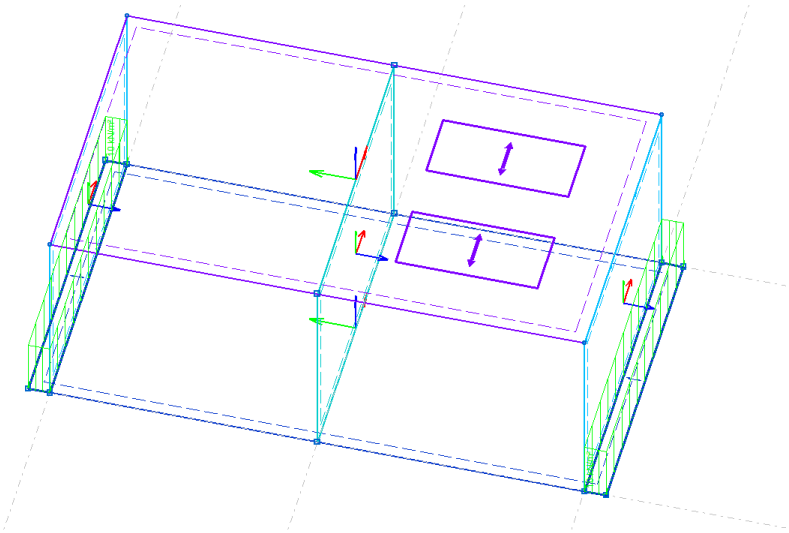


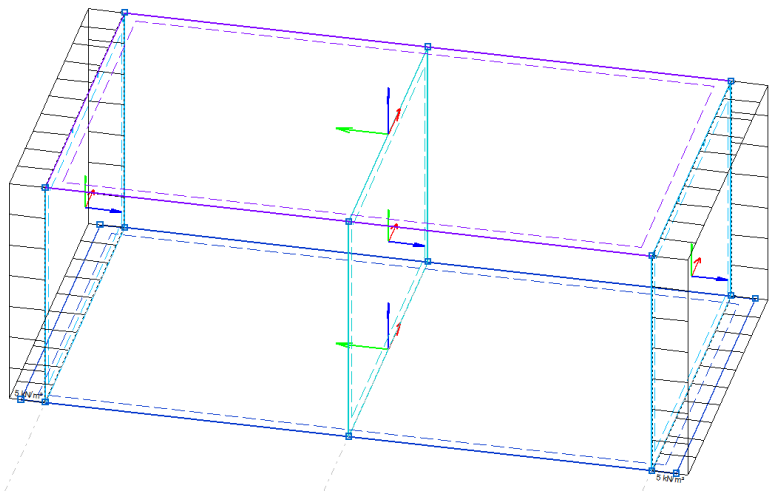


Sobrecarga repartida de tráfico introducida en el modelo

$sc_{uniforme} := 9\ \mathbf{kPa}$ $e_{sc} := 10\ \mathbf{kPa} \cdot K_0 = 5\ \mathbf{kPa}$







Sobrecarga vehículo

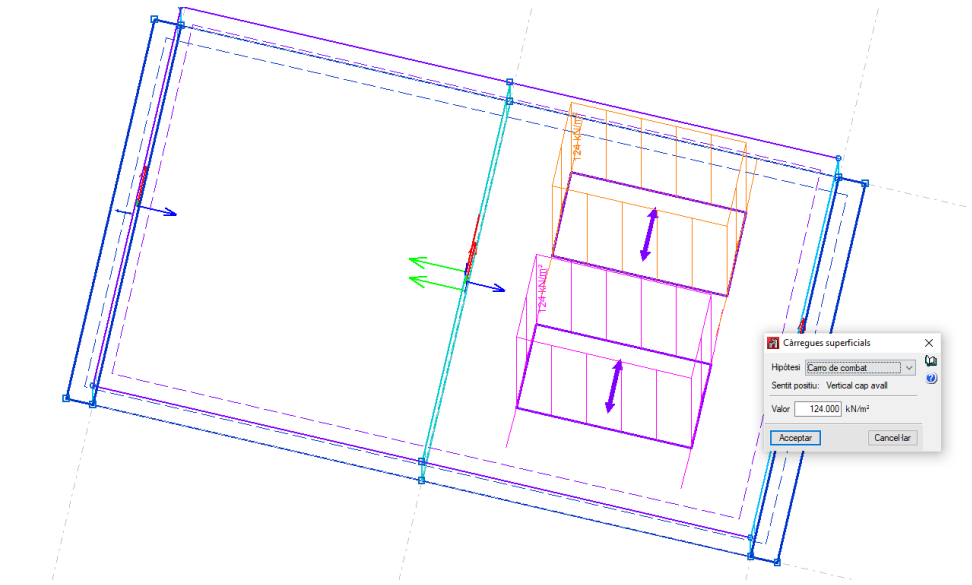
Apartado 2.1.4.1 de la instrucción del instituto Eduardo Torroja para tubos de hormigón armado o pretensado

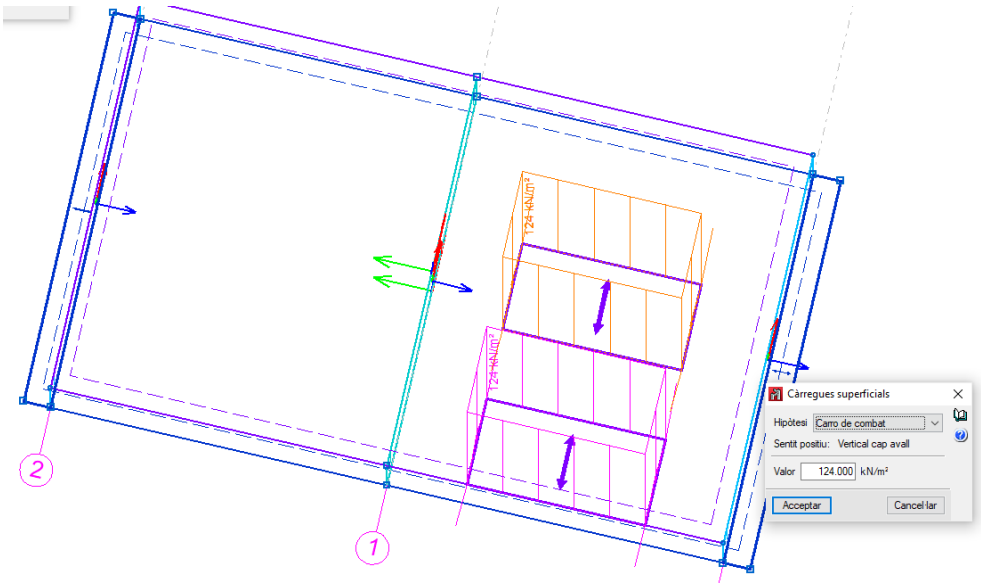
Se admite que una carga concentrada Q, aplicada en la superficie del terreno, se transmite uniformemente en profundidad, en el interior de un tronco de pirámide, de igual pendiente, cuyas aristas están redondeadas y cuyas caras laterales forman un ángulo de 35° con la vertical.

$$\alpha_{reparto} := 35\ °$$

$$sc_{vehiculo} := \frac{150\ kN}{\left(0.4\ m + 2 \cdot \left(h_{tierras} + h_{pavimento}\right) \cdot \tan\left(\alpha_{reparto}\right)\right) \cdot \left(0.4\ m + 2 \cdot \left(h_{tierras} + h_{pavimento}\right) \cdot \tan\left(\alpha_{reparto}\right)\right)} = 124\ kN/m^2$$

$$huella := \left(0.4\ m + 2 \cdot \left(h_{tierras} + h_{pavimento}\right) \cdot \tan\left(\alpha_{reparto}\right)\right) = 1.1\ m$$





2.2. Hipótesis 2. Pavimento a 0,5 m de la losa superior. Sin disipación de cargas vehículo

Cargas de tierras introducidas en el modelo:

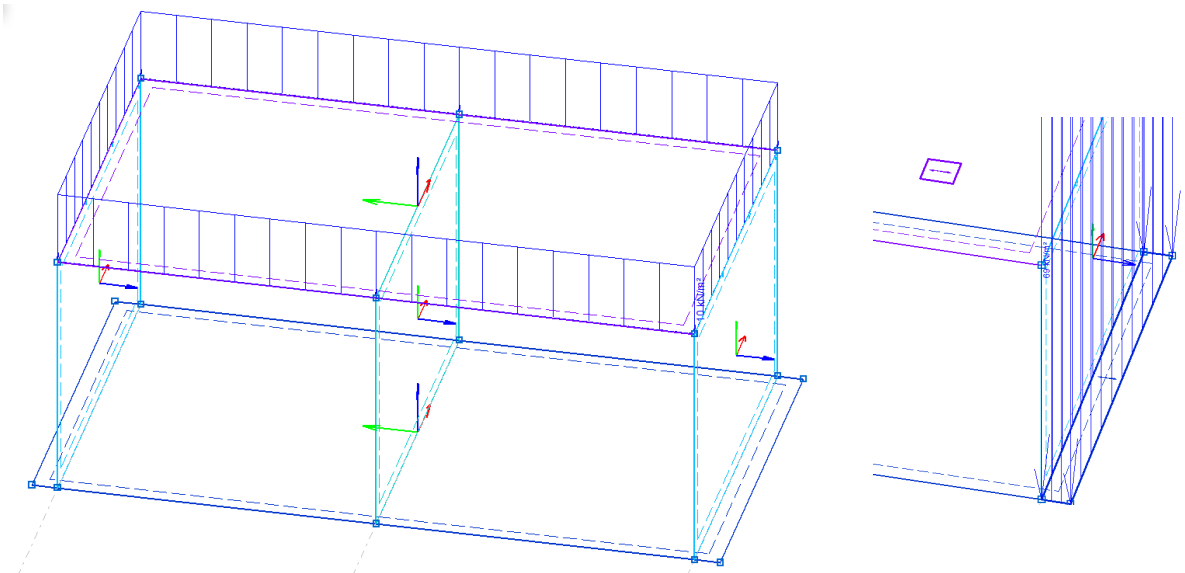
$h_{pavimento} := 0.2\ m$ $\quad \gamma_{pavimento} := 2.4\ \frac{tonnef}{m^3}$

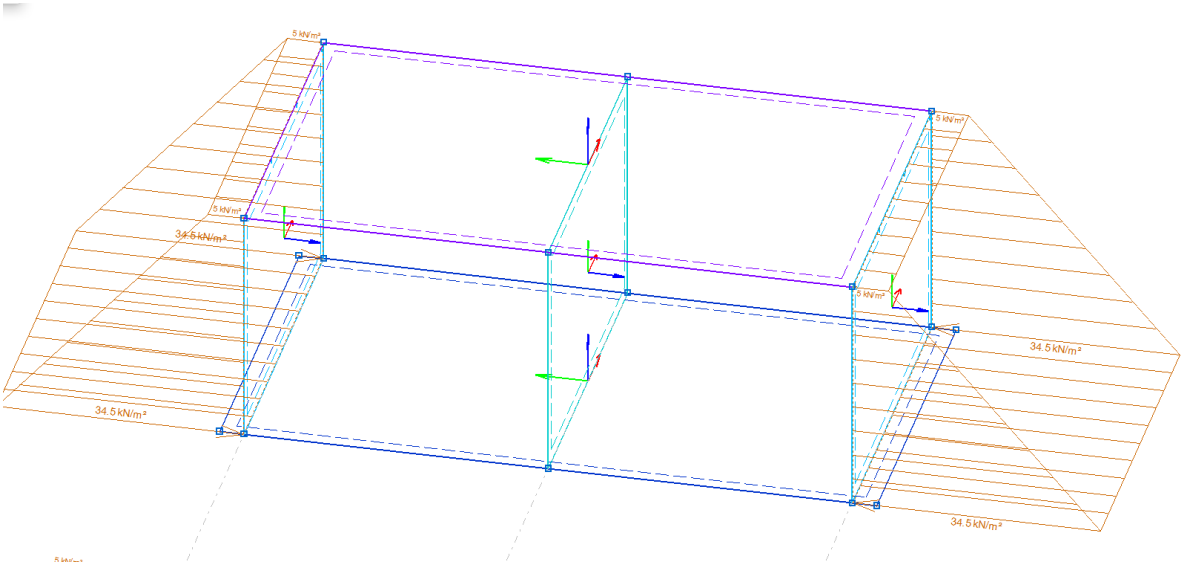
$h_{tierras} := 0.3\ m$ $\quad \gamma_{tierras} := 1.8\ \frac{tonnef}{m^3}$ $\quad K_0 := 0.5$

$q_{tierras} := h_{tierras} \cdot \gamma_{tierras} + h_{pavimento} \cdot \gamma_{pavimento} = 10.003\ kPa$

$e_{tierras\_1} := K_0 \cdot \left(h_{tierras} \cdot \gamma_{tierras} + h_{pavimento} \cdot \gamma_{pavimento}\right) = 5.001\ kPa$

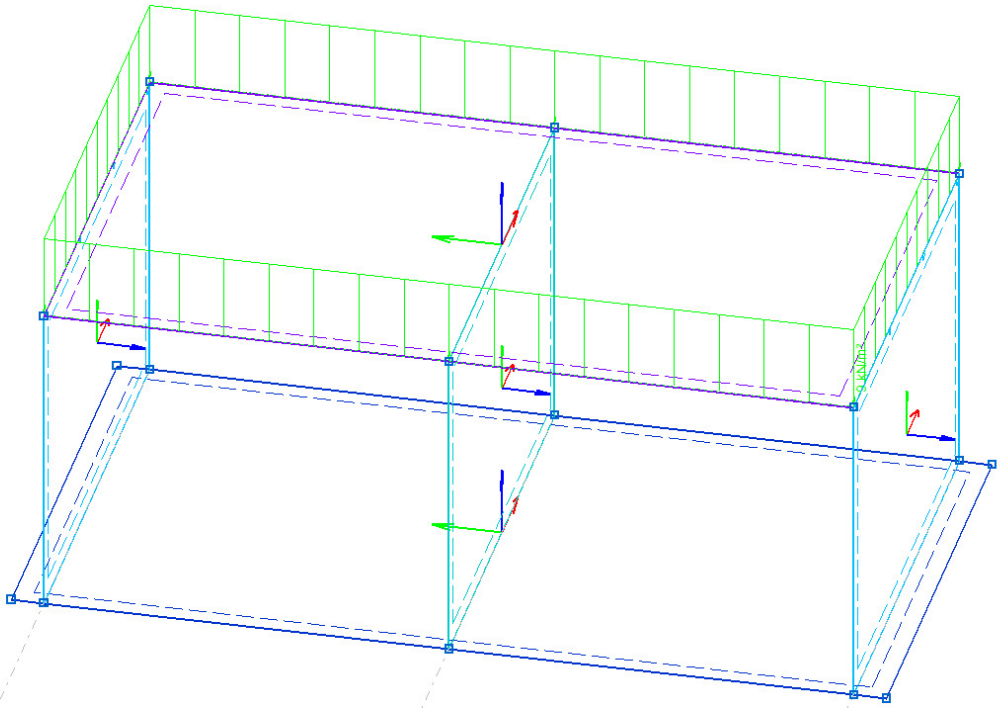
$e_{tierras\_2} := K_0 \cdot \left(h_{tierras} + h_{pavimento} + h\right) \cdot \gamma_{tierras} = 34.863\ kPa$

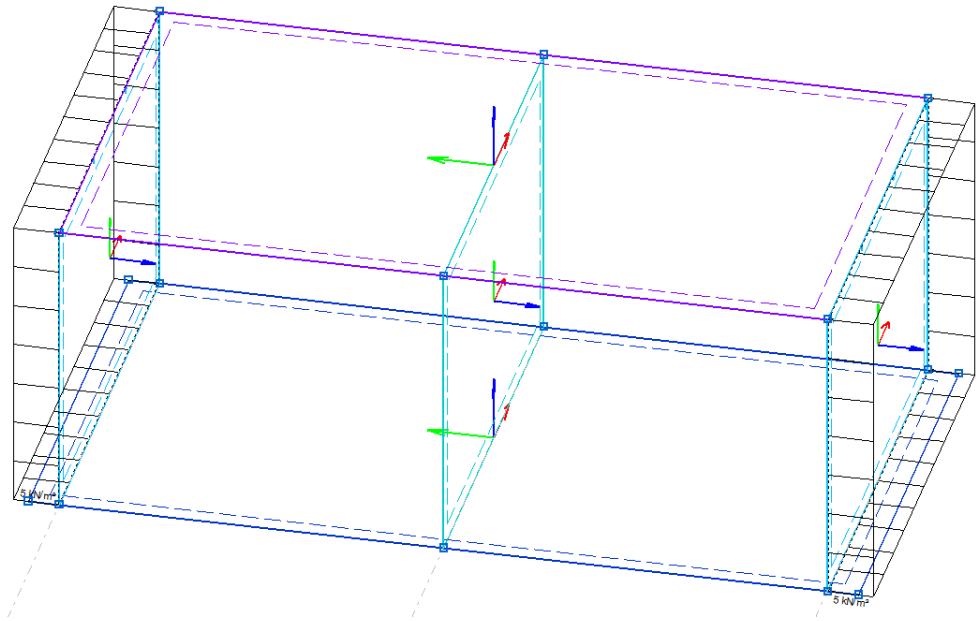




Sobrecarga repartida de tráfico introducida en el modelo

$sc_{uniforme} := 9\ \boldsymbol{kPa}$ $e_{sc} := 10\ \boldsymbol{kPa} \cdot K_0 = 5\ \boldsymbol{kPa}$





Sobrecarga vehículo

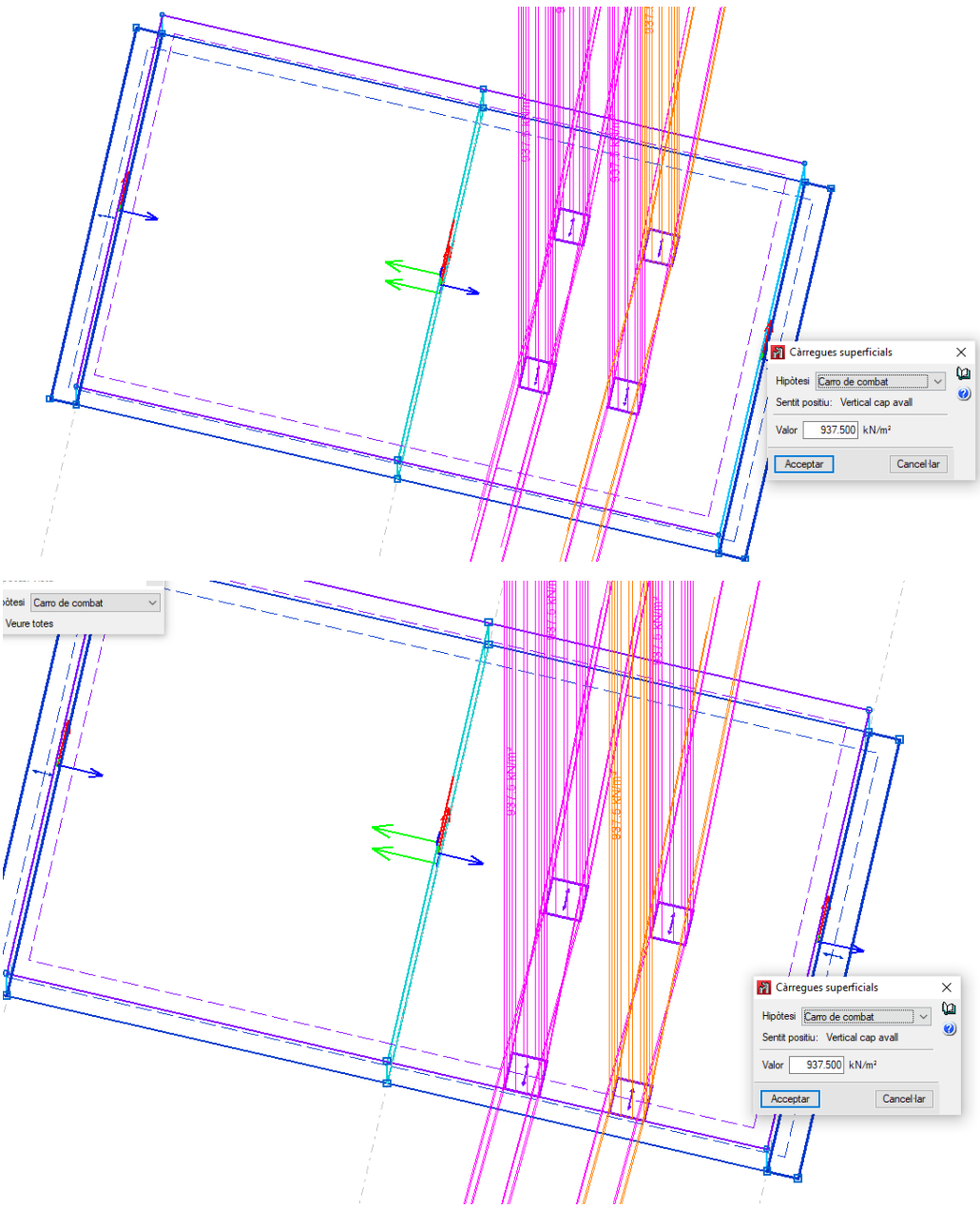
Apartado 2.1.4.1 de la instrucción del instituto Eduardo Torroja para tubos de hormigón armado o pretensado

Se admite que una carga concentrada Q, aplicada en la superficie del terreno, se transmite uniformemente en profundidad, en el interior de un tronco de pirámide, de igual pendiente, cuyas aristas están redondeadas y cuyas caras laterales forman un ángulo de 35° con la vertical.

$$\alpha_{reparto} := 0\ °$$

$$sc_{vehiculo} := \frac{150\ kN}{\left(0.4\ m + 2 \cdot \left(h_{tierras} + h_{pavimento}\right) \cdot \tan\left(\alpha_{reparto}\right)\right) \cdot \left(0.4\ m + 2 \cdot \left(h_{tierras} + h_{pavimento}\right) \cdot \tan\left(\alpha_{reparto}\right)\right)} = 937.5\ kN/m^2$$

$$huella := \left(0.4\ m + 2 \cdot \left(h_{tierras} + h_{pavimento}\right) \cdot \tan\left(\alpha_{reparto}\right)\right) = 0.4\ m$$



2.3. Hipótesis 3. Pavimento a 2 m de la losa superior.

Cargas de tierras introducidas en el modelo:

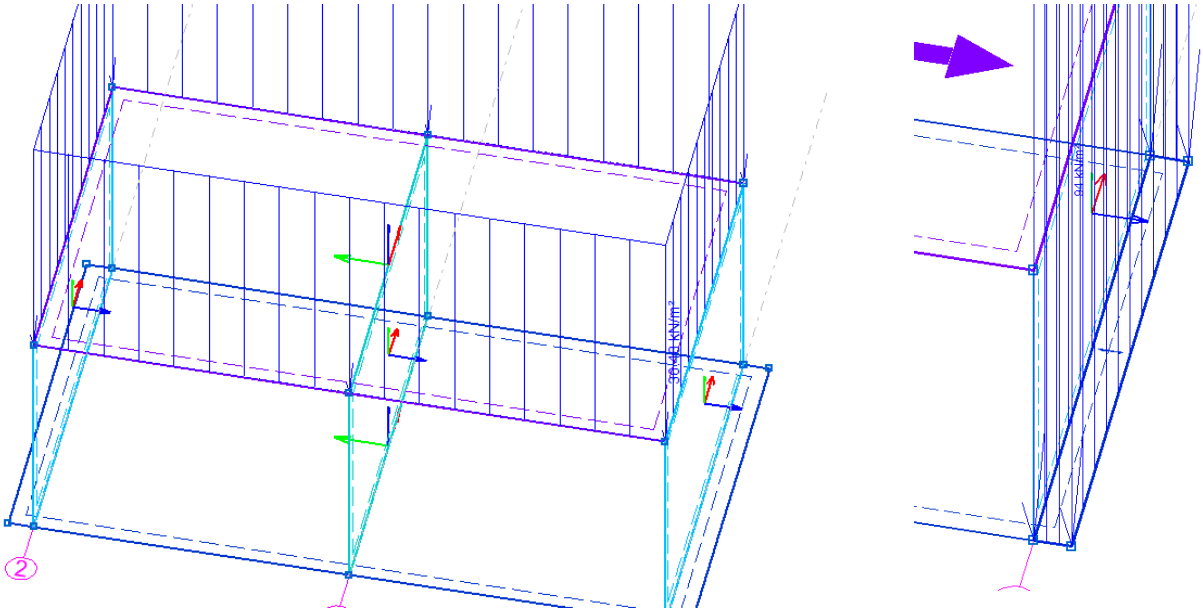
$h_{pavimento} := 0.2\ m$ $\gamma_{pavimento} := 2.4\ \frac{tonnef}{m^3}$

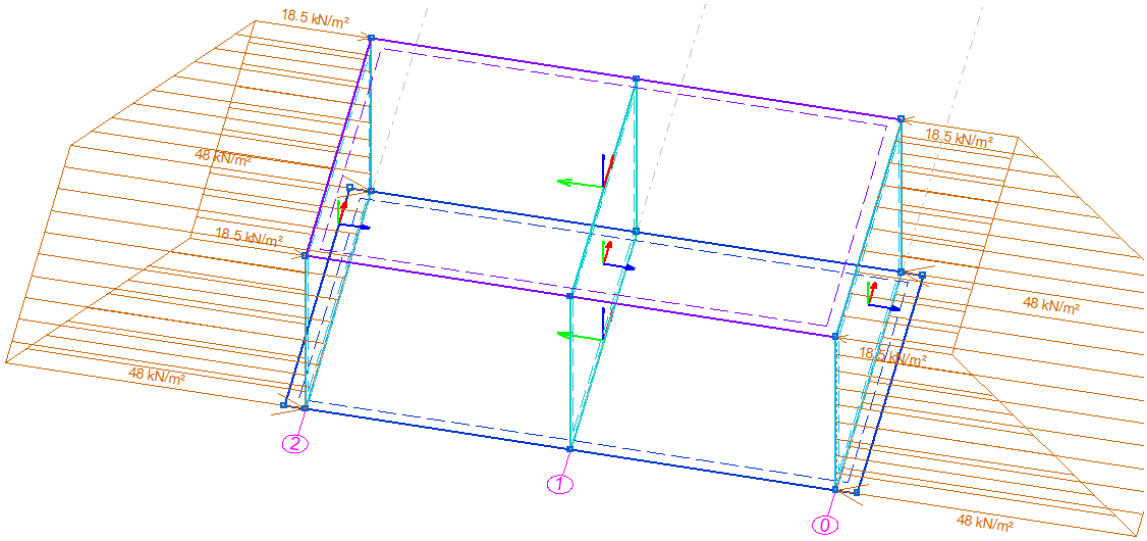
$h_{tierras} := 1.8\ m$ $\gamma_{tierras} := 1.8\ \frac{tonnef}{m^3}$ $K_0 := 0.5$

$q_{tierras} := h_{tierras} \cdot \gamma_{tierras} + h_{pavimento} \cdot \gamma_{pavimento} = 36.481\ kPa$

$e_{tierras\_1} := K_0 \cdot \left(h_{tierras} \cdot \gamma_{tierras} + h_{pavimento} \cdot \gamma_{pavimento}\right) = 18.24\ kPa$

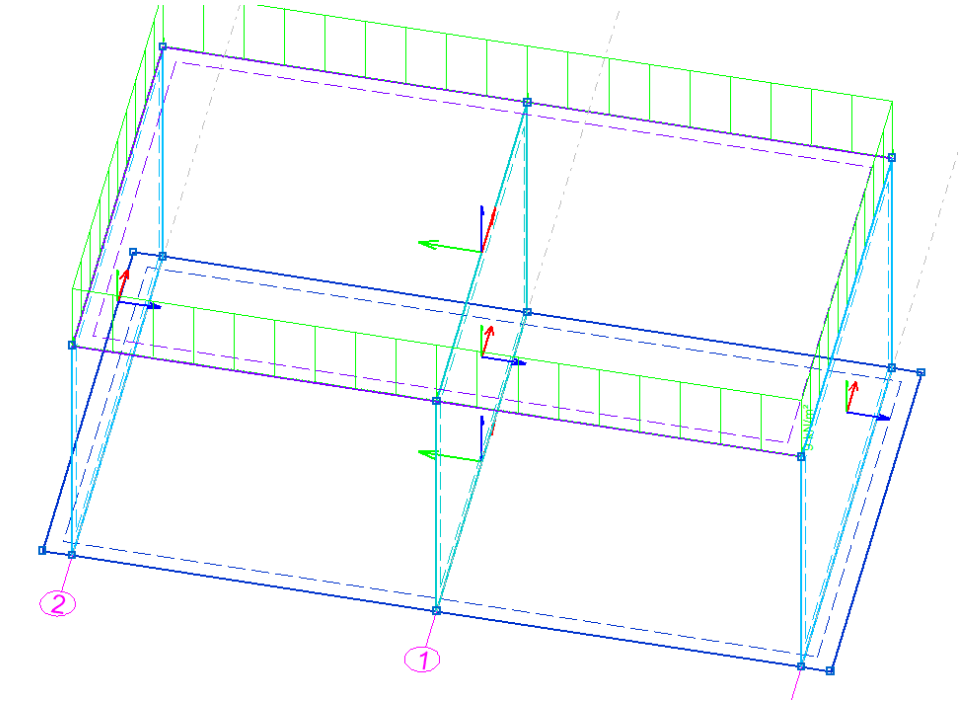
$e_{tierras\_2} := K_0 \cdot \left(h_{tierras} + h_{pavimento} + h\right) \cdot \gamma_{tierras} = 48.102\ kPa$

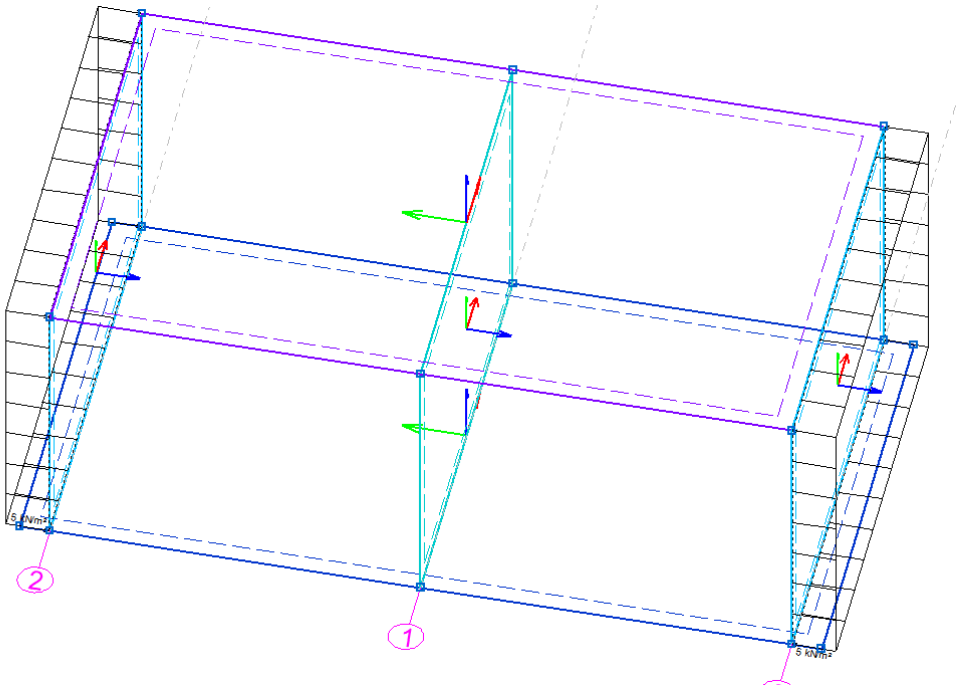




Sobrecarga repartida de tráfico introducida en el modelo

$sc_{uniforme} := 9\ \boldsymbol{kPa}$ $e_{sc} := 10\ \boldsymbol{kPa} \cdot K_0 = 5\ \boldsymbol{kPa}$





Sobrecarga vehículo

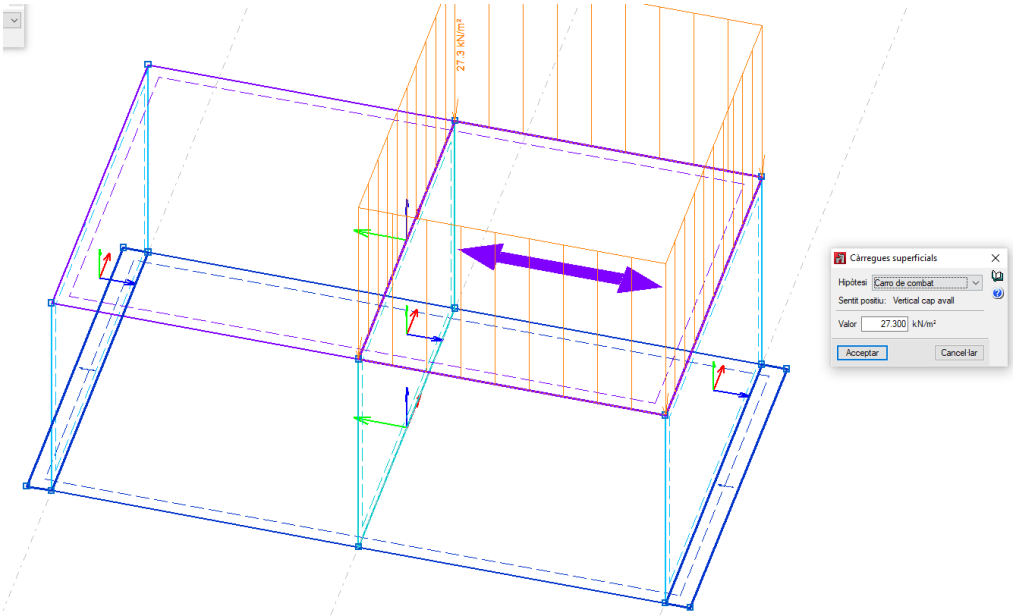
Apartado 2.1.4.1 de la instrucción del instituto Eduardo Torroja para tubos de hormigón armado o pretensado

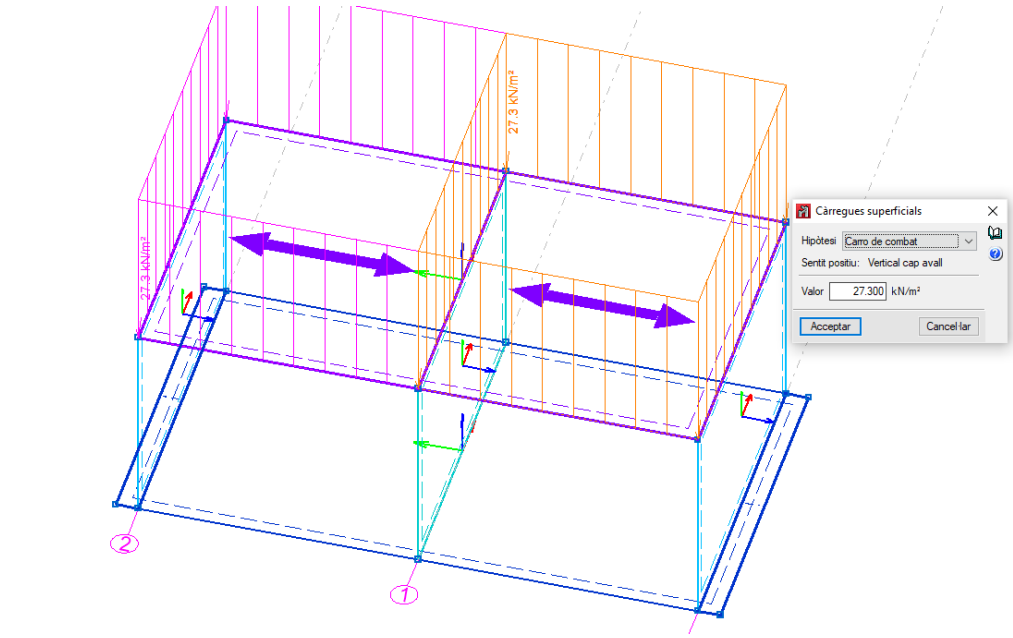
Se admite que una carga concentrada Q, aplicada en la superficie del terreno, se transmite uniformemente en profundidad, en el interior de un tronco de pirámide, de igual pendiente, cuyas aristas están redondeadas y cuyas caras laterales forman un ángulo de 35° con la vertical.

$$\alpha_{reparto} := 35\ °$$

$$sc_{vehiculo} := \frac{600\ kN}{\begin{pmatrix}1.2\ m + 0.4\ m \\ +2 \cdot \left(h_{tierras} + h_{pavimento}\right) \cdot \tan\left(\alpha_{reparto}\right)\end{pmatrix} \cdot min\left(\begin{pmatrix}2\ m + 0.4\ m \\ +2 \cdot \left(h_{tierras} + h_{pavimento}\right) \cdot \tan\left(\alpha_{reparto}\right)\end{pmatrix}, 5\ m\right)} = 27.3\ kN/m^2$$

$$huella := \left(1.2\ m + 0.4\ m + 2 \cdot \left(h_{tierras} + h_{pavimento}\right) \cdot \tan\left(\alpha_{reparto}\right)\right) = 4.401\ m$$





Coeficientes parciales para la mayoración de acciones

Coeficiente parcial de mayoración de acciones permanentes (IAP 11): $\gamma_g := 1.35$
Coeficiente parcial de mayoración de acciones variables (IAP 11): $\gamma_q := 1.35$
Coeficiente parcial de mayoración de empuje del terreno (IAP 11): $\gamma_{g\_tierras} := 1.5$
Coeficiente parcial de mayoración sobrecarga en terraplenes (IAP 11): $\gamma_{q\_tierras} := 1.5$

Coeficientes de combinación para combinación casi permanente de E.L.S.

Factor de combinación para combinación casi permanente E.L.S. sobrecarga: $\Psi_{2.q} := 0$

Carga axil a largo plazo:

Se considera el cálculo en la losa con un valor de carga axial $N_{k.min} := 0$ ***tonnef*** por cada metro. Con este valor los cálculos están del lado de la seguridad

3. ESFUERZOS Y DIMENSIONAMIENTO ARMADO EN E.L.U. Y E.L.S.

3.1. Losa superior

Tipo de elemento: $tip := \text{“losa”}$ ["losa", "muro_vert", "muro_hori"] $juntas := 5\ m$ (solo en muro)

Solicitación para considerar armadura mínima mecánica? $sol := \text{“FLEX”}$ ("FLEX","COMP","TRAC") $N_{ed} := 0\ kN$

Cálculo de resistencias del hormigón

$h := 0.35\ m$ $b := 0.5\ m$ $r_{nom\_llosa\_sup} := 35\ mm$

$$f_{ck.j} := f_{ck} \cdot e^{s_{cemento} \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28\ day}{j}}\right)} = 30\ MPa$$

$$f_{cd} := \alpha_{cc} \cdot f_{ck.j} \cdot \gamma_c^{-1} = 20\ MPa \qquad f_{ctm} := 0.3 \cdot \left(f_{ck} \cdot MPa^{-1}\right)^{\frac{2}{3}} MPa = 2.896\ MPa$$

$$f_{ct.m.j} := f_{ctm} \cdot e^{s_{cemento} \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28\ day}{j}}\right)} = 2.896\ MPa$$

$$f_{ctm.fl} := \max\left(\left(1.6 - \frac{h}{100\ cm}\right) \cdot f_{ct.m.j}, f_{ct.m.j}\right) = 3.621\ MPa$$

Cálculo de resistencias del hormigón considerando la compresión del tablero

$$f_{ctm.fl\_N} := f_{ctm.fl} + \frac{N_{k.min}}{b \cdot h} = 3.621\ MPa$$

Cálculo de módulos de deformación del hormigón:

$$E_{cm} := 8500 \cdot \sqrt[3]{f_{ck} \cdot MPa^{-1} + 8} \cdot MPa = 28.577\ GPa$$

$$E_{cm.j} := \left(e^{s_{cemento} \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28\ day}{j}}\right)}\right)^{0.3} \cdot E_{cm} = 28.577\ GPa$$

Cálculo de la inercia bruta de la sección:

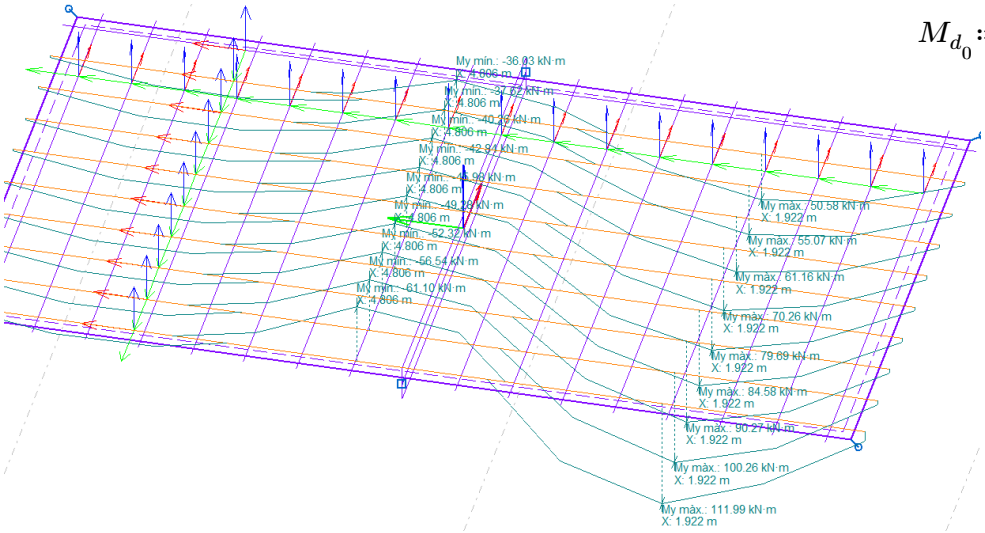
$$I := \frac{b \cdot h^3}{12} = \left(1.786 \cdot 10^5\right)\ cm^4$$

Esfuerzos en ELU:

Los esfuerzos son obtenidos mediante el software de elementos finitos CYPE 3D.
A continuación se muestran los momentos flectores obtenidos en bandas de integración de 50 cm de ancho.
Se considera una redistribución de los momentos flectores de un 15% $distr := 15\%$

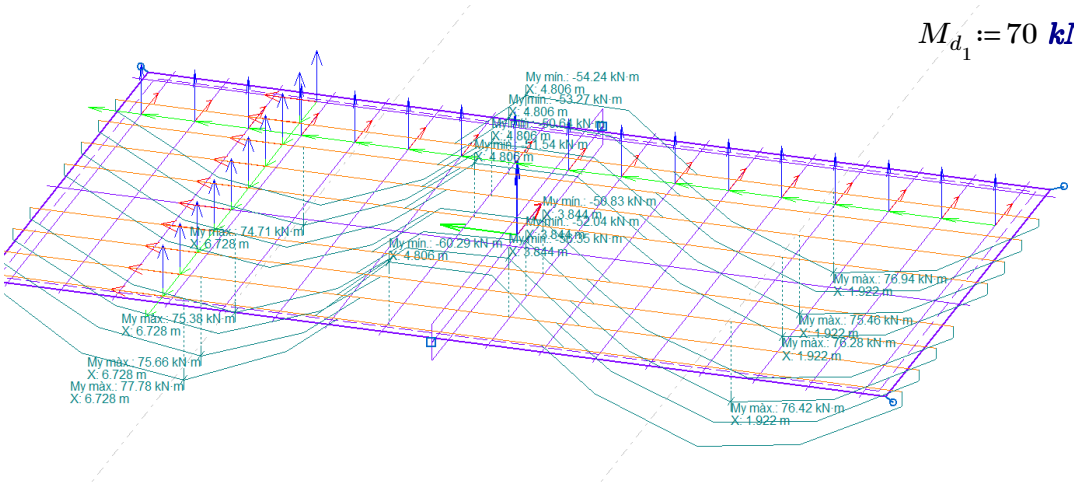
Momento flector My positivo en ELU. (Armadura cara inferior Y). Hipótesis 2

$$M_{d_0} := (1 + distr) \cdot 112 \ \boldsymbol{kN \cdot m}$$



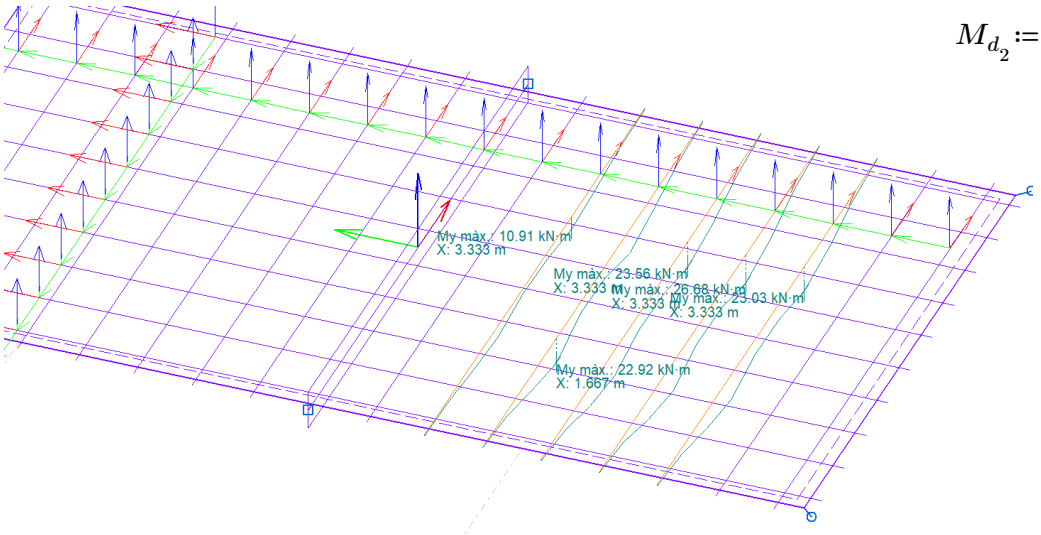
Momento flector My negativo en ELU. (Armadura cara superior Y). Hipótesis 3

$$M_{d_1} := 70 \ \boldsymbol{kN \cdot m}$$



Momento flector Mx positivo en ELU. (Armadura cara inferior X). Hipótesis 2

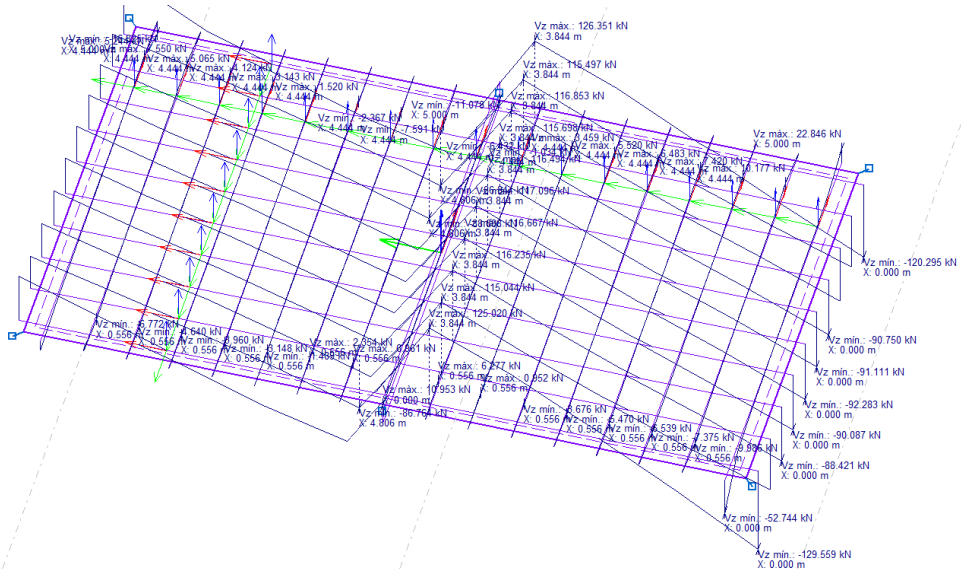
$$M_{d_2} := 30 \cdot \boldsymbol{kN \cdot m}$$



Momento flector Mx negativo en ELU. (Armadura cara superior X).

$$M_{d_3} := 20 \cdot kN \cdot m$$

Cortante Q de cálculo en ELU



$$V_d := \begin{bmatrix} 184\ kN \\ 184\ kN \\ 184\ kN \\ 184\ kN \end{bmatrix}$$

Verificación ELU. Dimensionamiento armado.

Armaduras transversales y longitudinales previstas:

id	ϕ_{l_base} (mm)	sep_{base} (cm)	ϕ_{l_ref} (mm)	$intercalar_{ref}$	ϕ_{COMP} (mm)	sep_{COMP} (cm)
"Cara_inferior_Y"	25	20	0	0	16	20
"Cara_superior_Y"	20	20	0	0	16	20
"Cara_inferior_X"	12	20	0	0	16	20
"Cara_superior_X"	12	20	0	0	16	20

Armadura de cortante:

$id\_cortante$	ϕ_v (mm)	$cada$ (cm)	n_{rv}
"Cara_inferior_Y"	10	20	3
"Cara_superior_Y"	10	20	3
"Cara_inferior_X"	10	20	3
"Cara_superior_X"	10	20	3

id : Identificación armado
ϕ_{l_base} : Diámetro armado base de tracción
sep_{base} : Separación armado base de tracción
ϕ_{l_ref} : Diámetro armado refuerzo supletorio de tracción
$intercalar_{ref}$: Barras de refuerzo intercaladas al armado base
ϕ_{COMP} : Diámetro armado de compresión
sep_{COMP} : Separación armado de compresión
Nota: La armadura de compresión solo se usa para el análisis de fisuración

$id\_cortante$: Identificación armado cortante
$cada$: Separación entre alineación de cercos/ramas
ϕ_v : Diámetro de los cercos/ramas
n_{rv} : Número de ramas

Diseño a flexión simple EHE-08

$$M_u = \begin{bmatrix} 147.16 \\ 98.32 \\ 37.23 \\ 37.23 \end{bmatrix} m \cdot kN \qquad As_{disp\_tracc} = \begin{bmatrix} 12.27 \\ 7.85 \\ 2.83 \\ 2.83 \end{bmatrix} cm^2$$

Diseño a cortante

$$V_{u1} = \begin{bmatrix} 907.5 \\ 915 \\ 927 \\ 927 \end{bmatrix} kN \qquad V_{cu.min} = \begin{bmatrix} 101.12 \\ 101.68 \\ 102.56 \\ 102.56 \end{bmatrix} kN \qquad V_{cu} + V_{su} = \begin{bmatrix} 231.098 \\ 237.362 \\ 245.276 \\ 245.276 \end{bmatrix} kN$$

Armadura mínima

$$A_{s.min.geom.cara\_tracc} = \begin{bmatrix} 1.575 \\ 1.575 \\ 1.575 \\ 1.575 \end{bmatrix} cm^2 \qquad A_{s.min.mec.flex\_tracc} = \begin{bmatrix} 0 \\ 2.807 \\ 2.663 \\ 1.943 \end{bmatrix} cm^2$$

Tabla de armado transversal, longitudinal y de cortante

TABLA DE ARMADO DE LÁMINAS A FLEXIÓN SIMPLE CONFORME EHE-08								
Espesor [mm]	350	Ancho [mm]	500	Tipo elemento	losa	rec.nom [mm]	35	
fck [MPa]	30	fyk [MPa]	500	wk_adm [mm]	0.3			
γc	1.5	γs	1.15	fyd.c [MPa]	400	θ bielas [°]	45	als_2020

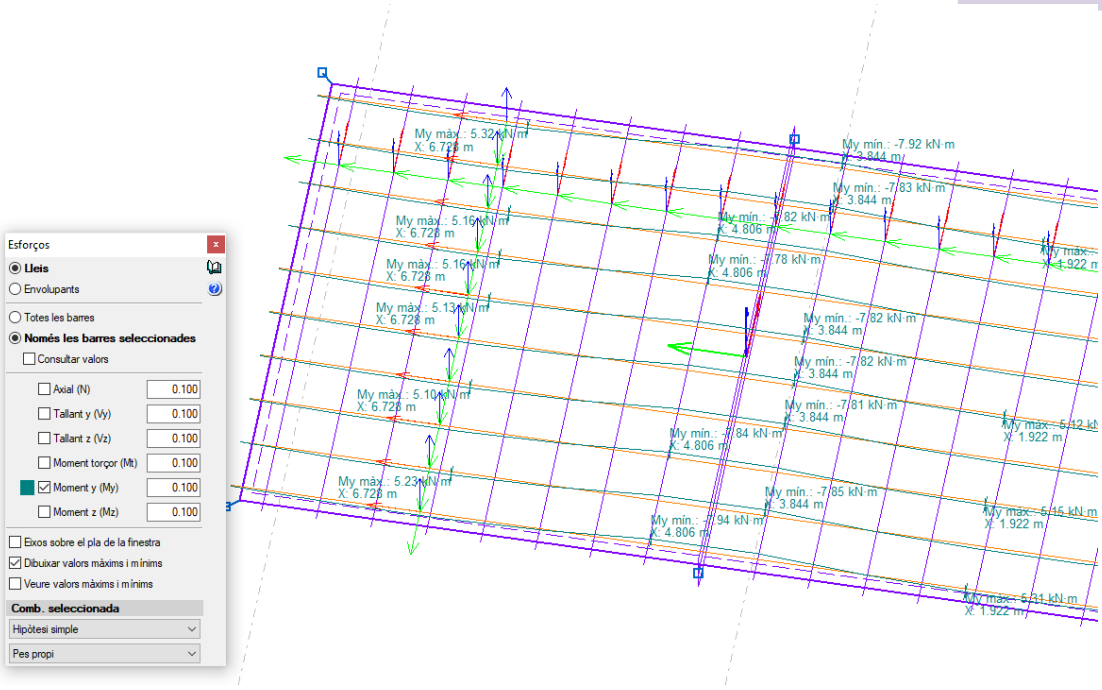
ID	Ø armado.base.tracción [mm]	separacion armado.base.tracción [cm]	Momento de cálculo Md(kNm)	Momento último flexión simple Mu [kNm]	Ratio de trabajo armadura flexión	Armadura dispuesta (cm2)	Armadura requerida (cm2)	
Cara_inferior_Y	25	20	128.8	147.16	0.88	12.27	10.74	
Cara_superior_Y	20	20	70	98.32	0.71	7.85	5.59	
Cara_inferior_X	12	20	30	37.23	0.94	2.83	2.28	
Cara_superior_X	12	20	20	37.23	0.69	2.83	1.52	

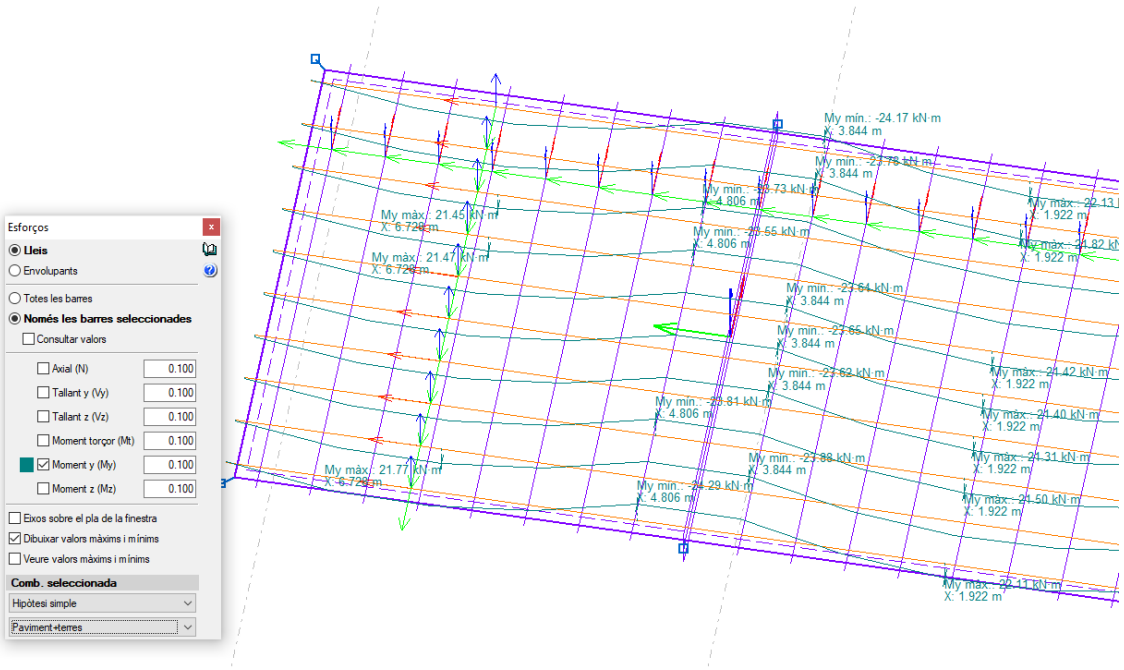
ID	Cortante de cálculo Vd [kN]	Cortante último biela comprimida Vu1 [kN]	Cortante para no requerir armdura de cortante Vcu [kN]	Cortante resistente con armadura de cortante Vu2 [kN]	Ratio de trabajo armadura cortante		Armadura mínima geomètrica cara traccionada As_min.geom [cm2]	Armadura mínima mecánica cara traccionada As_min.mec [cm2]
Cara_inferior_Y	184.00	907.50	101.12	231.10	0.80		1.58	0.00
Cara_superior_Y	184.00	915.00	101.68	237.36	0.78		1.58	2.81
Cara_inferior_X	184.00	927.00	102.56	245.28	0.75		1.58	2.66
Cara_superior_X	184.00	927.00	102.56	245.28	0.75		1.58	1.94

Esfuerzos E.L.S. Combinación cuasipermanente.

Momento flector Y en ELS cuasipermanente. (cara inferior Y) $M_{cp_0} := (6+23)\cdot kN\cdot m$

Momento flector Y en ELS cuasipermanente. (cara superior y) $M_{cp_1} := (8+25)\cdot kN\cdot m$



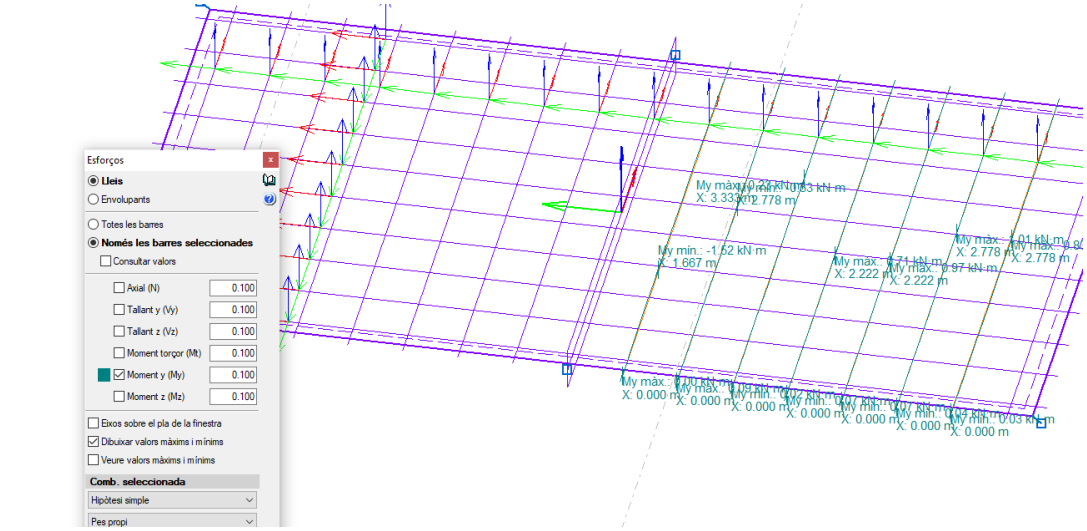


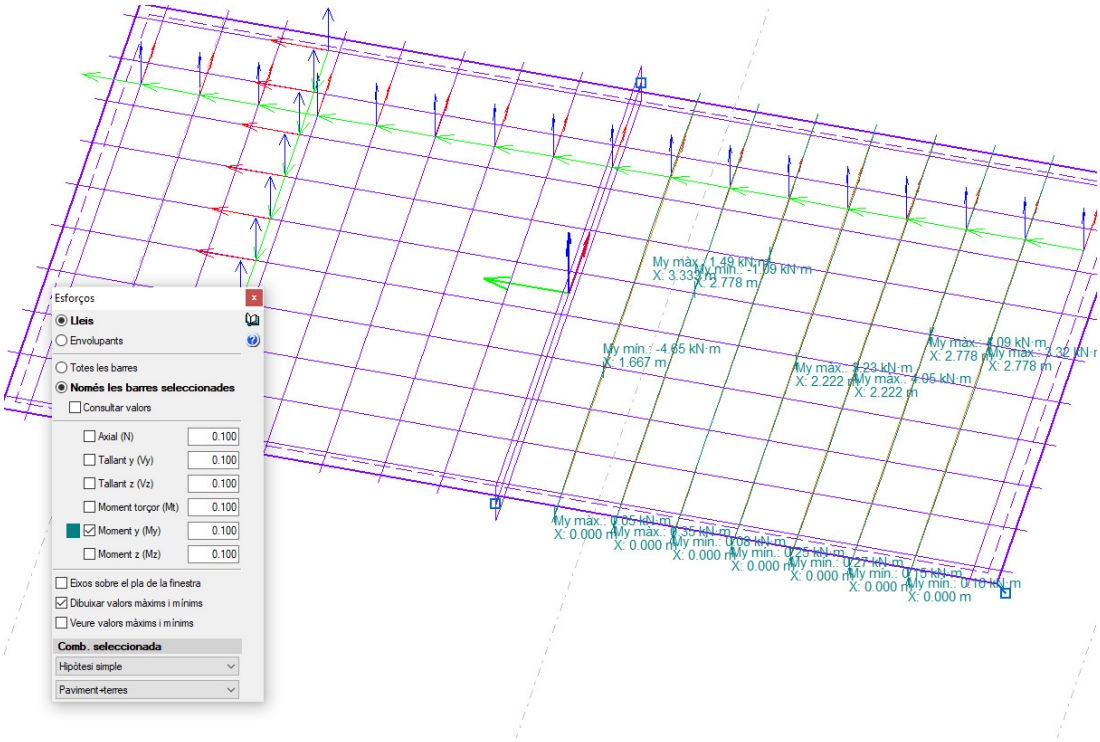
Momento flector X en ELS cuasipermanente. (cara inferior x)

$$M_{cp_2} := (2+5) \cdot kN \cdot m$$

Momento flector X en ELS cuasipermanente. (cara superior x)

$$M_{cp_3} := (2+5) \cdot kN \cdot m$$





Verificación ELS fisuración

Diseño a fisuración

$$M_{fis}=\begin{bmatrix}36.96\\36.96\\36.96\\36.96\end{bmatrix}\ m\cdot kN \qquad M_{u\_fis}=\begin{bmatrix}17.248\\17.248\\17.248\\17.248\end{bmatrix}\ m\cdot kN$$

Diseño apertura de fisuras

$$Mk=\begin{bmatrix}84.64\\58.56\\36.96\\36.96\end{bmatrix}\ m\cdot kN \qquad w_{calc}=\begin{bmatrix}0.3\\0.3\\0\\0\end{bmatrix}\ mm$$

Tabla de verificación del ELS fisuración

TABLA DE ARMADO DE LÁMINAS A FLEXIÓN SIMPLE CONFORME EHE-08								
Espesor [mm]	350	Ancho [mm]	500	Tipo elemento	losa	rec.nom [mm]	35	
fck [MPa]	30	fyk [MPa]	500	wk_adm [mm]	0.3	k2 fisuracion	0.5	
yc	1.5	ys	1.15	fyd.c [MPa]	400	θ bielas [°]	45	als_2020
ID	Ø armado.base. tracción [mm]	separacion armado.base. tracción [cm]	Momento de fisuración flexo-tracción Mfis [kNm]	Momento en servicio que alcanza el límite de fisura M_wk.adm [kNm]	Momento en combinación cuasipermnente Mcp(kNm)	Ratio de trabajo ELS fisuración		
Cara_inferior_Y	25	20	36.96	84.64	29	no_fisura		
Cara_superior_Y	20	20	36.96	58.56	33	no_fisura		
Cara_inferior_X	12	20	36.96	36.96	7	no_fisura		
Cara_superior_X	12	20	36.96	36.96	7	no_fisura		

3.2. Hastiales

Tipo de elemento: $tip := \text{“muro\_hori”}$ ["losa", "muro_vert", "muro_hori"] $juntas := 5\ m$ (solo en muro)

Solicitación para considerar armadura mínima mecánica? $sol := \text{“FLEX”}$ ("FLEX","COMP","TRAC") $N_{ed} := 0\ kN$

Cálculo de resistencias del hormigón

$h := 0.3\ m$ $b := 0.5\ m$

$$f_{ck.j} := f_{ck} \cdot e^{s_{cemento} \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28\ day}{j}}\right)} = 30\ MPa$$

$$f_{cd} := \alpha_{cc} \cdot f_{ck.j} \cdot \gamma_c^{-1} = 20\ MPa \qquad f_{ctm} := 0.3 \cdot \left(f_{ck} \cdot MPa^{-1}\right)^{\frac{2}{3}} MPa = 2.896\ MPa$$

$$f_{ct.m.j} := f_{ctm} \cdot e^{s_{cemento} \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28\ day}{j}}\right)} = 2.896\ MPa$$

$$f_{ctm.fl} := \max\left(\left(1.6 - \frac{h}{100\ cm}\right) \cdot f_{ct.m.j}, f_{ct.m.j}\right) = 3.765\ MPa$$

Cálculo de resistencias del hormigón considerando la compresión del tablero

$$f_{ctm.fl\_N} := f_{ctm.fl} + \frac{N_{k.min}}{b \cdot h} = 3.765\ MPa$$

Cálculo de módulos de deformación del hormigón:

$$E_{cm} := 8500 \cdot \sqrt[3]{f_{ck} \cdot MPa^{-1} + 8} \cdot MPa = 28.577\ GPa$$

$$E_{cm.j} := \left(e^{s_{cemento} \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28\ day}{j}}\right)}\right)^{0.3} \cdot E_{cm} = 28.577\ GPa$$

Cálculo de la inercia bruta de la sección:

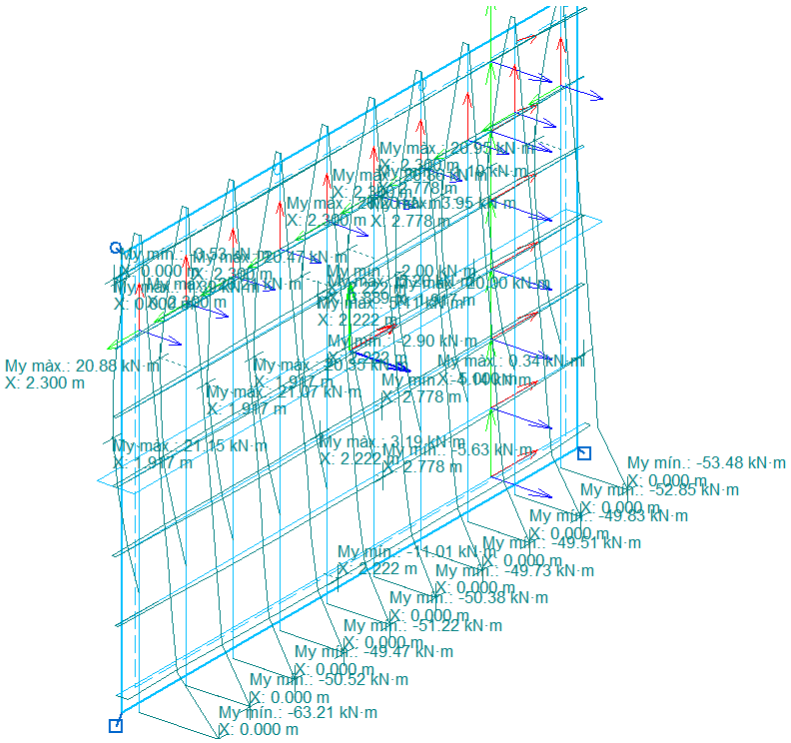
$$I := \frac{b \cdot h^3}{12} = \left(1.125 \cdot 10^5\right)\ cm^4$$

Esfuerzos en ELU:

Los esfuerzos son obtenidos mediante el software de elementos finitos CYPE 3D.
A continuación se muestran los momentos flectores obtenidos en bandas de integración de 50 cm de ancho.
Se considera una redistribución de los momentos flectores de un 15% $distr := 15\%$

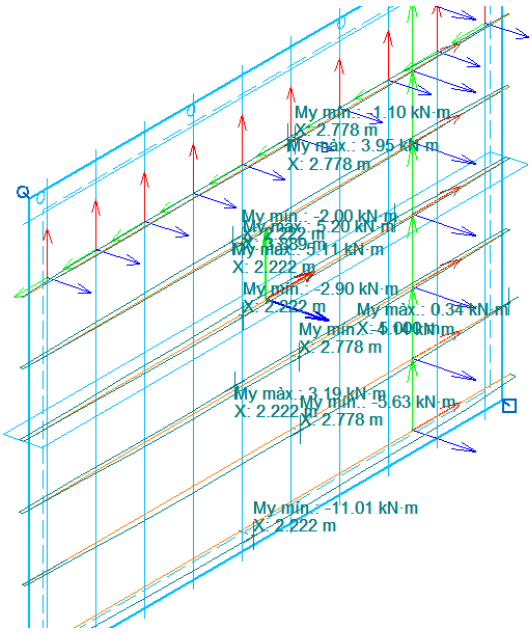
Momento flector My positivo en ELU. (Armadura cara interior Y) $M_{d_0} := (1 + distr) \cdot 22 \ kN \cdot m$

Momento flector My negativo en ELU. (Armadura cara exterior Y) $M_{d_1} := 65 \ kN \cdot m$

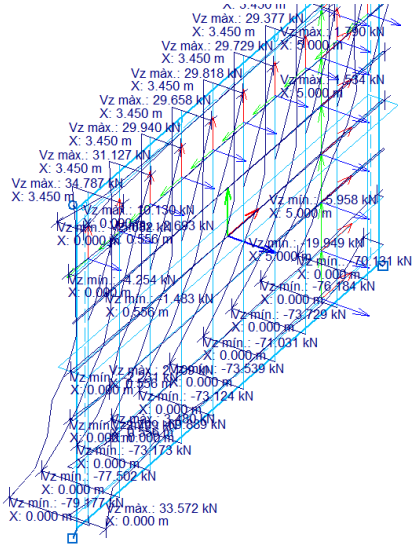


Momento flector Mx positivo en ELU. (Armadura cara interior X) $M_{d_2} := 11 \cdot kN \cdot m$

Momento flector Mx negativo en ELU. (Armadura cara exterior X) $M_{d_3} := 11 \cdot kN \cdot m$



Cortante Q de cálculo en ELU



$$V_d := \begin{bmatrix} 80\ kN \\ 80\ kN \\ 80\ kN \\ 80\ kN \end{bmatrix}$$

Verificación ELU. Dimensionamiento armado.

Armaduras transversales y longitudinales previstas:

id	ϕ_{l_base} (mm)	sep_{base} (cm)	ϕ_{l_ref} (mm)	$intercalar_{ref}$	ϕ_{COMP} (mm)	sep_{COMP} (cm)
"Cara_interior_Y"	16	20	0	0	16	10
"Cara_exterior_Y"	16	10	0	0	16	10
"Cara_interior_X"	12	20	0	0	12	20
"Cara_exterior_X"	12	20	0	0	12	20

Armadura de cortante:

$id\_cortante$	ϕ_v (mm)	$cada$ (cm)	n_{rv}
"Cara_interior_Y"	0	20	5
"Cara_exterior_Y"	0	20	5
"Cara_inferior_X"	0	20	5
"Cara_exterior_X"	0	20	5

id : Identificación armado
ϕ_{l_base} : Diámetro armado base de tracción
sep_{base} : Separación armado base de tracción
ϕ_{l_ref} : Diámetro armado refuerzo supletorio de tracción
$intercalar_{ref}$: Barras de refuerzo intercaladas al armado base
ϕ_{COMP} : Diámetro armado de compresión
sep_{COMP} : Separación armado de compresión
Nota: La armadura de compresión solo se usa para el análisis de fisuración

$id\_cortante$: Identificación armado cortante
$cada$: Separación entre alineación de cercos/ramas
ϕ_v : Diámetro de los cercos/ramas
n_{rv} : Número de ramas

Diseño a flexión simple EHE-08

$$M_u = \begin{bmatrix} 53.77 \\ 102.77 \\ 31.08 \\ 31.08 \end{bmatrix} \; m \cdot kN \qquad As_{disp\_tracc} = \begin{bmatrix} 5.03 \\ 10.05 \\ 2.83 \\ 2.83 \end{bmatrix} \; cm^2$$

Diseño a cortante

$$V_{u1} = \begin{bmatrix} 1.216 \cdot 10^3 \\ 1.216 \cdot 10^3 \\ 1.226 \cdot 10^3 \\ 1.226 \cdot 10^3 \end{bmatrix} \; kN \qquad V_{cu.min} = \begin{bmatrix} 90.86 \\ 90.86 \\ 91.32 \\ 91.32 \end{bmatrix} \; kN \qquad V_{cu} + V_{su} = \begin{bmatrix} 90.86 \\ 90.86 \\ 91.32 \\ 91.32 \end{bmatrix} \; kN$$

Armadura mínima

$$A_{s.min.geom.cara\_tracc} = \begin{bmatrix} 1.5 \\ 1.5 \\ 1.5 \\ 1.5 \end{bmatrix} \; cm^2 \qquad A_{s.min.mec.flex\_tracc} = \begin{bmatrix} 2.569 \\ 2.569 \\ 1.331 \\ 1.331 \end{bmatrix} \; cm^2$$

Tabla de armado transversal, longitudinal y de cortante

TABLA DE ARMADO DE LÁMINAS A FLEXIÓN SIMPLE CONFORME EHE-08

Espesor [mm]	300	Ancho [mm]	500	Tipo elemento	muro_hori	rec.nom [mm]	35	
fck [MPa]	30	fyk [MPa]	500	wk_adm [mm]	0.3			
yc	1.5	ys	1.15	fyd.c [MPa]	400	θ bielas [°]	45	als_2020

ID	Ø armado.base.tracción [mm]	separacion armado.base.tracción [cm]	Momento de cálculo Md(kNm)	Momento último flexión simple Mu [kNm]	Ratio de trabajo armadura flexión	Armadura dispuesta (cm2)	Armadura requerida (cm2)	
Cara_interior_Y	16	20	25.3	53.77	0.51	5.03	2.37	
Cara_exterior_Y	16	10	65	102.77	0.63	10.05	6.36	
Cara_interior_X	12	20	11	31.08	0.53	2.83	1.00	
Cara_exterior_X	12	20	11	31.08	0.53	2.83	1.00	

ID	Cortante de cálculo **Vd** [kN]	Cortante último biela comprimida **Vu1** [kN]	Cortante para no requerir armdura de cortante **Vcu** [kN]	Cortante resistente con armadura de cortante **Vu2** [kN]	**Ratio de trabajo armadura cortante**		Armadura mínima geométrica cara traccionada **As_min.geom** [cm2]	Armadura mínima mecánica cara traccionada **As_min.mec** [cm2]
Cara_interior_Y	80.00	1216.14	90.86	90.86	No necesaria		1.50	2.57
Cara_exterior_Y	80.00	1216.14	90.86	90.86	No necesaria		1.50	2.57
Cara_interior_X	80.00	1225.60	91.32	91.32	No necesaria		1.50	1.33
Cara_exterior_X	80.00	1225.60	91.32	91.32	No necesaria		1.50	1.33

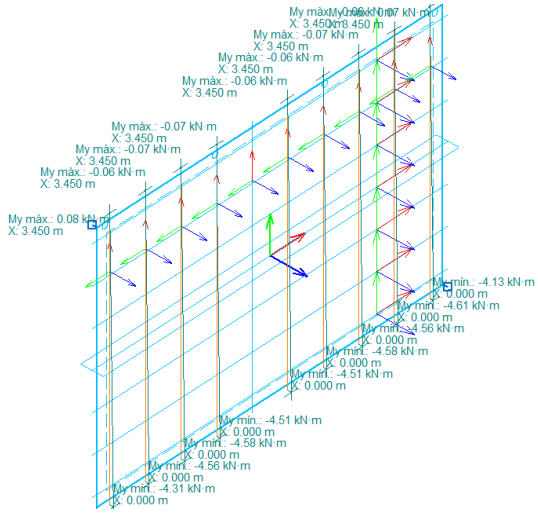
Esfuerzos E.L.S. Combinación cuasipermanente

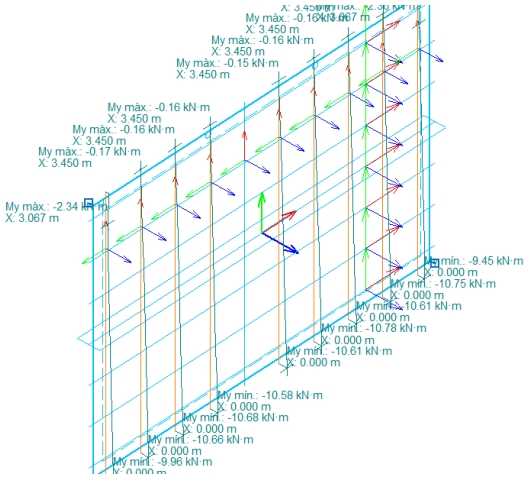
Momento flector Y en ELS cuasipermanente. (Armadura cara interior Y)

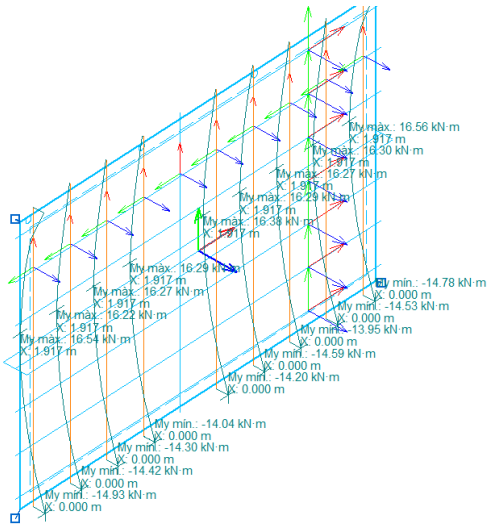
$$M_{cp_0} := (20) \cdot kN \cdot m$$

Momento flector Y en ELS cuasipermanente. (Armadura cara exterior Y)

$$M_{cp_1} := (5 + 11 + 15) \cdot kN \cdot m$$

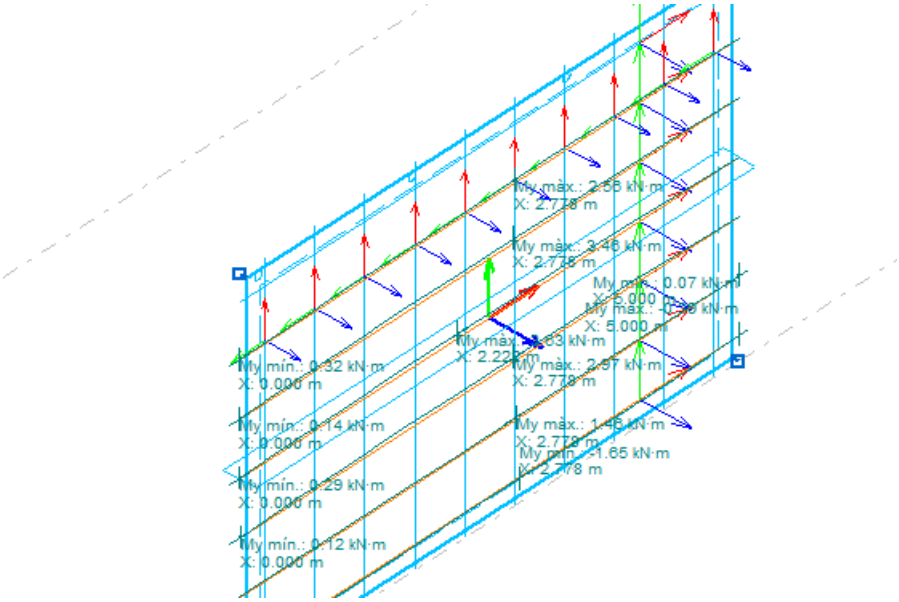






Momento flector X W&A en ELS cuasipermanente. (cara inferior x) $M_{cp_2} := 5 \cdot kN \cdot m$

Momento flector Y W&A en ELS cuasipermanente. (cara inferior y) $M_{cp_3} := 5 \cdot kN \cdot m$



Verificación ELS fisuración

Diseño a fisuración

$$M_{fis} = \begin{bmatrix} 28.24 \\ 28.24 \\ 28.24 \\ 28.24 \end{bmatrix} m \cdot kN \qquad M_{u\_fis} = \begin{bmatrix} 13.179 \\ 13.179 \\ 13.179 \\ 13.179 \end{bmatrix} m \cdot kN$$

Diseño apertura de fisuras

$$Mk = \begin{bmatrix} 35.94 \\ 73.97 \\ 28.24 \\ 28.24 \end{bmatrix} m \cdot kN \qquad w_{calc} = \begin{bmatrix} 0.3 \\ 0.3 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} mm$$

Tabla de verificación del ELS fisuración

TABLA DE ARMADO DE LÁMINAS A FLEXIÓN SIMPLE CONFORME EHE-08								
Espesor [mm]	300	Ancho [mm]	500	Tipo elemento	muro_hori	rec.nom [mm]	35	
fck [MPa]	30	fyk [MPa]	500	wk_adm [mm]	0.3	k2 fisuracion	0.5	
γc	1.5	γs	1.15	fyd.c [MPa]	400	θ bielas [°]	45	als_2020
ID	Ø armado.base. tracción [mm]	separacion armado.base. tracción [cm]	Momento de fisuración flexo-tracción Mfis [kNm]	Momento en servicio que alcanza el límite de fisura M_wk.adm [kNm]	Momento en combinación cuasipermnente Mcp(kNm)	Ratio de trabajo ELS fisuración		
Cara_interior_Y	16	20	28.24	35.94	20	no_fisura		
Cara_exterior_Y	16	10	28.24	73.97	31	0.42		
Cara_interior_X	12	20	28.24	28.24	5	no_fisura		
Cara_exterior_X	12	20	28.24	28.24	5	no_fisura		

3.3. Losa inferior

Tipo de elemento: $tip := \text{“losa”}$ ["losa", "muro_vert", "muro_hori"] $juntas := 5\ m$ (solo en muro)

Solicitación para considerar armadura mínima mecánica? $sol := \text{“FLEX”}$ ("FLEX","COMP","TRAC") $N_{ed} := 0\ kN$

Cálculo de resistencias del hormigón

$h := 0.30\ m$ $b := 0.5\ m$ $r_{nom\_llosa\_inf} := 35\ mm$

$$f_{ck.j} := f_{ck} \cdot e^{s_{cemento} \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28\ day}{j}}\right)} = 30\ MPa$$

$$f_{cd} := \alpha_{cc} \cdot f_{ck.j} \cdot \gamma_c^{-1} = 20\ MPa \qquad f_{ctm} := 0.3 \cdot \left(f_{ck} \cdot MPa^{-1}\right)^{\frac{2}{3}} MPa = 2.896\ MPa$$

$$f_{ct.m.j} := f_{ctm} \cdot e^{s_{cemento} \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28\ day}{j}}\right)} = 2.896\ MPa$$

$$f_{ctm.fl} := \max\left(\left(1.6 - \frac{h}{100\ cm}\right) \cdot f_{ct.m.j}, f_{ct.m.j}\right) = 3.765\ MPa$$

Cálculo de resistencias del hormigón considerando la compresión del tablero

$$f_{ctm.fl\_N} := f_{ctm.fl} + \frac{N_{k.min}}{b \cdot h} = 3.765\ MPa$$

Cálculo de módulos de deformación del hormigón:

$$E_{cm} := 8500 \cdot \sqrt[3]{f_{ck} \cdot MPa^{-1} + 8} \cdot MPa = 28.577\ GPa$$

$$E_{cm.j} := \left(e^{s_{cemento} \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28\ day}{j}}\right)}\right)^{0.3} \cdot E_{cm} = 28.577\ GPa$$

Cálculo de la inercia bruta de la sección:

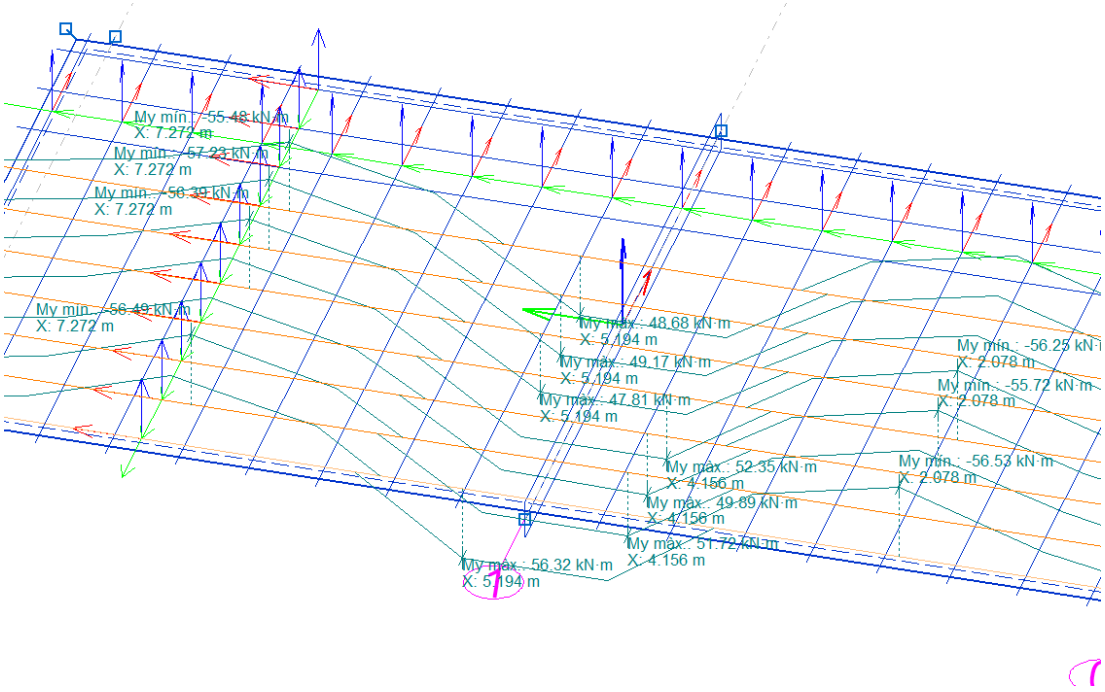
$$I := \frac{b \cdot h^3}{12} = \left(1.125 \cdot 10^5\right)\ cm^4$$

Esfuerzos en ELU:

Los esfuerzos son obtenidos mediante el software de elementos finitos CYPE 3D.
A continuación se muestran los momentos flectores obtenidos en bandas de integración de 50 cm de ancho.
Se considera una redistribución de los momentos flectores de un 15% $distr := 15\%$

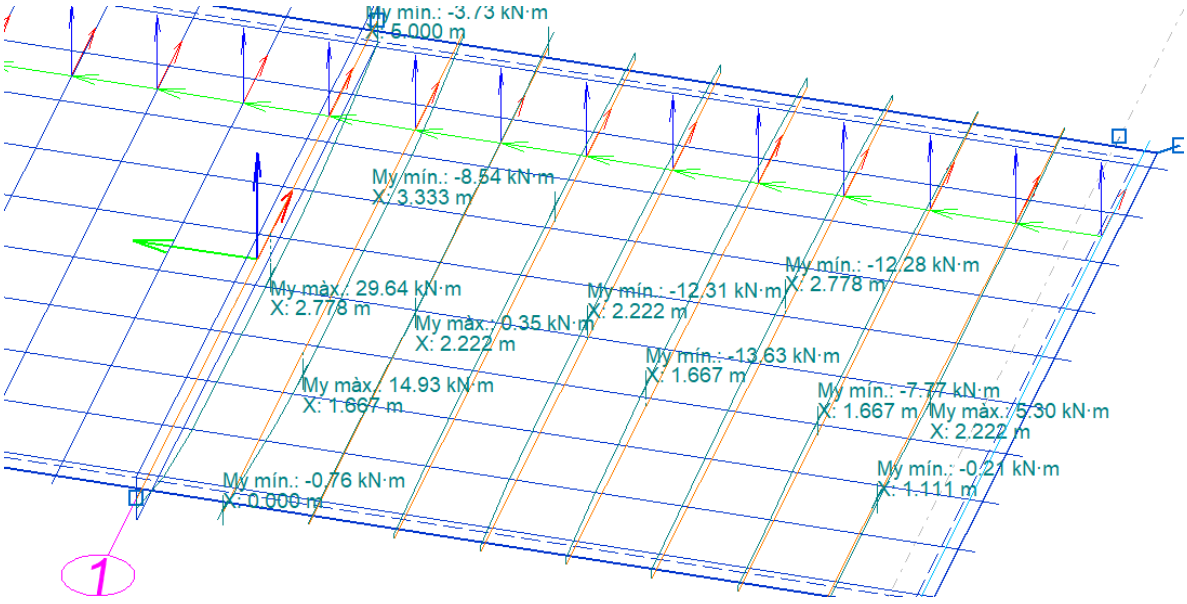
Momento flector My en ELU. (Armadura cara inferior Y) $M_{d_0} := 70\ \boldsymbol{kN \cdot m}$

Momento flector My en ELU. (Armadura cara superior Y) $M_{d_1} := \left(\left(1 + distr\right) \cdot 60\right)\ \boldsymbol{kN \cdot m}$

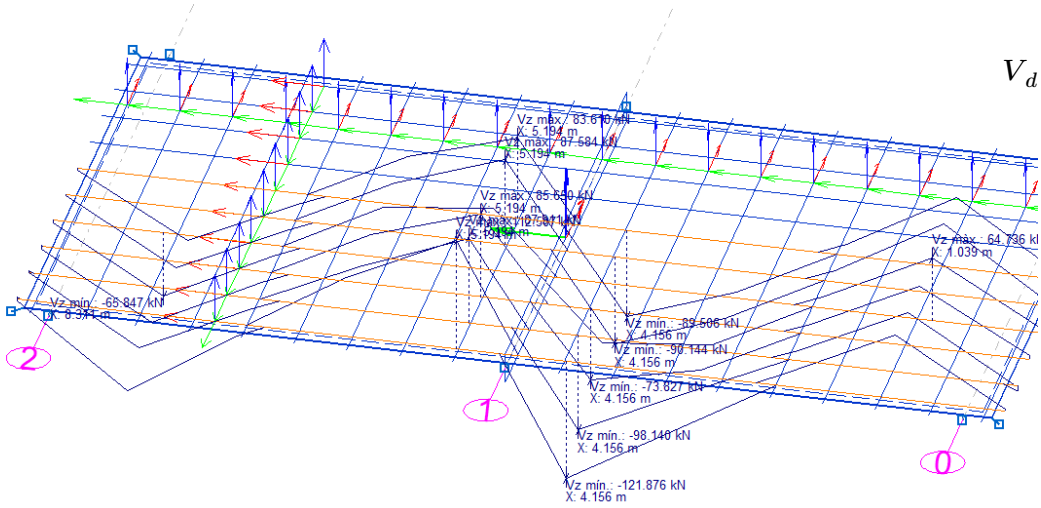


Momento flector Mx en ELU. (Armadura cara inferior X) $M_{d_2} := 30 \cdot \boldsymbol{kN \cdot m}$

Momento flector Mx en ELU. (Armadura cara superior X) $M_{d_3} := 30 \cdot \boldsymbol{kN \cdot m}$



Cortante Q de cálculo en ELU



$$V_d := \begin{bmatrix} 122\ \boldsymbol{kN} \\ 122\ \boldsymbol{kN} \\ 122\ \boldsymbol{kN} \\ 122\ \boldsymbol{kN} \end{bmatrix}$$

Verificación ELU. Dimensionamiento armado.

Armaduras transversales y longitudinales previstas:

id	ϕ_{l_base} $(\boldsymbol{mm})$	sep_{base} $(\boldsymbol{cm})$	ϕ_{l_ref} $(\boldsymbol{mm})$	$intercalar_{ref}$	ϕ_{COMP} $(\boldsymbol{mm})$	sep_{COMP} $(\boldsymbol{cm})$
"Cara_inferior_Y"	20	20	0	0	20	20
"Cara_superior_Y"	20	20	0	0	20	20
"Cara_inferior_X"	12	20	0	0	12	20
"Cara_superior_X"	12	20	0	0	12	20

Armadura de cortante:

$id\_cortante$	ϕ_v $(\boldsymbol{mm})$	$cada$ $(\boldsymbol{cm})$	n_{rv}
"Cara_inferior_Y"	8	20	3
"Cara_inferior_X"	8	20	3
"Cara_superior_Y"	8	20	3
"Cara_superior_X"	8	20	3

id : Identificación armado
ϕ_{l_base} : Diámetro armado base de tracción
sep_{base} : Separación armado base de tracción
ϕ_{l_ref} : Diámetro armado refuerzo supletorio de tracción
$intercalar_{ref}$: Barras de refuerzo intercaladas al armado
$id\_cortante$: Identificación armado cortante
$cada$: Separación entre alineación de cercos/ramas
ϕ_v : Diámetro de los cercos/ramas
n_{rv} : Número de ramas

base
ϕ_{COMP} : Diámetro armado de compresión
sep_{COMP}: Separación armado de compresión
Nota: La armadura de compresión solo se usa para el análisis de fisuración

Diseño a flexión simple EHE-08

$$M_u = \begin{bmatrix} 81.24 \\ 81.24 \\ 31.08 \\ 31.08 \end{bmatrix} \; m \cdot kN \qquad As_{disp\_tracc} = \begin{bmatrix} 7.85 \\ 7.85 \\ 2.83 \\ 2.83 \end{bmatrix} \; cm^2$$

Diseño a cortante

$$V_{u1} = \begin{bmatrix} 1.207 \cdot 10^3 \\ 1.207 \cdot 10^3 \\ 1.226 \cdot 10^3 \\ 1.226 \cdot 10^3 \end{bmatrix} \; kN \qquad V_{cu.min} = \begin{bmatrix} 90.41 \\ 90.41 \\ 91.32 \\ 91.32 \end{bmatrix} \; kN \qquad V_{cu} + V_{su} = \begin{bmatrix} 188.432 \\ 188.432 \\ 195.491 \\ 195.491 \end{bmatrix} \; kN$$

Armadura mínima

$$A_{s.min.geom.cara\_tracc} = \begin{bmatrix} 1.35 \\ 1.35 \\ 1.35 \\ 1.35 \end{bmatrix} \; cm^2 \qquad A_{s.min.mec.flex\_tracc} = \begin{bmatrix} 2.385 \\ 2.461 \\ 2.569 \\ 2.569 \end{bmatrix} \; cm^2$$

Tabla de armado transversal, longitudinal y de cortante

TABLA DE ARMADO DE LÁMINAS A FLEXIÓN SIMPLE CONFORME EHE-08

Espesor [mm]	300	Ancho [mm]	500	Tipo elemento	losa	rec.nom [mm]	35	
fck [MPa]	30	fyk [MPa]	500	wk_adm [mm]	0.3			
yc	1.5	ys	1.15	fyd.c [MPa]	400	θ bielas [°]	45	als_2020

ID	Ø armado.base.tracción [mm]	separacion armado.base.tracción [cm]	Momento de cálculo Md(kNm)	Momento último flexión simple Mu [kNm]	Ratio de trabajo armadura flexión	Armadura dispuesta (cm2)	Armadura requerida (cm2)	
Cara_inferior_Y	20	20	70	81.24	0.86	7.85	6.77	
Cara_superior_Y	20	20	69	81.24	0.85	7.85	6.67	
Cara_inferior_X	12	20	30	31.08	0.97	2.83	2.73	
Cara_superior_X	12	20	30	31.08	0.97	2.83	2.73	

ID	Cortante de cálculo **Vd** [kN]	Cortante último biela comprimida **Vu1** [kN]	Cortante para no requerir armdura de cortante **Vcu** [kN]	Cortante resistente con armadura de cortante **Vu2** [kN]	**Ratio de trabajo armadura cortante**		Armadura mínima geométrica cara traccionada **As_min.geom** [cm2]	Armadura mínima mecánica cara traccionada **As_min.mec** [cm2]
Cara_inferior_Y	122.00	1206.67	90.41	188.43	0.65		1.35	2.39
Cara_superior_Y	122.00	1206.67	90.41	188.43	0.65		1.35	2.46
Cara_inferior_X	122.00	1225.60	91.32	195.49	0.62		1.35	2.57
Cara_superior_X	122.00	1225.60	91.32	195.49	0.62		1.35	2.57

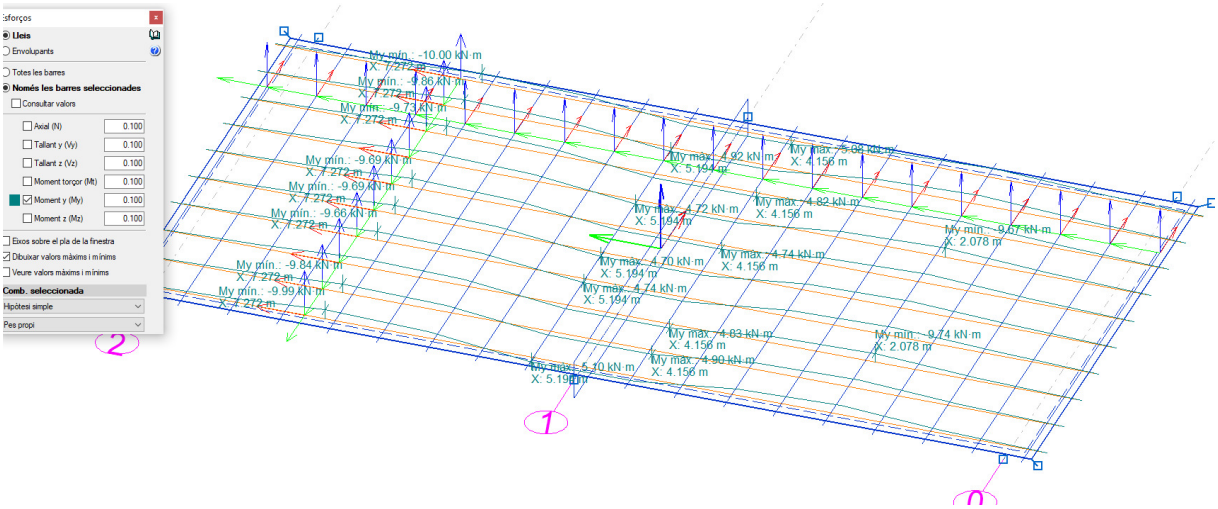
Esfuerzos E.L.S. Combinación cuasipermanente

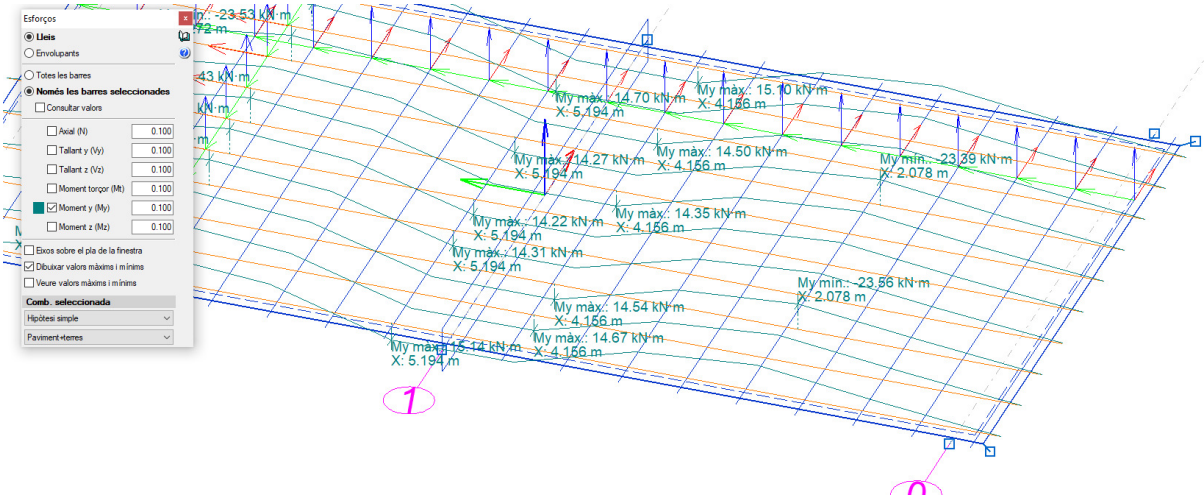
Momento flector Y en ELS cuasipermanente. (cara inferior Y)

$$M_{cp_0} := (5+16)\cdot kN\cdot m$$

Momento flector Y en ELS cuasipermanente. (cara superior y)

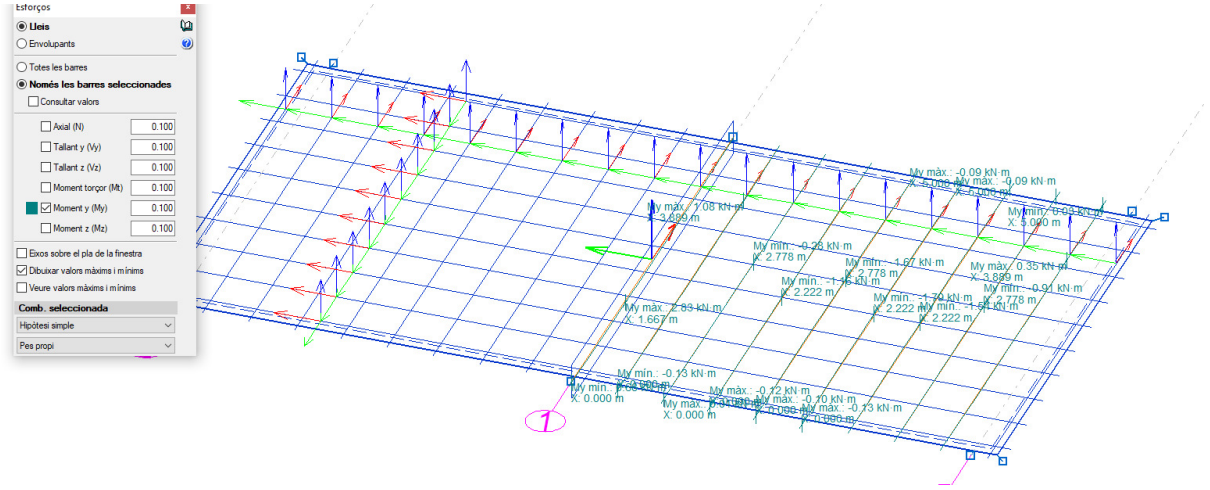
$$M_{cp_1} := (10+25)\cdot kN\cdot m$$

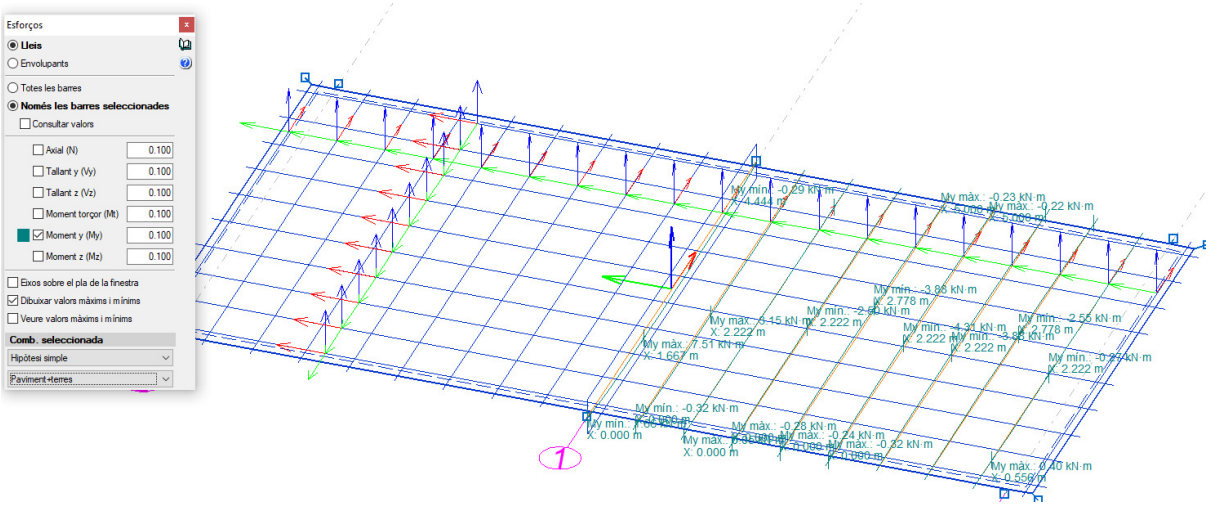




Momento flector X en ELS cuasipermanente. (cara inferior x) $M_{cp_2} := 10 \cdot kN \cdot m$

Momento flector X en ELS cuasipermanente. (cara superior x) $M_{cp_3} := 10 \cdot kN \cdot m$





Verificación ELS fisuración

Diseño a fisuración

$$M_{fis}=\begin{bmatrix}28.24\\28.24\\28.24\\28.24\end{bmatrix}\ m\cdot kN \qquad M_{u\_fis}=\begin{bmatrix}13.179\\13.179\\13.179\\13.179\end{bmatrix}\ m\cdot kN$$

Diseño apertura de fisuras

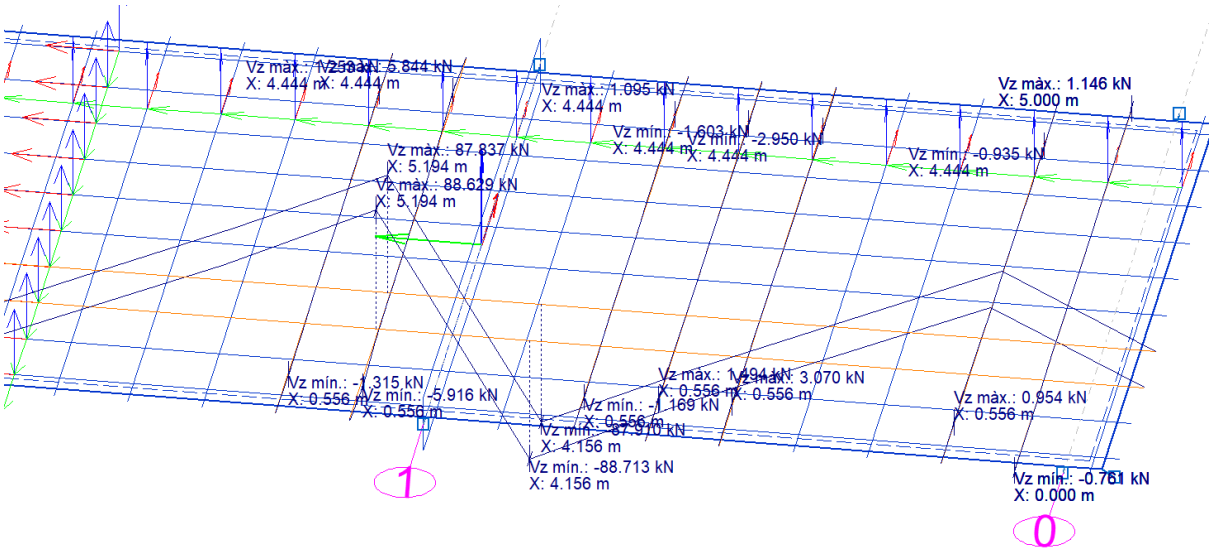
$$Mk=\begin{bmatrix}48.93\\48.93\\28.24\\28.24\end{bmatrix}\ m\cdot kN \qquad w_{calc}=\begin{bmatrix}0.3\\0.3\\0\\0\end{bmatrix}\ mm$$

Tabla de verificación del ELS fisuración

TABLA DE ARMADO DE LÁMINAS A FLEXIÓN SIMPLE CONFORME EHE-08								
Espesor [mm]	300	Ancho [mm]	500	Tipo elemento	losa	rec.nom [mm]	35	
fck [MPa]	30	fyk [MPa]	500	wk_adm [mm]	0.3	k2 fisuracion	0.5	
yc	1.5	ys	1.15	fyd.c [MPa]	400	θ bielas [°]	45	als_2020
ID	Ø armado.base. tracción [mm]	separacion armado.base. tracción [cm]	Momento de fisuración flexo-tracción Mfis [kNm]	Momento en servicio que alcanza el límite de fisura M_wk.adm [kNm]	Momento en combinación cuasipermnente Mcp(kNm)	Ratio de trabajo ELS fisuración		
Cara_inferior_Y	20	20	28.24	48.93	21	no_fisura		
Cara_superior_Y	20	20	28.24	48.93	35	0.72		
Cara_inferior_X	12	20	28.24	28.24	10	no_fisura		
Cara_superior_X	12	20	28.24	28.24	10	no_fisura		

4. PRESIONES TRANSMITIDAS AL TERRENO

Transmisión de presiones al terreno. Hipótesis de cargas núm. 3

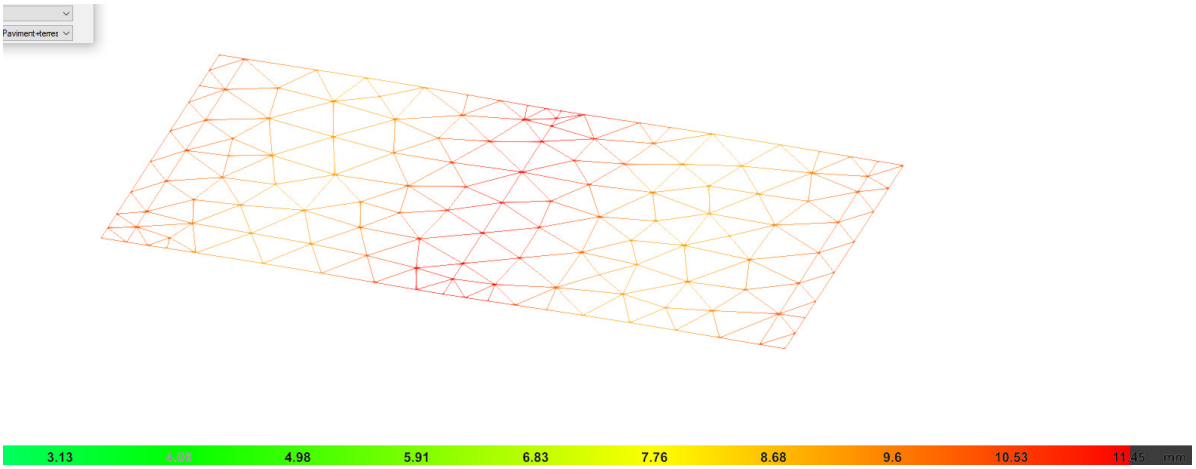


$V_z := 89\ \boldsymbol{kN}$ $V_y := 6\ \boldsymbol{kN}$

$$\sigma := \frac{V_z + V_y}{b \cdot 1\ \boldsymbol{m}} = 190\ \boldsymbol{kPa} \quad < \sigma_{adm} = 200\ \boldsymbol{kPa} \quad OK$$

5. ASIENTOS PREVISTOS

Asientos



$asiento := 15\ \boldsymbol{mm} \quad < s_{max} = 15\ \boldsymbol{mm}$

VERIFICACIÓ DEL MUR CENTRAL
MUR BIELA AMB EXCENTRICITAT DE CÀRREGA DE 5 CM

1. CARACTERÍSTICAS SECCIONALES Y MECÁNICAS

Canto de la sección: $h := 25\ cm$
Ancho de la sección: $b := 100\ cm$
Recubrimiento nominal armadura de compresión: $r_c := 90\ mm$
Recubrimiento nominal armadura de tracción: $r_t := 90\ mm$
Recubrimiento lateral: $r_l := 0\ mm$
Diámetro de la armadura de tracción: $\phi_t := 12\ mm$

Diámetro de la armadura de compresión: $\phi_c := 12\ mm$ Número de barras comprimidas: $n_c := \frac{1}{0.2}$

Diámetro cercos de cortante: $\phi_v := 12\ mm$ $cada := 20\ cm$ Número de ramas: $n_{rv} := \frac{1}{0.2} = 5$

La armadura de cortante afecta al recubrimiento? $af_v := 0$ (poner 1 si afecta, 0 si no afecta)
Disposición de filas de armado propuestas:

$filas := [1]$ $n_{barra\_fila} := \left[\frac{1}{0.2}\right]$ $\Phi := [12] \cdot mm$ $y_{barra\_fila} := r_t + \phi_v \cdot af_v + [0.5 \cdot \phi_t] = [9.6]\ cm$

Disposición de armadura de refuerzo en cara traccionada barras $\Phi_{ref} := 12\ mm$
intercalando $n_{int} := 0$ barra entre armado principal de tracción propuesto

---

Número total de barras (no cuenta refuerzo): $n_t := |n_{barra\_fila} \cdot id| = 5$
Número total de filas: $n_{filas} := id \cdot id = 1$

Separación armadura traccionada: $sep := 20\ cm$ (poner "CALC" si se quiere considerar la calculada)
Hormigón empleado $f_{ck} := 30\ MPa$ $f_{ck\_els} := 30\ MPa$ $\gamma_c := 1.5$
Acero pasivo $f_{yk} := 500\ MPa$ $\gamma_s := 1.15$
Coeficiente de cansancio del hormigón: $\alpha_{cc} := 1$ Tamaño árido $tma := 20\ mm$
Control indirecto del hormigón? $contr :=$ "NO" (poner "NO si control Estadístico (usual)" sino poner "SI" ., ver Art.86.5.6 EHE-08)
Anchura característica de fisura máxima: $w_{max} := 0.3\ mm$
Edad del hormigón para la verificación seccional: $edad := 28\ day$

Datos del tipo de cemento utilizado:
Coeficiente del tipo de cemento $s_s := 0.25$ (si cemento normal s=0.25; si cemento rápido s=0.2, si cemento lento s=0.38)
Coeficiente de retracción $\alpha_{ds1} := 4$ (si cemento normal α_{ds1} =4; si cemento rápido α_{ds1} =6, si cemento lento α_{ds1} =3)
Coeficiente de retracción $\alpha_{ds2} := 0.12$ (si cemento normal α_{ds2} =0.12; si cemento rápido α_{ds2} =0.11; si cemento lento α_{ds2} =0.13)

Parámetros adicionales de cálculo
Considerar axil en cálculo del momento de fisuración? $axil :=$ "SI"
Considerar resistencia a flexión o flexotraccion del hormigón? $flex := 1$ (poner 0 si tracción, poner 1 si flexotraccion)
Angulo bielas de compresión 45º en cortante? $bielas :=$ "NO" (poner "SI" asume 45º. Poner "NO" calcula el ángulo)
Tipo de elemento? $elemento :=$ "MURO" ("VIGA","LOSA","PILAR","MURO") $juntas := 9\ m$ (solo en muro)

Solicitación para considerar armadura mínima mecánica? $sol := \text{“FLEX”}$ ("FLEX","COMP","TRAC")

Parámetros auxiliares para el análisis de la fisuración

Coeficiente K1 (0.125 para flexión simple o 0.25 para tracción simple, poner "CALC" para calcular en función de las tensiones del hormigón) $k_1 := \text{“CALC”}$

Coeficiente k2 (1 si carga instantánea o posar 0.5 si carga duradera) $k_2 := 0.5$

Coeficiente β(1.7 si fisuración por cargas o 1.3 si fisuración por deformaciones) $\beta := 1.7$

Tener en cuenta inercia homogeneizada en cálculo de Momento de fisuración? $homo := 1$

(poner 0 si sección bruta, poner 1 si sección homogeneizada)

2. ESFUERZOS

E.L.S. cuasi-permanente *E.L.S. característico* *Esfuerzos E.L.U.*

$CASO.E.L.S.$	N_{k_cp} (kN)	M_{k_cp} $(kN \cdot m)$	N_{k_car} (kN)	M_{k_car} $(kN \cdot m)$
“Dip.ple.ELS”	1100	55	1100	55
“Dip.ple_sense_tracc”	1100	55	1100	55

$CASO$	N_{ed} (kN)	M_{ed} $(kN \cdot m)$	V_{ed} (kN)
“Dip.ple.ELU”	1500	75	100
“Dip.ple_sense_tracc.ELU”	1500	75	100

* Axil negativo indica tracción

$f := \text{if}(elemento = \text{“LOSA”} \vee elemento = \text{“MURO”}, 0, 1) = 0$

3. PARÁMETROS AUXILIARES DE CÁLCULO

Cálculo del armado dispuesto y cantos útiles

Armadura dispuesta en cara traccionada:

$$A_s := \frac{\pi}{4} \cdot \left(\Phi^2 \cdot n_{barra\_fila} + \Phi_{ref}{}^2 \cdot \left(n_{int} \cdot n_{barra\_fila_0} - f \right) \right) = 5.655 \ cm^2$$

Armadura dispuesta en cara comprimida: $A_{s'} := \frac{n_c \cdot \pi}{4} \cdot \phi_c{}^2 = 5.655 \ cm^2$

Recubrimiento mecánico armadura de tracción:

$$r_m := \left| \frac{\left| \overrightarrow{\Phi^2 \cdot n_{barra\_fila}} \cdot y_{barra\_fila} \right| + \left(\left(r_t + \phi_v \cdot af_v + \left[0.5 \cdot \Phi_{ref} \right] \right) \cdot \Phi_{ref}{}^2 \cdot \left(n_{int} \cdot n_{barra\_fila_0} - f \right) \right)}{\left| \overrightarrow{\Phi^2 \cdot n_{barra\_fila}} \cdot id \right| + \Phi_{ref}{}^2 \cdot \left(n_{int} \cdot n_{barra\_fila_0} - f \right)} \right|$$

Recubrimiento mecánico armadura de tracción: $r_m = 9.6 \ cm$

Recubrimiento mecánico armadura de compresión: $r_{m'} := r_c + \phi_v \cdot af_v + \phi_c \cdot 0.5 = 9.6 \ cm$

Canto útil armadura de tracción: $d := h - r_m = 15.4 \ cm$

Canto útil armadura de compresión: $d' := r_{m'} = 9.6 \ cm$

Cálculo de las resistencias de cálculo de los materiales a los $edad = 28 \ day$ *:*

Resistencia característica del hormigón a $edad = 28 \ day$:

$$f_{ck.j} := f_{ck} \cdot e^{s_s \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28 \ day}{edad}} \right)} = 30 \ MPa \qquad f_{ck.j\_els} := f_{ck\_els} \cdot e^{s_s \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28 \ day}{edad}} \right)} = 30 \ MPa$$

$f_{cd} := \alpha_{cc} \cdot f_{ck.j} \cdot \gamma_c^{-1} = 20\ \textbf{MPa}$

$f_{cv} := \text{if } contr = \text{“SI”} \ \| \ 15\ \textbf{MPa} \ \text{else} \ \| \ \text{if } f_{ck.j} \le 60\ \textbf{MPa} \ \| \ f_{ck.j} \ \text{else} \ \| \ 60\ \textbf{MPa} = 30\ \textbf{MPa}$

$f_{1cd} := \text{if } f_{ck} \le 60\ \textbf{MPa} \ \| \ 0.6 \cdot f_{cd} \ \text{else} \ \| \ \zeta \leftarrow \left(0.9 - \frac{f_{ck.j}}{200\ \textbf{MPa}}\right) \cdot f_{cd} \ \| \ \text{if } \zeta \le 0.5 \cdot f_{cd} \ \| \ 0.5 \cdot f_{cd} \ \text{else} \ \| \ \zeta = 12\ \textbf{MPa}$

$f_{yd} := f_{yk} \cdot \gamma_s^{-1} = 434.783\ \textbf{MPa}$

$f_{ydc} := \text{if } f_{yk} > 400\ \textbf{MPa} \ \| \ 400\ \textbf{MPa} \ \text{else} \ \| \ f_{yk} \cdot \gamma_s^{-1} = 400\ \textbf{MPa}$

Deformaciones de rotura contempladas según y valores del diagrama rectangular Art. 39.5 EHE-08

Límite elástico del acero: $E_s := 200\ \textbf{GPa}$

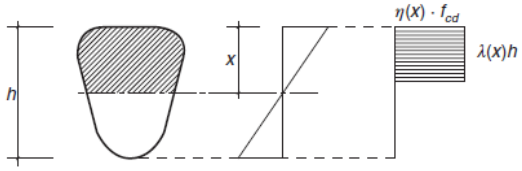
Deformación última del hormigón: $\varepsilon_{cu} := 0.0035$

Deformación de rotura del hormigón a compresión simple: $\varepsilon_{c0} := 0.0020$

Deformación de rotura acero en tracción: $\varepsilon_{s.max} := 0.01$

Deformación del acero al límite elástico: $\varepsilon_{yd} := f_{yd} \cdot \langle E_s \rangle^{-1} = 0.00217$

Intensidad del bloque de compresión: $\eta := \text{if } f_{ck.j} \le 50\ \textbf{MPa} \ \| \ 1 \ \text{else} \ \| \ 1 - \frac{\langle f_{ck.j} - 50\ \textbf{MPa} \rangle}{200\ \textbf{MPa}}$



Profundidad del rectángulo de compresiones respecto la fibra neutra:

$\lambda := \text{if } f_{ck.j} \le 50\ \textbf{MPa} \ \| \ 0.8 \ \text{else}$

$$\left\| 0.8 - \frac{\left(f_{ck.j} - 50\ \textbf{\textit{MPa}}\right)}{400\ \textbf{\textit{MPa}}} \right|$$

4. CONFECCIÓN DEL DIAGRAMA DE INTERACCIÓN EN E.L.U. A $edad = 28\ \textbf{\textit{day}}$

$M_u(x) :=$ if $x < 0 \cdot h$

$\sigma_s \leftarrow f_{yd}$

$\sigma_{s'} \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(|x| + d')}{|x| + d} \le f_{yd}$

$E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(|x| + d')}{|x| + d}$

else

f_{yd}

$N_u \leftarrow -A_s \cdot \sigma_s - A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

$Ne \leftarrow -A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$

$M_u \leftarrow Ne - N_u \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right)$

else if $x \le \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{s.max} + \varepsilon_{cu}} \cdot d$

$y \leftarrow \lambda \cdot x$

$\sigma_s \leftarrow f_{yd}$

$\sigma_{s'} \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(x - d')}{d - x} \le f_{yd}$

$E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(x - d')}{d - x}$

else

f_{yd}

$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

$Ne \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} \cdot (d - 0.5 \cdot y) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$

$M_u \leftarrow Ne - N_u \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right)$

else if $x \le \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{yd} + \varepsilon_{cu}} \cdot d$

$y \leftarrow \lambda \cdot x$

$\sigma_s \leftarrow f_{yd}$

$\sigma_{s'} \leftarrow f_{yd}$

$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

$Ne \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} \cdot (d - 0.5 \cdot y) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$

$M_u \leftarrow Ne - N_u \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right)$

else if $x \le d$

$y \leftarrow \lambda \cdot x$

$\sigma_s \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{d - x}{x} \le f_{yd}$

$E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{d - x}{x}$

else

f_{yd}

$\sigma_{s'} \leftarrow f_{yd}$

$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

$Ne \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} \cdot (d - 0.5 \cdot y) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$

$N_u(x) :=$ if $x < 0 \cdot h$

$\sigma_s \leftarrow f_{yd}$

$\sigma_{s'} \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(|x| + d')}{|x| + d} \le f_{yd}$

$E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(|x| + d')}{|x| + d}$

else

f_{yd}

$N_u \leftarrow -A_s \cdot \sigma_s - A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

else if $x \le \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{s.max} + \varepsilon_{cu}} \cdot d$

$y \leftarrow \lambda \cdot x$

$\sigma_s \leftarrow f_{yd}$

$\sigma_{s'} \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(x - d')}{d - x} \le f_{yd}$

$E_s \cdot \varepsilon_{s.max} \cdot \frac{(x - d')}{d - x}$

else

f_{yd}

$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

else if $x \le \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{yd} + \varepsilon_{cu}} \cdot d$

$y \leftarrow \lambda \cdot x$

$\sigma_s \leftarrow f_{yd}$

$\sigma_{s'} \leftarrow f_{yd}$

$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

else if $x \le d$

$y \leftarrow \lambda \cdot x$

$\sigma_s \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{d - x}{x} \le f_{yd}$

$E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{d - x}{x}$

else

f_{yd}

$\sigma_{s'} \leftarrow f_{yd}$

$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

else if $x \le h$

$y \leftarrow \lambda \cdot x$

$\sigma_s \leftarrow$ if $E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{x - d}{x} \le f_{ydc}$

$E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{x - d}{x}$

else

f_{ydc}

$\sigma_{s'} \leftarrow f_{ydc}$

$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$

$$M_u \leftarrow Ne - N_u \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right)$$

else if $x \le h$

$$y \leftarrow \lambda \cdot x$$

$$\sigma_s \leftarrow \begin{cases} E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \dfrac{x-d}{x} & \text{if } E_s \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \dfrac{x-d}{x} \le f_{ydc} \\ f_{ydc} & \text{else} \end{cases}$$

$$\sigma_{s'} \leftarrow f_{ydc}$$

$$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} + A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$$

$$Ne \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} \cdot (d - 0.5 \cdot y) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$$

$$M_u \leftarrow Ne - N_u \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right)$$

else

$$y \leftarrow h \cdot \left(1 - (1-\lambda) \cdot \frac{h}{x}\right)$$

$$\sigma_s \leftarrow \begin{cases} E_s \cdot \varepsilon_{c0} \cdot \dfrac{x-d}{x - \frac{3 \cdot h}{7}} & \text{if } E_s \cdot \varepsilon_{c0} \cdot \dfrac{x-d}{x - \frac{3 \cdot h}{7}} \le f_{ydc} \\ f_{ydc} & \text{else} \end{cases}$$

$$\sigma_{s'} \leftarrow f_{ydc}$$

$$N_u \leftarrow \left(1 - (1-\eta) \cdot \frac{h}{x}\right) \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} + A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$$

$$Ne \leftarrow \left(1 - (1-\eta) \cdot \frac{h}{x}\right) \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} \cdot (0.5\, y - d') + A_s \cdot \sigma_s \cdot (d - d')$$

$$M_u \leftarrow -Ne + N_u \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right)$$

$$N_u \leftarrow \eta \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} + A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$$

else

$$y \leftarrow h \cdot \left(1 - (1-\lambda) \cdot \frac{h}{x}\right)$$

$$\sigma_s \leftarrow \begin{cases} E_s \cdot \varepsilon_{c0} \cdot \dfrac{x-d}{x - \frac{3 \cdot h}{7}} & \text{if } E_s \cdot \varepsilon_{c0} \cdot \dfrac{x-d}{x - \frac{3 \cdot h}{7}} \le f_{ydc} \\ f_{ydc} & \text{else} \end{cases}$$

$$\sigma_{s'} \leftarrow f_{ydc}$$

$$N_u \leftarrow \left(1 - (1-\eta) \cdot \frac{h}{x}\right) \cdot b \cdot y \cdot f_{cd} + A_s \cdot \sigma_s + A_{s'} \cdot \sigma_{s'}$$

NOTA: Se considera que para los dominios de rotura 4a y5 la tensión de las armaduras comprimidas no excede 400MPa.

Puntos característicos del diagrama de interacción

Los puntos indicados seguidamente son las distintas profundidades de la fibra neutra a medida que se va cambiando de dominio de deformación, desde los rangos -∞ a + ∞

$$x_{car} := \begin{bmatrix} -1 \cdot h \\ 0\ \boldsymbol{m} \\ \dfrac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{s.max} + \varepsilon_{cu}} \cdot d \\ \dfrac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{yd} + \varepsilon_{cu}} \cdot d \\ d \\ h \\ 100\ h \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -250 \\ 0 \\ 39.926 \\ 94.996 \\ 154 \\ 250 \\ 25000 \end{bmatrix} \boldsymbol{mm} \qquad i := 0 \,..\, (\text{length}(x_{car}) - 1)$$

$$M_{u\_x.car_i} := \text{for } j \in 0 \,..\, (\text{length}(x_{car}) - 1) \; M_u\left(x_{car_i}\right)$$

$$\begin{bmatrix} 0 \\ -13.316 \\ 60.658 \end{bmatrix}$$

$$N_{u\_x.car_i} := \text{for } j \in 0 \,..\, (\text{length}(x_{car}) - 1) \; N_u\left(x_{car_i}\right)$$

$$\begin{bmatrix} -491.728 \\ -950.886 \\ 162.988 \end{bmatrix}$$

$$M_{u\_x.car} = \begin{bmatrix} 60.058 \\ 146.497 \\ 163.348 \\ 102.152 \\ 1.26 \end{bmatrix} \boldsymbol{m \cdot kN} \qquad N_{u\_x.car} = \begin{bmatrix} -102.988 \\ 1519.939 \\ 2709.864 \\ 4378.197 \\ 5441.964 \end{bmatrix} \boldsymbol{kN}$$

Cálculo de los ratios de trabajo de la sección para cada par de esfuerzos

Discretización: $N := 3000 \quad j := 0 .. N-1 \quad x_j := -1\ h + \frac{j}{N-1} \cdot 50\ h$

$$M_{U_j} := \text{for } z \in 0 .. N-1 \left\| M_u\left(x_j\right) \right.$$

$$N_{U_j} := \text{for } z \in 0 .. N-1 \left\| N_u\left(x_j\right) \right.$$

$w := 0 .. \text{length}\left(M_{ed}\right) - 1$

$\text{length}\left(M_{ed}\right) - 1 = 1$

Distancias eje vertical igualdad de axil

$$x_{N_w} := \text{for } t \in 0 .. \text{length}\left(N_{ed}\right) - 1 \left\| \begin{array}{l} \text{for } z \in 0 .. N-1 \\ \quad \text{if } N_{ed_w} \le N_{U_z} \\ \quad\quad pos \leftarrow z \\ \quad\quad \text{break} \\ x_{pos} \end{array} \right.$$

$$M_u\left(x_{N_w}\right) = \begin{bmatrix} 147.053 \\ 147.053 \end{bmatrix} \boldsymbol{m \cdot kN} \qquad M_{ed_w} = \begin{bmatrix} 75 \\ 75 \end{bmatrix} \boldsymbol{m \cdot kN}$$

$$Ratio_{momento_w} := \frac{M_{ed_w}}{M_u\left(x_{N_w}\right) + 10^{-6} \cdot \boldsymbol{m \cdot kN}} = \begin{bmatrix} 0.51 \\ 0.51 \end{bmatrix} \qquad N_u\left(x_{N_w}\right) = \begin{bmatrix} 1541.549 \\ 1541.549 \end{bmatrix} \boldsymbol{kN} \quad N_{ed_w} = \begin{bmatrix} 1500 \\ 1500 \end{bmatrix} \boldsymbol{kN}$$

Distancias eje horizontal izquierdo a igualdad de momento

$$x_{M_w} := \text{for } t \in 0 .. \text{length}\left(M_{ed}\right) - 1 \left\| \begin{array}{l} \text{for } z \in 0 .. N-1 \\ \quad \text{if } M_{ed_w} \le M_{U_z} \\ \quad\quad pos \leftarrow z \\ \quad\quad \text{break} \\ x_{pos} \end{array} \right.$$

$$M_u\left(x_{M_w}\right) = \begin{bmatrix} 86.625 \\ 86.625 \end{bmatrix} \boldsymbol{m \cdot kN} \qquad M_{ed_w} = \begin{bmatrix} 75 \\ 75 \end{bmatrix} \boldsymbol{m \cdot kN}$$

$$Distancia_{axil.1_w} := N_{ed_w} - N_u\left(x_{M_w}\right) = \begin{bmatrix} 831.777 \\ 831.777 \end{bmatrix} \boldsymbol{kN} \qquad N_u\left(x_{M_w}\right) = \begin{bmatrix} 668.223 \\ 668.223 \end{bmatrix} \boldsymbol{kN} \qquad N_{ed_w} = \begin{bmatrix} 1500 \\ 1500 \end{bmatrix} \boldsymbol{kN}$$

Distancias eje horizontal derecho a igualdad de momento

$$x_{MM_w} := \text{for } t \in 0 .. \text{length}\left(M_{ed}\right) - 1 \left| \begin{array}{l} \text{for } z \in N-1 .. 0 \\ \quad \text{if } M_{ed_w} \le M_{U_z} \\ \quad\quad pos \leftarrow z \\ \quad\quad \text{break} \\ x_{pos} \end{array} \right.$$

$$M_u\left(x_{MM_w}\right) = \begin{bmatrix} 75.484 \\ 75.484 \end{bmatrix} \boldsymbol{m \cdot kN} \qquad M_{ed_w} = \begin{bmatrix} 75 \\ 75 \end{bmatrix} \boldsymbol{m \cdot kN}$$

$$Distancia_{axil.2_w} := N_u\left(x_{MM_w}\right) - N_{ed_w} = \begin{bmatrix} 3221.65 \\ 3221.65 \end{bmatrix} \boldsymbol{kN} \qquad N_u\left(x_{MM_w}\right) = \begin{bmatrix} 4721.65 \\ 4721.65 \end{bmatrix} \boldsymbol{kN} \qquad N_{ed_w} = \begin{bmatrix} 1500 \\ 1500 \end{bmatrix} \boldsymbol{kN}$$

$$Ratio_{axil_w} := \frac{\max\left(Distancia_{axil.2_w}, Distancia_{axil.1_w}\right)}{Distancia_{axil.2_w} + Distancia_{axil.1_w} + 10^{-3}\ \boldsymbol{N}} = \begin{bmatrix} 0.795 \\ 0.795 \end{bmatrix}$$

$$Ratio_{ELU_w} := \left| \begin{array}{l} \text{if } \max\left(Ratio_{momento_w}\right) \le 100 \wedge \max\left(Ratio_{axil_w}\right) \le 100 \\ \quad \max\left(Ratio_{axil_w}, Ratio_{momento_w}\right) \\ \text{else if } \max\left(Ratio_{momento_w}\right) > 100 \wedge \max\left(Ratio_{axil_w}\right) \le 100 \\ \quad Ratio_{axil_w} \\ \text{else if } \max\left(Ratio_{momento_w}\right) \le 100 \wedge \max\left(Ratio_{axil_w}\right) > 100 \\ \quad Ratio_{momento_w} \\ \text{else} \\ \quad min\left(Ratio_{axil_w}, Ratio_{momento_w}\right) \end{array} \right. = \begin{bmatrix} 79.48\% \\ 79.48\% \end{bmatrix}$$

5. ANÁLISIS DE FISURACIÓN POR FLEXOCOMPRESIÓN EN E.L.S. CASO FLECTOR MÁXIMO PARA $edad = 28$ **day**

Las tensiones en servicio se obtendrán a partir de plantear el equilibrio seccional, despreciando la capacidad a tracción del hormigón.

Se considera un momento de fisuración considerando la influencia del esfuerzo axil si procede ($axil =$ "SI") aunque las tensiones se calcularán sin considerar dicho esfuerzo axil.

Esfuerzos considerados en caso de flector máximo en E.L.S.

Momento flector: $M_{k1.cp} := M_{k\_cp_0} = 55$ **m·kN**

Axil: $N_{k1.cp} := N_{k\_cp_0} = 1100$ **kN**

Cantos útiles:

Canto útil para armado traccionado: $d = 15.4$ **cm**
Canto útil para armado comprimido: $d' = 9.6$ **cm**

Parámetros de cálculo del hormigón a los j días:

$$f_{ctm} := 0.3 \cdot \left(f_{ck.j\_els} \cdot \mathbf{MPa}^{-1}\right)^{\frac{2}{3}} \mathbf{MPa} = 2.896 \ \mathbf{MPa}$$

Se considera el cálculo a flexo-compresión: $flex = 1$

$$f_{ctm.flcomp}(N) := \begin{cases} \max\left(\left(1.6 - \frac{h}{100\ \mathbf{cm}}\right) \cdot flex \cdot f_{ctm}, f_{ctm}\right) + \frac{N}{b \cdot h} & \text{if } axil = \text{"SI"} \\ \max\left(\left(1.6 - \frac{h}{100\ \mathbf{cm}}\right) \cdot flex \cdot f_{ctm}, f_{ctm}\right) + \frac{N \cdot 0}{b \cdot h} & \text{else} \end{cases}$$

$$s_t := \begin{cases} \dfrac{b - 2 \cdot r_l - 2 \cdot \phi_v \cdot af_v - \phi_t \cdot \frac{n_t}{n_{filas}}}{\frac{n_t}{n_{filas}} - 1} & \text{if } sep = \text{"CALC"} \\ sep & \text{else} \end{cases} = 20 \ \mathbf{cm}$$

$$E_{cm} := 8500 \cdot \sqrt[3]{f_{ck.j\_els} \cdot \mathbf{MPa}^{-1} + 8} \cdot \mathbf{MPa} = 28.577 \ \mathbf{GPa}$$

Coeficiente de relación entre módulos elásticos: $n := \frac{E_s}{E_{cm}} = 6.999$ $\quad I_{bruta} := \frac{b \cdot h^3}{12} = 130208.333 \ \mathbf{cm}^4$

$$cdg_{secc} := \frac{b \cdot h \cdot 0.5 \cdot h + \left(A_{s'} \cdot (h - d') + A_s \cdot r_m\right) \cdot (n - 1)}{b \cdot h + \left(A_{s'} + A_s\right) \cdot (n - 1)} = 0.125 \ \mathbf{m}$$

$$I_{homo} := I_{bruta} + \left(\frac{\pi \cdot \left(\Phi^4 \cdot n_{barra\_fila} + \phi_c{}^4 \cdot n_c + \Phi_{ref}{}^4 \cdot n_{barra\_fila_0} \cdot (n_{int})\right)}{64} \right. \\ \left. + A_{s'} \cdot \left((h - d') - cdg_{secc}\right)^2 + A_s \cdot \left(d - cdg_{secc}\right)^2 \right) \cdot (n - 1) = 130785.003 \ \mathbf{cm}^4$$

$$\frac{I_{homo}}{I_{bruta}} = 1.004$$

Cálculo del momento de fisuración:

$$M_{fis}(N) := f_{ctm.flcomp}(N) \cdot \mathbf{if}\left(homo = 0, \frac{b \cdot h^2}{6}, \frac{I_{homo}}{min\left(\left|cdg_{secc}\right|, \left|h - cdg_{secc}\right|\right)}\right) \qquad homo = 1$$

$$M_{fis}(N_{k1.cp}) = 86.948 \ \mathbf{m \cdot kN}$$

Cálculo de fibra neutra y tensiones en hormigón y acero a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones

$f := 0.5 \cdot d \qquad \sigma_{s'} := 80\ \textbf{MPa} \qquad \sigma_s := 100\ \textbf{MPa} \qquad \sigma_c := 10\ \textbf{MPa}$

$$N_{k1.cp} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} - A_s \cdot \sigma_s$$

$$M_{k1.cp} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} \cdot \left(d - \frac{f}{3}\right) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$$

$$\sigma_s = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(d - f)}{f}$$

$$\sigma_{s'} = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(f - d')}{f}$$

$$\begin{bmatrix} f \\ \sigma_c \\ \sigma_s \\ \sigma_{s'} \end{bmatrix} := \text{find}(f, \sigma_c, \sigma_s, \sigma_{s'}) = \begin{bmatrix} 0.31\ \textbf{m} \\ 6876012.966\ \textbf{Pa} \\ -24254903.912\ \textbf{Pa} \\ 33244209.02\ \textbf{Pa} \end{bmatrix}$$

Profundidad de la fibra neutra: $f = 31.05\ \textbf{cm} \quad \frac{f}{d} = 2.016$

Compresión en el hormigón: $\sigma_c = 6.876\ \textbf{MPa}$

Compresión en armadura de compresión: $\sigma_{s'} = 33.244\ \textbf{MPa}$

Tracción en la armadura de tracción: $\sigma_s = -24.255\ \textbf{MPa}$

Cálculo de la tracción en armadura traccionada en el momento que fisura la sección, a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones

$f_r := 0.5 \cdot d \qquad \sigma_{s'r} := 80\ \textbf{MPa} \qquad \sigma_{sr} := 100\ \textbf{MPa} \qquad \sigma_{cr} := 10\ \textbf{MPa}$

$$N_{k1.cp} = \frac{\sigma_{cr} \cdot f_r \cdot b}{2} + A_{s'} \cdot \sigma_{s'r} - A_s \cdot \sigma_{sr}$$

$$M_{fis}(N_{k1.cp}) = \frac{\sigma_{cr} \cdot f_r \cdot b}{2} \cdot \left(d - \frac{f_r}{3}\right) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'r} \cdot (d - d')$$

$$\sigma_{sr} = n \cdot \sigma_{cr} \cdot \frac{(d - f_r)}{f_r}$$

$$\sigma_{s'r} = n \cdot \sigma_{cr} \cdot \frac{(f_r - d')}{f_r}$$

$$\begin{bmatrix} f_r \\ \sigma_{cr} \\ \sigma_{sr} \\ \sigma_{s'r} \end{bmatrix} := \text{find}(f_r, \sigma_{cr}, \sigma_{sr}, \sigma_{s'r}) = \begin{bmatrix} 0.221\ \textbf{m} \\ 9653713.425\ \textbf{Pa} \\ -20486048.853\ \textbf{Pa} \\ 38216447.208\ \textbf{Pa} \end{bmatrix}$$

Tensión de la armadura en sección fisurada en instante que fisura el hormigón para M_{fis}: $\sigma_{sr} = -20.486\ \textbf{MPa}$

Parámetros auxiliares para el análisis de la fisuración

Coeficiente K1

$$\varepsilon_1 := \frac{\sigma_s}{E_s} = -1.213 \cdot 10^{-4} \qquad \varepsilon_2 := \text{if } \sigma_{s'} > 0 \cdot MPa \;\; 0 \;\; \text{else} \;\; \frac{-\sigma_{s'}}{E_s} = 0$$

$$k_1 := \text{if } k_1 = \text{“CALC”} \;\; min\left(\frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{8 \cdot \varepsilon_1}, 0.25\right) \;\; \text{else} \;\; k_1 = 0.125$$

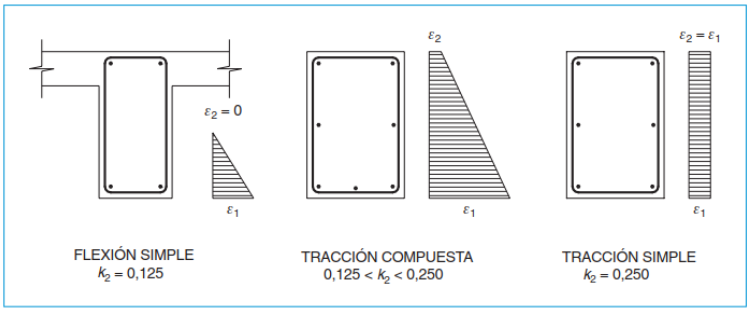


Figura 49.2.4.a.

$$k_1 = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{8\varepsilon_1}$$

Parámetros auxiliares para el análisis de la fisuración

Coeficiente K1 (0.125 para flexión simple o 0.25 para tracción simple) $k_1 = 0.125$

Coeficiente k2 (1 si carga instantánea o posar 0.5 si carga duradera) $k_2 = 0.5$

Coeficiente β (1.7 si fisuración por cargas o 1.3 si fisuración por deformaciones) $\beta = 1.7$

Recubrimiento hasta tocar la barra longitudinal: $c := r_c + \phi_v \cdot af_v = 9\ cm$

Diámetro de las barras de armado de tracción: $\phi_t = 12\ mm$

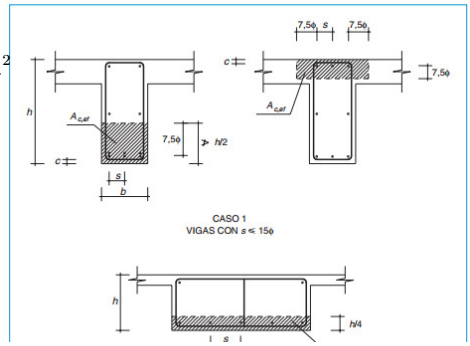
Separación de las barras de armado de tracción: $s_t = 20\ cm$

Cálculo del área de hormigón en la zona del recubrimiento

Si es viga de alma estrecha en negativos poner "0"
Si es viga de alma estrecha en positivos poner "1"
Si es viga de alma ancha, losa o muro poner "2"

$$A_{c.ef} := 2$$

$$A_{c.eff} := \text{if } A_{c.ef} = 0 \;\; A_{c.eff} \leftarrow 7.5 \cdot \phi_t \cdot \left(b + 2 \cdot 7.5 \cdot \phi_t\right) \;\; \text{else if } A_{c.ef} = 1 \;\; A_{c.eff} \leftarrow \text{if } 7.5 \cdot \phi_t \le \frac{h}{2} \;\; A_{c.eff} \leftarrow 7.5 \cdot \phi_t \cdot b \;\; \text{else} \;\; b = 562.5\ cm^2$$



$$A_{c.eff} \leftarrow \frac{h}{2} \cdot b$$

else if $A_{c.ef} = 2$

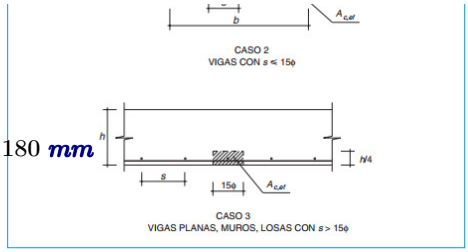
$$A_{c.eff} \leftarrow \text{if } s_t \le 15 \cdot \phi_t$$

$$A_{c.eff} \leftarrow \frac{h}{4} \cdot b$$

else

$$A_{c.eff} \leftarrow \frac{h}{4} \cdot 15 \cdot \phi_t \cdot n_{barra\_fila_0} \cdot (1 + n_{int})$$

$$s := \text{if } s_t > 15 \cdot \phi_t \quad s \leftarrow 15 \cdot \phi_t \quad \text{else} \quad s \leftarrow s_t \quad = 180\ mm$$



Área de les armaduras situadas dentro del área eficaz $A_{s.ef} := A_s = 5.655\ cm^2$

Cálculo de la separación media de fisuras

$$s_m := 2 \cdot c + 0.2 \cdot s + 0.4 \cdot k_1 \cdot \frac{\phi_t \cdot A_{c.eff}}{A_{s.ef}} = 275.683\ mm$$

Cálculo del alargamiento medio de las armaduras

$$\varepsilon_{sm.o} := \text{if } \sigma_s \ge 0 \quad \frac{\sigma_s}{200\ GPa} \cdot \left(1 - k_2 \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s}\right)^2\right) \quad \text{else} \quad 0 \quad = 0$$

$$\varepsilon_{sm} := \text{if } \varepsilon_{sm.o} \ge 0.4 \cdot \frac{\sigma_s}{200\ GPa} \quad \varepsilon_{sm} \leftarrow \varepsilon_{sm.o} \quad \text{else} \quad \varepsilon_{sm} \leftarrow 0.4 \cdot \frac{\sigma_s}{200\ GPa} \quad = 0$$

Cálculo de la apertura característica de fisura

$$\omega_{k\_1} := \text{if } M_{k1.cp} > M_{fis}(N_{k1.cp}) \quad \beta \cdot s_m \cdot \varepsilon_{sm} \quad \text{else} \quad 0\ mm \quad = 0\ mm$$

6. ANÁLISIS DE FISURACIÓN POR FLEXOCOMPRESIÓN EN E.L.S. CASO AXIL MÁXIMO PARA $edad = 28$ **day**

Las tensiones en servicio se obtendrán a partir de plantear el equilibrio seccional, despreciando la capacidad a tracción del hormigón.

Se considera un momento de fisuración considerando la influencia del esfuerzo axil aunque las tensiones se calcularán sin considerar dicho esfuerzo axil.

Esfuerzos considerados en caso de flector máximo en E.L.S.

Momento flector: $M_{k2.cp} := M_{k\_cp_1} = 55$ **m·kN**

Axil: $N_{k2.cp} := N_{k\_cp_1} = 1100$ **kN**

Cálculo del momento de fisuración en flexo-compresión:

$M_{fis}(N_{k2.cp}) = 86.948$ **m·kN**

Cálculo de fibra neutra y tensiones en hormigón y acero a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones

$f := 0.5 \cdot d \qquad \sigma_{s'} := 80$ **MPa** $\qquad \sigma_s := 100$ **MPa** $\qquad \sigma_c := 10$ **MPa**

$$N_{k2.cp} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} - A_s \cdot \sigma_s$$

$$M_{k2.cp} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} \cdot \left(d - \frac{f}{3}\right) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$$

$$\sigma_s = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(d - f)}{f}$$

$$\sigma_{s'} = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(f - d')}{f}$$

$$\begin{bmatrix} f \\ \sigma_c \\ \sigma_s \\ \sigma_{s'} \end{bmatrix} := \text{find}(f, \sigma_c, \sigma_s, \sigma_{s'}) = \begin{bmatrix} 0.31 \text{ m} \\ 6876012.966 \text{ Pa} \\ -24254903.912 \text{ Pa} \\ 33244209.02 \text{ Pa} \end{bmatrix}$$

Profundidad de la fibra neutra: $f = 31.05$ **cm** $\quad \frac{f}{d} = 2.016$

Compresión en el hormigón: $\sigma_c = 6.876$ **MPa**

Compresión en armadura de compresión: $\sigma_{s'} = 33.244$ **MPa**

Tracción en la armadura de tracción: $\sigma_s = -24.255$ **MPa**

Cálculo de la tracción en armadura traccionada en el momento que fisura la sección, a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones

$f_r := 0.5 \cdot d$ $\sigma_{s'r} := 80\ MPa$ $\sigma_{sr} := 100\ MPa$ $\sigma_{cr} := 10\ MPa$

$$N_{k2.cp} = \frac{\sigma_{cr} \cdot f_r \cdot b}{2} + A_{s'} \cdot \sigma_{s'r} - A_s \cdot \sigma_{sr}$$

$$M_{fis}\left(N_{k2.cp}\right) = \frac{\sigma_{cr} \cdot f_r \cdot b}{2} \cdot \left(d - \frac{f_r}{3}\right) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'r} \cdot \left(d - d'\right)$$

$$\sigma_{sr} = n \cdot \sigma_{cr} \cdot \frac{\left(d - f_r\right)}{f_r}$$

$$\sigma_{s'r} = n \cdot \sigma_{cr} \cdot \frac{\left(f_r - d'\right)}{f_r}$$

$$\begin{bmatrix} f_r \\ \sigma_{cr} \\ \sigma_{sr} \\ \sigma_{s'r} \end{bmatrix} := \text{find}\left(f_r, \sigma_{cr}, \sigma_{sr}, \sigma_{s'r}\right) = \begin{bmatrix} 0.221\ m \\ 9653713.425\ Pa \\ -20486048.853\ Pa \\ 38216447.208\ Pa \end{bmatrix}$$

Tensión de la armadura en sección fisurada en instante que fisura el hormigón para M_{fis}:
$\sigma_{sr} = -20.486\ MPa$

Coeficiente K1

$\varepsilon_1 := \frac{\sigma_s}{E_s} = -1.213 \cdot 10^{-4}$

$$\varepsilon_2 := \begin{cases} 0 & \text{if } \sigma_{s'} > 0 \cdot MPa \\ \frac{-\sigma_{s'}}{E_s} & \text{else} \end{cases} = 0$$

$$k_1 := \begin{cases} min\left(\frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{8 \cdot \varepsilon_1}, 0.25\right) & \text{if } k_1 = \text{“CALC”} \\ k_1 & \text{else} \end{cases} = 0.125$$

$A_{c.eff} = 562.5\ cm^2$ $s = 180\ mm$

Área de les armaduras situadas dentro del área eficaz $A_{s.ef} = 5.655\ cm^2$

Cálculo de la separación media de fisuras

$$s_m := 2 \cdot c + 0.2 \cdot s + 0.4 \cdot k_1 \cdot \frac{\phi_t \cdot A_{c.eff}}{A_{s.ef}} = 275.683\ mm$$

Cálculo del alargamiento medio de las armaduras

$$\varepsilon_{sm.o} := \text{if } \sigma_s \geq 0 \left\| \frac{\sigma_s}{200\ \textbf{GPa}} \cdot \left(1 - k_2 \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s}\right)^2\right) \right. \text{else} \left\| 0 \right. = 0$$

$$\varepsilon_{sm} := \text{if } \varepsilon_{sm.o} \geq 0.4 \cdot \frac{\sigma_s}{200\ \textbf{GPa}} \left\| \varepsilon_{sm} \leftarrow \varepsilon_{sm.o} \right. \text{else} \left\| \varepsilon_{sm} \leftarrow 0.4 \cdot \frac{\sigma_s}{200\ \textbf{GPa}} \right. = 0$$

Cálculo de la apertura característica de fisura

$$\omega_{k\_2} := \text{if } M_{k2.cp} > M_{fis}\left(N_{k2.cp}\right) \left\| \beta \cdot s_m \cdot \varepsilon_{sm} \right. \text{else} \left\| 0\ \textbf{mm} \right. = 0\ \textbf{mm}$$

7. ANÁLISIS DE LA FISURACIÓN DE LA SECCIÓN POR MICROCOMPRESIÓN PARA $edad = 28\ \textbf{day}$

$f_{ck.j\_els} = 30\ \textbf{MPa}$

Esfuerzos en servicio combinación característica caso de máximo flector:

$$N_{k1} := N_{k\_car_0} = 1100\ \textbf{kN} \qquad M_{k1} := M_{k\_car_0} = 55\ \textbf{m} \cdot \textbf{kN}$$

Esfuerzos en servicio combinación característica caso de máximo axil:

$$N_{k2} := N_{k\_car_1} = 1100\ \textbf{kN} \qquad M_{k2} := M_{k\_car_1} = 55\ \textbf{m} \cdot \textbf{kN}$$

Cálculo de fibra neutra y tensiones en hormigón y acero a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones. Caso flector máximo

$$f := 0.5 \cdot d \qquad \sigma_{s'} := 80\ \textbf{MPa} \qquad \sigma_s := 100\ \textbf{MPa} \qquad \sigma_c := 10\ \textbf{MPa}$$

$$N_{k1} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} - A_s \cdot \sigma_s$$

$$M_{k1} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} \cdot \left(d - \frac{f}{3}\right) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot \left(d - d'\right)$$

$$\sigma_s = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(d - f)}{f}$$

$$\sigma_{s'} = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(f - d')}{f}$$

$$\begin{bmatrix} f \\ \sigma_c \\ \sigma_s \\ \sigma_{s'} \end{bmatrix} := \text{find}\left(f, \sigma_c, \sigma_s, \sigma_{s'}\right) = \begin{bmatrix} 0.31\ \textbf{m} \\ 6876012.966\ \textbf{Pa} \\ -24254903.912\ \textbf{Pa} \\ 33244209.02\ \textbf{Pa} \end{bmatrix}$$

Compresión en el hormigón: $\sigma_{c1} := \sigma_c = 6.876\ \textbf{MPa}$

Cálculo de fibra neutra y tensiones en hormigón y acero a partir de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones. Caso axil máximo

$f := 0.5 \cdot d \qquad \sigma_{s'} := 80\ \textbf{MPa} \qquad \sigma_s := 100\ \textbf{MPa} \qquad \sigma_c := 10\ \textbf{MPa}$

$$N_{k2} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} - A_s \cdot \sigma_s$$

$$M_{k2} = \frac{\sigma_c \cdot f \cdot b}{2} \cdot \left(d - \frac{f}{3}\right) + A_{s'} \cdot \sigma_{s'} \cdot (d - d')$$

$$\sigma_s = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(d - f)}{f}$$

$$\sigma_{s'} = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(f - d')}{f}$$

$$\begin{bmatrix} f \\ \sigma_c \\ \sigma_s \\ \sigma_{s'} \end{bmatrix} := \text{find}\left(f, \sigma_c, \sigma_s, \sigma_{s'}\right) = \begin{bmatrix} 0.31\ \textbf{m} \\ 6876012.966\ \textbf{Pa} \\ -24254903.912\ \textbf{Pa} \\ 33244209.02\ \textbf{Pa} \end{bmatrix}$$

Compresión en el hormigón: $\sigma_{c2} := \sigma_c = 6.876\ \textbf{MPa}$

8. DEFINICIÓN DE LA FUNCIÓN DE VERIFICACIÓN A CORTANTE EN E.L.U. PARA $edad = 28\ \textbf{day}$

Análisis del agotamiento del hormigón por compresión oblicua Vu1 y por tracción en el alma Vcu

Se considera un ángulo respecto la directriz de la pieza con el armado de cortante $\alpha := 90\ °$
Se considera una estructura con influencia del esfuerzo axil.

$$\varepsilon_x(M, N, V) := \frac{\dfrac{\max(M, 0.9 \cdot d \cdot V)}{0.9 \cdot d} + V - 0.5 \cdot N}{2 \cdot (A_s + A_{s'}) \cdot 200\ \textbf{GPa}} \cdot 1000$$

$$\varepsilon_x(M, N, V)\ \text{if}\ \varepsilon_x(M, N, V) \le 0 \ \Big\|\ 0 \ \text{else} \ \Big\|\ \varepsilon_x(M, N, V)$$

$$\theta(M, N, V) := \text{if}\ bielas = \text{“SI”} \ \Big\|\ 45\ ° \ \text{else} \ \Big\|\ (\varepsilon_x(M, N, V) \cdot 7 + 29)\ °$$

$$\sigma'_{cd}(N) := \text{if}\ \frac{N - A_{s'} \cdot f_{ydc}}{b \cdot h} \le 0.3 \cdot f_{cd} \ \Big\|\ \frac{N - A_{s'} \cdot f_{ydc}}{b \cdot h} \ \text{else} \ \Big\|\ 0.3 \cdot f_{cd}$$

$$K(N) := \text{if}\ \sigma'_{cd}(N) \le 0 \ \Big\|\ 1 \ \text{else if}\ \sigma'_{cd}(N) \le 0.25 \cdot f_{cd} \ \Big\|\ 1 + \frac{\sigma'_{cd}(N)}{f_{cd}} \ \text{else if}\ \sigma'_{cd}(N) \le 0.5 \cdot f_{cd} \ \Big\|\ 1.25 \ \text{else} \ \Big\|\ 2.5 \cdot \left(1 - \frac{\sigma'_{cd}(N)}{f_{cd}}\right)$$

$$\xi := \text{if}\ 1 + \sqrt{\frac{200\ \textbf{mm}}{d}} \le 2 \ \Big\|\ 1 + \sqrt{\frac{200\ \textbf{mm}}{d}} \ \text{else} \ \Big\|\ 2$$

Cuantía de armadura en la cara de tracción:

$$\rho_l := \max\left(\frac{A_s}{b \cdot d}, 0.02\right) = 0.02$$

$$\sigma'_{cd}(N) := \begin{cases} \text{if } \frac{N}{b \cdot h} \le min\left(0.3 \cdot f_{cd}, 12\ \textbf{MPa}\right) \\ \quad \frac{N}{b \cdot h} \\ \text{else} \\ \quad min\left(0.3 \cdot f_{cd}, 12\ \textbf{MPa}\right) \end{cases}$$

[Art 44.2.3.1 EHE-08]

$$V_{u1}(M,N,V) := K(N) \cdot f_{1cd} \cdot b \cdot d \cdot \left(\frac{\cot(\theta(M,N,V)) + \cot(\alpha)}{1 + \left(\cot(\theta(M,N,V))\right)^2}\right)$$

[Art 44.2.3.2.1.2 EHE-08]

$$V_{cu}(N) := \left(\frac{0.18}{\gamma_c} \cdot \xi \cdot \left(100 \cdot \rho_l \cdot f_{cv} \cdot \textbf{MPa}^{-1}\right)^{\frac{1}{3}} + 0.15 \cdot \sigma'_{cd}(N) \cdot \textbf{MPa}^{-1}\right) \cdot b \cdot d \cdot \textbf{MPa}$$

$$V_{cu.min}(N) := \left(\frac{0.075}{\gamma_c} \cdot \xi^{\frac{3}{2}} \cdot \left(f_{cv} \cdot \textbf{MPa}^{-1}\right)^{\frac{1}{2}} + 0.15 \cdot \sigma'_{cd}(N) \cdot \textbf{MPa}^{-1}\right) \cdot b \cdot d \cdot \textbf{MPa}$$

Capacidad del hormigón por tracción en piezas sin armadura de cortante

$$V_{cu}(N) := \begin{cases} \text{if } V_{cu}(N) \le V_{cu.min}(N) \\ \quad V_{cu.min}(N) \\ \text{else} \\ \quad V_{cu}(N) \end{cases}$$

$$z := 0 \,..\, \text{length}(b\_) - 1$$

$$\theta\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right) = \begin{bmatrix} 27.315 \\ 27.315 \end{bmatrix}^\circ \qquad \cot\left(\theta\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right)\right) = \begin{bmatrix} 1.936 \\ 1.936 \end{bmatrix}$$

$$V_{ed} = \begin{bmatrix} 100 \\ 100 \end{bmatrix} \textbf{kN} \qquad V_{u1}\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right) = \begin{bmatrix} 941.831 \\ 941.831 \end{bmatrix} \textbf{kN} \qquad V_{cu}\left(N_{ed_z}\right) = \begin{bmatrix} 283.294 \\ 283.294 \end{bmatrix} \textbf{kN}$$

Definición de funciones auxiliares:

$$Ratio\_VU1_z := \begin{cases} \text{for } i \in 0 \,..\, \text{length}(b\_) - 1 \\ \quad Ratio\_VU1_z \leftarrow \frac{V_{ed_z}}{V_{u1}\left(M_{ed_z}, N_{ed_z}, V_{ed_z}\right)} \end{cases}$$

$$Ratio\_VU2_z := \begin{cases} \text{for } i \in 0 \,..\, \text{length}(b\_) - 1 \\ \quad Ratio\_VU1_z \leftarrow \frac{V_{ed_z}}{V_{cu}\left(N_{ed_z}\right)} \end{cases}$$

Análisis de secciones con armadura de cortante

$$V_{cu}(N) := \max\left(\left(\frac{0.15}{\gamma_c} \cdot \xi \cdot \left(100 \cdot \rho_l \cdot f_{cv} \cdot \textbf{MPa}^{-1}\right)^{\frac{1}{3}} + 0.15 \cdot \sigma'_{cd}(N) \cdot \textbf{MPa}^{-1}\right) \cdot b \cdot d \cdot \textbf{MPa}, V_{cu.min}(N)\right)$$

$$V_{su}(M,N,V) := \frac{0.9 \cdot d \cdot n_{rv} \cdot \pi \cdot \frac{\phi_v^{\,2}}{4}}{cada} f_{ydc} \cdot \sin(\alpha) \cdot \left(\cot(\alpha) + \cot(\theta(M,N,V))\right)$$

$V_{cu}\left(N_{ed_z}\right)=\begin{bmatrix}259.178\\259.178\end{bmatrix}$ **kN** $V_{su}\left(M_{ed_z},N_{ed_z},V_{ed_z}\right)=\begin{bmatrix}303.504\\303.504\end{bmatrix}$ **kN** $V_{cu}\left(N_{ed_z}\right)+V_{su}\left(M_{ed_z},N_{ed_z},V_{ed_z}\right)=\begin{bmatrix}562.682\\562.682\end{bmatrix}$ **kN**

$$Ratio\_cort_z := \text{for } i \in 0..\text{length}(b\_)-1 \left\| \frac{V_{ed_z}}{V_{cu}\left(N_{ed_z}\right)+V_{su}\left(M_{ed_z},N_{ed_z},V_{ed_z}\right)} \right.$$

$$armadura\_cortante_z := \begin{cases} \text{“No necesaria”} & \text{if } Ratio\_VU2_z \le 1 \\ Ratio\_cort_z & \text{else if } Ratio\_cort_z \le 1 \\ \text{“No verifica cortante”} & \text{else if } Ratio\_cort_z > 1 \end{cases}$$

Verificacion_cortante = “OK. No necesita armadura de cortante”

$$A_{V.min} := \begin{cases} 0 \cdot \frac{cm^2}{m} & \text{if } \phi_v = 0 \\ \frac{f_{ctm} \cdot b}{7.5 \cdot f_{ydc}} & \text{else} \end{cases} = 9.655 \ \frac{cm^2}{m} \qquad A_{V.dispuesta} := \frac{b}{cada \cdot m} \cdot n_{rv} \cdot \pi \cdot \frac{\phi_v^{\,2}}{4} = 28.274 \ \frac{cm^2}{m}$$

Verificacion_armadura.minima.cortante = “OK.”

9. VERIFICACIÓN SECCIONES CRÍTICAS EN E.L.U. MEDIANTE INTERACCIÓN A FLEXIÓN COMPUESTA PARA $edad = 28$ **day**

Discretización: $N = 3000$

$$M_{u_j} := \text{for } z \in 0..N-1 \left\| M_u\left(x_j\right) \right.$$

$$N_{u_j} := \text{for } z \in 0..N-1 \left\| N_u\left(x_j\right) \right.$$

Máximo flector: $\max\left(M_{u\_x.car}\right) = 163.348$ **m · kN**
Mínimo flector: $min\left(M_{u\_x.car}\right) = -13.316$ **m · kN**
Máximo axil: $\max\left(N_{u\_x.car}\right) = 5441.964$ **kN**
Mínimo axil: $min\left(N_{u\_x.car}\right) = -950.886$ **kN**

NOTA: Se considera que para los dominios de rotura 4a y5 la tensión de las armaduras comprimidas no excede 400MPa.

$Ratio_{ELU_w} = \begin{bmatrix} 79.48\% \\ 79.48\% \end{bmatrix}$ $M_{ed} = \begin{bmatrix} 75 \\ 75 \end{bmatrix}$ $m \cdot kN$ $N_{ed} = \begin{bmatrix} 1500 \\ 1500 \end{bmatrix}$ kN

$Verificacion\_flexocompresion =$ "OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.U. flexocompresión recta"

$Ratio_{ELU.MAX} := \max\left(Ratio_{ELU}\right) = 79.48\%$ *OK*

NOTA: El ratio de verificación obtenido es el mínimo a axil constante y a momento constante.

10. VERIFICACIÓN DE LAS SECCIONES CRÍTICAS A E.L.S. FISURACIÓN PARA $edad = 28$ day

Definición de funciones auxiliares:

$Ancho\_fisura := \begin{bmatrix} \omega_{k\_1} \\ \omega_{k\_2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$ mm $z := 0 .. \text{length}\left(Ancho\_fisura\right) - 1$

$fisura_z :=$ for $i \in 0 .. \text{length}\left(Ancho\_fisura\right) - 1$
  if $M_{k\_cp_z} > M_{fis}\left(N_{k\_cp}\right)_z$
    "SI"
  else
    "NO"

$Ratio\_E.L.S._z :=$ for $i \in 0 .. \text{length}\left(Ancho\_fisura\right) - 1$
  if $fisura_z =$ "SI"
    $Ratio\_E.L.S._z \leftarrow \dfrac{Ancho\_fisura_z}{w_{max}}$
  else
    0

$id_z :=$ for $i \in 0 .. \text{length}\left(Ancho\_fisura\right) - 1$
  $id_z \leftarrow$ if $Ratio\_E.L.S._z > 1$
    $CASO.E.L.S._z$
  else
    "ok"

Resultados del análisis del E.L.S. fisuración por tracción $w_{max} = 0.3$ mm $M_{fis}\left(0 \cdot kN\right) = 40.912$ $m \cdot kN$

$CASO.E.L.S. = \begin{bmatrix} \text{"Dip.ple.ELS"} \\ \text{"Dip.ple\_sense\_tracc"} \end{bmatrix}$ $M_{k\_cp} = \begin{bmatrix} 55 \\ 55 \end{bmatrix}$ $m \cdot kN$ $N_{k\_cp} = \begin{bmatrix} 1100 \\ 1100 \end{bmatrix}$ kN $M_{fis}\left(N_{k\_cp}\right) = \begin{bmatrix} 86.948 \\ 86.948 \end{bmatrix}$ $m \cdot kN$

$CASO.E.L.S. = \begin{bmatrix} \text{"Dip.ple.ELS"} \\ \text{"Dip.ple\_sense\_tracc"} \end{bmatrix}$ $fisura = \begin{bmatrix} \text{"NO"} \\ \text{"NO"} \end{bmatrix}$ $Ancho\_fisura_z = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$ mm $Ratio\_E.L.S. = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$

$Verificacion\_fisuracion\_traccion =$ "OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.S. fisuración"

Resultados del análisis del E.L.S. fisuración microcompresión

$\sigma_{comp.hormi} := \begin{bmatrix} \sigma_{c1} \\ \sigma_{c2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 6.876 \\ 6.876 \end{bmatrix}$ **MPa** $0.6 \cdot f_{ck.j} = 18$ **MPa** $zz := 0 \,..\, \text{length}(Ancho\_fisura) - 1$

$Ratio_{E.L.S.microfisuracion_{zz}} := \text{for } i \in 0 \,..\, \text{length}(Ancho\_fisura) - 1 \left\| \dfrac{\sigma_{comp.hormi_{zz}}}{0.6 \cdot f_{ck.j\_els}} \right.$ $\sigma_{comp.hormi} = \begin{bmatrix} 6.876 \\ 6.876 \end{bmatrix}$ **MPa**

$CASO.E.L.S. = \begin{bmatrix} \text{“Dip.ple.ELS”} \\ \text{“Dip.ple\_sense\_tracc”} \end{bmatrix}$ $Ratio_{E.L.S.microfisuracion} = \begin{bmatrix} 0.382 \\ 0.382 \end{bmatrix}$

$Verificacion\_fisuracion\_microcompresion = \text{“OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.S. fisuración”}$

11. VERIFICACIÓN QUANTIAS MINIMAS Y DISPOSICIONES CONSTRUCTIVAS

$elemento = \text{“MURO”}$

Cuantía mínima geométrica

[Art 42.3.5 EHE-08]

Armadura de tracción

$\rho_{g\_t} :=$ if $elemento =$ “PILAR” $\left\| \dfrac{4}{1000} \right.$ else if $elemento =$ “LOSA” $\left\|$ if $f_{yk} = 400$ **MPa** $\left\| \dfrac{2}{1000} \cdot 0.5 \right.$ else $\left\| \dfrac{1.8}{1000} \cdot 0.5 \right.$ else if $elemento =$ “VIGA” $\left\|$ if $f_{yk} = 400$ **MPa** $\left\| \dfrac{3.3}{1000} \right.$ else $\left\| \dfrac{2.8}{1000} \right.$ else if $elemento =$ “MURO” $\left\|$ if $f_{yk} = 400$ **MPa** $\left\| \dfrac{1.2}{1000} \right.$ else $\left\| \dfrac{0.9}{1000} \right. = 0.001$

Armadura de compresión

$\rho_{g\_c} :=$ if $elemento =$ “PILAR” $\left\| \dfrac{4}{1000} \right.$ else if $elemento =$ “LOSA” $\left\|$ if $f_{yk} = 400$ **MPa** $\left\| \dfrac{2}{1000} \cdot 0.5 \right.$ else $\left\| \dfrac{1.8}{1000} \cdot 0.5 \right.$ else if $elemento =$ “VIGA” $\left\|$ if $f_{yk} = 400$ **MPa** $\left\| \dfrac{3.3}{1000} \cdot 0.3 \right.$ else $\left\| \dfrac{2.8}{1000} \cdot 0.3 \right.$ else if $elemento =$ “MURO” $\left\|$ if $f_{yk} = 400$ **MPa** $\left\| \dfrac{1.2}{1000} \cdot 0.3 \right.$ else $\left\| \dfrac{0.9}{1000} \cdot 0.3 \right. = 0$

Armadura de reparto

$\rho_{g\_m} :=$ if $elemento =$ “MURO” $\left\|$ if $juntas > 7.5$ **m** $\left\|$ if $f_{yk} = 400$ **MPa** $\left\| \dfrac{4}{1000} \cdot 0.5 \right.$ else $\left\| \dfrac{3.2}{1000} \cdot 0.5 \right.$ else $\left\| \dfrac{2}{1000} \cdot 0.5 \right.$ else $\left\| 0 \right. = 0.002$

Cuantía mínima mecánica

[Art 42.3.2, Art 42.3.3,Art 42.3.4 EHE-08]

$sol = \text{“FLEX”}$

$$A_{s.mec.min.traccionada} := \begin{cases} \dfrac{\dfrac{b \cdot h^2}{6} \cdot f_{ctm.flcomp}(0\ kN)}{f_{yd} \cdot 0.8 \cdot h} & \text{if } sol = \text{“FLEX”} \\ \dfrac{0.05 \cdot \max(N_{ed})}{f_{ydc}} & \text{else if } sol = \text{“COMP”} \\ \dfrac{b \cdot h \cdot f_{ctm}}{f_{yd}} \cdot 0.5 & \text{else if } sol = \text{“TRAC”} \end{cases}$$

$$A_{s.mec.min.comprimida} := \begin{cases} \dfrac{0.05 \cdot \max(N_{ed})}{f_{yd}} & \text{if } sol = \text{“FLEX”} \\ \dfrac{0.05 \cdot \max(N_{ed})}{f_{ydc}} & \text{else if } sol = \text{“COMP”} \\ \dfrac{b \cdot h \cdot f_{ctm}}{f_{yd}} \cdot 0.5 & \text{else if } sol = \text{“TRAC”} \end{cases}$$

Verificación armaduras

Armadura mínima geométrica

$A_{s.geom.min.traccionada} := \rho_{g\_t} \cdot b \cdot h = 2.25\ cm^2$

$A_{s.geom.min.comprimida} := \rho_{g\_c} \cdot b \cdot h = 0.675\ cm^2$

$A_{s.geom.min.reparto} := \text{if}\left(\phi_v \neq 0, \rho_{g\_m} \cdot b \cdot min(h, 50\ cm), 0\ cm^2\right) = 4\ cm^2$

Armadura mínima mecánica

$A_{s.mec.min.traccionada} = 4.684\ cm^2$

$A_{s.mec.min.comprimida} = 1.725\ cm^2$

Armadura dispuesta

$A_s = 5.655\ cm^2$

$A_{s'} = 5.655\ cm^2$

$A_{sr} := \dfrac{\dfrac{b}{cada}}{4} \cdot \pi \cdot \phi_v^2 = 5.655\ cm^2$

$Verifica_{armadura.minima.traccionada} = \text{“OK”}$
$Verifica_{armadura.minima.reparto} = \text{“OK”}$
$Verifica_{armadura.minima.reparto} = \text{“OK”}$

Cálculo de la separación del armado dispuesto

$s_{armadura\_tracc} := s_t = 20\ cm$

$$s_{armadura\_comp} := \begin{cases} \dfrac{b}{n_c} & \text{if } sep \neq \text{“CALC”} \\ \dfrac{b - 2 \cdot r_l - 2 \cdot \phi_v - \phi_c \cdot n_c}{n_c - 1} & \text{else} \end{cases} = 20\ cm$$

Exigencias sobre disposición de armaduras

$s_{max} := min(30\ cm, h \cdot 3) = 30\ cm$

$s_{min} := \max(2\ cm, 1.25 \cdot tma, \max(\phi_c, \phi_t)) = 2.5\ cm$

$$\phi_{V.min} := \begin{cases} 0\ mm & \text{if } \phi_v = 0 \\ \dfrac{\max(\phi_c, \phi_t)}{4} & \text{else} \end{cases} = 3\ mm$$

$s_{V.max} := min(30\ cm, 15 \cdot min(\phi_c, \phi_t)) = 18\ cm$

$Verifica_{separacion.armaduras} = \text{“OK”}$
$Verifica_{disposicion.armadura.de.cortante} = \text{“ATENCIÓN. no verifica separciones de armado de cortante”}$

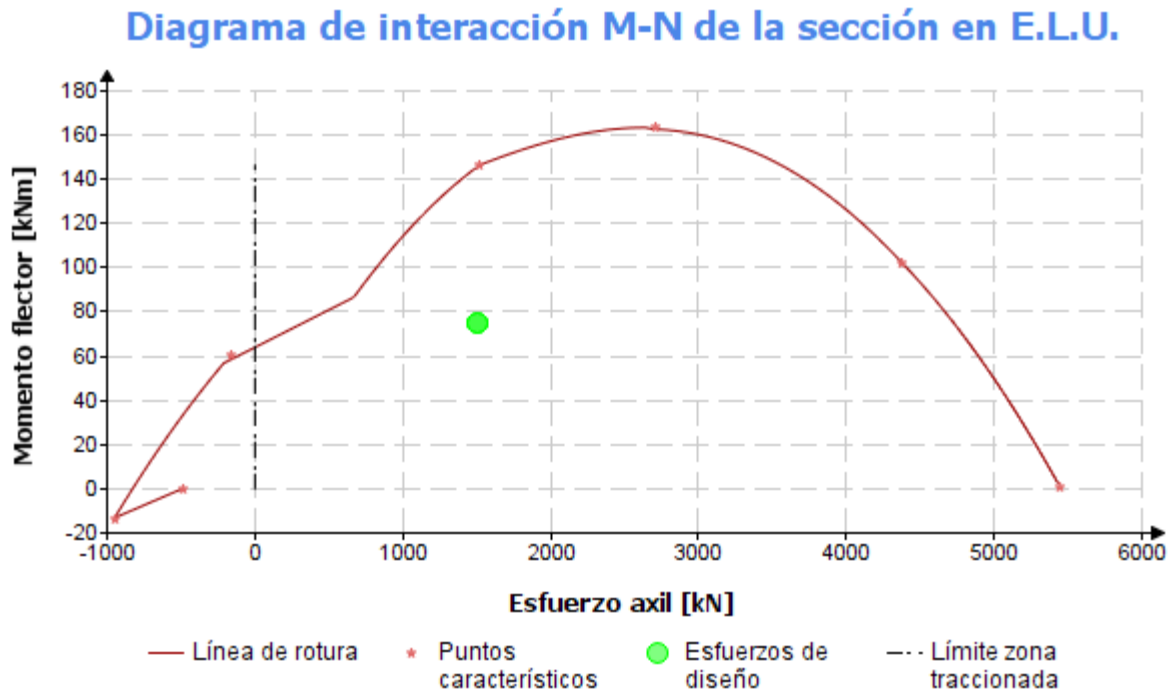
12. RESUMEN DE RESULTADOS.

Todas las verificaciones seccionales se realizan a la $edad = 28$ ***day*** del hormigón.

Verificación a E.L.U. flexocompresión mediante diagrama de interacción:

$Verificacion\_flexocompresion =$ "OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.U. flexocompresión recta"
$Ratio_{ELU.MAX} := \max(Ratio_{ELU}) = 79.48\%$ *OK*

$$CASO = \begin{bmatrix} \text{"Dip.ple.ELU"} \\ \text{"Dip.ple\_sense\_tracc.ELU"} \end{bmatrix} \quad num = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \end{bmatrix} \quad id\_ELU = \begin{bmatrix} \text{"ok"} \\ \text{"ok"} \end{bmatrix} \quad Ratio_{ELU_w} = \begin{bmatrix} 0.795 \\ 0.795 \end{bmatrix}$$



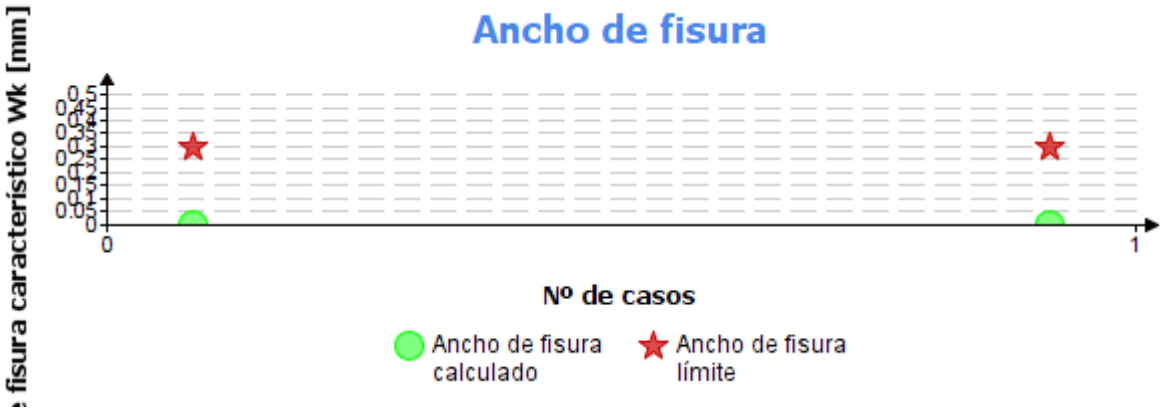
Verificación a E.L.S. fisuración :

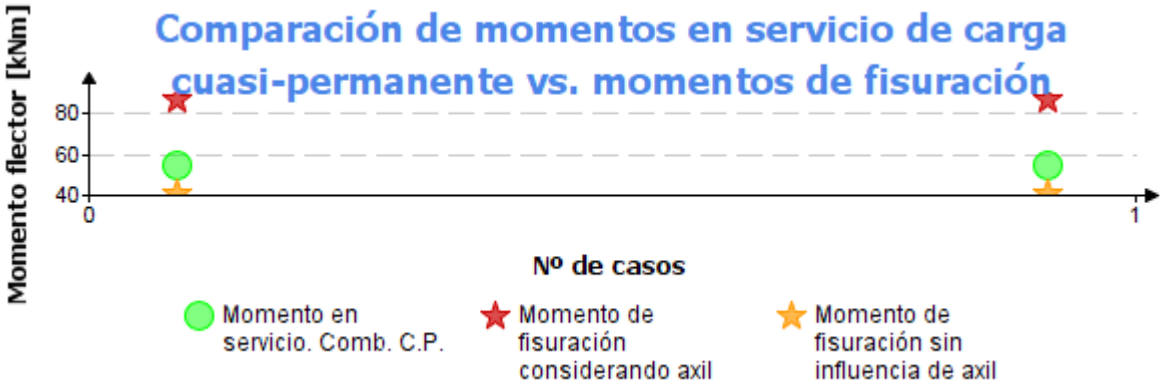
$Verificacion\_fisuracion\_traccion =$ "OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.S. fisuración"
$Ratio_{ELS\_fisuracion} := \max(Ratio\_E.L.S.) = 0$ *OK*
$Verificacion\_fisuracion\_microcompresion =$ "OK. Verifica satisfactoriamente en E.L.S. fisuración"
$Ratio_{ELS\_microfisuracion} := \max(Ratio_{E.L.S.microfisuracion}) = 38.2\%$ *OK*

$Maxima\_apertura\_fisura := \max(Ancho\_fisura) = 0$ ***mm*** *OK* $w_{max} = 0.3$ ***mm***
$Maxima\_compresión := \max(\sigma_{comp.hormi}) = 6.87601$ ***MPa*** *OK* $0.6 \cdot f_{ck.j\_els} = 18$ ***MPa***

$M_{fis}(min(N_{k\_cp})) = 86.948$ ***m·kN*** $M_{fis}(0\ \mathbf{kN}) = 40.912$ ***m·kN*** $M_{k1.cp} = 55$ ***m·kN***

$$CASO.E.L.S. = \begin{bmatrix} \text{"Dip.ple.ELS"} \\ \text{"Dip.ple\_sense\_tracc"} \end{bmatrix} \quad fisura = \begin{bmatrix} \text{"NO"} \\ \text{"NO"} \end{bmatrix} \quad Ancho\_fisura = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \mathbf{mm} \quad Ratio\_E.L.S. = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$





Verificación a E.L.U. cortante:

$Verificacion\_cortante =$ "OK. No necesita armadura de cortante"

$Verificacion\_armadura.minima.cortante =$ "OK."

$Ratio_{ELU.cort} := \max\left(\max\left(Ratio_{\_VU1}, Ratio_{\_cort}\right)\right) = 17.772\%$ *OK*

$armadura\_cortante = \begin{bmatrix} \text{"No necesaria"} \\ \text{"No necesaria"} \end{bmatrix}$ $Ratio_{\_VU1} = \begin{bmatrix} 0.106 \\ 0.106 \end{bmatrix}$ $Ratio_{\_VU2} = \begin{bmatrix} 0.353 \\ 0.353 \end{bmatrix}$ $Ratio_{\_cort} = \begin{bmatrix} 0.178 \\ 0.178 \end{bmatrix}$

Verificación disposiciones constructivas.

$Verifica_{armadura.minima.traccionada} =$ "OK"

$Verifica_{armadura.minima.reparto} =$ "OK"

$Verifica_{armadura.minima.reparto} =$ "OK"

$Verifica_{separacion.armaduras} =$ "OK"

$Verifica_{disposicion.armadura.de.cortante} =$ "ATENCIÓN. no verifica separciones de armado de cortante"

Ratio global

$Ratio_{global} = 79.48\%$ *OK*

$Verificación_{global} =$ "OK"

Programa: CivilEstudio

Versión: 34 - 6
Barcelona, 2018

CivilEstudio, software propiedad de CivilCAD Consultores, S.L.
Autores: L.M.Callís, J.M.Roig, I.Callís, P.Reinés
Licencia de uso concedida a: Most Enginyers, S.L.
Número de usuario: 12202

Proyecto:

Nombre del proyecto: *PRECÀLCUL DE LES ESTRUCTURES DEL PROJECTE D'OBRES BÀSIQUES D'URBANITZACIÓ DEL PLA DIRECTOR URBANÍSTIC DEL CENTRE DIRECCIONAL DE CERDANYOLA DEL VALLÈS*
Nombre de la estructura: *12- OD ALETES SANT MARÇAL*
Nombre del elemento estructural: *ALETES*
Tipo de estructura: *Muro in situ*
Funcionalidad de la estructura: *Muro de contención*
Clase de estructura: *Canto variable*
Vida útil: *100 años*

Normativas:

Ámbito: *Normas españolas*

Unidades:

Sistema *S.I.*

Despiece:

Sistema Métrico Europeo

Módulo del programa:

Módulo Muro superficial
Nombre del archivo de proyecto: *aletes od sant marÇal_v1.mur*
Ruta de acceso: *p:\parc de l'alba\estructures\12. od st. marçal\aletes*

Informe:

Tipo de informe: *Informe de la Memoria de cálculo*
Informe generado el día 05-02-2021 a las 12:11:38.

Índice

1 RESUMEN DE VERIFICACIONES

2 DEFINICIÓN DEL PROYECTO

2.1 Normativas
2.2 Geometría
2.2.1 Planta del paramento
2.2.2 Zapata
2.2.3 Alzado
2.3 Materiales
2.3.1 Hormigón Alzado
2.3.2 Hormigón Zapata
2.3.3 Hormigón Capa de nivelación
2.3.4 Armadura pasiva Alzado
2.3.5 Armadura pasiva Zapata
2.4 Recubrimientos geométricos
2.5 Fisuración
2.6 Terreno
2.7 Acciones
2.7.1 Acciones permanentes
2.7.2 Acciones variables
2.7.3 Acciones accidentales
2.8 Coeficientes de seguridad
2.8.1 Coeficientes de mayoración de las acciones, γ_F
2.8.2 Coeficientes de seguridad y combinación
2.9 Configuración del cálculo

3 ESFUERZOS EN ALZADO Y ACCIONES EN ZAPATA

3.1 Módulo 1
3.1.1 Sección 1 (x = 3.000 m)

4 ESTADO LÍMITE DE DESLIZAMIENTO

4.1 Módulo 1
4.1.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente
4.1.2 Situación persistente. Combinación característica
4.1.3 Situación accidental. Combinación sísmica
4.2 Resumen de verificaciones

5 ESTADO LÍMITE DE VUELCO

5.1 Módulo 1
5.1.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente
5.1.2 Situación persistente. Combinación característica
5.1.3 Situación accidental. Combinación sísmica
5.2 Resumen de verificaciones

6 ESTADO LÍMITE DE ESTABILIDAD GLOBAL

6.1 Módulo 1
6.1.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente
6.1.2 Situación persistente. Combinación característica

6.1.3 Situación accidental. Combinación sísmica
6.2 Resumen de verificaciones

7 ESTADO LÍMITE ÚLTIMO DE HUNDIMIENTO DEL TERRENO

7.1 Módulo 1
7.1.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente
7.1.2 Situación persistente. Combinación característica
7.1.3 Situación accidental. Combinación sísmica
7.2 Resumen de verificaciones

8 ESTADO LÍMITE ÚLTIMO DE ROTURA POR FLEXIÓN

8.1 Módulo 1
8.1.1 Alzado
8.1.1.1 Situación persistente. Combinación fundamental
8.1.1.2 Situación accidental. Combinación sísmica
8.1.1.3 Envolvente de armaduras
8.1.2 Zapata
8.1.2.1 Situación persistente. Combinación fundamental
8.1.2.2 Situación accidental. Combinación sísmica
8.1.2.3 Envolvente de armaduras
8.2 Resumen de verificaciones

9 ESTADO LÍMITE DE FISURACIÓN

9.1 Módulo 1
9.1.1 Alzado
9.1.1.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente
9.1.2 Zapata
9.1.2.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente
9.2 Resumen de verificaciones

10 ESTADO LÍMITE ÚLTIMO DE ROTURA POR CORTANTE

10.1 Módulo 1
10.1.1 Alzado
10.1.1.1 Situación persistente. Combinación fundamental
10.1.1.2 Situación accidental. Combinación sísmica
10.1.1.3 Envolvente de armaduras
10.1.2 Zapata
10.1.2.1 Situación persistente. Combinación fundamental
10.1.2.2 Situación accidental. Combinación sísmica
10.1.2.3 Envolvente de armaduras
10.2 Resumen de verificaciones

11 ESTADO LÍMITE DE DEFORMACIONES

11.1 Módulo 1
11.2 Resumen de verificaciones

12 VERIFICACIÓN DEL DESPIECE

1 RESUMEN DE VERIFICACIONES

Nombre del proyecto: *PRECÀLCUL DE LES ESTRUCTURES DEL PROJECTE D'OBRES BÀSIQUES D'URBANITZACIÓ DEL PLA DIRECTOR URBANÍSTIC DEL CENTRE DIRECCIONAL DE CERDANYOLA DEL VALLÈS*
Nombre de la estructura: *12- OD ALETES SANT MARÇAL*
Nombre del elemento estructural: *ALETES*
Tipo de estructura: *Muro in situ*
Funcionalidad de la estructura: *Muro de contención*
Clase de estructura: *Canto variable*
Vida útil: *100 años*

Módulo 1		
Estado límite de deslizamiento zapata - terreno		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Situación accidental	Combinación sísmica	Cumple
Estado límite de vuelco rígido		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Situación accidental	Combinación sísmica	Cumple
Estado límite geotécnico último de hundimiento		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Situación accidental	Combinación sísmica	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por flexión		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Situación accidental	Combinación sísmica	Cumple
Estado límite estructural de servicio de fisuración		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
Estado límite estructural último de rotura por cortante		
Situación persistente	Combinación fundamental	Cumple
Situación accidental	Combinación sísmica	Cumple
Estado límite estructural de servicio de deformaciones		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación frecuente	Cumple
	Combinación característica	Cumple

Estado límite de estabilidad global		
Situación persistente	Combinación cuasi permanente	Cumple
	Combinación característica	Cumple
Situación accidental	Combinación sísmica	Cumple
Obtención del despiece de la armadura		
Generación del armado	.	Cumple

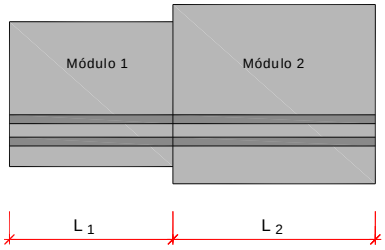
2 DEFINICIÓN DEL PROYECTO

2.1 Normativas

IAP. Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera. V. 2011
IAPF. Instrucción de Acciones a considerar en puentes de ferrocarril. V. 2007
Guía. Guía de cimentaciones. V. 2009
CTE. Código Técnico de la Edificación. V. 2006
EHE. Instrucción Española del Hormigón Estructural. V. 2008

2.2 Geometría

2.2.1 Planta del paramento

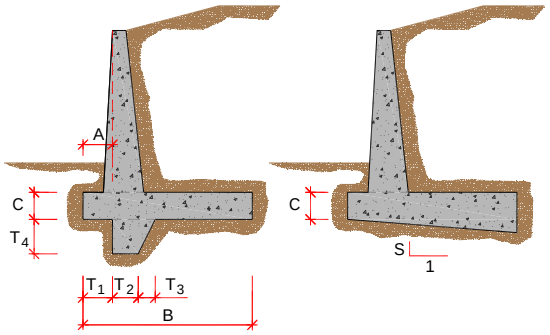


	Coordenadas Paramento				Longitud
	Punto inicial		Punto final		L
Módulo	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)	(m)
1	0.000	0.000	6.000	0.000	6.000

Ángulo inicial de la zapata con el paramento α_1 : 100.000 g
Ángulo final de la zapata con el paramento α_2 : 100.000 g

2.2.2 Zapata

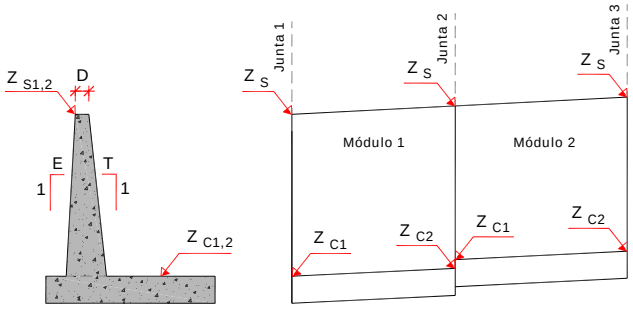
Dimensiones de la zapata



Módulo	A (m)	Ancho B (m)	Canto C (m)	Pendiente S
1	0.400	2.600	0.400	0.100

Espesor del hormigón de limpieza : 0.100 m

2.2.3 Alzado



Junta	Cota coronación Z_S (m)	Pendiente E (tanto por uno)	Canto coronación D (m)
1	4.000	0.000	0.300
2	4.000	0.000	0.300

Módulo	Cota zapata Z_{c1} (m)	Cota zapata Z_{c2} (m)	Pendiente trasdós T_1 (tanto por uno)	Pendiente trasdós T_2 (tanto por uno)
1	0.000	0.000	0.000	0.000

2.3 Materiales

2.3.1 Hormigón Alzado

Denominación: HA-30

Resistencia característica a compresión, f_{ck}	:	30.0	MPa
Resistencia media a compresión, f_{cm}	:	38.0	MPa
Resistencia característica a tracción, $f_{ct,k}$	:	-2.0	MPa
Resistencia media a tracción, $f_{ct,m}$	:	-2.9	MPa
Módulo elástico secante, E_{cm}	:	28576.8	MPa
Módulo elástico inicial (tangente), E_c	:	33577.7	MPa
Coeficiente de Poisson, ν	:	0.20	
Peso específico, γ	:	25.0	kN/m^3
Coeficiente del tipo de cemento, s	:	0.25	
Coeficiente de la naturaleza del árido, α	:	1.0	
Coeficiente de dilatación térmica, α	:	0.00001000	$^oC^{-1}$

Diagrama parábola-rectángulo:

Grado de la parábola, n	:	2.00
Deformación de rotura a compresión simple, ε_{c0}	:	0.00200
Deformación de rotura en flexión, ε_{cu}	:	0.00350
Deformación máxima en armadura traccionada, ε_s	:	-0.01000
Coeficiente de intensidad del bloque de compresión, k	:	1.00

Diagrama rectangular:

Coeficiente profundidad del bloque de compresión, λ	:	0.80
Coeficiente intensidad del bloque de compresión, η	:	1.00

Endurecimiento : Normal
Tipo de cemento para Alzado : CEM II/A-S (según RC-08).

2.3.2 Hormigón Zapata

Denominación: HA-30

Resistencia característica a compresión, f_{ck}	:	30.0	MPa
Resistencia media a compresión, f_{cm}	:	38.0	MPa
Resistencia característica a tracción, $f_{ct,k}$	:	-2.0	MPa
Resistencia media a tracción, $f_{ct,m}$	:	-2.9	MPa
Módulo elástico secante, E_{cm}	:	28576.8	MPa
Módulo elástico inicial (tangente), E_c	:	33577.7	MPa
Coeficiente de Poisson, ν	:	0.20	
Peso específico, γ	:	25.0	kN/m^3
Coeficiente del tipo de cemento, s	:	0.25	
Coeficiente de la naturaleza del árido, α	:	1.0	
Coeficiente de dilatación térmica, α	:	0.00001000	$^oC^{-1}$

Diagrama parábola-rectángulo:

Grado de la parábola, n	:	2.00
Deformación de rotura a compresión simple, ε_{c0}	:	0.00200
Deformación de rotura en flexión, ε_{cu}	:	0.00350
Deformación máxima en armadura traccionada, ε_s	:	-0.01000
Coeficiente de intensidad del bloque de compresión, k	:	1.00

Diagrama rectangular:

Coeficiente profundidad del bloque de compresión, λ	:	0.80
Coeficiente intensidad del bloque de compresión, η	:	1.00

Endurecimiento : Normal
Tipo de cemento para Zapata : CEM II/A-S (según RC-08).

2.3.3 Hormigón Capa de nivelación

Denominación: HM-15

Resistencia característica a compresión, f_{ck}	:	15.0	MPa

Tipo de cemento para Capa de nivelación : CEM I (según RC-08).

2.3.4 Armadura pasiva Alzado

Denominación: AP500 S

Límite elástico característico, f_{yk}	:	500	MPa
Tensión unitaria de rotura , f_s	:	550	MPa
Módulo de deformación longitudinal del acero, E_s	:	200000	MPa
Deformación última en compresión, $\varepsilon_{max,1}$	:	0.01000	
Deformación última en tracción, $\varepsilon_{max,2}$	:	-0.01000	
Densidad del acero, γ	:	77.0	kN/m^3

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_s	:	1.00
ELU, situación persistente, γ_s	:	1.15
ELU, situación accidental, γ_s	:	1.00

2.3.5 Armadura pasiva Zapata

Denominación: AP500 S

Límite elástico característico, f_{yk}	:	500	MPa
Tensión unitaria de rotura , f_s	:	550	MPa
Módulo de deformación longitudinal del acero, E_S	:	200000	MPa
Deformación última en compresión, $\varepsilon_{max,1}$	:	0.01000	
Deformación última en tracción, $\varepsilon_{max,2}$	:	-0.01000	
Densidad del acero, γ	:	77.0	kN/m3

Coeficientes de seguridad:

ELServicio, γ_S	:	1.00
ELU, situación persistente, γ_S	:	1.15
ELU, situación accidental, γ_S	:	1.00

2.4 Recubrimientos geométricos

Alzado	:	40	mm
Zapata	:	40	mm

2.5 Fisuración

Alzado

Clase de exposición: IIa

Anchura de fisura admisible : 0.30 mm

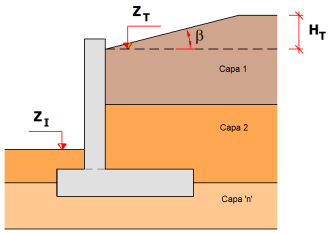
Zapata

Clase de exposición: IIa

Anchura de fisura admisible : 0.30 mm

2.6 Terreno

Definición de las cotas del terreno



Junta	Cota terreno en puntera Z_I (m)	Cota terreno trasdós Z_T (m)	Ángulo en trasdós β (º)	Altura talud H_T (m)
1	0.000	4.000	20.0	0.500
2	0.000	4.000	20.0	0.500

Definición de parámetros geotécnicos de las capas del terreno

Capa	Nombre	Tipo	Cota inferior (m)	Densidad natural (kN/m3)	Densidad saturada (kN/m3)
1	REB	Granular	0.000	18.0	20.0
2	FONS	Granular	-10000.000	18.0	20.0

Capa	Nombre	Tipo	Ángulo de rozamiento	Cohesión	Presión de hundimiento

			(º)	(kN/m2)	(kN/m2)
1	REB	Granular	30.0	0.0	600.0
2	FONS	Granular	30.0	10.0	600.0

Definición de los parámetros contacto hormigón-terreno

Capa	Nombre	Áng. roz. zapata-terreno (º)	Adherencia (kN/m2)	Áng. roz. alzado-terreno (º)
1	REB	25.0	0.0	10.0
2	FONS	25.0	5.0	10.0

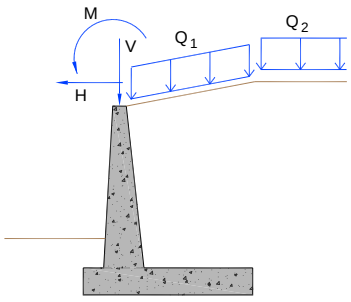
2.7 Acciones

2.7.1 Acciones permanentes

Empuje de tierras :

En el trasdós del muro se aplica el empuje activo.
No se considera la componente vertical del empuje activo en el contacto terreno-terreno.
No se considera el empuje pasivo en la puntera.

2.7.2 Acciones variables



Acción del tráfico

- Sobrecarga en trasdós :

Sobrecarga uniforme en talud, Q_1	:	0.00	kN/m2
Sobrecarga uniforme en terreno horizontal, Q_2	:	10.00	kN/m2

2.7.3 Acciones accidentales

Sismo :

Definición del sismo

Definición de la acción sísmica :

Tipo de sismo : Sismo último de cálculo

Aceleración básica, a_b	:	0.392	m/s2
Factor de importancia, γ_I	:	1.000	
Periodo de retorno	:	500	años
Coeficiente C del terreno	:	1.000	
Aceleración de cálculo	:	0.314	m/s2

Parámetros sísmicos del empuje de tierras

Coeficiente sísmico horizontal :

$K_h = a_c / r \cdot g$
r : 2.000

Coeficiente sísmico vertical :

$K_v = K_h / \beta$
β : 2.000

Empujes sísmicos sobre estructuras de contención de tierras :

El agua intersticial vibra conjuntamente con el esqueleto sólido del suelo.

Combinaciones de sismo :

$SI_1 = 1.0 \cdot SI\_H + 0.3 \cdot SI\_V$
$SI_2 = 0.3 \cdot SI\_H + 1.0 \cdot SI\_V$

2.8 Coeficientes de seguridad

2.8.1 Coeficientes de mayoración de las acciones, γ_F

ESTADOS LÍMITE ESTRUCTURALES						
	Estado límite de Servicio		Estado límite Último			
			Situación Persistente		Situación Accidental	
	Coeficiente favorable	Coeficiente desfavorable	Coeficiente favorable	Coeficiente desfavorable	Coeficiente favorable	Coeficiente desfavorable
Peso propio muro	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Peso tierras trasdós	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Peso tierras puntera	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Empuje activo trasdós	1.00	1.00	1.00	1.50	1.00	1.00
Empuje pasivo puntera	1.00	1.00	1.00	1.50	1.00	1.00
Sobrecarga permanente trasdós. Empuje	1.00	1.00	1.00	1.50	1.00	1.00
Sobrecarga permanente trasdós. Acción vertical	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Carga permanente en coronación	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Carga permanente en faja. Empuje	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Carga permanente en faja. Acción vertical	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
Sobrecarga de tráfico. Empuje	0.00	1.00	0.00	1.50	0.00	1.00
Sobrecarga de tráfico. Acción vertical	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Carga de tráfico en coronación	0.00	1.00	0.00	1.35	0.00	1.00
Viento	0.00	1.00	0.00	1.50	0.00	1.00
Nivel freático	0.00	1.00	0.00	1.50	0.00	1.00
Sismo	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
Impacto	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00

ESTADOS LÍMITE GEOTÉCNICOS				
	Estado límite Último			
	Situación Persistente		Situación Accidental	
	Coeficiente favorable	Coeficiente desfavorable	Coeficiente favorable	Coeficiente desfavorable
Peso propio muro	1.00	1.00	1.00	1.00
Peso tierras trasdós	1.00	1.00	1.00	1.00
Peso tierras puntera	1.00	1.00	1.00	1.00
Empuje activo trasdós	1.00	1.00	1.00	1.00
Empuje pasivo puntera	1.00	1.00	1.00	1.00
Sobrecarga permanente trasdós. Empuje	1.00	1.00	1.00	1.00
Sobrecarga permanente trasdós. Acción vertical	1.00	1.00	1.00	1.00
Carga permanente en coronación	1.00	1.00	1.00	1.00

Carga permanente en faja. Empuje	1.00	1.00	1.00	1.00
Carga permanente en faja. Acción vertical	1.00	1.00	1.00	1.00
Sobrecarga de tráfico. Empuje	0.00	1.00	0.00	1.00
Sobrecarga de tráfico. Acción vertical	0.00	1.00	0.00	1.00
Carga de tráfico en coronación	0.00	1.00	0.00	1.00
Viento	0.00	1.00	0.00	1.00
Nivel freático	0.00	1.00	0.00	1.00
Sismo	0.00	0.00	1.00	1.00
Impacto	0.00	0.00	1.00	1.00

2.8.2 Coeficientes de seguridad y combinación

Coeficientes de combinación

	ψ0	ψ1	ψ2
Sobrecarga de tráfico	1.00	1.00	1.00
Viento	0.60	0.20	0.00
Nivel freático	1.00	1.00	1.00

Movimientos admisibles

Desplazamiento máximo horizontal en coronación, U_x : 5 mm

Factores de seguridad. EL geotécnico de Hundimiento

Situación persistente. Combinación característica	:	2.600
Situación persistente. Combinación cuasi permanente	:	3.000
Situación accidental. Combinación sísmica	:	2.200
Situación accidental. Combinación de impacto	:	2.200

Factores de seguridad. EL geotécnico de Deslizamiento

Situación persistente. Combinación característica	:	1.300
Situación persistente. Combinación cuasi permanente	:	1.500
Situación accidental. Combinación sísmica	:	1.100
Situación accidental. Combinación de impacto	:	1.100

Factores de seguridad. EL geotécnico de Vuelco rígido

Situación persistente. Combinación característica	:	1.800
Situación persistente. Combinación cuasi permanente	:	2.000
Situación accidental. Combinación sísmica	:	1.500
Situación accidental. Combinación de impacto	:	1.500

Factores de seguridad. EL geotécnico de Estabilidad global

Situación persistente. Combinación característica	:	1.300
Situación persistente. Combinación cuasi permanente	:	1.500
Situación accidental. Combinación sísmica	:	1.100
Situación accidental. Combinación de impacto	:	1.100

2.9 Configuración del cálculo

El cálculo de cada módulo se realiza considerando 1 sección transversal del muro.

Las verificaciones de deslizamiento, vuelco y estabilidad global se realizan en las secciones transversales definidas, obteniéndose a partir de ellas un coeficiente de seguridad global del módulo ponderando cada sección por su anchura contributiva.

Para la verificación del estado límite de hundimiento, el cálculo se realiza para cada sección transversal definida, adoptándose para la verificación la presión máxima de entre todas las secciones transversales.

Para la obtención de las armaduras de flexión, cortante y fisuración, se realiza el cálculo de las mismas en cada una de las secciones transversales definidas, adoptándose la armadura máxima de entre todas ellas.

Las secciones transversales consideradas en cada módulo son :

Sección transversal	s / L (tanto por uno)
1	0.500

s : Distancia de la sección transversal al inicio del módulo.
L : Longitud del módulo.

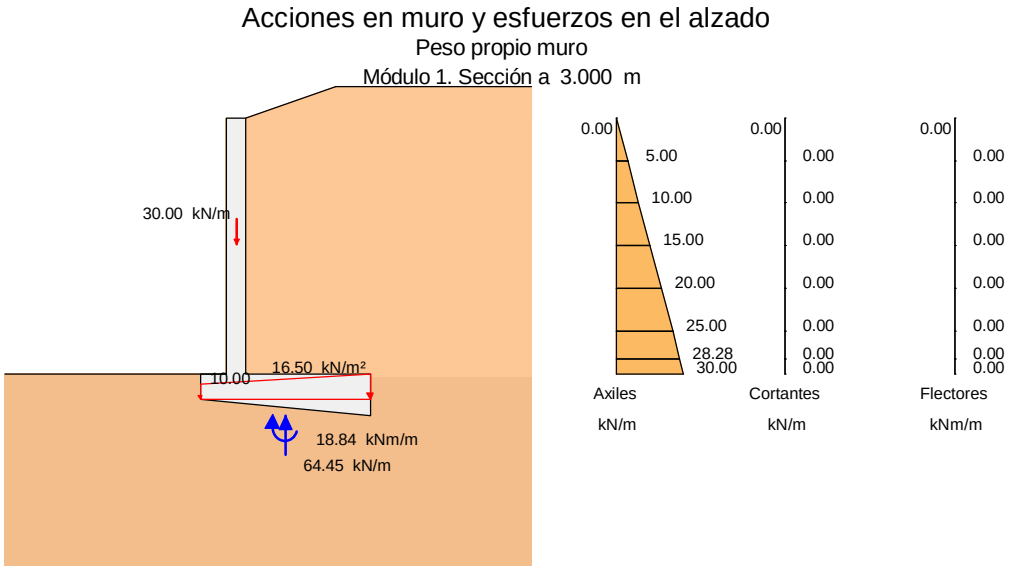
3 ESFUERZOS EN ALZADO Y ACCIONES EN ZAPATA

En este apartado se presentan los esfuerzos característicos (sin mayorar) correspondientes a cada acción. Así mismo, los parámetros geotécnicos utilizados corresponden también a los valores característicos.

3.1 Módulo 1

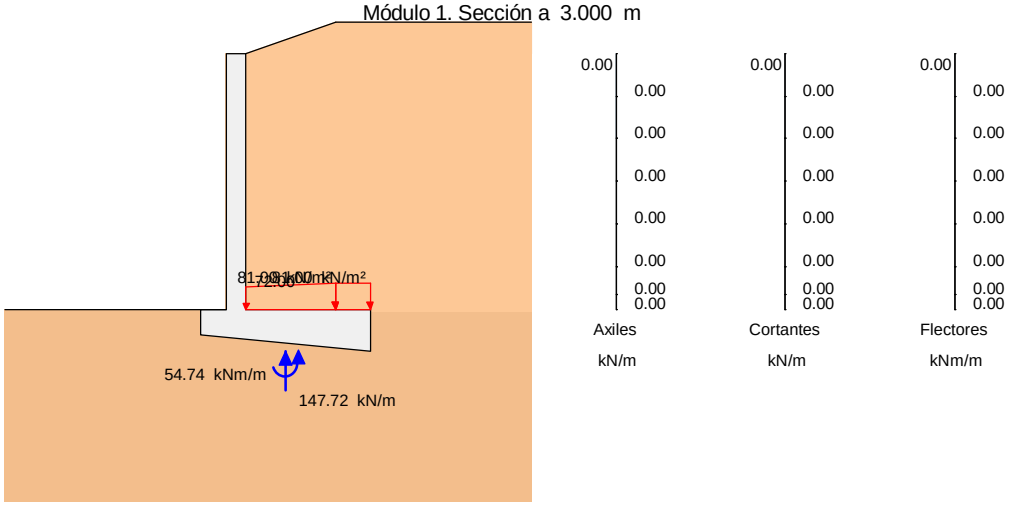
3.1.1 Sección 1 (x = 3.000 m)

Peso propio muro



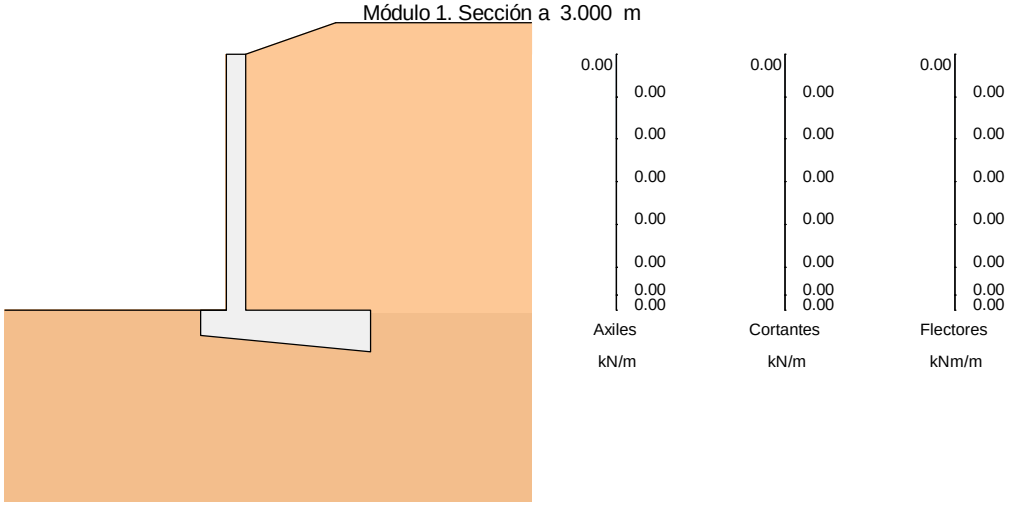
Peso tierras trasdós

Acciones en muro y esfuerzos en el alzado
Peso tierras trasdós
Módulo 1. Sección a 3.000 m



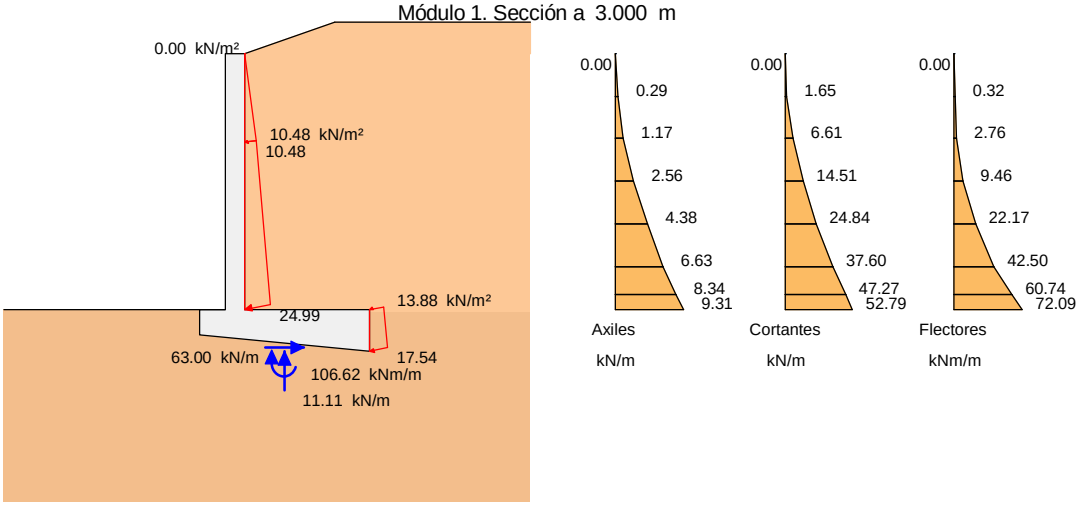
Peso tierras puntera

Acciones en muro y esfuerzos en el alzado
Peso tierras puntera
Módulo 1. Sección a 3.000 m



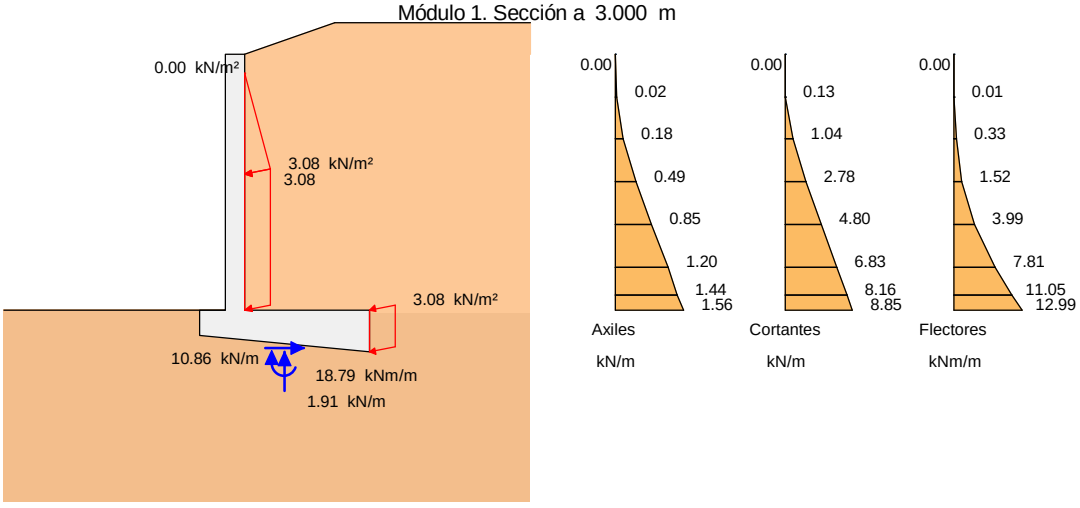
Empuje activo de las tierras del trasdós

Acciones en muro y esfuerzos en el alzado
Empuje activo de las tierras del trasdós
Módulo 1. Sección a 3.000 m



Empuje sobrecarga de tráfico en trasdós

Acciones en muro y esfuerzos en el alzado
Empuje sobrecarga de tráfico en trasdós
Módulo 1. Sección a 3.000 m

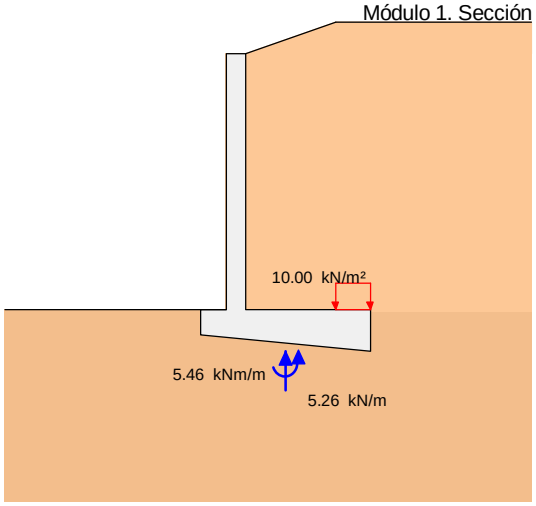


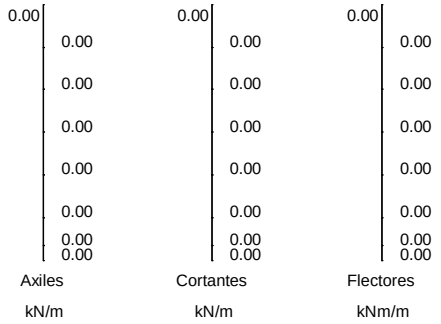
Acción vertical sobrecarga de tráfico en trasdós

Acciones en muro y esfuerzos en el alzado

Acción vertical sobrecarga de tráfico en trasdós

Módulo 1. Sección a 3.000 m



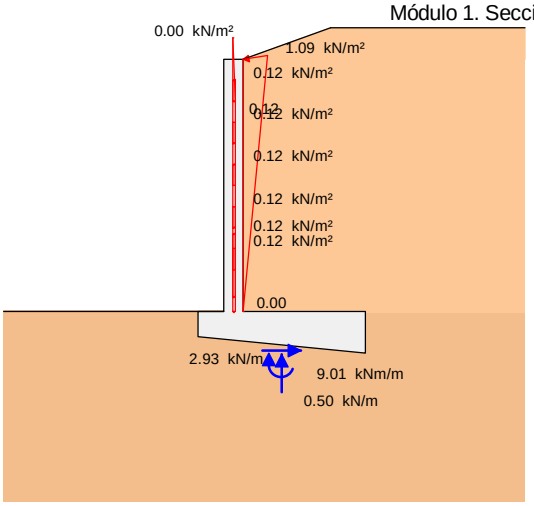


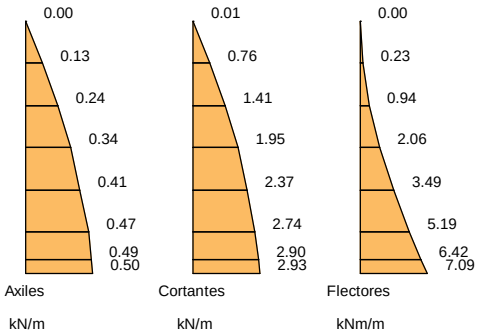
Sismo

Acciones en muro y esfuerzos en el alzado

Sismo. Combinación 1. Signo Kv positivo

Módulo 1. Sección a 3.000 m



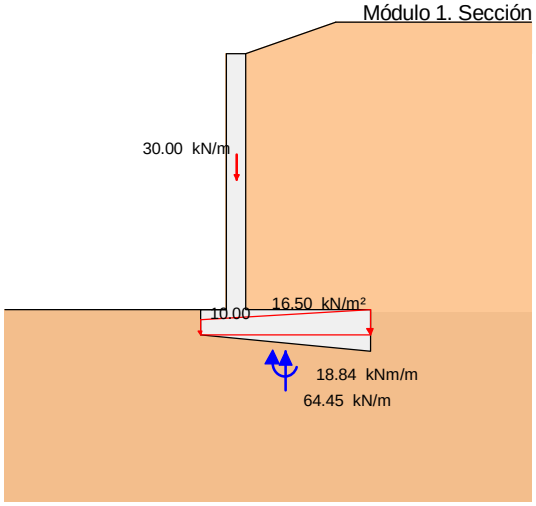


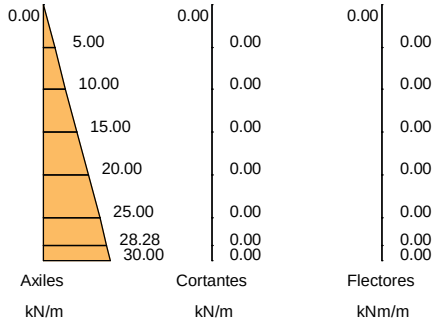
Sismo

Acciones en muro y esfuerzos en el alzado

Sismo. Combinación 1. Signo Kv positivo

Módulo 1. Sección a 3.000 m



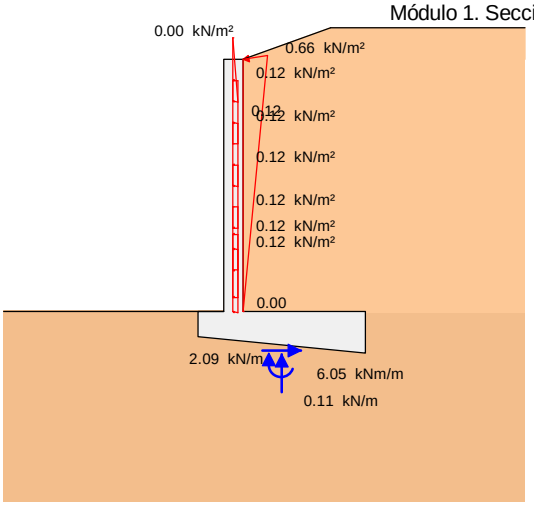


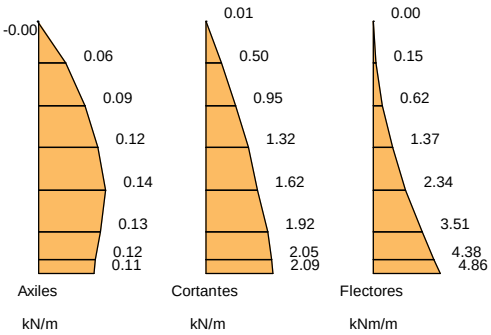
Sismo

Acciones en muro y esfuerzos en el alzado

Sismo. Combinación 1. Signo Kv negativo

Módulo 1. Sección a 3.000 m



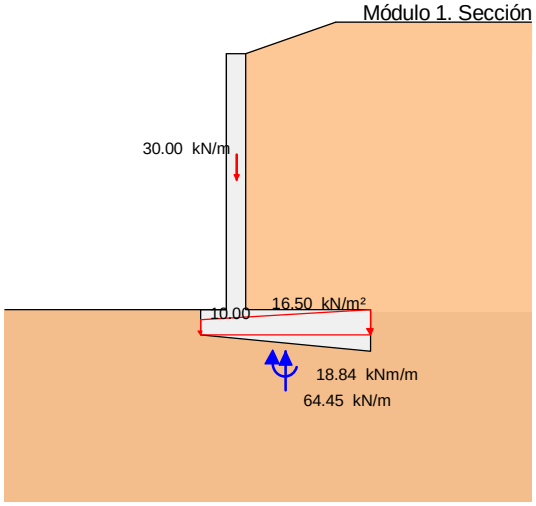


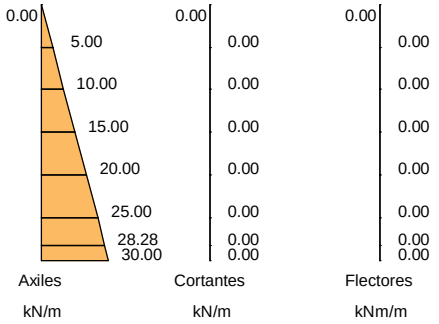
Sismo

Acciones en muro y esfuerzos en el alzado

Sismo. Combinación 1. Signo Kv negativo

Módulo 1. Sección a 3.000 m



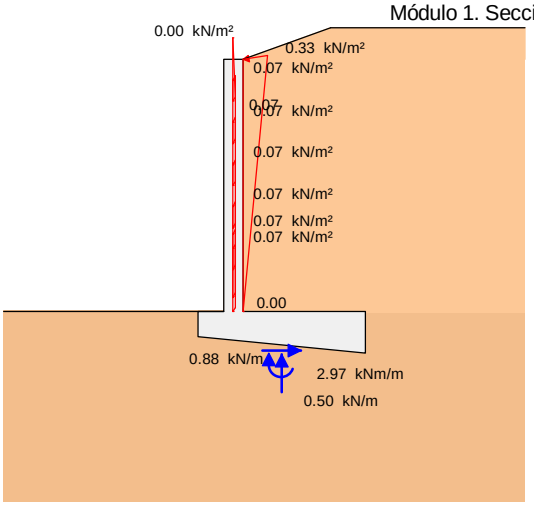


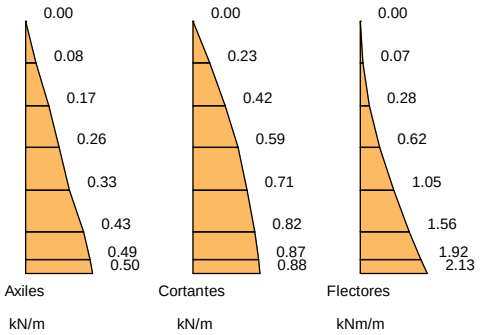
Sismo

Acciones en muro y esfuerzos en el alzado

Sismo. Combinación 2. Signo Kv positivo

Módulo 1. Sección a 3.000 m



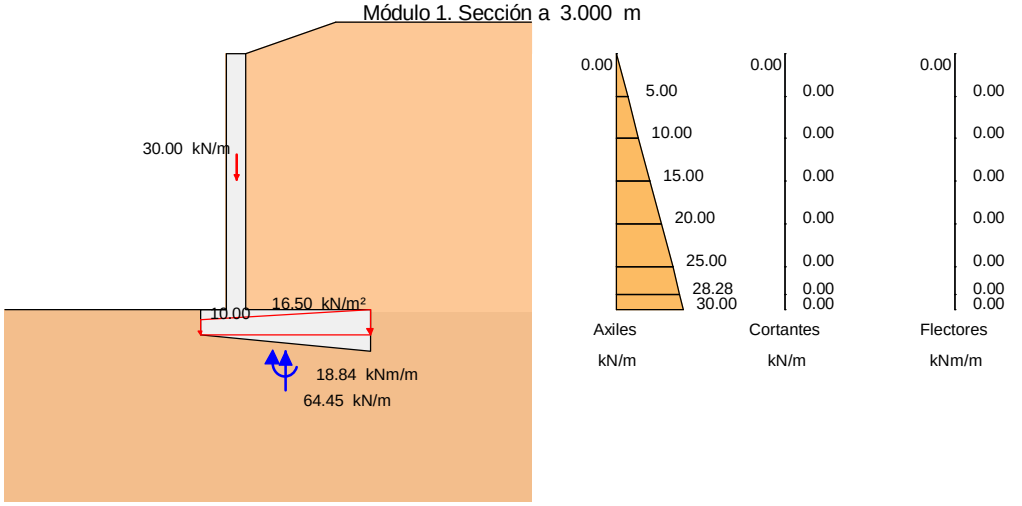


Sismo

Acciones en muro y esfuerzos en el alzado

Sismo. Combinación 2. Signo Kv positivo

Módulo 1. Sección a 3.000 m

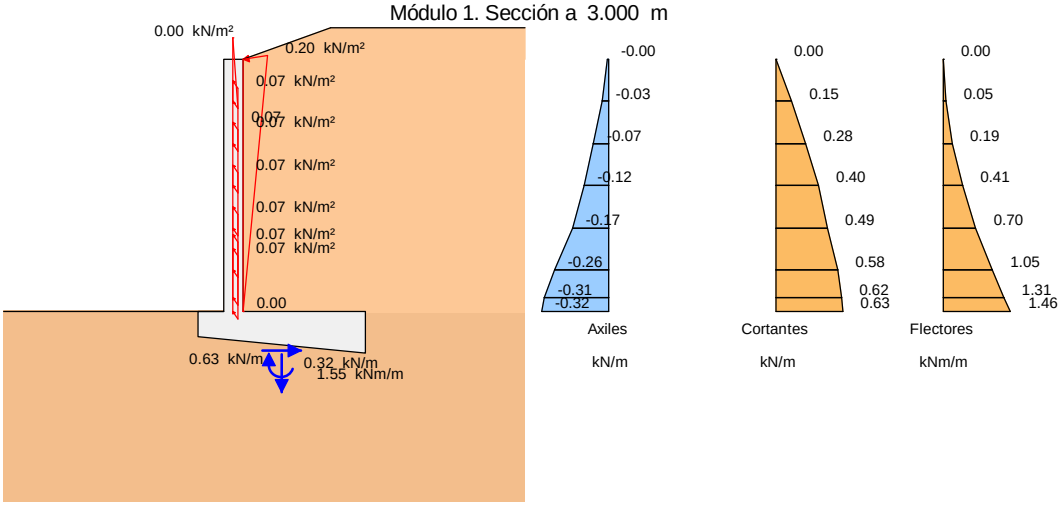


Sismo

Acciones en muro y esfuerzos en el alzado

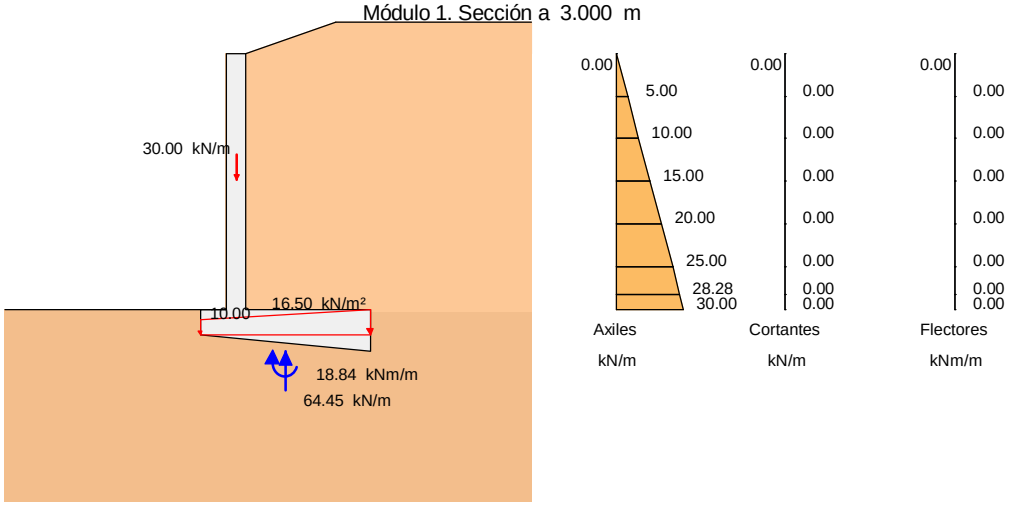
Sismo. Combinación 2. Signo Kv negativo

Módulo 1. Sección a 3.000 m



Sismo

Acciones en muro y esfuerzos en el alzado
Sismo. Combinación 2. Signo Kv negativo
Módulo 1. Sección a 3.000 m



4 ESTADO LÍMITE DE DESLIZAMIENTO

4.1 Módulo 1

4.1.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente

Acción	F normal (kN)	F roz. (kN)	F horiz. estab. (kN)	F desest. (kN)
Peso propio muro	384.8	179.4	38.5	0.0
Peso tierras trasdós	881.9	411.2	88.2	0.0
Peso tierras puntera	0.0	0.0	0.0	0.0
Empuje activo trasdós	53.1	24.8	0.0	422.6
Sobrecarga de tráfico. Empuje	12.3	5.7	0.0	101.3
Sobrecarga de tráfico. Acción vertical	0.0	0.0	0.0	0.0
Sismo	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	1332.1	621.2	126.7	523.9

Fuerza estabilizadora:

Fuerza de rozamiento	:	621.2 kN
Fuerza horizontal estabilizadora	:	126.7 kN
Adherencia	:	42.0 kN
Total	:	789.8 kN

Fuerza desestabilizadora : 523.9 kN

Factor de seguridad : 1.508
Factor de seguridad admisible : 1.500

FS = 1.508 > $FS_{admisible}$ = 1.500 -> Cumple a deslizamiento.

4.1.2 Situación persistente. Combinación característica

Acción	F normal (kN)	F roz. (kN)	F horiz. estab. (kN)	F desest. (kN)
Peso propio muro	384.8	179.4	38.5	0.0
Peso tierras trasdós	881.9	411.2	88.2	0.0
Peso tierras puntera	0.0	0.0	0.0	0.0
Empuje activo trasdós	53.1	24.8	0.0	422.6
Sobrecarga de tráfico. Empuje	12.3	5.7	0.0	101.3

Sobrecarga de tráfico. Acción vertical	0.0	0.0	0.0	0.0
Sismo	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	1332.1	621.2	126.7	523.9

Fuerza estabilizadora:

Fuerza de rozamiento	:	621.2 kN
Fuerza horizontal estabilizadora	:	126.7 kN
Adherencia	:	42.0 kN
Total	:	789.8 kN

Fuerza desestabilizadora : 523.9 kN

Factor de seguridad : 1.508
Factor de seguridad admisible : 1.300

FS = 1.508 > $FS_{admisible}$ = 1.300 -> Cumple a deslizamiento.

4.1.3 Situación accidental. Combinación sísmica

Acción	F normal (kN)	F roz. (kN)	F horiz. estab. (kN)	F desest. (kN)
Peso propio muro	384.8	179.4	38.5	0.0
Peso tierras trasdós	881.9	411.2	88.2	0.0
Peso tierras puntera	0.0	0.0	0.0	0.0
Empuje activo trasdós	53.1	24.8	0.0	422.6
Sobrecarga de tráfico. Empuje	12.3	5.7	0.0	101.3
Sobrecarga de tráfico. Acción vertical	0.0	0.0	0.0	0.0
Sismo	6.8	3.2	0.0	37.2
Total	1338.9	624.3	126.7	561.1

Fuerza estabilizadora:

Fuerza de rozamiento	:	624.3 kN
Fuerza horizontal estabilizadora	:	126.7 kN
Adherencia	:	37.3 kN
Total	:	788.3 kN

Fuerza desestabilizadora : 561.1 kN

Factor de seguridad : 1.405
Factor de seguridad admisible : 1.100

FS = 1.405 > $FS_{admisible}$ = 1.100 -> Cumple a deslizamiento.

4.2 Resumen de verificaciones

Módulo 1. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación

Módulo 1. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación

Módulo 1. Situación accidental. Combinación sísmica. Verifica la comprobación

5 ESTADO LÍMITE DE VUELCO

5.1 Módulo 1

5.1.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente

Acción	M estab. (kNm)	M desest. (kNm)

Peso propio muro	389.7	0.0
Peso tierras trasdós	1480.7	0.0
Peso tierras puntera	0.0	0.0
Empuje activo trasdós	0.0	668.0
Sobrecarga de tráfico. Empuje	0.0	233.8
Sobrecarga de tráfico. Acción vertical	0.0	0.0
Sismo	0.0	0.0
Total	1870.3	901.8

Momento estabilizador	:	1870.3 kNm
Momento desestabilizador	:	901.8 kNm

Factor de seguridad	:	2.074
Factor de seguridad admisible	:	2.000

FS = 2.074 > FSadm = 2.000 -> Cumple a vuelco.

5.1.2 Situación persistente. Combinación característica

Acción	M estab. (kNm)	M desest. (kNm)
Peso propio muro	389.7	0.0
Peso tierras trasdós	1480.7	0.0
Peso tierras puntera	0.0	0.0
Empuje activo trasdós	0.0	668.0
Sobrecarga de tráfico. Empuje	0.0	233.8
Sobrecarga de tráfico. Acción vertical	0.0	0.0
Sismo	0.0	0.0
Total	1870.3	901.8

Momento estabilizador	:	1870.3 kNm
Momento desestabilizador	:	901.8 kNm

Factor de seguridad	:	2.074
Factor de seguridad admisible	:	1.800

FS = 2.074 > FSadm = 1.800 -> Cumple a vuelco.

5.1.3 Situación accidental. Combinación sísmica

Acción	M estab. (kNm)	M desest. (kNm)
Peso propio muro	389.7	0.0
Peso tierras trasdós	1480.7	0.0
Peso tierras puntera	0.0	0.0
Empuje activo trasdós	0.0	668.0
Sobrecarga de tráfico. Empuje	0.0	233.8
Sobrecarga de tráfico. Acción vertical	0.0	0.0
Sismo	0.0	94.2
Total	1870.3	996.0

Momento estabilizador	:	1870.3 kNm
Momento desestabilizador	:	996.0 kNm

Factor de seguridad	:	1.878
Factor de seguridad admisible	:	1.500

FS = 1.878 > FSadm = 1.500 -> Cumple a vuelco.

5.2 Resumen de verificaciones

Módulo 1. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación

Módulo 1. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación

Módulo 1. Situación accidental. Combinación sísmica. Verifica la comprobación

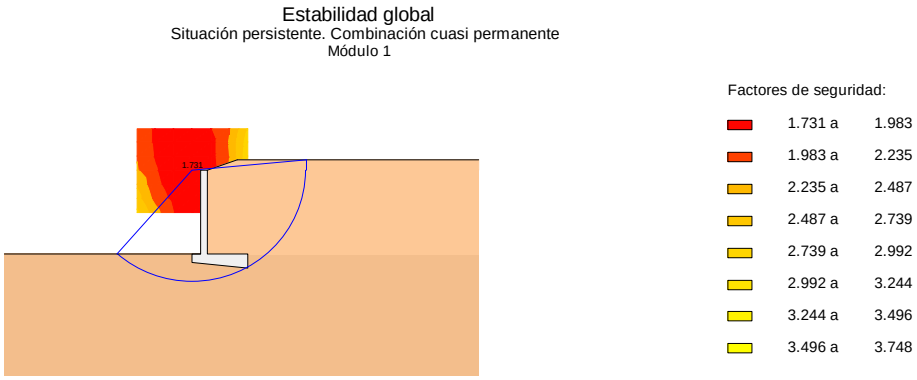
6 ESTADO LÍMITE DE ESTABILIDAD GLOBAL

El cálculo a estabilidad global se realiza con el método aproximado de Fellenius, considerando únicamente superficies de rotura circulares y con distribuciones de presiones intersticiales hidrostáticas (con variación lineal entre la zarpa delantera y la trasera).

El proyectista deberá valorar la verificación de la estabilidad global con métodos más precisos en función de la geometría, la estratificación y el flujo de agua.

6.1 Módulo 1

6.1.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente



Factor de seguridad	:	1.731
Factor de seguridad admisible	:	1.500

FS = 1.731 > FSadm = 1.500 -> Cumple a estabilidad global.

6.1.2 Situación persistente. Combinación característica

Estabilidad global
Situación persistente. Combinación característica
Módulo 1

Factor de seguridad	:	1.731
Factor de seguridad admisible	:	1.300

FS = 1.731 > FSadm = 1.300 -> Cumple a estabilidad global.

6.1.3 Situación accidental. Combinación sísmica

Estabilidad global
Situación accidental. Combinación sísmica
Módulo 1

Factor de seguridad	:	1.697
Factor de seguridad admisible	:	1.100

FS = 1.697 > FSadm = 1.100 -> Cumple a estabilidad global.

6.2 Resumen de verificaciones

Módulo 1. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación

Módulo 1. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación

Módulo 1. Situación accidental. Combinación sísmica. Verifica la comprobación

7 ESTADO LÍMITE ÚLTIMO DE HUNDIMIENTO DEL TERRENO

Para el cálculo de las presiones en el terreno se ha considerado una ley de distribución uniforme (método de la zapata equivalente).

7.1 Módulo 1

7.1.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente

Esfuerzos en la base de la zapata:

Sección	Resultante en la base de la zapata		
x	N	H	M
(m)	(kN/m)	(kN/m)	(kNm/m)
3.000	214.32	87.97	128.63

N: Resultante de las fuerzas verticales en el centro de la base de la zapata.
H: Resultante de las fuerzas horizontales en el centro de la base de la zapata.
M: Momento resultante respecto al centro de la base de la zapata.
Los esfuerzos N, H, M corresponden a la hipótesis que genera la presión máxima en el terreno.

Distribución de presiones:

Sección	Distribución de presión máxima			
x	σ_1	σ_2	b	Tipo
(m)	(kN/m^2)	(kN/m^2)	(m)	
3.000	153.12	153.12	1.400	Uniforme

Comprobación a hundimiento:

Presión máxima	:	153.12	kN/m^2
Presión de hundimiento	:	600.00	kN/m^2
Factor de seguridad mínimo	:	3.918	
Factor de seguridad admisible	:	3.000	

FS = 3.918 > FSadm = 3.000 -> Cumple a hundimiento.

7.1.2 Situación persistente. Combinación característica

Esfuerzos en la base de la zapata:

Sección	Resultante en la base de la zapata		
x	N	H	M
(m)	(kN/m)	(kN/m)	(kNm/m)
3.000	214.32	87.97	128.63

N: Resultante de las fuerzas verticales en el centro de la base de la zapata.
H: Resultante de las fuerzas horizontales en el centro de la base de la zapata.
M: Momento resultante respecto al centro de la base de la zapata.
Los esfuerzos N, H, M corresponden a la hipótesis que genera la presión máxima en el terreno.

Distribución de presiones:

Sección	Distribución de presión máxima			
x	σ_1	σ_2	b	Tipo
(m)	(kN/m^2)	(kN/m^2)	(m)	
3.000	153.12	153.12	1.400	Uniforme

Comprobación a hundimiento:

Presión máxima	:	153.12	kN/m^2
Presión de hundimiento	:	600.00	kN/m^2
Factor de seguridad mínimo	:	3.918	
Factor de seguridad admisible	:	2.600	

FS = 3.918 > FSadm = 2.600 -> Cumple a hundimiento.

7.1.3 Situación accidental. Combinación sísmica

Esfuerzos en la base de la zapata:

Sección	Resultante en la base de la zapata		
x (m)	N (kN/m)	H (kN/m)	M (kNm/m)
3.000	214.83	94.25	145.82

N: Resultante de las fuerzas verticales en el centro de la base de la zapata.
H: Resultante de las fuerzas horizontales en el centro de la base de la zapata.
M: Momento resultante respecto al centro de la base de la zapata.
Los esfuerzos N, H, M corresponden a la hipótesis que genera la presión máxima en el terreno.

Distribución de presiones:

Sección	Distribución de presión máxima			
x (m)	σ_1 (kN/m^2)	σ_2 (kN/m^2)	b (m)	Tipo
3.000	172.90	172.90	1.243	Uniforme

Comprobación a hundimiento:

Presión máxima	:	172.90	kN/m^2
Presión de hundimiento	:	600.00	kN/m^2
Factor de seguridad mínimo	:	3.470	
Factor de seguridad admisible	:	2.200	

FS = 3.470 > FSadm = 2.200 -> Cumple a hundimiento.

7.2 Resumen de verificaciones

Módulo 1. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación

Módulo 1. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación

Módulo 1. Situación accidental. Combinación sísmica. Verifica la comprobación

8 ESTADO LÍMITE ÚLTIMO DE ROTURA POR FLEXIÓN

8.1 Módulo 1

8.1.1 Alzado

8.1.1.1 Situación persistente. Combinación fundamental

Sección 1 (x = 3.000 m)

	Envolvente de esfuerzos			
	Axiles		Flectores	
Altura sobre zapata (m)	$N_{d\,max}^+$ (kN/m)	$N_{d\,max}^-$ (kN/m)	$M_{d\,max}^+$ (kNm/m)	$M_{d\,max}^-$ (kNm/m)
4.000	0.0	0.0	0.0	0.0
3.333	7.2	5.3	0.5	0.3
2.667	15.5	11.2	4.6	2.8
2.000	24.8	17.6	16.5	9.5
1.333	34.8	24.4	39.2	22.2

0.667	45.5	31.6	75.5	42.5
0.230	52.8	36.6	107.7	60.7
0.000	56.8	39.3	127.6	72.1

	Armadura vertical interior (lado tierras)				
	Esfuerzos armadura máxima		Armadura interior		
Altura sobre zapata (m)	N_d (kN/m)	M_d (kNm/m)	$A_{s\ cálculo}$ (cm^2/m)	$A_{s\ mecánica}$ (cm^2/m)	$A_{s\ geométrica}$ (cm^2/m)
4.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8
3.333	7.2	0.5	0.0	0.0	0.8
2.667	12.0	4.6	0.3	5.7	2.7
2.000	19.6	16.5	1.4	5.7	2.7
1.333	27.8	39.2	3.6	5.8	2.7
0.667	36.8	75.5	7.3	5.9	2.7
0.230	42.9	107.7	10.8	6.0	2.7
0.000	46.3	127.6	13.0	6.1	2.7

	Armadura vertical exterior (lado visto)				
	Esfuerzos armadura máxima		Armadura exterior		
Altura sobre zapata (m)	N_d (kN/m)	M_d (kNm/m)	$A_{s\ cálculo}$ (cm^2/m)	$A_{s\ mecánica}$ (cm^2/m)	$A_{s\ geométrica}$ (cm^2/m)
4.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8
3.333	7.2	0.5	0.0	0.0	0.8
2.667	15.5	4.6	0.0	0.0	0.8
2.000	24.8	16.5	0.0	0.0	0.8
1.333	34.8	39.2	0.0	0.0	0.8
0.667	45.5	75.5	0.0	0.0	0.8
0.230	52.8	107.7	0.0	0.0	0.8
0.000	56.8	127.6	0.0	0.0	0.8

8.1.1.2 Situación accidental. Combinación sísmica

Sección 1 (x = 3.000 m)

	Envolvente de esfuerzos			
	Axiles		Flectores	
Altura sobre zapata (m)	$N_{d\ max}^{+}$ (kN/m)	$N_{d\ max}^{-}$ (kN/m)	$M_{d\ max}^{+}$ (kNm/m)	$M_{d\ max}^{-}$ (kNm/m)
4.000	-0.0	-0.0	0.0	0.0
3.333	5.3	5.3	0.4	0.4
2.667	11.3	11.1	3.3	3.0
2.000	17.9	17.4	11.4	9.9
1.333	25.1	24.2	26.9	22.9
0.667	32.6	31.4	51.4	43.6
0.230	37.7	36.3	73.1	62.1
0.000	40.5	39.0	86.5	73.5

	Armadura vertical interior (lado tierras)				
	Esfuerzos armadura máxima		Armadura interior		
Altura sobre zapata (m)	N_d (kN/m)	M_d (kNm/m)	$A_{s\ cálculo}$ (cm^2/m)	$A_{s\ mecánica}$ (cm^2/m)	$A_{s\ geométrica}$ (cm^2/m)
4.000	-0.0	0.0	0.0	0.0	2.7
3.333	5.3	0.4	0.0	0.0	0.8
2.667	11.3	3.3	0.1	4.9	2.7
2.000	17.9	11.4	0.8	4.9	2.7
1.333	25.1	26.9	2.0	5.0	2.7
0.667	32.6	51.4	4.2	5.0	2.7
0.230	37.7	73.1	6.1	5.1	2.7
0.000	40.5	86.5	7.3	5.1	2.7

	Armadura vertical exterior (lado visto)				
	Esfuerzos armadura máxima		Armadura exterior		
Altura sobre zapata (m)	N_d (kN/m)	M_d (kNm/m)	$A_{s\ cálculo}$ (cm^2/m)	$A_{s\ mecánica}$ (cm^2/m)	$A_{s\ geométrica}$ (cm^2/m)
4.000	-0.0	0.0	0.0	0.0	2.7
3.333	5.3	0.4	0.0	0.0	0.8
2.667	11.3	3.3	0.0	0.0	0.8
2.000	17.9	11.4	0.0	0.0	0.8
1.333	25.1	26.9	0.0	0.0	0.8
0.667	32.6	51.4	0.0	0.0	0.8
0.230	37.7	73.1	0.0	0.0	0.8
0.000	40.5	86.5	0.0	0.0	0.8

8.1.1.3 Envolvente de armaduras

Altura sobre zapata (m)	Armadura interior (cm^2/m)	Armadura exterior (cm^2/m)
4.000	2.7	2.7
3.333	0.8	0.8
2.667	5.7	0.8
2.000	5.7	0.8
1.333	5.8	0.8
0.667	7.3	0.8
0.230	10.8	0.8
0.000	13.0	0.8

8.1.2 Zapata

8.1.2.1 Situación persistente. Combinación fundamental

Sección 1 (x = 3.000 m)

		Armadura inferior			
Distancia a puntera (m)	Zarpa	$M_{d\ max}^+$ (kNm/m)	$A_{s\ cálculo}$ (cm^2/m)	$A_{s\ mecánica}$ (cm^2/m)	$A_{s\ geométrica}$ (cm^2/m)
0.089	Delantera	0.7	0.0	0.1	3.7
0.178	Delantera	2.7	0.2	0.3	3.8
0.267	Delantera	6.0	0.4	0.6	3.8
0.356	Delantera	10.6	0.7	1.0	3.9
0.445	Delantera	16.6	1.0	1.5	4.0
0.655	Trasera	0.0	0.0	0.0	4.2
1.044	Trasera	0.0	0.0	0.0	4.5
1.433	Trasera	0.0	0.0	0.0	4.9
1.822	Trasera	0.0	0.0	0.0	5.2
2.211	Trasera	0.0	0.0	0.0	5.6

		Armadura superior			
Distancia a puntera (m)	Zarpa	$M_{d\ max}^-$ (kNm/m)	$A_{s\ cálculo}$ (cm^2/m)	$A_{s\ mecánica}$ (cm^2/m)	$A_{s\ geométrica}$ (cm^2/m)
0.089	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0
0.178	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0
0.267	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0
0.356	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0
0.445	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0
0.655	Trasera	-151.3	9.0	7.1	4.2
1.044	Trasera	-124.7	6.7	7.2	4.5
1.433	Trasera	-89.3	4.4	5.7	4.9
1.822	Trasera	-45.7	2.1	2.9	5.2
2.211	Trasera	-12.2	0.5	0.8	5.6

8.1.2.2 Situación accidental. Combinación sísmica

Sección 1 (x = 3.000 m)

	Armadura inferior				
Distancia a puntera (m)	Zarpa	$M_{d\ max}^{+}$ (kNm/m)	A_{s} cálculo (cm^2/m)	A_{s} mecánica (cm^2/m)	A_{s} geométrica (cm^2/m)
0.089	Delantera	0.5	0.0	0.0	3.7
0.178	Delantera	1.9	0.1	0.2	3.8
0.267	Delantera	4.2	0.2	0.4	3.8
0.356	Delantera	7.5	0.4	0.6	3.9
0.445	Delantera	11.7	0.6	0.9	4.0
0.655	Trasera	0.0	0.0	0.0	4.2
1.044	Trasera	0.0	0.0	0.0	4.5
1.433	Trasera	0.0	0.0	0.0	4.9
1.822	Trasera	0.0	0.0	0.0	5.2
2.211	Trasera	0.0	0.0	0.0	5.6

	Armadura superior				
Distancia a puntera (m)	Zarpa	$M_{d\ max}^{-}$ (kNm/m)	A_{s} cálculo (cm^2/m)	A_{s} mecánica (cm^2/m)	A_{s} geométrica (cm^2/m)
0.089	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0
0.178	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0
0.267	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0
0.356	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0
0.445	Delantera	0.0	0.0	0.0	0.0
0.655	Trasera	-107.7	5.5	6.1	4.2
1.044	Trasera	-89.2	4.2	5.4	4.5
1.433	Trasera	-64.3	2.7	3.8	4.9
1.822	Trasera	-33.7	1.3	1.9	5.2
2.211	Trasera	-8.9	0.3	0.5	5.6

8.1.2.3 Envolvente de armaduras

Distancia a puntera (m)	Zarpa	Armadura inferior (cm^2/m)	Armadura superior (cm^2/m)
0.089	Delantera	3.7	0.0
0.178	Delantera	3.8	0.0
0.267	Delantera	3.8	0.0
0.356	Delantera	3.9	0.0
0.445	Delantera	4.0	0.0
0.655	Trasera	4.2	9.0
1.044	Trasera	4.5	7.2
1.433	Trasera	4.9	5.7
1.822	Trasera	5.2	5.2
2.211	Trasera	5.6	5.6

8.2 Resumen de verificaciones

Módulo 1. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación

Módulo 1. Situación accidental. Combinación sísmica. Verifica la comprobación

9 ESTADO LÍMITE DE FISURACIÓN

M_k: Flector máximo. Situación persistente. Combinación cuasi permanente.
N_k: Axil concomitante. Situación persistente. Combinación cuasi permanente.
w_k: Abertura de fisura.

w_{adm}: Abertura de fisura admisible.

9.1 Módulo 1

9.1.1 Alzado

9.1.1.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente

Armadura vertical interior del alzado. Posiciones J y K.

Altura sobre zapata (m)	Armadura	N_k (kN/m)	M_k (kNm/m)	W_k (mm)	W_{adm} (mm)
4.000	Ø16/0.300 m	0.00	0.00	0.00	0.30
3.333	Ø16/0.300 m	5.32	0.34	0.00	0.30
2.667	Ø16/0.300 m	11.35	3.10	0.01	0.30
2.000	Ø16/0.300 m	18.05	10.98	0.04	0.30
1.333	Ø16/0.300 m	25.23	26.16	0.04	0.30
0.667	Ø16/0.300 + Ø16/0.300 m	32.83	50.32	0.09	0.30
0.230	Ø16/0.300 + Ø16/0.300 m	38.05	71.79	0.20	0.30
0.000	Ø16/0.300 + Ø16/0.300 m	40.87	85.08	0.28	0.30

Armadura vertical exterior del alzado. Posición M.

Altura sobre zapata (m)	Armadura	N_k (kN/m)	M_k (kNm/m)	W_k (mm)	W_{adm} (mm)
4.000	Ø12/0.300 m	0.00	0.00	0.00	0.30
3.333	Ø12/0.300 m	5.29	0.32	0.00	0.30
2.667	Ø12/0.300 m	11.17	2.76	0.00	0.30
2.000	Ø12/0.300 m	17.56	9.46	0.00	0.30
1.333	Ø12/0.300 m	24.38	22.17	0.00	0.30
0.667	Ø12/0.300 m	31.63	42.50	0.01	0.30
0.230	Ø12/0.300 m	36.61	60.74	0.01	0.30
0.000	Ø12/0.300 m	39.31	72.09	0.02	0.30

9.1.2 Zapata

9.1.2.1 Situación persistente. Combinación cuasi permanente

Armadura transversal inferior de la zapata. Posición B.

Distancia a puntera (m)	Zarpa	Armadura	N_k (kN/m)	M_k (kNm/m)	W_k (mm)	W_{adm} (mm)
0.089	Delantera	Ø12/0.150 m	0.00	0.45	0.00	0.30
0.178	Delantera	Ø12/0.150 m	0.00	1.79	0.01	0.30
0.267	Delantera	Ø12/0.150 m	0.00	4.03	0.01	0.30
0.356	Delantera	Ø12/0.150 m	0.00	7.15	0.02	0.30
0.445	Delantera	Ø12/0.150 m	0.00	11.17	0.03	0.30
0.655	Trasera	Ø12/0.150 m	0.00	0.00	0.00	0.30
1.044	Trasera	Ø12/0.150 m	0.00	0.00	0.00	0.30
1.433	Trasera	Ø12/0.150 m	0.00	0.00	0.00	0.30
1.822	Trasera	Ø12/0.150 m	0.00	0.00	0.00	0.30
2.211	Trasera	Ø12/0.150 m	0.00	0.00	0.00	0.30

Armadura transversal superior de la zapata. Posición E.

Distancia a puntera (m)	Zarpa	Armadura	N_k (kN/m)	M_k (kNm/m)	W_k (mm)	W_{adm} (mm)
0.089	Delantera	Ø16/0.150 m	0.00	0.00	0.00	0.30
0.178	Delantera	Ø16/0.150 m	0.00	0.00	0.00	0.30

0.267	Delantera	Ø16/0.150	m	0.00	0.00	0.00	0.30
0.356	Delantera	Ø16/0.150	m	0.00	0.00	0.00	0.30
0.445	Delantera	Ø16/0.150	m	0.00	0.00	0.00	0.30
0.655	Trasera	Ø16/0.150	m	0.00	-100.19	0.14	0.30
1.044	Trasera	Ø16/0.150	m	0.00	-83.34	0.11	0.30
1.433	Trasera	Ø16/0.150	m	0.00	-60.92	0.07	0.30
1.822	Trasera	Ø16/0.150	m	0.00	-33.53	0.04	0.30
2.211	Trasera	Ø16/0.150	m	0.00	-8.95	0.01	0.30

9.2 Resumen de verificaciones

Módulo 1. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación

10 ESTADO LÍMITE ÚLTIMO DE ROTURA POR CORTANTE

10.1 Módulo 1

10.1.1 Alzado

10.1.1.1 Situación persistente. Combinación fundamental

Sección 1 (x = 3.000 m)

	Envolvente de esfuerzos						
	Axiles		Cortantes		Esfuerzos armadura máxima		
Altura sobre zapata (m)	$N_{d\,max}^{+}$ (kN/m)	$N_{d\,max}^{-}$ (kN/m)	$V_{d\,max}^{+}$ (kN/m)	$V_{d\,max}^{-}$ (kN/m)	N_d (kN/m)	V_d (kN/m)	M_d (kNm/m)
4.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.333	7.2	5.3	2.7	1.7	5.5	2.7	0.5
2.667	15.5	11.2	11.5	6.6	12.0	11.5	4.6
2.000	24.8	17.6	25.9	14.5	19.6	25.9	16.5
1.333	34.8	24.4	44.5	24.8	27.8	44.5	39.2
0.667	45.5	31.6	66.6	37.6	36.8	66.6	75.5
0.230	52.8	36.6	83.1	47.3	42.9	83.1	107.7
0.000	56.8	39.3	92.5	52.8	46.3	92.5	127.6

	Verificación por agotamiento de las bielas de compresión			
Altura sobre zapata (m)	V_d (kN/m)	V_{u1} (kN/m)	V_d / V_{u1}	Observaciones
4.000	0.0			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
3.333	2.7			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
2.667	11.5			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
2.000	25.9			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
1.333	44.5			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.667	66.6			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.230	83.1			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.000	92.5			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma

	Armadura de cortante							
Altura sobre zapata (m)	V_d (kN/m)	V_{cu} (kN/m)	V_{su} (kN/m)	V_{u2} (kN/m)	A_t (cm^2/m^2)	$A_{t\ min}$ (cm^2/m^2)	$S_{max\ long}$ (m)	$S_{max\ trans}$ (m)
4.000	0.0			269.1	0.0	0.0		
3.333	2.7			270.9	0.0	0.0		
2.667	11.5			273.0	0.0	0.0		
2.000	25.9			275.4	0.0	0.0		
1.333	44.5			172.3	0.0	0.0		
0.667	66.6			173.3	0.0	0.0		
0.230	83.1			174.0	0.0	0.0		
0.000	92.5			174.4	0.0	0.0		

10.1.1.2 Situación accidental. Combinación sísmica

Sección 1 (x = 3.000 m)

	Envolvente de esfuerzos						
	Axiles		Cortantes		Esfuerzos armadura máxima		
Altura sobre zapata (m)	$N_{d\ max}^+$ (kN/m)	$N_{d\ max}^-$ (kN/m)	$V_{d\ max}^+$ (kN/m)	$V_{d\ max}^-$ (kN/m)	N_d (kN/m)	V_d (kN/m)	M_d (kNm/m)
4.000	0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0
3.333	5.4	5.3	2.5	1.8	5.4	2.5	0.6
2.667	11.6	11.1	9.1	6.9	11.6	9.1	4.0
2.000	18.4	17.4	19.2	14.9	18.4	19.2	13.0
1.333	25.6	24.2	32.0	25.3	25.6	32.0	29.6
0.667	33.3	31.4	47.2	38.2	33.3	47.2	55.5
0.230	38.5	36.3	58.3	47.9	38.5	58.3	78.2
0.000	41.4	39.0	64.6	53.4	41.4	64.6	92.2

	Verificación por agotamiento de las bielas de compresión			
Altura sobre zapata (m)	V_d (kN/m)	V_{u1} (kN/m)	V_d / V_{u1}	Observaciones
4.000	0.0			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
3.333	2.5			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
2.667	9.1			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
2.000	19.2			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
1.333	32.0			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.667	47.2			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.230	58.3			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.000	64.6			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma

	Armadura de cortante							
Altura sobre zapata (m)	V_d (kN/m)	V_{cu} (kN/m)	V_{su} (kN/m)	V_{u2} (kN/m)	A_t (cm^2/m^2)	$A_{t\ min}$ (cm^2/m^2)	$S_{max\ long}$ (m)	$S_{max\ trans}$ (m)
4.000	0.0			310.6	0.0	0.0		
3.333	2.5			312.3	0.0	0.0		
2.667	9.1			314.3	0.0	0.0		
2.000	19.2			316.5	0.0	0.0		
1.333	32.0			198.1	0.0	0.0		
0.667	47.2			199.0	0.0	0.0		
0.230	58.3			199.5	0.0	0.0		

0.000	64.6		199.8	0.0	0.0	

10.1.1.3 Envolvente de armaduras

Altura sobre zapata (m)	Armadura (cm^2/m^2)
4.000	0.0
3.333	0.0
2.667	0.0
2.000	0.0
1.333	0.0
0.667	0.0
0.230	0.0
0.000	0.0

10.1.2 Zapata

10.1.2.1 Situación persistente. Combinación fundamental

Sección 1 (x = 3.000 m)

		Envolvente de esfuerzos			
		Cortantes		Esfuerzos armadura máxima	
Distancia a puntera (m)	Zarpa	$V_{d\,max}^+$ (kN/m)	$V_{d\,max}^-$ (kN/m)	V_d (kN/m)	M_d (kNm/m)
0.005	Delantera	0.0	-0.8	-0.8	0.0
0.400	Delantera	0.0	-66.9	-66.9	13.4
0.700	Trasera	0.0	-66.6	-66.6	-147.4
1.350	Trasera	0.0	-122.2	-122.2	-85.9
1.600	Trasera	0.0	-111.6	-111.6	-71.4
1.850	Trasera	0.0	-107.9	-107.9	-42.6
2.100	Trasera	0.0	-75.4	-75.4	-19.7
2.350	Trasera	0.0	-39.4	-39.4	-5.3

	Verificación por agotamiento de las bielas de compresión			
Distancia a puntera (m)	V_d (kN/m)	V_{u1} (kN/m)	V_d / V_{u1}	Observaciones
0.005	-0.8			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.400	-66.9			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.700	-66.6			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
1.350	-122.2			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
1.600	-111.6			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
1.850	-107.9			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
2.100	-75.4			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
2.350	-39.4			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma

	Armadura de cortante							
Distancia a puntera (m)	V_d (kN/m)	V_{cu} (kN/m)	V_{su} (kN/m)	V_{u2} (kN/m)	A_t (cm^2/m^2)	$A_{t\,min}$ (cm^2/m^2)	$S_{max\,long}$ (m)	$S_{max\,trans}$ (m)
0.005	-0.8			360.5	0	0		
0.400	-66.9			396.8	0	0		
0.700	-66.6			244.3	0	0		

1.350	-122.2		271.3	0	0	
1.600	-111.6		506.6	0	0	
1.850	-107.9		529.5	0	0	
2.100	-75.4		552.3	0	0	
2.350	-39.4		575.1	0	0	

10.1.2.2 Situación accidental. Combinación sísmica

Sección 1 (x = 3.000 m)

		Envolvente de esfuerzos			
		Cortantes		Esfuerzos armadura máxima	
Distancia a puntera (m)	Zarpa	$V_{d\ max}^{+}$ (kN/m)	$V_{d\ max}^{-}$ (kN/m)	V_d (kN/m)	M_d (kNm/m)
0.005	Delantera	0.0	-0.6	-0.6	0.0
0.400	Delantera	0.0	-47.3	-47.3	9.5
0.700	Trasera	0.0	-41.1	-41.1	-106.0
1.350	Trasera	0.0	-68.5	-68.5	-70.1
1.600	Trasera	0.0	-77.9	-77.9	-51.8
1.850	Trasera	0.0	-79.7	-79.7	-31.4
2.100	Trasera	0.0	-55.6	-55.6	-14.5
2.350	Trasera	0.0	-29.0	-29.0	-3.9

	Verificación por agotamiento de las bielas de compresión			
Distancia a puntera (m)	V_d (kN/m)	V_{u1} (kN/m)	V_d / V_{u1}	Observaciones
0.005	-0.6			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.400	-47.3			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
0.700	-41.1			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
1.350	-68.5			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
1.600	-77.9			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
1.850	-79.7			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
2.100	-55.6			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma
2.350	-29.0			No es necesaria la verificación por compresión oblicua del alma

	Armadura de cortante							
Distancia a puntera (m)	V_d (kN/m)	V_{cu} (kN/m)	V_{su} (kN/m)	V_{u2} (kN/m)	A_t (cm^2/m^2)	$A_{t\ min}$ (cm^2/m^2)	$S_{max\ long}$ (m)	$S_{max\ trans}$ (m)
0.005	-0.6			416.0	0	0		
0.400	-47.3			457.8	0	0		
0.700	-41.1			281.9	0	0		
1.350	-68.5			558.2	0	0		
1.600	-77.9			584.6	0	0		
1.850	-79.7			610.9	0	0		
2.100	-55.6			637.2	0	0		
2.350	-29.0			663.5	0	0		

10.1.2.3 Envolvente de armaduras

Distancia a puntera (m)	Armadura (cm^2/m^2)
0.005	0.0
0.400	0.0

0.700	0.0
1.350	0.0
1.600	0.0
1.850	0.0
2.100	0.0
2.350	0.0

10.2 Resumen de verificaciones

Módulo 1. Situación persistente. Combinación fundamental. Verifica la comprobación

Módulo 1. Situación accidental. Combinación sísmica. Verifica la comprobación

11 ESTADO LÍMITE DE DEFORMACIONES

Los movimientos calculados corresponden a la deformación del alzado del muro, no incluyendo por tanto los movimientos derivados del giro de la cimentación.
Los movimientos y giros corresponden a las deformaciones elásticas, es decir, considerando inercias no fisuradas. Tampoco incluyen la deformación por efectos reológicos (fluencia).

11.1 Módulo 1

Movimientos en coronación por cada acción

Acción	Hip: U_X (mm)	$U_{X,\ máximo}$ G (rad)	Hip: U_X (mm)	$G_{máximo}$ G (rad)
Empuje activo de las tierras del trasdós	3.7	0.001144	3.7	0.001144
Empuje sobrecarga de tráfico en trasdós	0.7	0.000204	0.7	0.000204
Sismo	0.5	0.000159	0.5	0.000159
Sismo	0.5	0.000159	0.5	0.000159

U_X : desplazamiento horizontal
G : giro

Movimientos totales

Combinación	Hip: U_X (mm)	$U_{X,\ máximo}$ G (rad)	Hip: U_X (mm)	$G_{máximo}$ G (rad)
Situación persistente. Combinación cuasi permanente	4.3	0.001348	4.3	0.001348
Situación persistente. Combinación frecuente	4.3	0.001348	4.3	0.001348
Situación persistente. Combinación característica	4.3	0.001348	4.3	0.001348

U_X : desplazamiento horizontal
G : giro

U_{xmax} = 4.3 mm < $U_{xadmisible}$ = 5.0 mm -> Cumple a deformación.

11.2 Resumen de verificaciones

Módulo 1. Situación persistente. Combinación cuasi permanente. Verifica la comprobación

Módulo 1. Situación persistente. Combinación frecuente. Verifica la comprobación

Módulo 1. Situación persistente. Combinación característica. Verifica la comprobación

12 VERIFICACIÓN DEL DESPIECE

Módulo 1 : Generación correcta del despiece de la armadura.

Programa: CivilEstudio

Versión: 34 - 6
Barcelona, 2018

CivilEstudio, software propiedad de CivilCAD Consultores, S.L.
Autores: L.M.Callís, J.M.Roig, I.Callís, P.Reinés
Licencia de uso concedida a: Most Enginyers, S.L.
Número de usuario: 12202

Proyecto:

Nombre del proyecto: *PRECÀLCUL DE LES ESTRUCTURES DEL PROJECTE D'OBRES BÀSIQUES D'URBANITZACIÓ DEL PLA DIRECTOR URBANÍSTIC DEL CENTRE DIRECCIONAL DE CERDANYOLA DEL VALLÈS*
Nombre de la estructura: *12- OD ALETES SANT MARÇAL*
Nombre del elemento estructural: *ALETES*
Tipo de estructura: *Muro in situ*
Funcionalidad de la estructura: *Muro de contención*
Clase de estructura: *Canto variable*
Vida útil: *100 años*

Normativas:

Ámbito: *Normas españolas*

Unidades:

Sistema *S.I.*

Despiece:

Sistema Métrico Europeo

Módulo del programa:

Módulo Muro superficial
Nombre del archivo de proyecto: *aletes od sant marÇal_v1.mur*
Ruta de acceso: *p:\parc de l'alba\estructures\12. od st. marçal\aletes*

Informe:

Tipo de informe: *Informe de mediciones*
Informe generado el día 05-02-2021 a las 12:15:23

Índice

MEDICIONES MURO :

Módulo 1

Zapata

Unidad: Volumen de excavación en zanja

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Zanja	1	0.000	0.00

Total:	0.000	m^3

Unidad: Volumen de relleno de zanja

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Zanja	1	0.000	0.00

Total:	0.000	m^3

Unidad: Volumen de hormigón no estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	dimensión b	sub-total
Hormigón de limpieza	1	17.360	0.100	1.74

Total:	1.736	m^3

Unidad: Superficie de encofrado plano oculto

Medición:

descripción	número n	dimensión a	dimensión b	sub-total
Hormigón de limpieza	1	6.200	0.100	0.62
	1	2.800	0.100	0.28
	1	6.200	0.100	0.62
	1	2.800	0.100	0.28
Laterales zapata	1	6.000	0.400	2.40
	1	2.600	0.530	1.38
	1	6.000	0.660	3.96
	1	2.600	0.530	1.38

Total:	10.916	m^2

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Hormigón de la zapata	1	8.268	8.27

Total:	8.268	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Zapata	1	574.8	574.79

Total:	574.8	kg

Alzado

Unidad: Superficie de encofrado plano visto

Medición:

descripción	número n	dimensión a	dimensión b	sub-total
Paramento exterior	1	6.000	4.000	24.00

Total:	24.000	m^2

Unidad: Superficie de encofrado plano oculto

Medición:

descripción	número n	dimensión a	dimensión b	sub-total
Paramento del trasdós	1	6.000	4.000	24.00
Tape lateral derecho	1	4.000	0.300	1.20
Tape lateral izquierdo	1	4.000	0.300	1.20

Total:	26.400	m^2

Unidad: Volumen de hormigón estructural

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Alzado	1	7.200	7.20

Total:	7.200	m^3

Unidad: Peso de acero de armadura pasiva

Medición:

descripción	número n	dimensión a	sub-total
Alzado	1	547.4	547.38

Total:	547.4	kg

APÈNDIX 12. CÀLCUL MUR MC-3 (MUR DEL CARRER CÒRDOVA)

MUR DEL CARRER CÒRDOVA

Enginyeria i Gestió d'Infraestructures SLP

egi Enginyeria i Gestió d'Infraestructures SLP

ÍNDEX

1.- NORMA I MATERIALS..... 2
2.- ACCIONS..... 2
3.- DADES GENERALS..... 2
4.- DESCRIPCIÓ DEL TERRENY..... 2
5.- GEOMETRIA..... 3
6.- ESQUEMA DE LES FASES..... 3
7.- CÀRREGUES..... 3
8.- RESULTATS DE LES FASES..... 3
9.- COMBINACIONS..... 4
10.- DESCRIPCIÓ DE L'ARMAT..... 5
11.- COMPROVACIONS GEOMÈTRIQUES I DE RESISTÈNCIA..... 5
12.- COMPROVACIONS D'ESTABILITAT (CERCLE DE LLISCAMENT PÈSSIM)..... 8
13.- MEDICIÓ..... 8

Selecció de llistats
Nom de l'Obra: mur L 120 Data:10/12/09
Mur gravetat. C/ Córdoba. H=1.20 m

1.- NORMA I MATERIALS

Norma: EHE-CTE (Espanya)
Formigó: HA-25, Control Estadístico
Acer de barres: B 400 S, Control Normal
Tipus d'ambient: Clase IIa
Recobriment en l'intradós del mur: 3.0 cm
Recobriment en l'extradós del mur: 3.0 cm
Recobriment superior de la fonamentació: 5.0 cm
Recobriment inferior de la fonamentació: 5.0 cm
Recobriment lateral de la fonamentació: 7.0 cm
Grandària màxima del granulat: 30 mm

2.- ACCIONS

Empenta en l'intradós: Pasiu
Empenta en l'extradós: Actiu

3.- DADES GENERALS

Cota de la rasant: 0.00 m
Alçària del mur sobre la rasant: 0.00 m
Enrasat: Intrados
Longitud del mur en planta: 5.00 m
Separació dels junts: 5.00 m
Tipus de fonamentació: Sabata correguda

4.- DESCRIPCIÓ DEL TERRENY

Angle talús: 45 graus
Percentatge del fricció intern entre el terreny i l'intradós del mur: 0 %
Percentatge del fricció intern entre el terreny i el extradós del mur: 0 %
Evacuació per drenatge: 100 %
Percentatge d'empenta passiu: 50 %
Cota empenta passiu: 0.50 m
Tensió admissible: 1.00 kp/cm²
Coeficient de fregament terreny-fonament: 0.60

ESTRATS

Referències	Cota superior	Descripció	Coeficients d'empenta
1 - Sorra semidensa	0.00 m	Densitat aparent: 2.00 kg/dm³ Densitat submergida: 1.00 kg/dm³ Angle fricció intern: 30.00 graus Cohesió: 0.00 Tn/m²	Actiu extradós: 0.33 Passiu intradós: 3.00

REBLERT EN INTRADÓS

Referències	Descripció	Coeficients d'empenta
Reblert	Densitat aparent: 1.90 kg/dm³ Densitat submergida: 1.10 kg/dm³ Angle fricció intern: 33.00 graus Cohesió: 0.00 Tn/m²	Actiu extradós: 0.29 Passiu intradós: 3.39

5.- GEOMETRIA

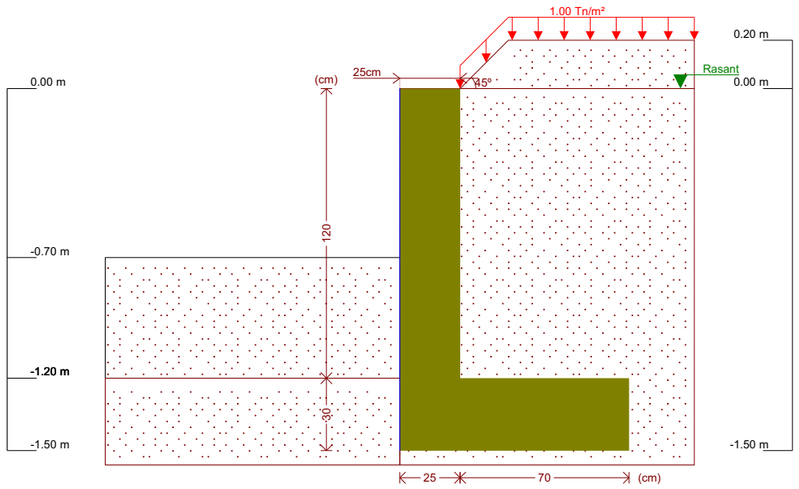
MUR

Alçaria: 1.20 m
Gruix superior: 25.0 cm
Gruix inferior: 25.0 cm

SABATA CORREGUDA

Sense puntera
Cantell: 30 cm
Vulada en l'extradós: 70.0 cm
Formigó de neteja: 10 cm

6.- ESQUEMA DE LES FASES



Fase 1: Fase

7.- CÀRREGUES

CÀRREGUES EN L'EXTRADÓS

Tipus	Cota	Dades	Fase inicial	Fase final
Uniforme	En superfície	Valor: 1 Tn/m²	Fase	Fase

8.- RESULTATS DE LES FASES

Esforços sense majorar.

FASE 1: FASE

CÀRREGA PERMANENT I EMPENTA DE TERRES AMB SOBRECÀRREGUES

Cota (m)	Llei d'axials (Tn/m)	Llei de tallants (Tn/m)	Llei de moment flector (mTn/m)	Llei d'empentes (Tn/m²)	Pressió hidrostàtica (Tn/m²)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.66	0.00
-0.11	0.07	0.07	0.00	0.66	0.00

Selecció de llistats

Nom de l'Obra: mur L 120 Data:10/12/09

Mur gravetat. C/ Córdoba. H=1.20 m

Cota (m)	Llei d'axials (Tn/m)	Llei de tallants (Tn/m)	Llei de moment flector (mTn/m)	Llei d'empentes (Tn/m²)	Pressió hidrostàtica (Tn/m²)
-0.23	0.14	0.15	0.02	0.67	0.00
-0.35	0.22	0.24	0.04	0.73	0.00
-0.47	0.29	0.33	0.07	0.80	0.00
-0.59	0.37	0.43	0.12	0.88	0.00
-0.71	0.44	0.54	0.18	0.95	0.00
-0.83	0.52	0.66	0.25	1.03	0.00
-0.95	0.59	0.79	0.34	1.11	0.00
-1.07	0.67	0.92	0.44	1.19	0.00
-1.19	0.74	1.07	0.56	1.27	0.00
Màxims	0.75 Cota: -1.20 m	1.08 Cota: -1.20 m	0.57 Cota: -1.20 m	1.28 Cota: -1.20 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínims	0.00 Cota: 0.00 m	0.00 Cota: 0.00 m	0.00 Cota: 0.00 m	0.65 Cota: -0.14 m	0.00 Cota: 0.00 m

CÀRREGA PERMANENT I EMPENTA DE TERRES

Cota (m)	Llei d'axials (Tn/m)	Llei de tallants (Tn/m)	Llei de moment flector (mTn/m)	Llei d'empentes (Tn/m²)	Pressió hidrostàtica (Tn/m²)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.11	0.07	0.01	0.00	0.20	0.00
-0.23	0.14	0.04	0.00	0.28	0.00
-0.35	0.22	0.08	0.01	0.36	0.00
-0.47	0.29	0.13	0.02	0.44	0.00
-0.59	0.37	0.19	0.04	0.52	0.00
-0.71	0.44	0.25	0.07	0.60	0.00
-0.83	0.52	0.33	0.10	0.68	0.00
-0.95	0.59	0.42	0.15	0.76	0.00
-1.07	0.67	0.51	0.20	0.84	0.00
-1.19	0.74	0.62	0.27	0.92	0.00
Màxims	0.75 Cota: -1.20 m	0.63 Cota: -1.20 m	0.28 Cota: -1.20 m	0.93 Cota: -1.20 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínims	0.00 Cota: 0.00 m	0.00 Cota: 0.00 m	0.00 Cota: 0.00 m	0.00 Cota: 0.00 m	0.00 Cota: 0.00 m

9.- COMBINACIONS

HIPÒTESI

1 - Càrrega permanent
2 - Empenta de terres
3 - Sobrecàrrega

COMBINACIONS PER ESTATS LÍMIT ÚLTIMS

	Hipòtesi		
Combinació	1	2	3
1	1.00	1.00	
2	1.60	1.00	
3	1.00	1.60	
4	1.60	1.60	
5	1.00	1.00	1.60
6	1.60	1.00	1.60
7	1.00	1.60	1.60
8	1.60	1.60	1.60

COMBINACIONS PER ESTATS LÍMIT DE SERVEI

	Hipòtesi		
Combinació	1	2	3
1	1.00	1.00	
2	1.00	1.00	0.60

10.- DESCRIPCIÓ DE L'ARMAT

CORONACIÓ

Armadura superior: 2 Ø12
Ancoratge intrados / trasdos: 16 / 16 cm

TRAMS

Núm.	Intrados		Trasdos	
	Vertical	Horitzontal	Vertical	Horitzontal
1	Ø10c/20 Encavallament: 0.2 m	Ø8c/20	Ø12c/20 Encavallament: 0.45 m	Ø8c/20

SABATA

Armadura	Longitudinal	Transversal
Superior	Ø12c/30	Ø12c/20 Pota Intrados / Trasdos: 15 / - cm
Inferior	Ø12c/30	Ø12c/20 Pota intrados / trasdos: 16 / - cm

Longitud de pota en arrencada: 30 cm

11.- COMPROVACIONS GEOMÈTRIQUES I DE RESISTÈNCIA

Referència: Mur: mur L 120 (Mur gravetat. C/ Córdoba. H=1.20 m)		
Comprovació	Valors	Estat
Comprobació a rasant en arranc mur:	Màxim: 12.72 Tn/m Calculat: 1.73 Tn/m	Compleix
Gruix mínim del tram: *Jiménez Salas, J.A.. Geotecnia i Ciments II, (Cap. 12)*	Mínim: 20 cm Calculat: 25 cm	Compleix
Separació lliure mínima armadures horitzontals: *Norma EHE-98. Article 66.4.1*	Mínim: 3.7 cm	
- Trasdós:	Calculat: 19.2 cm	Compleix
- Intradós:	Calculat: 19.2 cm	Compleix
Separació màxima armadures horitzontals: *Norma EHE, article 42.3.1*	Màxim: 30 cm	
- Trasdós:	Calculat: 20 cm	Compleix

Referència: Mur: mur L 120 (Mur gravetat. C/ Córdoba. H=1.20 m)		
Comprovació	Valors	Estat
- Intradós:	Calculat: 20 cm	Compleix
Quantia mínima geomètrica horitzontal: *Article 42.3.5 de la norma EHE*	Mínim: 0.001	
- Trasdós (-1.20 m):	Calculat: 0.001	Compleix
- Intradós (-1.20 m):	Calculat: 0.001	Compleix
Quantia mínima mecànica horitzontal per cara: *Criterio J.Calavera. Murs de contenció i murs de sótan. (Quantia horitzontal > 20% Quantía vertical)*	Calculat: 0.001	
- Trasdós:	Mínim: 0.00045	Compleix
- Intradós:	Mínim: 0.00031	Compleix
Quantia mínima geomètrica vertical cara traccionada: - Trasdós (-1.20 m): *Article 42.3.5 de la norma EHE*	Mínim: 0.0012 Calculat: 0.00226	Compleix
Quantia mínima mecànica vertical cara traccionada: - Trasdós (-1.20 m): *Norma EHE, article 42.3.2 (Flexió simple o composta)*	Mínim: 0.00191 Calculat: 0.00226	Compleix
Quantia mínima geomètrica vertical cara comprimida: - Intradós (-1.20 m): *Article 42.3.5 de la norma EHE*	Mínim: 0.00036 Calculat: 0.00157	Compleix
Quantia mínima mecànica vertical cara comprimida: - Intradós (-1.20 m): *Norma EHE, article 42.3.2 (Flexió simple o composta)*	Mínim: 0 Calculat: 0.00157	Compleix
Quantia màxima geomètrica d'armadura vertical total: - (0.00 m): *EC-2, art. 5.4.7.2*	Màxim: 0.04 Calculat: 0.00383	Compleix
Separació lliure mínima armadures verticals: *Norma EHE-98. Article 66.4.1*	Mínim: 3.7 cm	
- Trasdós:	Calculat: 17.6 cm	Compleix
- Intradós:	Calculat: 18 cm	Compleix
Separació màxima entre barres: *Norma EHE. Article 42.3.1 (pàg.149).*	Màxim: 30 cm	
- Armadura vertical Trasdós:	Calculat: 20 cm	Compleix
- Armadura vertical Intradós:	Calculat: 20 cm	Compleix
Comprovació a flexió composta: *Comprovació realitzada per unitat de longitud de mur*		Compleix
Comprobació a tallant: *Article 44.2.3.2.1 (EHE-98)*	Màxim: 9.73 Tn/m Calculat: 1.32 Tn/m	Compleix
Comprobació de fisuració: *Article 49.2.4 de la norma EHE*	Màxim: 0.3 mm Calculat: 0.024 mm	Compleix
Longitud d'encavallaments: *Norma EHE-98. Article 66.6.2*		
- Base trasdós:	Mínim: 0.33 m Calculat: 0.45 m	Compleix
- Base intradós:	Mínim: 0.2 m Calculat: 0.2 m	Compleix
Comprobació de l'ancoratge de l'armat base en coronació: *Criterio J.Calavera. Murs de contenció i murs de sótan.*	Calculat: 16 cm	
- Trasdós:	Mínim: 15 cm	Compleix
- Intradós:	Mínim: 0 cm	Compleix
Àrea mínima longitudinal cara superior biga de coronació: *J.Calavera (Murs de contenció i murs de sóterrani)*	Mínim: 2.2 cm² Calculat: 2.2 cm²	Compleix
Es compleixen totes les comprovacions		
Informació adicional:		

Referència: Mur: mur L 120 (Mur gravetat. C/ Córdoba. H=1.20 m)		
Comprovació	Valors	Estat
- Cota de la secció amb la mínima relació 'quantia horitzontal / quantia vertical' Trasdós: -1.20 m		
- Cota de la secció amb la mínima relació 'quantia horitzontal / quantia vertical' Intradós: -1.20 m		
- Secció crítica a flexió composta: Cota: -1.20 m, Md: 0.91 mTn/m, Nd: 0.75 Tn/m, Vd: 1.74 Tn/m, Tensió màxima de l'acer: 0.754 Tn/cm²		
- Secció crítica a tallant: Cota: -0.99 m		
- Secció amb la màxima obertura de fissures: Cota: -1.20 m, M: 0.45 mTn/m, N: 0.75 Tn/m		

Referència: Sabata correguda: mur L 120 (Mur gravetat. C/ Córdoba. H=1.20 m)		
Comprovació	Valors	Estat
Comprovació d'estabilitat: *Valor introduït per l'usuari.*		
- Coeficient de seguretat a la bolcada:	Mínim: 2 Calculat: 2.2	Compleix
- Coeficiente de seguretat al relliscament:	Mínim: 1.5 Calculat: 2.02	Compleix
Cantell mínim:		
- Sabata: *Norma EHE. Article 59.8.1.*	Mínim: 25 cm Calculat: 30 cm	Compleix
Tensions sobre el terreny: *Valor introduït per l'usuari.*		
- Tensió mitja:	Màxim: 1 kp/cm² Calculat: 0.433 kp/cm²	Compleix
- Tensió màxima:	Màxim: 1.25 kp/cm² Calculat: 0.984 kp/cm²	Compleix
Flexió en sabata: *Comprovació basada en criteris resistents*	Calculat: 5.65 cm²/m	
- Armat superior extradós:	Mínim: 1.5 cm²/m	Compleix
- Armat inferior extradós:	Mínim: 0 cm²/m	Compleix
Esforç tallant:		
- Extradós: *Norma EHE. Article 44.2.3.2.1.*	Màxim: 10.31 Tn/m Calculat: 2.2 Tn/m	Compleix
Longitud de ancoratge: *Norma EHE-98. Article 66.5.*		
- Arrencada extradós:	Mínim: 15 cm Calculat: 22.6 cm	Compleix
- Arrencada intradós:	Mínim: 15 cm Calculat: 22.6 cm	Compleix
- Armat inferior extradós (Pota):	Mínim: 0 cm Calculat: 0 cm	Compleix
- Armat inferior intradós (Pota):	Mínim: 15 cm Calculat: 16 cm	Compleix
- Armat superior extradós (Pota):	Mínim: 0 cm Calculat: 0 cm	Compleix
- Armat superior intradós (Pota):	Mínim: 15 cm Calculat: 15 cm	Compleix
Recobriment: *Norma EHE. Article 37.2.4.*		
- Inferior:	Mínim: 3.5 cm Calculat: 5 cm	Compleix
- Lateral:	Mínim: 7 cm Calculat: 7 cm	Compleix
- Superior:	Mínim: 3.5 cm Calculat: 5 cm	Compleix

Referència: Sabata correguda: mur L 120 (Mur gravetat. C/ Córdoba. H=1.20 m)		
Comprovació	Valors	Estat
Diàmetre mínim: *Norma EHE. Article 59.8.2.*	Mínim: Ø12	
- Armadura transversal inferior:	Calculat: Ø12	Compleix
- Armadura longitudinal inferior:	Calculat: Ø12	Compleix
- Armadura transversal superior:	Calculat: Ø12	Compleix
- Armadura longitudinal superior:	Calculat: Ø12	Compleix
Separació màxima entre barres: *Norma EHE. Article 42.3.1 (pàg.149).*	Màxim: 30 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculat: 20 cm	Compleix
- Armadura transversal superior:	Calculat: 20 cm	Compleix
- Armadura longitudinal inferior:	Calculat: 30 cm	Compleix
- Armadura longitudinal superior:	Calculat: 30 cm	Compleix
Separació mínima entre barres: *J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartat 3.16 (pàg.129).*	Mínim: 10 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculat: 20 cm	Compleix
- Armadura transversal superior:	Calculat: 20 cm	Compleix
- Armadura longitudinal inferior:	Calculat: 30 cm	Compleix
- Armadura longitudinal superior:	Calculat: 30 cm	Compleix
Quantia geomètrica mínima: *Criteri de CYPE Enginyers.*	Mínim: 0.001	
- Armadura longitudinal superior:	Calculat: 0.00125	Compleix
- Armadura transversal superior:	Calculat: 0.00188	Compleix
Quantia mecànica mínima:		
- Armadura longitudinal superior: *Norma EHE. Article 56.2.*	Mínim: 0.00047 Calculat: 0.00125	Compleix
- Armadura transversal superior: *Norma EHE. Article 42.3.2.*	Mínim: 0.00068 Calculat: 0.00188	Compleix
Es compleixen totes les comprovacions		
Informació adicional:		
- Moment flector pèssim a la secció de referència de l'extradós: 1.21 mTn/m		

12.- COMPROVACIONS D'ESTABILITAT (CERCLE DE LLISCAMENT PÈSSIM)

Referència: Comprovacions d'estabilitat (Cercle de lliscament pèssim): mur L 120 (Mur gravetat. C/ Córdoba. H=1.20 m)		
Comprovació	Valors	Estat
Cercle de lliscament pèssim: Combinacions sense sisme: - Fase: Coordenades del centre del cercle (-0.25 m ; 0.79 m) - Radi: 2.59 m: *Valor introduït per l'usuari.*	Mínim: 1.8 Calculat: 2.534	Compleix
Es compleixen totes les comprovacions		

13.- MEDICIÓ

Refèrencia: Mur		B 400 S, CN			Total
Nom d'armat		Ø8	Ø10	Ø12	
Armat base transversal	Longitud (m) Pes (kg)		26x1.31 26x0.81		34.06 21.00

Selecció de llistats

Nom de l'Obra: mur L 120 Data:10/12/09

Mur gravetat. C/ Córdoba. H=1.20 m

Refèrencia: Mur		B 400 S, CN			Total
Nom d'armat		Ø8	Ø10	Ø12	
Armat longitudinal	Longitud (m) Pes (kg)	7x4.86 7x1.92			34.02 13.42
Armat base transversal	Longitud (m) Pes (kg)			26x1.30 26x1.15	33.80 30.01
Armat longitudinal	Longitud (m) Pes (kg)	7x4.86 7x1.92			34.02 13.42
Armat biga coronació	Longitud (m) Pes (kg)			2x4.86 2x4.31	9.72 8.63
Armadura inferior - Transversal	Longitud (m) Pes (kg)			26x0.96 26x0.85	24.96 22.16
Armadura inferior - Longitudinal	Longitud (m) Pes (kg)			4x4.86 4x4.31	19.44 17.26
Armadura superior - Transversal	Longitud (m) Pes (kg)			26x0.95 26x0.84	24.70 21.93
Armadura superior - Longitudinal	Longitud (m) Pes (kg)			4x4.86 4x4.31	19.44 17.26
Inicis - Transversal - Esquerra	Longitud (m) Pes (kg)		26x0.72 26x0.44		18.72 11.54
Inicis - Transversal - Dreta	Longitud (m) Pes (kg)			26x0.97 26x0.86	25.22 22.39
Totals	Longitud (m) Pes (kg)	68.04 26.84	52.78 32.54	157.28 139.64	 199.02
Total amb pèrdues (10.00%)	Longitud (m) Pes (kg)	74.84 29.52	58.06 35.80	173.01 153.60	 218.92

Resum d'amidament (inclui pèrdues d'acer)

	B 400 S, CN (kg)				Formigó (m³)	
Element	Ø8	Ø10	Ø12	Total	HA-25, Control Estadístico	Neteja
Refèrencia: Mur	29.53	35.79	153.60	218.92	2.92	0.48
Totals	29.53	35.79	153.60	218.92	2.92	0.48

ÍNDEX

1.- NORMA I MATERIALS..... 2
2.- ACCIONS..... 2
3.- DADES GENERALS..... 2
4.- DESCRIPCIÓ DEL TERRENY..... 2
5.- GEOMETRIA..... 3
6.- ESQUEMA DE LES FASES..... 3
7.- CÀRREGUES..... 3
8.- RESULTATS DE LES FASES..... 3
9.- COMBINACIONS..... 4
10.- DESCRIPCIÓ DE L'ARMAT..... 5
11.- COMPROVACIONS GEOMÈTRIQUES I DE RESISTÈNCIA..... 5
12.- COMPROVACIONS D'ESTABILITAT (CERCLE DE LLISCAMENT PÈSSIM)..... 8
13.- MEDICIÓ..... 8

Selecció de llistats
Nom de l'Obra: mur L 160 Data:10/12/09
Mur gravetat. C/ Córdoba. H=1.60 m

1.- NORMA I MATERIALS

Norma: EHE-CTE (Espanya)
Formigó: HA-25, Control Estadístico
Acer de barres: B 400 S, Control Normal
Tipus d'ambient: Clase IIa
Recobriment en l'intradós del mur: 3.0 cm
Recobriment en l'extradós del mur: 3.0 cm
Recobriment superior de la fonamentació: 5.0 cm
Recobriment inferior de la fonamentació: 5.0 cm
Recobriment lateral de la fonamentació: 7.0 cm
Grandària màxima del granulat: 30 mm

2.- ACCIONS

Empenta en l'intradós: Pasiu
Empenta en l'extradós: Actiu

3.- DADES GENERALS

Cota de la rasant: 0.00 m
Alçària del mur sobre la rasant: 0.00 m
Enrasat: Intrados
Longitud del mur en planta: 5.00 m
Separació dels junts: 5.00 m
Tipus de fonamentació: Sabata correguda

4.- DESCRIPCIÓ DEL TERRENY

Angle talús: 45 graus
Percentatge del fricció intern entre el terreny i l'intradós del mur: 0 %
Percentatge del fricció intern entre el terreny i el extradós del mur: 0 %
Evacuació per drenatge: 100 %
Percentatge d'empenta passiu: 50 %
Cota empenta passiu: 0.50 m
Tensió admissible: 1.00 kp/cm²
Coeficient de fregament terreny-fonament: 0.60

ESTRATS

Referències	Cota superior	Descripció	Coeficients d'empenta
1 - Sorra semidensa	0.00 m	Densitat aparent: 2.00 kg/dm³ Densitat submergida: 1.00 kg/dm³ Angle fricció intern: 30.00 graus Cohesió: 0.00 Tn/m²	Actiu extradós: 0.33 Passiu intradós: 3.00

REBLERT EN INTRADÓS

Referències	Descripció	Coeficients d'empenta
Reblert	Densitat aparent: 1.90 kg/dm³ Densitat submergida: 1.10 kg/dm³ Angle fricció intern: 33.00 graus Cohesió: 0.00 Tn/m²	Actiu extradós: 0.29 Passiu intradós: 3.39

5.- GEOMETRIA

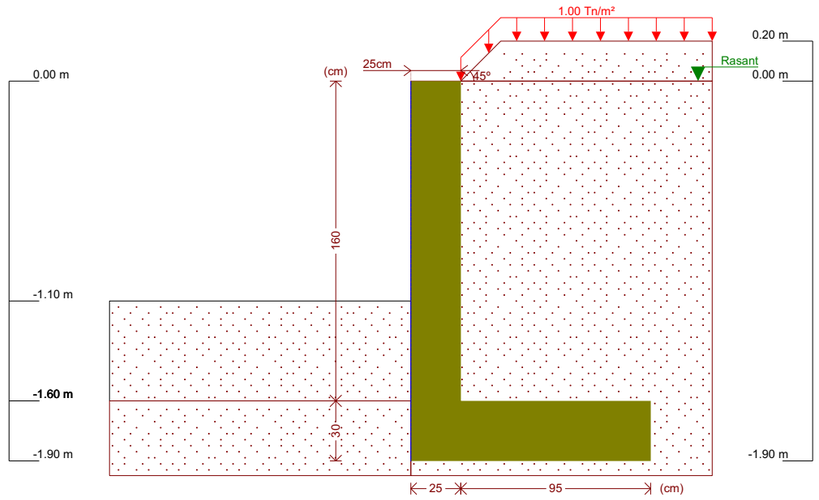
MUR

Alçaria: 1.60 m
Gruix superior: 25.0 cm
Gruix inferior: 25.0 cm

SABATA CORREGUDA

Sense puntera
Cantell: 30 cm
Vulada en l'extradós: 95.0 cm
Formigó de neteja: 10 cm

6.- ESQUEMA DE LES FASES



Fase 1: Fase

7.- CÀRREGUES

CÀRREGUES EN L'EXTRADÓS

Tipus	Cota	Dades	Fase inicial	Fase final
Uniforme	En superfície	Valor: 1 Tn/m²	Fase	Fase

8.- RESULTATS DE LES FASES

Esforços sense majorar.

FASE 1: FASE

CÀRREGA PERMANENT I EMPENTA DE TERRES AMB SOBRECÀRREGUES

Cota (m)	Llei d'axials (Tn/m)	Llei de tallants (Tn/m)	Llei de moment flector (mTn/m)	Llei d'empentes (Tn/m²)	Pressió hidrostàtica (Tn/m²)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.66	0.00
-0.15	0.09	0.10	0.01	0.65	0.00

Selecció de llistats

Nom de l'Obra: mur L 160 Data:10/12/09

Mur gravetat. C/ Córdoba. H=1.60 m

Cota (m)	Llei d'axials (Tn/m)	Llei de tallants (Tn/m)	Llei de moment flector (mTn/m)	Llei d'empentes (Tn/m²)	Pressió hidrostàtica (Tn/m²)
-0.31	0.19	0.21	0.03	0.71	0.00
-0.47	0.29	0.33	0.07	0.80	0.00
-0.63	0.39	0.46	0.14	0.90	0.00
-0.79	0.49	0.62	0.22	1.01	0.00
-0.95	0.59	0.79	0.34	1.11	0.00
-1.11	0.69	0.97	0.48	1.21	0.00
-1.27	0.79	1.18	0.65	1.32	0.00
-1.43	0.89	1.40	0.85	1.43	0.00
-1.59	0.99	1.63	1.10	1.53	0.00
Màxims	1.00 Cota: -1.60 m	1.65 Cota: -1.60 m	1.11 Cota: -1.60 m	1.54 Cota: -1.60 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínims	0.00 Cota: 0.00 m	0.00 Cota: 0.00 m	0.00 Cota: 0.00 m	0.65 Cota: -0.14 m	0.00 Cota: 0.00 m

CÀRREGA PERMANENT I EMPENTA DE TERRES

Cota (m)	Llei d'axials (Tn/m)	Llei de tallants (Tn/m)	Llei de moment flector (mTn/m)	Llei d'empentes (Tn/m²)	Pressió hidrostàtica (Tn/m²)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.15	0.09	0.02	0.00	0.23	0.00
-0.31	0.19	0.07	0.01	0.34	0.00
-0.47	0.29	0.13	0.02	0.44	0.00
-0.63	0.39	0.21	0.05	0.55	0.00
-0.79	0.49	0.30	0.09	0.66	0.00
-0.95	0.59	0.42	0.15	0.76	0.00
-1.11	0.69	0.55	0.22	0.87	0.00
-1.27	0.79	0.70	0.32	0.98	0.00
-1.43	0.89	0.86	0.45	1.08	0.00
-1.59	0.99	1.04	0.60	1.19	0.00
Màxims	1.00 Cota: -1.60 m	1.05 Cota: -1.60 m	0.61 Cota: -1.60 m	1.20 Cota: -1.60 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínims	0.00 Cota: 0.00 m	0.00 Cota: 0.00 m	0.00 Cota: 0.00 m	0.00 Cota: 0.00 m	0.00 Cota: 0.00 m

9.- COMBINACIONS

HIPÒTESI

1 - Càrrega permanent
2 - Empenta de terres
3 - Sobrecàrrega

COMBINACIONS PER ESTATS LÍMIT ÚLTIMS

	Hipòtesi		
Combinació	1	2	3
1	1.00	1.00	
2	1.60	1.00	
3	1.00	1.60	
4	1.60	1.60	
5	1.00	1.00	1.60
6	1.60	1.00	1.60
7	1.00	1.60	1.60
8	1.60	1.60	1.60

COMBINACIONS PER ESTATS LÍMIT DE SERVEI

	Hipòtesi		
Combinació	1	2	3
1	1.00	1.00	
2	1.00	1.00	0.60

10.- DESCRIPCIÓ DE L'ARMAT

CORONACIÓ

Armadura superior: 2 Ø12
Ancoratge intrados / trasdos: 16 / 16 cm

TRAMS

Núm.	Intrados		Trasdos	
	Vertical	Horitzontal	Vertical	Horitzontal
1	Ø10c/20 Encavallament: 0.2 m	Ø8c/20	Ø12c/20 Encavallament: 0.45 m	Ø8c/20

SABATA

Armadura	Longitudinal	Transversal
Superior	Ø12c/30	Ø12c/20 Pota Intrados / Trasdos: 15 / - cm
Inferior	Ø12c/30	Ø12c/20 Pota intrados / trasdos: 16 / - cm

Longitud de pota en arrencada: 30 cm

11.- COMPROVACIONS GEOMÈTRIQUES I DE RESISTÈNCIA

Referència: Mur: mur L 160 (Mur gravetat. C/ Córdoba. H=1.60 m)		
Comprovació	Valors	Estat
Comprobació a rasant en arranc mur:	Màxim: 12.72 Tn/m Calculat: 2.63 Tn/m	Compleix
Gruix mínim del tram: *Jiménez Salas, J.A.. Geotecnia i Ciments II, (Cap. 12)*	Mínim: 20 cm Calculat: 25 cm	Compleix
Separació lliure mínima armadures horitzontals: *Norma EHE-98. Article 66.4.1*	Mínim: 3.7 cm	
- Trasdós:	Calculat: 19.2 cm	Compleix
- Intradós:	Calculat: 19.2 cm	Compleix
Separació màxima armadures horitzontals: *Norma EHE, article 42.3.1*	Màxim: 30 cm	
- Trasdós:	Calculat: 20 cm	Compleix

Referència: Mur: mur L 160 (Mur gravetat. C/ Córdoba. H=1.60 m)		
Comprovació	Valors	Estat
- Intradós:	Calculat: 20 cm	Compleix
Quantia mínima geomètrica horitzontal: *Article 42.3.5 de la norma EHE*	Mínim: 0.001	
- Trasdós (-1.60 m):	Calculat: 0.001	Compleix
- Intradós (-1.60 m):	Calculat: 0.001	Compleix
Quantia mínima mecànica horitzontal per cara: *Criterio J.Calavera. Murs de contenció i murs de sótan. (Quantia horitzontal > 20% Quantía vertical)*	Calculat: 0.001	
- Trasdós:	Mínim: 0.00045	Compleix
- Intradós:	Mínim: 0.00031	Compleix
Quantia mínima geomètrica vertical cara traccionada: - Trasdós (-1.60 m): *Article 42.3.5 de la norma EHE*	Mínim: 0.0012 Calculat: 0.00226	Compleix
Quantia mínima mecànica vertical cara traccionada: - Trasdós (-1.60 m): *Norma EHE, article 42.3.2 (Flexió simple o composta)*	Mínim: 0.00191 Calculat: 0.00226	Compleix
Quantia mínima geomètrica vertical cara comprimida: - Intradós (-1.60 m): *Article 42.3.5 de la norma EHE*	Mínim: 0.00036 Calculat: 0.00157	Compleix
Quantia mínima mecànica vertical cara comprimida: - Intradós (-1.60 m): *Norma EHE, article 42.3.2 (Flexió simple o composta)*	Mínim: 0 Calculat: 0.00157	Compleix
Quantia màxima geomètrica d'armadura vertical total: - (0.00 m): *EC-2, art. 5.4.7.2*	Màxim: 0.04 Calculat: 0.00383	Compleix
Separació lliure mínima armadures verticals: *Norma EHE-98. Article 66.4.1*	Mínim: 3.7 cm	
- Trasdós:	Calculat: 17.6 cm	Compleix
- Intradós:	Calculat: 18 cm	Compleix
Separació màxima entre barres: *Norma EHE. Article 42.3.1 (pàg.149).*	Màxim: 30 cm	
- Armadura vertical Trasdós:	Calculat: 20 cm	Compleix
- Armadura vertical Intradós:	Calculat: 20 cm	Compleix
Comprovació a flexió composta: *Comprovació realitzada per unitat de longitud de mur*		Compleix
Comprobació a tallant: *Article 44.2.3.2.1 (EHE-98)*	Màxim: 9.76 Tn/m Calculat: 2.13 Tn/m	Compleix
Comprobació de fisuració: *Article 49.2.4 de la norma EHE*	Màxim: 0.3 mm Calculat: 0.048 mm	Compleix
Longitud d'encavallaments: *Norma EHE-98. Article 66.6.2*		
- Base trasdós:	Mínim: 0.33 m Calculat: 0.45 m	Compleix
- Base intradós:	Mínim: 0.2 m Calculat: 0.2 m	Compleix
Comprobació de l'ancoratge de l'armat base en coronació: *Criterio J.Calavera. Murs de contenció i murs de sótan.*	Calculat: 16 cm	
- Trasdós:	Mínim: 15 cm	Compleix
- Intradós:	Mínim: 0 cm	Compleix
Àrea mínima longitudinal cara superior biga de coronació: *J.Calavera (Murs de contenció i murs de sóterrani)*	Mínim: 2.2 cm² Calculat: 2.2 cm²	Compleix
Es compleixen totes les comprovacions		
Informació adicional:		

Referència: Mur: mur L 160 (Mur gravetat. C/ Córdoba. H=1.60 m)		
Comprovació	Valors	Estat
- Cota de la secció amb la mínima relació 'quantia horitzontal / quantia vertical' Trasdós: -1.60 m		
- Cota de la secció amb la mínima relació 'quantia horitzontal / quantia vertical' Intradós: -1.60 m		
- Secció crítica a flexió composta: Cota: -1.60 m, Md: 1.78 mTn/m, Nd: 1.00 Tn/m, Vd: 2.64 Tn/m, Tensió màxima de l'acer: 1.517 Tn/cm²		
- Secció crítica a tallant: Cota: -1.39 m		
- Secció amb la màxima obertura de fissures: Cota: -1.60 m, M: 0.91 mTn/m, N: 1.00 Tn/m		

Referència: Sabata correguda: mur L 160 (Mur gravetat. C/ Córdoba. H=1.60 m)		
Comprovació	Valors	Estat
Comprovació d'estabilitat: *Valor introduït per l'usuari.*		
- Coeficient de seguretat a la bolcada:	Mínim: 2 Calculat: 2.32	Compleix
- Coeficiente de seguretat al relliscament:	Mínim: 1.5 Calculat: 2.02	Compleix
Cantell mínim:		
- Sabata: *Norma EHE. Article 59.8.1.*	Mínim: 25 cm Calculat: 30 cm	Compleix
Tensions sobre el terreny: *Valor introduït per l'usuari.*		
- Tensió mitja:	Màxim: 1 kp/cm² Calculat: 0.522 kp/cm²	Compleix
- Tensió màxima:	Màxim: 1.25 kp/cm² Calculat: 1.173 kp/cm²	Compleix
Flexió en sabata: *Comprovació basada en criteris resistents*	Calculat: 5.65 cm²/m	
- Armat superior extradós:	Mínim: 2.91 cm²/m	Compleix
- Armat inferior extradós:	Mínim: 0 cm²/m	Compleix
Esforç tallant:		
- Extradós: *Norma EHE. Article 44.2.3.2.1.*	Màxim: 10.31 Tn/m Calculat: 3.15 Tn/m	Compleix
Longitud de ancoratge: *Norma EHE-98. Article 66.5.*		
- Arrencada extradós:	Mínim: 15 cm Calculat: 22.6 cm	Compleix
- Arrencada intradós:	Mínim: 15 cm Calculat: 22.6 cm	Compleix
- Armat inferior extradós (Pota):	Mínim: 0 cm Calculat: 0 cm	Compleix
- Armat inferior intradós (Pota):	Mínim: 15 cm Calculat: 16 cm	Compleix
- Armat superior extradós (Pota):	Mínim: 0 cm Calculat: 0 cm	Compleix
- Armat superior intradós (Pota):	Mínim: 15 cm Calculat: 15 cm	Compleix
Recobriment: *Norma EHE. Article 37.2.4.*		
- Inferior:	Mínim: 3.5 cm Calculat: 5 cm	Compleix
- Lateral:	Mínim: 7 cm Calculat: 7 cm	Compleix
- Superior:	Mínim: 3.5 cm Calculat: 5 cm	Compleix

Referència: Sabata correguda: mur L 160 (Mur gravetat. C/ Córdoba. H=1.60 m)		
Comprovació	Valors	Estat
Diàmetre mínim: *Norma EHE. Article 59.8.2.*	Mínim: Ø12	
- Armadura transversal inferior:	Calculat: Ø12	Compleix
- Armadura longitudinal inferior:	Calculat: Ø12	Compleix
- Armadura transversal superior:	Calculat: Ø12	Compleix
- Armadura longitudinal superior:	Calculat: Ø12	Compleix
Separació màxima entre barres: *Norma EHE. Article 42.3.1 (pàg.149).*	Màxim: 30 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculat: 20 cm	Compleix
- Armadura transversal superior:	Calculat: 20 cm	Compleix
- Armadura longitudinal inferior:	Calculat: 30 cm	Compleix
- Armadura longitudinal superior:	Calculat: 30 cm	Compleix
Separació mínima entre barres: *J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartat 3.16 (pàg.129).*	Mínim: 10 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculat: 20 cm	Compleix
- Armadura transversal superior:	Calculat: 20 cm	Compleix
- Armadura longitudinal inferior:	Calculat: 30 cm	Compleix
- Armadura longitudinal superior:	Calculat: 30 cm	Compleix
Quantia geomètrica mínima: *Criteri de CYPE Enginyers.*	Mínim: 0.001	
- Armadura longitudinal superior:	Calculat: 0.00125	Compleix
- Armadura transversal superior:	Calculat: 0.00188	Compleix
Quantia mecànica mínima:		
- Armadura longitudinal superior: *Norma EHE. Article 56.2.*	Mínim: 0.00047 Calculat: 0.00125	Compleix
- Armadura transversal superior: *Norma EHE. Article 42.3.2.*	Mínim: 0.00121 Calculat: 0.00188	Compleix
Es compleixen totes les comprovacions		
Informació adicional:		
- Moment flector pèssim a la secció de referència de l'extradós: 2.34 mTn/m		

12.- COMPROVACIONS D'ESTABILITAT (CERCLE DE LLISCAMENT PÈSSIM)

Referència: Comprovacions d'estabilitat (Cercle de lliscament pèssim): mur L 160 (Mur gravetat. C/ Córdoba. H=1.60 m)		
Comprovació	Valors	Estat
Cercle de lliscament pèssim: Combinacions sense sisme: - Fase: Coordenades del centre del cercle (0.02 m ; 0.81 m) - Radi: 2.96 m: *Valor introduït per l'usuari.*	Mínim: 1.8 Calculat: 2.236	Compleix
Es compleixen totes les comprovacions		

13.- MEDICIÓ

Refèrencia: Mur		B 400 S, CN			Total
Nom d'armat		Ø8	Ø10	Ø12	
Armat base transversal	Longitud (m) Pes (kg)		26x1.71 26x1.05		44.46 27.41

Selecció de llistats

Nom de l'Obra: mur L 160 Data:10/12/09

Mur gravetat. C/ Córdoba. H=1.60 m

Refèrencia: Mur		B 400 S, CN			Total
Nom d'armat		Ø8	Ø10	Ø12	
Armat longitudinal	Longitud (m)	9x4.86			43.74
	Pes (kg)	9x1.92			17.26
Armat base transversal	Longitud (m)			26x1.70	44.20
	Pes (kg)			26x1.51	39.24
Armat longitudinal	Longitud (m)	9x4.86			43.74
	Pes (kg)	9x1.92			17.26
Armat biga coronació	Longitud (m)			2x4.86	9.72
	Pes (kg)			2x4.31	8.63
Armadura inferior - Transversal	Longitud (m)			26x1.21	31.46
	Pes (kg)			26x1.07	27.93
Armadura inferior - Longitudinal	Longitud (m)			5x4.86	24.30
	Pes (kg)			5x4.31	21.57
Armadura superior - Transversal	Longitud (m)			26x1.20	31.20
	Pes (kg)			26x1.07	27.70
Armadura superior - Longitudinal	Longitud (m)			5x4.86	24.30
	Pes (kg)			5x4.31	21.57
Inicis - Transversal - Esquerra	Longitud (m)		26x0.72		18.72
	Pes (kg)		26x0.44		11.54
Inicis - Transversal - Dreta	Longitud (m)			26x0.97	25.22
	Pes (kg)			26x0.86	22.39
Totals	Longitud (m)	87.48	63.18	190.40	
	Pes (kg)	34.52	38.95	169.03	242.50
Total amb pèrdues (10.00%)	Longitud (m)	96.23	69.50	209.44	
	Pes (kg)	37.97	42.85	185.93	266.75

Resum d'amidament (inclui pèrdues d'acer)

	B 400 S, CN (kg)				Formigó (m³)	
Element	Ø8	Ø10	Ø12	Total	HA-25, Control Estadístico	Neteja
Refèrencia: Mur	37.97	42.85	185.93	266.75	3.80	0.60
Totals	37.97	42.85	185.93	266.75	3.80	0.60

ÍNDEX

1.- NORMA I MATERIALS..... 2
2.- ACCIONS..... 2
3.- DADES GENERALS..... 2
4.- DESCRIPCIÓ DEL TERRENY..... 2
5.- GEOMETRIA..... 3
6.- ESQUEMA DE LES FASES..... 3
7.- CÀRREGUES..... 3
8.- RESULTATS DE LES FASES..... 3
9.- COMBINACIONS..... 4
10.- DESCRIPCIÓ DE L'ARMAT..... 5
11.- COMPROVACIONS GEOMÈTRIQUES I DE RESISTÈNCIA..... 5
12.- COMPROVACIONS D'ESTABILITAT (CERCLE DE LLISCAMENT PÈSSIM)..... 8
13.- MEDICIÓ..... 8

Selecció de llistats
Nom de l'Obra: mur L 200 Data:10/12/09
Mur gravetat. C/ Córdoba. H=2.10 m

1.- NORMA I MATERIALS

Norma: EHE-CTE (Espanya)
Formigó: HA-25, Control Estadístico
Acer de barres: B 400 S, Control Normal
Tipus d'ambient: Clase IIa
Recobriment en l'intradós del mur: 3.0 cm
Recobriment en l'extradós del mur: 3.0 cm
Recobriment superior de la fonamentació: 5.0 cm
Recobriment inferior de la fonamentació: 5.0 cm
Recobriment lateral de la fonamentació: 7.0 cm
Grandària màxima del granulat: 30 mm

2.- ACCIONS

Empenta en l'intradós: Pasiu
Empenta en l'extradós: Actiu

3.- DADES GENERALS

Cota de la rasant: 0.00 m
Alçària del mur sobre la rasant: 0.00 m
Enrasat: Intrados
Longitud del mur en planta: 5.00 m
Separació dels junts: 5.00 m
Tipus de fonamentació: Sabata correguda

4.- DESCRIPCIÓ DEL TERRENY

Angle talús: 45 graus
Percentatge del fricció intern entre el terreny i l'intradós del mur: 0 %
Percentatge del fricció intern entre el terreny i el extradós del mur: 0 %
Evacuació per drenatge: 100 %
Percentatge d'empenta passiu: 50 %
Cota empenta passiu: 0.50 m
Tensió admissible: 1.00 kp/cm²
Coeficient de fregament terreny-fonament: 0.60

ESTRATS

Referències	Cota superior	Descripció	Coeficients d'empenta
1 - Sorra semidensa	0.00 m	Densitat aparent: 2.00 kg/dm³ Densitat submergida: 1.00 kg/dm³ Angle fricció intern: 30.00 graus Cohesió: 0.00 Tn/m²	Actiu extradós: 0.33 Passiu intradós: 3.00

REBLERT EN INTRADÓS

Referències	Descripció	Coeficients d'empenta
Reblert	Densitat aparent: 1.90 kg/dm³ Densitat submergida: 1.10 kg/dm³ Angle fricció intern: 33.00 graus Cohesió: 0.00 Tn/m²	Actiu extradós: 0.29 Passiu intradós: 3.39

5.- GEOMETRIA

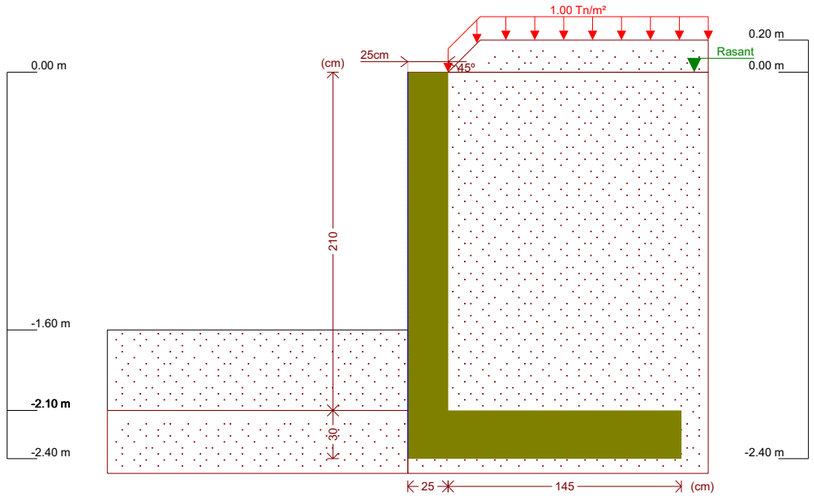
MUR

Alçaria: 2.10 m
Gruix superior: 25.0 cm
Gruix inferior: 25.0 cm

SABATA CORREGUDA

Sense puntera
Cantell: 30 cm
Vulada en l'extradós: 145.0 cm
Formigó de neteja: 10 cm

6.- ESQUEMA DE LES FASES



Fase 1: Fase

7.- CÀRREGUES

CÀRREGUES EN L'EXTRADÓS

Tipus	Cota	Dades	Fase inicial	Fase final
Uniforme	En superfície	Valor: 1 Tn/m²	Fase	Fase

8.- RESULTATS DE LES FASES

Esforços sense majorar.

FASE 1: FASE

CÀRREGA PERMANENT I EMPENTA DE TERRES AMB SOBRECÀRREGUES

Cota (m)	Llei d'axials (Tn/m)	Llei de tallants (Tn/m)	Llei de moment flector (mTn/m)	Llei d'empentes (Tn/m²)	Pressió hidrostàtica (Tn/m²)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.66	0.00
-0.20	0.13	0.13	0.01	0.66	0.00

Selecció de llistats

Nom de l'Obra: mur L 200 Data:10/12/09

Mur gravetat. C/ Córdoba. H=2.10 m

Cota (m)	Llei d'axials (Tn/m)	Llei de tallants (Tn/m)	Llei de moment flector (mTn/m)	Llei d'empentes (Tn/m²)	Pressió hidrostàtica (Tn/m²)
-0.41	0.26	0.28	0.06	0.77	0.00
-0.62	0.39	0.46	0.13	0.90	0.00
-0.83	0.52	0.66	0.25	1.03	0.00
-1.04	0.65	0.89	0.41	1.17	0.00
-1.25	0.78	1.15	0.63	1.31	0.00
-1.46	0.91	1.44	0.90	1.45	0.00
-1.67	1.04	1.76	1.23	1.58	0.00
-1.88	1.17	2.10	1.64	1.72	0.00
-2.09	1.31	2.48	2.12	1.86	0.00
Màxims	1.31 Cota: -2.10 m	2.50 Cota: -2.10 m	2.14 Cota: -2.10 m	1.87 Cota: -2.10 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínims	0.00 Cota: 0.00 m	0.00 Cota: 0.00 m	0.00 Cota: 0.00 m	0.65 Cota: -0.14 m	0.00 Cota: 0.00 m

CÀRREGA PERMANENT I EMPENTA DE TERRES

Cota (m)	Llei d'axials (Tn/m)	Llei de tallants (Tn/m)	Llei de moment flector (mTn/m)	Llei d'empentes (Tn/m²)	Pressió hidrostàtica (Tn/m²)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.20	0.13	0.03	0.00	0.26	0.00
-0.41	0.26	0.10	0.02	0.40	0.00
-0.62	0.39	0.20	0.05	0.54	0.00
-0.83	0.52	0.33	0.10	0.68	0.00
-1.04	0.65	0.49	0.19	0.82	0.00
-1.25	0.78	0.68	0.31	0.96	0.00
-1.46	0.91	0.89	0.47	1.10	0.00
-1.67	1.04	1.14	0.69	1.24	0.00
-1.88	1.17	1.42	0.96	1.38	0.00
-2.09	1.31	1.72	1.28	1.52	0.00
Màxims	1.31 Cota: -2.10 m	1.74 Cota: -2.10 m	1.30 Cota: -2.10 m	1.53 Cota: -2.10 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínims	0.00 Cota: 0.00 m	0.00 Cota: 0.00 m	0.00 Cota: 0.00 m	0.00 Cota: 0.00 m	0.00 Cota: 0.00 m

9.- COMBINACIONS

HIPÒTESI

1 - Càrrega permanent
2 - Empenta de terres
3 - Sobrecàrrega

COMBINACIONS PER ESTATS LÍMIT ÚLTIMS

	Hipòtesi		
Combinació	1	2	3
1	1.00	1.00	
2	1.60	1.00	
3	1.00	1.60	
4	1.60	1.60	
5	1.00	1.00	1.60
6	1.60	1.00	1.60
7	1.00	1.60	1.60
8	1.60	1.60	1.60

COMBINACIONS PER ESTATS LÍMIT DE SERVEI

	Hipòtesi		
Combinació	1	2	3
1	1.00	1.00	
2	1.00	1.00	0.60

10.- DESCRIPCIÓ DE L'ARMAT

CORONACIÓ

Armadura superior: 2 Ø12
Ancoratge intrados / trasdos: 16 / 16 cm

TRAMS

Núm.	Intrados		Trasdos	
	Vertical	Horitzontal	Vertical	Horitzontal
1	Ø10c/20 Encavallament: 0.2 m	Ø8c/20	Ø12c/20 Encavallament: 0.45 m	Ø8c/20

SABATA

Armadura	Longitudinal	Transversal
Superior	Ø12c/30	Ø14c/20 Pota Intrados / Trasdos: 25 / - cm
Inferior	Ø12c/30	Ø12c/20 Pota intrados / trasdos: 16 / - cm

Longitud de pota en arrencada: 30 cm

11.- COMPROVACIONS GEOMÈTRIQUES I DE RESISTÈNCIA

Referència: Mur: mur L 200 (Mur gravetat. C/ Córdoba. H=2.10 m)		
Comprovació	Valors	Estat
Comprobació a rasant en arranc mur:	Màxim: 12.72 Tn/m Calculat: 3.99 Tn/m	Compleix
Gruix mínim del tram: *Jiménez Salas, J.A.. Geotecnia i Ciments II, (Cap. 12)*	Mínim: 20 cm Calculat: 25 cm	Compleix
Separació lliure mínima armadures horitzontals: *Norma EHE-98. Article 66.4.1*	Mínim: 3.7 cm	
- Trasdós:	Calculat: 19.2 cm	Compleix
- Intradós:	Calculat: 19.2 cm	Compleix
Separació màxima armadures horitzontals: *Norma EHE, article 42.3.1*	Màxim: 30 cm	
- Trasdós:	Calculat: 20 cm	Compleix

Referència: Mur: mur L 200 (Mur gravetat. C/ Córdoba. H=2.10 m)		
Comprovació	Valors	Estat
- Intradós:	Calculat: 20 cm	Compleix
Quantia mínima geomètrica horitzontal: *Article 42.3.5 de la norma EHE*	Mínim: 0.001	
- Trasdós (-2.10 m):	Calculat: 0.001	Compleix
- Intradós (-2.10 m):	Calculat: 0.001	Compleix
Quantia mínima mecànica horitzontal per cara: *Criterio J.Calavera. Murs de contenció i murs de sótan. (Quantia horitzontal > 20% Quantía vertical)*	Calculat: 0.001	
- Trasdós:	Mínim: 0.00045	Compleix
- Intradós:	Mínim: 0.00031	Compleix
Quantia mínima geomètrica vertical cara traccionada: - Trasdós (-2.10 m): *Article 42.3.5 de la norma EHE*	Mínim: 0.0012 Calculat: 0.00226	Compleix
Quantia mínima mecànica vertical cara traccionada: - Trasdós (-2.10 m): *Norma EHE, article 42.3.2 (Flexió simple o composta)*	Mínim: 0.00191 Calculat: 0.00226	Compleix
Quantia mínima geomètrica vertical cara comprimida: - Intradós (-2.10 m): *Article 42.3.5 de la norma EHE*	Mínim: 0.00036 Calculat: 0.00157	Compleix
Quantia mínima mecànica vertical cara comprimida: - Intradós (-2.10 m): *Norma EHE, article 42.3.2 (Flexió simple o composta)*	Mínim: 1e-005 Calculat: 0.00157	Compleix
Quantia màxima geomètrica d'armadura vertical total: - (0.00 m): *EC-2, art. 5.4.7.2*	Màxim: 0.04 Calculat: 0.00383	Compleix
Separació lliure mínima armadures verticals: *Norma EHE-98. Article 66.4.1*	Mínim: 3.7 cm	
- Trasdós:	Calculat: 17.6 cm	Compleix
- Intradós:	Calculat: 18 cm	Compleix
Separació màxima entre barres: *Norma EHE. Article 42.3.1 (pàg.149).*	Màxim: 30 cm	
- Armadura vertical Trasdós:	Calculat: 20 cm	Compleix
- Armadura vertical Intradós:	Calculat: 20 cm	Compleix
Comprovació a flexió composta: *Comprovació realitzada per unitat de longitud de mur*		Compleix
Comprobació a tallant: *Article 44.2.3.2.1 (EHE-98)*	Màxim: 9.8 Tn/m Calculat: 3.38 Tn/m	Compleix
Comprobació de fisuració: *Article 49.2.4 de la norma EHE*	Màxim: 0.3 mm Calculat: 0.096 mm	Compleix
Longitud d'encavallaments: *Norma EHE-98. Article 66.6.2*		
- Base trasdós:	Mínim: 0.33 m Calculat: 0.45 m	Compleix
- Base intradós:	Mínim: 0.2 m Calculat: 0.2 m	Compleix
Comprobació de l'ancoratge de l'armat base en coronació: *Criterio J.Calavera. Murs de contenció i murs de sótan.*	Calculat: 16 cm	
- Trasdós:	Mínim: 15 cm	Compleix
- Intradós:	Mínim: 0 cm	Compleix
Àrea mínima longitudinal cara superior biga de coronació: *J.Calavera (Murs de contenció i murs de sóterrani)*	Mínim: 2.2 cm² Calculat: 2.2 cm²	Compleix
Es compleixen totes les comprovacions		
Informació adicional:		

Referència: Mur: mur L 200 (Mur gravetat. C/ Córdoba. H=2.10 m)		
Comprovació	Valors	Estat
- Cota de la secció amb la mínima relació 'quantia horitzontal / quantia vertical' Trasdós: -2.10 m		
- Cota de la secció amb la mínima relació 'quantia horitzontal / quantia vertical' Intradós: -2.10 m		
- Secció crítica a flexió composta: Cota: -2.10 m, Md: 3.43 mTn/m, Nd: 1.31 Tn/m, Vd: 4.00 Tn/m, Tensió màxima de l'acer: 2.986 Tn/cm²		
- Secció crítica a tallant: Cota: -1.89 m		
- Secció amb la màxima obertura de fissures: Cota: -2.10 m, M: 1.81 mTn/m, N: 1.31 Tn/m		

Referència: Sabata correguda: mur L 200 (Mur gravetat. C/ Córdoba. H=2.10 m)		
Comprovació	Valors	Estat
Comprovació d'estabilitat: *Valor introduït per l'usuari.*		
- Coeficient de seguretat a la bolcada:	Mínim: 2 Calculat: 3.1	Compleix
- Coeficiente de seguretat al relliscament:	Mínim: 1.5 Calculat: 2.26	Compleix
Cantell mínim: - Sabata: *Norma EHE. Article 59.8.1.*	Mínim: 25 cm Calculat: 30 cm	Compleix
Tensions sobre el terreny: *Valor introduït per l'usuari.*		
- Tensió mitja:	Màxim: 1 kp/cm² Calculat: 0.629 kp/cm²	Compleix
- Tensió màxima:	Màxim: 1.25 kp/cm² Calculat: 1.218 kp/cm²	Compleix
Flexió en sabata: *Comprovació basada en criteris resistents*		
- Armat superior extradós:	Mínim: 5.6 cm²/m Calculat: 7.69 cm²/m	Compleix
- Armat inferior extradós:	Mínim: 0 cm²/m Calculat: 5.65 cm²/m	Compleix
Esforç tallant: - Extradós: *Norma EHE. Article 44.2.3.2.1.*	Màxim: 11.43 Tn/m Calculat: 3.56 Tn/m	Compleix
Longitud de ancoratge: *Norma EHE-98. Article 66.5.*		
- Arrencada extradós:	Mínim: 15 cm Calculat: 22.6 cm	Compleix
- Arrencada intradós:	Mínim: 15 cm Calculat: 22.6 cm	Compleix
- Armat inferior extradós (Pota):	Mínim: 0 cm Calculat: 0 cm	Compleix
- Armat inferior intradós (Pota):	Mínim: 15 cm Calculat: 16 cm	Compleix
- Armat superior extradós (Pota):	Mínim: 0 cm Calculat: 0 cm	Compleix
- Armat superior intradós (Pota):	Mínim: 15 cm Calculat: 25 cm	Compleix
Recobriment: *Norma EHE. Article 37.2.4.*		
- Inferior:	Mínim: 3.5 cm Calculat: 5 cm	Compleix
- Lateral:	Mínim: 7 cm Calculat: 7 cm	Compleix

Referència: Sabata correguda: mur L 200 (Mur gravetat. C/ Córdoba. H=2.10 m)		
Comprovació	Valors	Estat
- Superior:	Mínim: 3.5 cm Calculat: 5 cm	Compleix
Diàmetre mínim: *Norma EHE. Article 59.8.2.*	Mínim: Ø12	
- Armadura transversal inferior:	Calculat: Ø12	Compleix
- Armadura longitudinal inferior:	Calculat: Ø12	Compleix
- Armadura transversal superior:	Calculat: Ø14	Compleix
- Armadura longitudinal superior:	Calculat: Ø12	Compleix
Separació màxima entre barres: *Norma EHE. Article 42.3.1 (pàg.149).*	Màxim: 30 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculat: 20 cm	Compleix
- Armadura transversal superior:	Calculat: 20 cm	Compleix
- Armadura longitudinal inferior:	Calculat: 30 cm	Compleix
- Armadura longitudinal superior:	Calculat: 30 cm	Compleix
Separació mínima entre barres: *J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartat 3.16 (pàg.129).*	Mínim: 10 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculat: 20 cm	Compleix
- Armadura transversal superior:	Calculat: 20 cm	Compleix
- Armadura longitudinal inferior:	Calculat: 30 cm	Compleix
- Armadura longitudinal superior:	Calculat: 30 cm	Compleix
Quantia geomètrica mínima: *Criteri de CYPE Enginyers.*	Mínim: 0.001	
- Armadura longitudinal superior:	Calculat: 0.00125	Compleix
- Armadura transversal superior:	Calculat: 0.00256	Compleix
Quantia mecànica mínima:		
- Armadura longitudinal superior: *Norma EHE. Article 56.2.*	Mínim: 0.00064 Calculat: 0.00125	Compleix
- Armadura transversal superior: *Norma EHE. Article 42.3.2.*	Mínim: 0.00189 Calculat: 0.00256	Compleix
Es compleixen totes les comprovacions		
Informació adicional:		
- Moment flector pèssim a la secció de referència de l'extradós: 4.44 mTn/m		

12.- COMPROVACIONS D'ESTABILITAT (CERCLE DE LLISCAMENT PÈSSIM)

Referència: Comprovacions d'estabilitat (Cercle de lliscament pèssim): mur L 200 (Mur gravetat. C/ Córdoba. H=2.10 m)		
Comprovació	Valors	Estat
Cercle de lliscament pèssim: Combinacions sense sisme: - Fase: Coordenades del centre del cercle (-0.49 m ; 0.97 m) - Radi: 4.03 m: *Valor introduït per l'usuari.*	Mínim: 1.8 Calculat: 2.194	Compleix
Es compleixen totes les comprovacions		

13.- MEDICIÓ

Selecció de llistats

Nom de l'Obra: mur L 200 Data:10/12/09

Mur gravetat. C/ Córdoba. H=2.10 m

Refèrencia: Mur		B 400 S, CN				Total
Nom d'armat		Ø8	Ø10	Ø12	Ø14	
Armat base transversal	Longitud (m) Pes (kg)		26x2.21 26x1.36			57.46 35.43
Armat longitudinal	Longitud (m) Pes (kg)	12x4.86 12x1.92				58.32 23.01
Armat base transversal	Longitud (m) Pes (kg)			26x2.20 26x1.95		57.20 50.78
Armat longitudinal	Longitud (m) Pes (kg)	12x4.86 12x1.92				58.32 23.01
Armat biga coronació	Longitud (m) Pes (kg)			2x4.86 2x4.31		9.72 8.63
Armadura inferior - Transversal	Longitud (m) Pes (kg)			26x1.71 26x1.52		44.46 39.47
Armadura inferior - Longitudinal	Longitud (m) Pes (kg)			7x4.86 7x4.31		34.02 30.20
Armadura superior - Transversal	Longitud (m) Pes (kg)				26x1.80 26x2.18	46.80 56.55
Armadura superior - Longitudinal	Longitud (m) Pes (kg)			7x4.86 7x4.31		34.02 30.20
Inicis - Transversal - Esquerra	Longitud (m) Pes (kg)		26x0.72 26x0.44			18.72 11.54
Inicis - Transversal - Dreta	Longitud (m) Pes (kg)			26x0.97 26x0.86		25.22 22.39
Totals	Longitud (m) Pes (kg)	116.64 46.02	76.18 46.97	204.64 181.67	46.80 56.55	331.21
Total amb pèrdues (10.00%)	Longitud (m) Pes (kg)	128.30 50.62	83.80 51.67	225.10 199.84	51.48 62.20	364.33

Resum d'amidament (inclui pèrdues d'acer)

	B 400 S, CN (kg)					Formigó (m³)	
Element	Ø8	Ø10	Ø12	Ø14	Total	HA-25, Control Estadístico	Neteja
Refèrencia: Mur	50.62	51.67	199.84	62.20	364.33	5.17	0.85
Totals	50.62	51.67	199.84	62.20	364.33	5.17	0.85