

APÉNDICE: 7.3 CALCULO DE ESTRUCTURAS

ÍNDICE

	Página
1. OBJETO.....	5
2. CONSIDERACIONES PREVIAS.....	5
2.1. ESTRUCTURAS.....	5
2.1.1. Obras de fábrica	5
2.1.2. Pantallas para ejecución de hincas.....	8
2.2. PARÁMETROS DE DISEÑO	16
2.2.1. Bases de cálculo.....	16
2.2.2. Aspectos generales	17
2.2.3. Software empleado	18
2.2.4. Características de los materiales	18
2.2.5. Criterios de seguridad y cargas	28
2.2.6. Sismicidad.....	35
2.2.7. Sobrecargas térmicas	37
2.2.8. Acciones indirectas: reología	37
2.2.9. Armados.....	38
2.2.10. Coeficientes de seguridad e hipótesis de carga	40
3. CONCLUSIONES	44
3.1. ARQUETAS.....	44
3.2. PANTALLAS DE POZOS DE ATAQUE Y EXTRACCIÓN DE HINCAS	47
3.2.1. Cálculo estructural de las pantallas	47
3.2.2. Comprobación del sifonamiento de pantallas	53
3.2.3. Calculo de flotabilidad de pantallas.....	56
3.3. SOSTENIMIENTOS ESPECIALES	56
3.3.1. Cruce A68.....	56
3.3.2. Proximidad a torres eléctricas.....	58
4. APÉNDICE 7.3.1. CÁLCULO ESTRUCTURAL DE ARQUETAS.....	60
5. APÉNDICE 7.3.2. CÁLCULO ESTRUCTURAL DE PANTALLAS.....	61
5.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS HINCAS.....	62
5.2. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DE LOS POZOS DE HINCA	63
5.3. PANTALLAS DE LA HINCA RÍO ARAGÓN.....	64
5.3.1. Pozo de ataque (Río Aragón)	64
5.3.2. Pozo de salida (Río Aragón).....	75
5.4. PANTALLAS DE LA HINCA RÍO EBRO.....	88
5.4.1. Pozo de ataque (Río Ebro)	88

5.4.2.	Pozo de salida (Río Ebro).....	97
5.5.	PANTALLAS DE LA HINCA NA-128.....	98
5.5.1.	Pozo de ataque (NA-128).....	98
5.5.2.	Pozo de salida (hinca NA-128).....	107
5.6.	PANTALLAS DE LA HINCA NA-134.....	107
5.6.1.	Pozo de ataque (NA-134).....	107
5.6.2.	Pozo de salida (hinca NA-134).....	117
5.7.	PANTALLAS DE LA HINCA FFCC ALSASUA-ZARAGOZA.....	117
5.7.1.	Pozo de ataque (FFCC ALSASUA-ZARAGOZA).....	117
5.7.2.	Pozo de salida (hinca FFCC ALSASUA-ZARAGOZA).....	126
5.8.	PANTALLAS DE LA HINCA NA-113.....	126
5.8.1.	Pozo de ataque (NA-113).....	126
5.8.2.	Pozo de salida (hinca NA-113).....	135
5.9.	COMPROBACIÓN DE SIFONAMIENTO DE PANTALLAS.....	136
5.10.	COMPROBACIÓN DE FLOTABILIDAD DE PANTALLAS.....	137
6.	APÉNDICE 7.3.3: PANTALLA DE MICROPILOTES.....	138
7.	APÉNDICE 7.3.4: CÁLCULO DE MARCOS PREFABRICADOS.....	139

1. OBJETO

El presente documento tiene por objeto realizar los cálculos de estructuras de las obras de fábrica que se incluyen en las conducciones. Esto es: arquetas de desagüe de las tipologías D1A, D2A, D1B, D2B, D1C y D2C, arquetas de desagüe del río Aragón y Ebro, arquetas de descarga de las tomas y pantallas para ejecución de las hincas.

El Código Estructural actualiza la reglamentación vigente relativa a las estructuras de hormigón y a las estructuras de acero de acuerdo a las novedades de carácter técnico y reglamentario en la materia, y deroga la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08), aprobada por el Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, y la Instrucción de Acero Estructural (EAE), aprobada por el Real Decreto 751/2011, de 27 de mayo.

El nuevo marco reglamentario tiene por objeto definir las exigencias que deben cumplir las estructuras de hormigón, las de acero y las mixtas de hormigón-acero para satisfacer los requisitos de seguridad estructural y seguridad en caso de incendio, además de la protección del medio ambiente y la utilización eficiente de recursos naturales, proporcionando procedimientos que permiten demostrar su cumplimiento con suficientes garantías técnicas.

La entrada en vigor del Código Estructural es el 10 de noviembre de 2021, se establece un periodo de coexistencia, por el cual se permite seguir empleando la EHE-08 durante un año para las estructuras de hormigón para edificios y de tres años para las estructuras de hormigón para obras de ingeniería civil.

Los cálculos desarrollados en la presente Adenda han sido ejecutados y verificados conforme el Código estructural.

2. CONSIDERACIONES PREVIAS

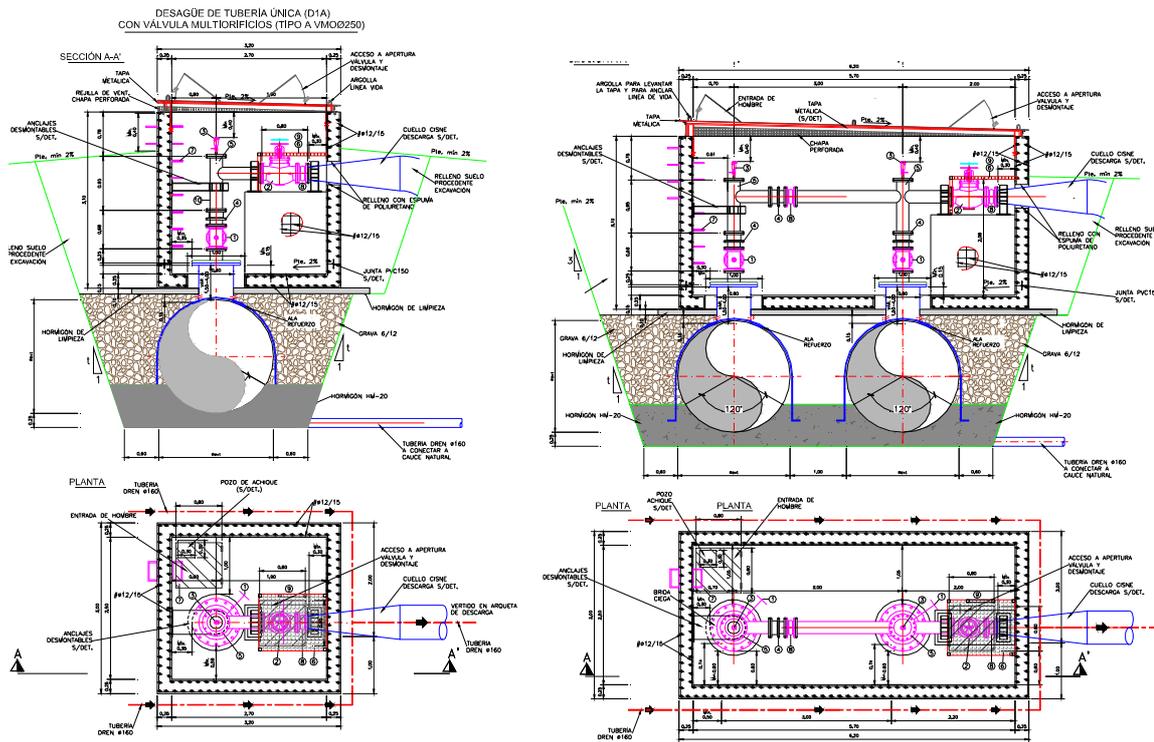
2.1. ESTRUCTURAS

2.1.1. Obras de fábrica

Los elementos de cálculo serán las arquetas de desagüe de las tipologías D1A, D2A, D1B, D2B, D1C y D2C, las arquetas de desagüe del río Aragón y del río Ebro, del tipo D2E, las arquetas de descarga de las tomas y las pantallas para la ejecución de las hincas.

Las arquetas de desagüe se distinguen entre las que corresponden a una tubería o dos tuberías. Estas arquetas son iguales en todas las tipologías y estarán ejecutadas con una dimensión interior de 2,50 x 2,70 m y un espesor de solera y muros de 0,25 m. La altura será (igual en todos los casos) de al menos 2,85 m y sobresaldrá del terreno en al menos 0,4 m.

Se adjunta ilustrativo:

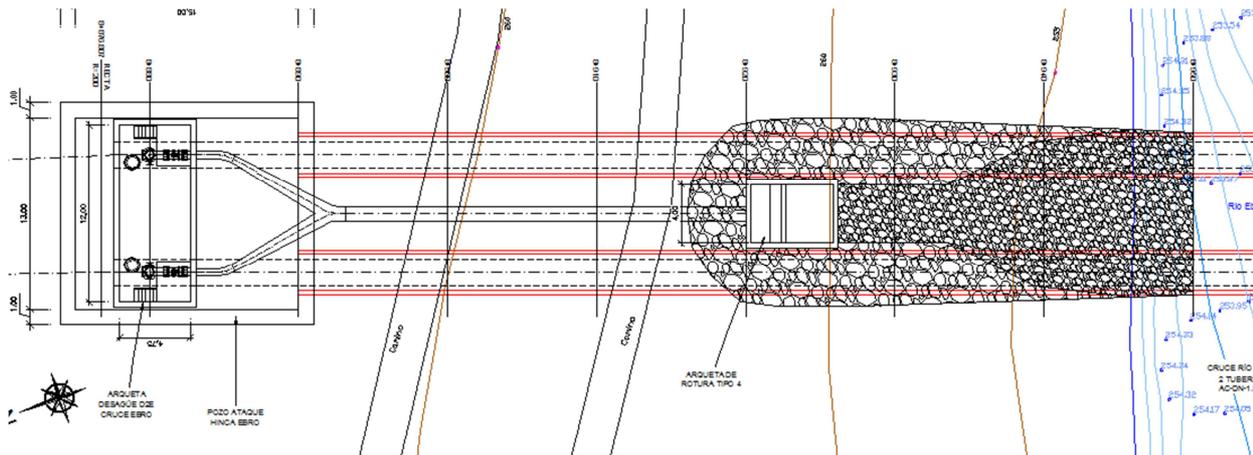


Sobre la arqueta se dispondrá de una cubierta desmontable de acero lagrimada de 4/6mm, que además dispondrá de tapa de acceso. Sobre dicha cubierta se accederá para las operaciones de accionamiento de valvulería, y por lo tanto se contemplarán como cargas variables las peatonales y no de tráfico y la carga de nieve. Adicionalmente, se contemplarán los esfuerzos generados por presencia freática considerando que ésta se encuentra a 1,50 m desde el terreno natural y la carga de tráfico ocasional en el trasdós de los muros.

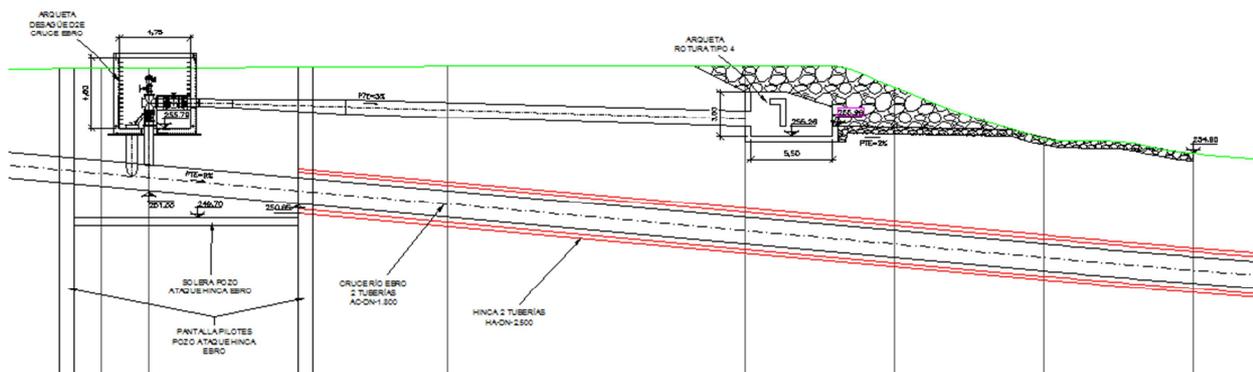
La arqueta irá apoyada sobre 10 cm de hormigón de limpieza y gravas de relleno sobre la tubería. El relleno de trasdós de la arqueta será material granular.

Las arquetas de desagüe del río Aragón y Ebro de la tipología D2E, serán de dimensiones 4,75 x 12,0 m interior con espesores de solera y muros de 0,4 m.

Se adjunta ilustrativo:



E = 1:250 H-01



Sobre la arqueta se dispondrá de una losa prefabricada armada de 0,4 m de espesor que estará sellada y dispondrá de tapas acerrojadas para evitar la entrada de agua al interior.

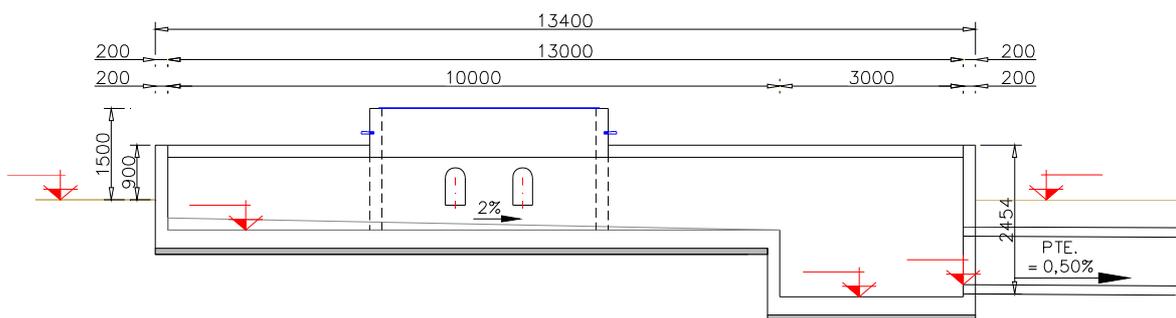
Sobre dicha cubierta se accederá para las operaciones de accionamiento de valvulería y, por lo tanto, se contemplarán como cargas variables las peatonales y no de tráfico y la carga de nieve. Adicionalmente, se contemplarán los esfuerzos generados por la presencia freática considerando que ésta se encuentra a 1,50 m desde el terreno natural y la carga de tráfico ocasional en el trasdós de los muros.

La arqueta irá apoyada sobre 10 cm de hormigón de limpieza y gravas de relleno sobre la tubería y hormigón de relleno de las pantallas.

Las arquetas de descarga de desagüe y válvulas de sobrepresión de las obras de toma tienen dimensiones interiores de 2,0 y 3,0 m de ancho con una longitud variable según cada toma que oscila entre 11,0 y 13,0 m. La arqueta se ejecuta con espesor de solera de 0,25 m y espesor de muros también de 0,25m.

Tras la arqueta de rotura se encuentra la arqueta arenoso que ha de conectar con la tubería de desagüe. Esta arqueta está rebajada, condicionada por la cota geométrica del desagüe y diámetro de la tubería.

Con carácter general, se puede considerar para el cálculo una dimensión máxima de 3,0 x 3,0 m interior de la arqueta arenoso, la cual tendrá una altura de 2,5 m sobresaliendo sobre el terreno 0,9 m. El espesor de la solera y muros será de 0,25 m.



A efectos de cálculo se contemplarán los esfuerzos generados por la presencia freática a 1,5 m del terreno natural y carga de tráfico en el trasdós de los muros.

2.1.2. Pantallas para ejecución de hincas

El presente proyecto contempla la ejecución mediante hincas de los cruces de carreteras nacionales o del Gobierno Foral de Navarra con tres o menos cifras de nominación, la línea de FFCC y autovía A68. Adicionalmente los cruces del río Aragón y río Ebro serán salvados mediante hincas debido a los condicionantes ambientales establecidos.

Para la ejecución de los pozos de ataque y extracción de las hincas en suelos aluviales y con presencia freática será necesario ejecutar un recinto apantallado.

Tras el análisis de la caracterización geotécnica y a la vista de su ejecución en suelos aluviales con alto nivel freático y presencia de gravas, en muchos casos sin matriz, se ha optado como mejor solución en la ejecución de pantallas continuas en vez de pantallas de pilotes secantes.

Las pantallas tablestacadas han sido descartadas por la presencia de bolos que producirán rechazo en la hincas de la tablestaca y tras consulta a diversas empresas especializadas. Para su ejecución en obra se requerirá un estudio pormenorizado que garantice la hincas de la tablestaca en el suelo granular y la estanqueidad del recinto.

Las pantallas ejecutadas con pilote secante han sido descartadas frente a la pantalla continua por la dificultad que ésta presentará en aquellos terrenos con ausencia de matriz y alto nivel freático.

Los pozos de ataque requerirán un recinto cerrado con una dimensión interior de 15,0 m x 13,0 m, mientras que los pozos de salida podrán ser pantallas lineales que contengan el talud frontal de tierras y no del lateral o pozos con recinto en U con uno de los frentes abiertos. La dimensión y geometría de estos pozos variará en función de la ubicación de cada hincas.

Por otro lado, a efectos de cálculos y ejecución, se ha considerado un rebaje de 1,5 m de la cota del terreno natural que servirá de plataforma para su ejecución y a su vez disminuir la longitud de la pantalla.

Las pantallas han sido consideradas como obras no permanentes y que no quedarán como parte estructural definitiva, sino que serán ejecutadas exclusivamente como recinto para la contención de tierras y empuje en la fase de construcción de la hinca. Las pantallas, posteriormente, serán rellenadas con hormigón y material granular. Es por ello que el requisito estructural puede considerarse menos exigente a medio plazo.

La ejecución de las pantallas es susceptible al estado del nivel freático en cada momento. Este ha sido prospectado y representado en los cálculos, si bien hay que considerar su posible oscilación función del nivel del río Aragón y Ebro o de si la zona atravesada está en fase de riego.

A la vista de la función temporal de las pantallas, su cálculo estructural se realizará sin tener en cuenta los requerimientos de fisuración ni de agresividad, pero sí se tendrán en cuenta los esfuerzos, permanentes y variables, así como la posibilidad de cargas perimetrales en el recinto.

Por otro lado, como la presenica freática es muy elevada en el caso del pozo de ataque en el río Aragón o en el río Ebro, se ha considerado con carácter general la necesidad de ejecutar una losa de apoyo de 0,5 m que evite los riesgos de subpresión durante la ejecución de la hinca. Adicionalmente, será necesario realizar bombeos continuados para el control de filtraciones durante la ejecución de la hinca.

En el pozo de extracción se prevé que la excavación en zanja de aproximación de los tubos estará ejecutada, y por lo tanto se producirá un cierto rebaje del nivel freático que será favorable en el diseño de las pantallas.

A continuación se adjunta la relación de hincas con identificación de aquellas que requerirán pantalla en pozos de ataque o extracción, y las que serán ejecutadas mediante excavación:

Nº Hinca	TRAMO	ELEMENTO DE CRUCE	Tipo de recinto del pozo de ataque	Tipo de recinto de extracción	Observación
1	CN-T11	Río Aragón	Pantalla continua en pozo	Pantalla continua en pozo sin frente	Arcillas y arenas. Unidad Qab. NF a cota 324
2	CN-T11	NA-128	Pantalla continua en pozo	Pantalla continua lineal	N.F. Somero (3,07 m). Bombeo continuado
3	T12-13	CERRO	Excavado	Excavado	Nivel freático aproximadamente entre cotas 420-422 m. Contacto Qg-Ty. Afloran gravas con frecuentes bolos en toda la hinca (GM). Unidad Qg
4	T12-13	NA-134	Pantalla continua en pozo	Pantalla continua en pozo sin frente	N.F. Somero (2,4 m). Bombeo continuado
5	T12-13	RÍO EBRO	Pantalla continua en pozo	Pantalla continua lineal	Aluvial con presencia freática función del nivel del río Ebro. Tratamiento del terreno junto a pozo de ataque en los primeros 10,0 m para evitar arrastres con pilotes DN 650 mm de mortero e inyecciones con lechada de silicatos o cemento a lo largo de la hinca s/necesidad
6	T12-13	F.F.C.C. ALSASUA ZARAGOZA	Pantalla continua en pozo	Pantalla continua lineal	Presencia de bolos. Hinca con tratamiento localizado de lechada de cemento.

Nº Hinca	TRAMO	ELEMENTO DE CRUCE	Tipo de recinto del pozo de ataque	Tipo de recinto de extracción	Observación
7	T13BIS-BALSA TUSDELA	AP-68	Excavado	Excavado	Lutitas con frecuentes intercalaciones de areniscas. Sustrato Terciario (TAL). No hay freático. Niveles de areniscas con resistencia a compresión simple > 150 kg/cm ²
8	D.C. -T17	NA-160	Excavado	Excavado	Alternancia de areniscas y lutitas, predominio arenisco. Sustrato Terciario (TC). Presencia de niveles de areniscas con resistencia a compresión simple > 150 kg/cm ² .
9	T16 - T14 y T15	N-113	Pantalla continua en pozo	Pantalla continua lineal	Bombes a partir de la cota 372,5. Afloran gravas y bolos en tramos fuertemente cementados. En la hinca se requerirán inyecciones de consolidación en avance

A continuación se adjunta la caracterización geotécnica de los pozos de ataque y extracción de las hincas, y se relacionan aquellas que requerirán pantalla:

HINCA en RÍO ARAGÓN (Inicio-Toma 11)

Reconocimientos: C-5,3 / P-5,5 / P-5,67 / C-5,90

Nivel freático: a cota 325 m en margen derecha; a cota 324 m en margen izquierda

Geotecnia

Margen derecha (PK 5+500)

- Hasta 323 m: Arcillas y limos con cantos. Unidad Qco

$$NSPT = 1-8 (N_{medio} = 3)$$

$$\gamma_{ap} = 1,9 \text{ g/cm}^3$$

$$\gamma_{sum} = 1,1 \text{ g/cm}^3 \text{ a cota inferior a } 325 \text{ m}$$

$$C' = \text{Cohesión efectiva} = 0,1 \text{ kg/cm}^2$$

$$\varphi' = \text{Ángulo de rozamiento efectivo} = 25^\circ$$

$$E = \text{Módulo de deformación} = 20 \text{ kg/cm}^2$$

- Inferior a 323 m: Lutitas, margas y arcillas. Sustrato Terciario (TOL)

$$NDPSH = R$$

$$\gamma_{ap} = 2,3 \text{ g/cm}^3$$

$$q_u \geq 5 \text{ kg/cm}^2$$

$$C' = 0,5 \text{ kg/cm}^2$$

$$\varphi' = 30^\circ$$

$$E \geq 1500 \text{ kg/cm}^2$$

Margen izquierda (PK 5+650)

- Hasta 324 m: Arcillas y arenas. Unidad Qab

$$\text{NDPSH} = 1-9 \text{ (} N_{\text{medio}} = 5 \text{)}$$

$$\gamma_{\text{ap}} = 1,9 \text{ g/cm}^3$$

$$\gamma_{\text{sum}} = 1,1 \text{ g/cm}^3 \text{ a cota inferior a 324 m}$$

$$C' = \text{Cohesión efectiva} = 0,1 \text{ kg/cm}^2$$

$$\varphi' = \text{Ángulo de rozamiento efectivo} = 25^\circ$$

$$E = \text{Módulo de deformación} = 50 \text{ kg/cm}^2$$

- De 324 a 322,8 m: Gravas arenosas saturadas. Unidad Qab

$$\text{NDPSH} = 13-23 \text{ (} N_{\text{medio}} = 19 \text{)}$$

$$\gamma_{\text{sum}} = 1,1 \text{ g/cm}^3$$

$$C' = 0$$

$$\varphi' = 33^\circ$$

$$E = 250 \text{ kg/cm}^2$$

- De 322,8 a 316,5 m: Gravas y bolos saturadas. Unidad Qab

$$\text{NDPSH} = 12-38 \text{ (Rechazo a cota 320,5)}$$

$$\gamma_{\text{sum}} = 1,1 \text{ g/cm}^3$$

$$C' = 0$$

$$\varphi' = 38^\circ$$

$$E = 650 \text{ kg/cm}^2$$

- Inferior a 316,5 m: Lutitas, margas y arcillas. Sustrato Terciario (TOL)

$$\gamma_{\text{ap}} = 2,3 \text{ g/cm}^3$$

$$q_u \geq 5 \text{ kg/cm}^2$$

$$C' = 0,5 \text{ kg/cm}^2$$

$$\varphi' = 30^\circ$$

$$E \geq 1500 \text{ kg/cm}^2$$

HINCA en NA-128 (Inicio-Toma 11)

Pozo Ataque H = 8,95 m (316,2 m) Pozo Salida H = 8,75 m (316,65 m)

Reconocimientos: SR-1006 / PD-8

Nivel freático a cota 322,1 m

Geotecnia

- Hasta 321,5 m: Arcillas y limos con arenas (ML/SM). Unidad Qm

$$\text{NSPT} = 3$$

$$\gamma_{\text{ap}} = 1,9 \text{ g/cm}^3$$

$$\gamma_{\text{sum}} = 1,1 \text{ g/cm}^3 \text{ a cota inferior a } 322,1 \text{ m}$$

$$q_u = \text{resistencia a compresión simple} = 0,3 \text{ kg/cm}^2$$

$$C' = \text{Cohesión efectiva} = 0,15 \text{ kg/cm}^2$$

$$\varphi' = \text{Ángulo de rozamiento efectivo} = 25^\circ$$

$$E = \text{Módulo de deformación} = 20 \text{ kg/cm}^2$$

- De 321,5 a 318,7 m: Gravas aluviales saturadas (GM). Unidad QTa1

$$\text{NSPT} = \text{R}; \text{ PD-8: Rechazo a cota } 320,5$$

$$\gamma_{\text{sum}} = 1,1 \text{ g/cm}^3$$

$$C' = 0$$

$$\varphi' = 38^\circ$$

$$E = 650 \text{ kg/cm}^2$$

- Inferior a 318,7 m: Lutitas, margas y arcillas. Sustrato Terciario (TOL)

$$\text{NSPT} = \text{R}$$

$$\gamma_{\text{ap}} = 2,3 \text{ g/cm}^3$$

$$q_u \geq 5 \text{ kg/cm}^2$$

$$C' = 0,5 \text{ kg/cm}^2$$

$$\varphi = 30^\circ$$

$$E \geq 1500 \text{ kg/cm}^2$$

HINCA en NA-134 (Toma 12-Toma 13)

Pozo Salida H = 8,05 m (252,43 m) Pozo Ataque H = 8,25 m (252,23 m)

Reconocimientos: S-31,8 / P-31,88

Nivel freático a cota 257,9 m

Geotecnia

- Hasta 254,3 m: Arcillas con arenas (CL). Unidad QTe1

$$NSPT = 3-8$$

$$\gamma_{ap} = 1,9 \text{ g/cm}^3$$

$$\gamma_{sum} = 1,1 \text{ g/cm}^3 \text{ a cota inferior a } 257,9 \text{ m}$$

$$q_u = 1,0 \text{ kg/cm}^2$$

$$C' = 0,15 \text{ kg/cm}^2$$

$$\varphi' = 25^\circ$$

$$E = 50 \text{ kg/cm}^2$$

- De 254,3 a 249,2 m: Gravas aluviales saturadas sin finos. Unidad QTe1

$$NSPT = 10; NDPSH \text{ entre } 25-61 \text{ a cota inferior a } 253,3$$

$$\gamma_{sum} = 1,1 \text{ g/cm}^3$$

$$C' = 0$$

$$\varphi' = 34^\circ$$

$$E = 200 \text{ kg/cm}^2$$

- Inferior a 249,2 m: Arcillas con yesos. Sustrato Terciario (Ty)

$$NSPT = R; NDPSH = R \text{ a cota } 248$$

$$\gamma_{ap} = 2,0 \text{ g/cm}^3$$

$$q_u \geq 15 \text{ kg/cm}^2$$

$$C' = 0,5 \text{ kg/cm}^2$$

$$\varphi' = 30^\circ$$

$$E \geq 1500 \text{ kg/cm}^2$$

Tipo de hinca

Escudo cerrado presurizado atravesando gravas aluviales saturadas.

HINCA en RÍO EBRO (Toma 12-Toma 13)

Pozo Ataque H = 10,53 m (249,4 m) Pozo Salida H = 10,13 m (249,75 m)

Reconocimientos: SR-1303 / SR-1304

Nivel freático a cota 257,1 m

Geotecnia

- Hasta 258,1 m: Arenas y arcillas (SM/CL/CL-ML). Unidad QTe1

$$\text{NSPT} = 38$$

$$\gamma_{\text{ap}} = 1,9 \text{ g/cm}^3$$

$$q_u = 1,5-2,0 \text{ kg/cm}^2$$

$$C' = 0,15 \text{ kg/cm}^2$$

$$\varphi' = 25^\circ$$

$$E = 150 \text{ kg/cm}^2$$

- De 258,1 a 244,4 m: Gravas aluviales saturadas escasos finos (GP-GM). Unidad QTe1

$$\text{NSPT} = R$$

$$\gamma_{\text{sum}} = 1,1 \text{ g/cm}^3$$

$$C' = 0$$

$$\varphi' = 38^\circ$$

$$E = 650 \text{ kg/cm}^2$$

- Inferior a 244,4 m: Arcillas y arcillas margosas. Sustrato Terciario (TT)

$$\text{NSPT} = R$$

$$\gamma_{\text{ap}} = 2,2 \text{ g/cm}^3$$

$$q_u \geq 5 \text{ kg/cm}^2$$

$$C' = 0,5 \text{ kg/cm}^2$$

$$\varphi' = 30^\circ$$

$$E \geq 1500 \text{ kg/cm}^2$$

Tipo de hinca

Escudo cerrado presurizado atravesando gravas aluviales saturadas

HINCA en FFCC ALSÁSUA-ZARAGOZA (Toma 12-Toma 13)

Pozo Ataque H = 8,98 m (253,58 m) Pozo Salida H = 9,29 m (258,83 m)

Reconocimientos: SR-1307 / P-35,80

Nivel freático a cota 260-258 m

Geotecnia

Pozo Ataque

- Hasta 257 m: Gravas aluviales sin finos (GP). Unidad QTe1

NSPT = R

$\gamma_{ap} = 2,1 \text{ g/cm}^3$

$\gamma_{sum} = 1,1 \text{ g/cm}^3$ a cota inferior a 260-258 m

$C' = 0$

$\varphi' = 38^\circ$

$E = 650 \text{ kg/cm}^2$

- Inferior a 257 m: Arcillas y arcillas margosas. Sustrato Terciario (TT)

NSPT = R

$\gamma_{ap} = 2,2 \text{ g/cm}^3$

$q_u \geq 5 \text{ kg/cm}^2$

$C' = 0,5 \text{ kg/cm}^2$

$\varphi' = 30^\circ$

$E \geq 1500 \text{ kg/cm}^2$

Pozo Salida

- Hasta 255,5 m: Gravas aluviales. Unidad QTe2

NDPSH = R; P-35,80 Rechazo a cota 267,7

$\gamma_{ap} = 2,1 \text{ g/cm}^3$

$C' = 0$

$\varphi' = 38^\circ$

$E = 650 \text{ kg/cm}^2$

- Inferior a 255,5 m: Arcillas y arcillas margosas. Sustrato Terciario (TT)

NSPT = R

$$\gamma_{ap} = 2,2 \text{ g/cm}^3$$

$$q_u \geq 5 \text{ kg/cm}^2$$

$$C' = 0,5 \text{ kg/cm}^2$$

$$\varphi' = 30^\circ$$

$$E \geq 1500 \text{ kg/cm}^2$$

Tipo de hinca

Escudo cerrado presurizado atravesando gravas aluviales saturadas.

HINCA en N-113 (Toma 14-Toma 15 y Toma 16)

Pozo Ataque H = 7,83 m (369,95 m) Pozo Salida H = 8,36 m (350,7 m)

Reconocimientos: P-4,23 / S-4,28 / P-4,36

Nivel freático a cota 372,5 aprox. (Pozo Ataque a cota 372,7 m / Pozo Salida a cota 372,4)

Geotecnia

- Afloran gravas y bolos a tramos fuertemente cementados. Unidad Qg

NSPT = R; P-4,23 Rechazo a cota 376,65; P-4,36 Rechazo a cota 372

$$\gamma_{ap} = 2,1 \text{ g/cm}^3$$

$$\gamma_{sum} = 1,1 \text{ g/cm}^3 \text{ a cota inferior a } 372,5 \text{ m}$$

$$C' = 0,1 \text{ kg/cm}^2$$

$$C' = 0 \text{ a cota inferior a } 372,5$$

$$\varphi' = 38^\circ$$

$$E \geq 650 \text{ kg/cm}^2$$

En el Apéndice 7.2.2 se incluyen los esquemas de caracterización de los pozos de ataque y salida de las hincas.

2.2. PARÁMETROS DE DISEÑO

2.2.1. Bases de cálculo

El dimensionamiento de las estructuras se ha realizado según los principios de la mecánica racional y teoría de estructuras, adaptadas al diseño estructural. Se han seguido las prescripciones recogidas en la normativa vigente en el territorio español (detallada más adelante), así como las recomendaciones y la normativa internacional de aplicación, cuando proceda. De acuerdo con lo anterior, el cálculo se ha realizado siguiendo el principio de los Estados Límites, que establece que la seguridad de la estructura en su conjunto, o en cualquiera

de sus partes, se garantiza comprobando que la solicitación no supera la respuesta última de las mismas. Este requisito para la seguridad se expresa sintéticamente mediante la siguiente desigualdad:

$$S_d < R_d$$

siendo S_d la solicitación de cálculo aplicable en cada caso, y R_d la respuesta última de la sección o elemento.

Para la aplicación de este criterio de seguridad, se consideran tanto situaciones de servicio como de agotamiento, esto es, Estados Límites de Servicio (ELS) y Estados Límites Últimos (ELU), de acuerdo con las definiciones dadas para los mismos en las normativas de referencia. En principio, los Estados Límites Últimos están asociados a la rotura de secciones o elementos. Para ellos, se evalúan las solicitaciones mediante la mayoración de los valores representativos de las acciones (en general característicos), utilizando los oportunos coeficientes parciales que luego se detallan. Las resistencias de las secciones o elementos se estiman mediante las características geométricas, y las resistencias minoradas de los materiales.

Por el contrario, los Estados Límites de Servicio están asociados a la pérdida de funcionalidad de la estructura. Las solicitaciones se evalúan mediante sus valores representativos, en general sin mayorar, afectados de los oportunos coeficientes de combinación, para tener en cuenta la probabilidad de ocurrencia simultánea (concomitancia) de varias acciones. Las resistencias se estiman a partir de los valores nominales de las dimensiones y resistencias de los elementos o secciones de la estructura, sin minorar.

2.2.2. Aspectos generales

- **Normativa**

De obligado cumplimiento.

- Código Estructural.
- CTE. código técnico de edificación. Documento básico DB SE Seguridad Estructural Bases de Cálculo (2006)
- CTE. código técnico de edificación. Documento básico DB SE AE Seguridad Estructural Acciones en la Edificación (2006)
- CTE. código técnico de edificación. Documento básico DB SE A Seguridad Estructural Acero (2006)
- CTE. código técnico de edificación. Documento básico DB SE C Seguridad Estructural Cimiento (2006)
- NCSR-02 norma sismorresistente (2002)
- IAP-11 instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera (1)
- UNE-EN 1991-4: 2011. eurocódigo 1: acciones en estructuras. parte 4: silos y depósitos
- UNE-EN 1992-3: 2011. EUROCÓDIGO 2: proyecto de estructuras de hormigón. parte 3: depósitos y estructuras de contención.

De no obligado cumplimiento:

- Guía para el proyecto y ejecución de micropilotes en obras de carretera (2005)
- Guía de cimentaciones en obras de carretera (2009)

- Recomendaciones para el proyecto y construcción del drenaje subterráneo en obras de carretera (2003).

2.2.3. Software empleado

Para el desarrollo de los cálculos se han utilizado los siguientes programas:

- CYPECAD versión año 2021 actualizada n. Licencia 82817
- SAAP
- Prontuario del Código Estructural
- Hojas de cálculo propias

2.2.4. Características de los materiales

2.2.4.1. Nivel de control y coeficientes de minoración de los materiales

Se considera un nivel de control normal. Los coeficientes parciales de seguridad de los diferentes elementos constituyentes son los siguientes:

Material	Situación persistente	Situación accidental
Hormigón	1,5	1,3
Acero corrugado	1,15	1,00
Acero estructural	1,05	1,05

Los niveles de control establecidos para hormigones y acero NORMAL (Estadístico).

Coeficiente de Coeficientes parciales de seguridad de los materiales para Estados Límite Últimos

Material	Situación persistente	Situación accidental
Hormigón	1,50	1,30
Acero corrugado	1,15	1,00
Acero estructural	1,05	1,05

2.2.4.2. Hormigón armado

a. Durabilidad

Previamente al diseño estructural se establecen las bases para asegurar la durabilidad de las arquetas. Previamente se establece la vida útil objetivo; una vez fijada se pasa a establecer las estrategias adoptadas para su consecución. Éstas están imbricadas con la tipología del material, derivan de las características de éste (hormigón armado).

b. Vida útil

De conformidad con la normativa vigente, y con el fin de garantizar la seguridad de las personas, los animales y los bienes, el bienestar de la sociedad y la protección del medio ambiente, las estructuras de hormigón deberán ser idóneas para su uso, durante la totalidad del período de vida útil para la que se construye.

Para ello se hace necesario fijar previamente la vida útil nominal de las estructuras, que no podrá ser inferior a los valores recogidos en la siguiente tabla.

Tabla 2.1-Vida útil nominal

Categoría de vida útil	Vida útil nominal (años)	Ejemplos
1	10	Estructuras temporales ⁽¹⁾
2	10 a 25	Partes reemplazables de la estructura, por ejemplo vigas carril, aparatos de apoyo.
3	15 a 30	Estructuras agrícolas y similares.
4	50	Estructuras de edificación y otras estructuras comunes.
5	100	Estructuras de edificios monumentales, puentes y otras estructuras de ingeniería civil.

(1) Las estructuras o partes de estructuras que pueden desmontarse con vistas a ser reutilizadas no deben considerarse como temporales.

Se establece en el proyecto una vida útil para todas las estructuras que integran el presente proyecto de **t = 50 años**, conforme con las estructuras ya ejecutadas.

c. Clase de exposición y agresividad

El material impone su propia estrategia de protección. En primer lugar hay que identificar el tipo de ataque al que va a ser sometido para después establecer qué medidas son las más adecuadas para su protección. Éstas pasan por la elección adecuada de la calidad del hormigón, establecer suficientes recubrimientos y limitar adecuadamente la abertura de las fisuras, limitando la exposición de las armaduras al ataque.

En el Código Estructural las clases de exposición se definen en la tabla A19.4.1:

Designación de la clase	Descripción del entorno	Ejemplos informativos donde pueden existir las clases de exposición
1. Sin riesgo de ataque por corrosión		
X0	Para hormigón en masa: todas las exposiciones salvo donde haya ataque hielo/deshielo, abrasión o ataque químico.	Elementos de hormigón en masa
	Para hormigón con armaduras en un ambiente muy seco.	Elementos de hormigón en interiores de edificios con una humedad muy baja. (HR<45%)
2. Corrosión inducida por carbonatación		
XC1	Seco o permanentemente húmedo.	Elementos de hormigón armado o pretensado dentro de recintos cerrados (tales como edificios), con humedad del aire baja. (HR<65%)
		Elementos de hormigón armado o pretensado permanentemente sumergido en agua no agresiva.
XC2	Húmedo, raramente seco.	Elementos de hormigón armado o pretensado permanentemente en contacto con agua o enterradas en suelos no agresivos (por ejemplo, cimentaciones).
XC3	Humedad moderada.	Elementos de hormigón armado o pretensado dentro de recintos cerrados (tales como

Designación de la clase	Descripción del entorno	Ejemplos informativos donde pueden existir las clases de exposición
		edificios), con humedad media o alta. (HR>65%)
		Elementos de hormigón armado o pretensado en el exterior, protegidos de la lluvia.
XC4	Sequedad y humedad cíclicas.	Elementos de hormigón armado o pretensado en el exterior, expuestos al contacto con el agua, de forma no permanente (por ejemplo, la procedente de la lluvia)
3. Corrosión inducida por cloruros de origen no marino		
XD1	Humedad moderada.	Elementos de hormigón armado o pretensado en el exterior, expuestas a aerosoles con iones cloruro con origen no marino.
XD2	Húmedo, raramente seco.	Piscinas. Elementos de hormigón armado o pretensado expuestos a aguas industriales que contienen cloruros
XD3	Ciclos humedad y secado.	Elementos de puentes expuestos a salpicaduras de aguas con cloruros, situados a menos de 10 metros de distancia horizontal o a menos de 5 metros de distancia vertical de una zona de rodadura donde se usen sales de deshielo. Elementos enterrados a menos de 1 metro del borde de una zona de rodadura donde se usen sales de deshielo. Losas en aparcamientos
Designación de la clase	Descripción del entorno	Ejemplos informativos donde pueden existir las clases de exposición
4. Corrosión inducida por cloruros de origen marino		
XS1	Expuestos a aerosoles marinos, pero no en contacto directo con el agua del mar.	Elementos estructurales de hormigón armado o pretensado sometidos a los aerosoles marinos, ubicados en la costa o cerca de la costa.
XS2	Permanente y sumergida en agua de mar.	Elementos estructurales de hormigón armado o pretensado permanentemente sumergidos en agua marina.
XS3	Zonas de carrera de mareas afectadas por el oleaje o salpicaduras.	Elementos estructurales de hormigón armado o pretensado situados en zona de carrera de mareas, afectadas por el oleaje o salpicaduras.
5. Ataque hielo/deshielo		
XF1	Saturación moderada, sin sales fundentes.	Elementos con superficies verticales expuestas a lluvia y helada (tales como fachadas y pilares). ¹ Elementos con superficies horizontales no saturados, pero expuesto a lluvia y helada. ¹
XF2	Saturación moderada, con sales fundentes.	Mismo tipo de elementos que en la clase XF1, pero expuestos a sales fundentes, bien directamente o bien a sus salpicaduras y/o escorrentía (por ejemplo dinteles, pilas, cargaderos, etc) ¹
XF3	Saturación alta, sin sales fundentes.	Elementos con superficies horizontales donde se pueda acumular el agua y estén expuestas a la helada. ¹
XF4	Saturación alta con sales fundentes o agua del mar.	Elementos con superficies horizontales donde se pueda acumular el agua y estén expuestas a la helada y sales fundentes, bien directamente o bien a sus salpicaduras. ¹
6. Ataque químico		
XA1	Ambiente de una débil agresividad química conforme a la tabla 2.	Terrenos naturales y aguas (subterráneas, industriales, residuales, etc.)
XA2	Ambiente de una moderada agresividad química conforme a la tabla 2.	Terrenos naturales y aguas (subterráneas, industriales, residuales, etc.)
XA3	Ambiente de una alta agresividad química conforme a la tabla 2.	Terrenos naturales y aguas (subterráneas, industriales, residuales, etc.)
7. Erosión		
XM1	Elementos sometidos a erosión/abrasión moderada	Losas sometidas al tráfico de vehículos
XM2	Elementos sometidos a	Losas en zonas industriales sometidas al tráfico de carretillas de horquillas con

Designación de la clase	Descripción del entorno	Ejemplos informativos donde pueden existir las clases de exposición
	erosión/abrazión intensa	neumáticos.
XM3	Elementos sometidos a erosión/abrazión extrema	Losas en zonas industriales sometidas al tráfico de carretillas de horquillas con ruedas de acero o cadenas.

Tipo de medio agresivo	Parámetros	Tipo de exposición		
		XA1	XA2	XA3
		Ataque débil	Ataque medio	Ataque fuerte
AGUA	VALOR DEL pH, según UNE 83952	6,5 - 5,5	5,5 - 4,5	< 4,5
	CO ₂ AGRESIVO (mg CO ₂ / l), según UNE-EN 13577	15 - 40	40 - 100	100
	IÓN AMONIO (mg NH ₄ ⁺ / l), según UNE 83954	15 - 30	30 - 60	> 60
	IÓN MAGNESIO (mg Mg ²⁺ / l), según UNE 83955	300 - 1000	1000 - 3.000	> 3.000
	IÓN SULFATO (mg SO ₄ ²⁻ / l), según UNE 83956	200 - 600	600 - 3.000	> 3.000
	RESIDUO SECO (mg / l), según UNE 83957	75 - 150	50 - 75	< 50
SUELO	GRADO DE ACIDEZ BAUMANN-GULLY (ml / kg), según UNE-EN 16502	> 200	(*)	(*)
	IÓN SULFATO (mg SO ₄ ²⁻ / kg de suelo seco), según UNE 83963	2.000 - 3.000	3.000 - 12.000	> 12.000

- Exposición :

En cuanto a la exposición y contacto con el agua se considera que las obras de fábrica enterradas estarán parcialmente en contacto continuo con el agua del nivel freático. Se considera en todos los casos se trata de una estructura enterrada no destinada al tratamiento de agua clorada, y no habiéndose encontrado en el terreno ni en el agua freática sustancias agresivas que supongan la adopción de una clase específica de exposición.

En cuanto a contacto por carbonatación se establece como genérico el tipo XC2

Para el caso de la obras de toma, estas se ejecutan en superficie y no están en contacto con ambientes agresivos.

En cuanto a corrosión por origen marino, las estructuras no están expuestas a corrosión de origen marino.

En cuanto a ataques hielo/ deshielo, no se considera procesos de deshielo o presencia de sales fundentes.

- Exposición química:

- Obras de fábrica permanentes

Conforme a los ensayos de agua incluidos en el Anejo-3 "Geología y geotécnica" el agua no presenta agresividad, si bien el suelo contiene alta presencia de ión sulfato en el sustrato terciario o bien presentan frecuentes inclusiones y/o vetas de yesos, además de la Unidad QCD (cono de deyección de barrancos) que está constituida por arcillas y arenas yesíferas.

Las unidades a considerar son:

- TT Lutitas con areniscas, presentan vetas de yeso.
 - TAL Lutitas con intercalaciones de areniscas. Presentan inclusiones de cristales de yeso y vetas.

- TC Areniscas y lutitas con frecuentes cristales y vetas de yeso.
- QCD Arcillas y arenas yesíferas.

Estos estratos aparecen de forma permanente a partir de la toma-11, si bien se encuentran de forma localizada desde el inicio de la obra.

La presencia de formaciones yesíferas (Fm. Yesos de Lerín- Ty) al igual que las inclusiones de cristales de yeso, vetas e interestratos de yeso en las Facies Tudela (TT), Alfaro (TAL) y Cascante (TC), obligará al empleo de cementos sulforresistentes para la fabricación de hormigones en contacto con estos materiales.

Para los suelos Cuaternarios, en general, no será preciso su empleo en depósitos aluviales y de glaciares, pero sí en el caso de suelos arcillo-arenosos de depósitos de fondo de val sobre relieves yesíferos (Qfv), conos de deyección (Qcd) y coluviales asociados (Qco), al proceder de la erosión de los relieves ocupados por materiales de las formaciones Terciarias descritas.

Para zanjas excavadas en suelos Cuaternarios y materiales de la Unidad de Olite no será necesario el empleo de cemento sulforresistente para la fabricación de hormigones. La presencia de niveles yesíferos en la Fm. Lerín y de inclusiones de cristales de yeso en los niveles detríticos de la Fcs. Tudela, hacen obligado el empleo de cementos sulforresistentes.

Se opta por generalizar para toda la obra la exposición de tipo fuerte, y en consecuencia adoptar **hormigones SR resistentes a sulfatos**, aunque será de aplicación a contacto exclusivo con suelos yesíferos. Por lo tanto y conforme el Código Estructural el hormigón a utilizar será sulforesistente considerando un tipo de exposición XA3

Para el caso de arquetas de desagüe estas se encuentran normalmente tienen una altura de unos 2.45m empotrándose en suelo coluvial o superficial, por lo que se opta por considerar agresividad media, por lo que los hormigones serán XA2

- Pantallas

Para la ejecución de las pantallas, éstas han sido consideradas como obras no permanentes y que no quedarán como parte estructural, sino que son ejecutadas exclusivamente para la contención de tierras y empuje en la fase de construcción de la hinca.

Las pantallas posteriormente será rellenadas con hormigón y material granular.

A la vista de la función de las pantallas para las hincas, éstas serán consideradas como temporales y el hormigón estructural utilizado será HA-30/F12/XC2.

No se contempla la necesidad de uso de hormigones XA3 ni sulforresistentes por su carácter temporal, además de que su ubicación presenta un ataque bajo (en el caso del Aragón o Ebro) y medio en el resto.

- Tamaño de árido:
 - El uso de hormigón B-20, se debe a la necesidad de que el hormigón penetre en los tramos de cimentación y alzado con armaduras de refuerzo con gran densidad y poca separación.

- Para el caso de las pantallas el hormigón será fluido F-15.

El contenido de cementos se adjunta a continuación:

Tabla 43.2.1.a Contenido mínimo de cemento y máxima relación agua/cemento

Parámetro de dosificación	Tipo de hormigón	Clase de exposición																				
		XO	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	X32	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3	XM1	XM2	XM3
Máxima relación agua/cemento.	Masa	0,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,55	0,50	0,55	0,50	0,50	0,50	0,45	0,50	0,50	0,50	
	Armado	0,60	0,60	0,60	0,55	0,55	0,50	0,50	0,45	0,50	0,50	0,55	0,50	0,55	0,50	0,50	0,50	0,50	0,45	0,50	0,50	0,50
	Pretensado	0,60	0,60	0,60	0,55	0,55	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,50	0,45	0,50	0,50	0,50	0,45	0,45	0,50	0,50	0,50

Parámetro de dosificación	Tipo de hormigón	Clase de exposición																			
		XO	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	X32	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3	XM1	XM2
Contenido mínimo de cemento (kg/m ³).	Masa	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	275	300	275	300	275	300	325	300	300	300
	Armado	250	275	275	300	300	300	325	350	325	325	300	325	300	325	325	350	350	325	325	325
	Pretensado	275	300	300	300	300	300	325	350	325	325	300	325	300	325	325	350	350	325	325	325

Tabla 43.2.1.b Resistencia característica mínima esperada para el hormigón (*)

Parámetro de dosificación	Tipo de hormigón	Clase de exposición																			
		XO	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3	XM1	XM2
Resistencia característica (N/mm ²).	Masa	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30	30	30	30	30	30	35	30	30	30
	Armado	25	25	25	30	30	30	35	30	30	30	30	30	30	30	30	30	35	30	30	30
	Pretensado	25	25	25	30	30	30	35	35	35	35	30	30	30	30	30	35	35	30	30	30

(*) Resistencia característica mínima alcanzable para un hormigón fabricado con cemento de categoría resistente 32,5 R con un contenido mínimo de cemento y máxima relación agua/cemento, conformes a lo indicado en la tabla 43.2.1a.

En consecuencia se opta por los siguientes materiales referidos al Código Estructural :

- Hormigón en masa: HM-12.5/B/20/X0
- Hormigón de limpieza Elementos horizontales y verticales □ HL-150/B/20
- Hormigón en masa en camasa, rellenos de tubos o elementos horizontales y verticales □ HM-20/B/20/ X0
- Hormigón en masa en camasa o rellenos de tubos, elementos horizontales y verticales □ HM-35/B/20/XA3-SR
- Hormigón en elementos horizontales y verticales : HA-25/B/20/XC2
- Hormigón en soleras, cimentaciones, forjados de arquetas de desagüe o descarga: HA-30/B/20/XC2+XA2-SR
- Hormigón en marcos prefabricados: HA-35/B/20/XC2+XA2-SR
- Hormigón en muros pantalla provisionales HA-30/F15/ XC2+XA2-SR

2.2.4.3. Recubrimientos

La principal medida para proteger la parte débil del material, la armadura, es colocar suficiente recubrimiento de manera que la penetración del contaminante sea lo suficientemente lenta y se pueda garantizar la durabilidad del acero durante toda la vida útil.

Este recubrimiento mínimo depende del tipo de ambiente, del tipo de cemento y del hormigón, y de la vida útil.

En lo que se refiere al recubrimiento mínimo de las armaduras, se seguirá lo siguiente:

$$r_{nom} = r_{min} + \Delta r$$

r_{nom} : recubrimiento nominal (valor de proyecto a reflejar en planos)

r_{min} : recubrimiento mínimo, en mm, según los apartados 44.2.1, 44.3, 44.4 o 44.5

Δr : margen de recubrimiento, en función del nivel de ejecución.

Clase de exposición	Tipo de cemento	Resistencia característica del hormigón [N/mm ²]	Vida útil de proyecto (tL), (años)	
			50	100
X0	Cualquiera.	$f_{ck} \geq 25$	15	25
XC1, XC2 o XC3	CEM I.	$25 \leq f_{ck} < 40$	15	25
		$f_{ck} \geq 40$	10	20
	Otros tipos de cementos o en el caso de empleo de adiciones al hormigón.	$25 \leq f_{ck} < 40$	20	30
		$f_{ck} \geq 40$	15	25

Clase de exposición	Tipo de cemento	Resistencia característica del hormigón [N/mm ²]	Vida útil de proyecto (tL), (años)	
			50	100
XC4	CEM I.	$25 \leq f_{ck} < 40$	20	30
		$f_{ck} \geq 40$	15	25
	Otros tipos de cementos o en el caso de empleo de adiciones al hormigón.	$25 \leq f_{ck} < 40$	25	35
		$f_{ck} \geq 40$	20	30

Tabla 44.2.1.1.b Recubrimiento mínimo (mm), c_{min} , para las clases de exposición relacionadas con la corrosión por cloruros

Tipo de elemento	Cemento	Vida útil de proyecto (tg) (años)	Clase de exposición			
			XS1	XS2	XS3	XD1, XD2, XD3
Hormigón armado.	CEM III/A, CEM III/B, CEM IV., CEM II/B-V, CEM II/A-D u hormigón con adición de microsílce superior al 6% o de cenizas volantes superior al 20%.	50	25	30	45	35
		100	30	35	50	40
	CEM II/B-S, B-P.	50	30	35	65	40
		100	35	40	70	45
	Resto de cementos utilizables, según el artículo 28.	50	40	45	*	*
		100	65	*	*	*
Hormigón pretensado.	CEM II/A-D o bien CEM I con adición de humo de sílice superior al 6%.	50	30	35	50	40
		100	35	40	65	45
	Resto de cementos utilizables, según el artículo 28.	50	45	55	*	*
		100	*	*	*	*

* Estas situaciones obligan a unos recubrimientos excesivos, desaconsejables desde el punto de vista de la ejecución del elemento. En estos casos, se recomienda realizar un estudio específico para establecer el espesor de recubrimiento necesario en función de las condiciones de agresividad y la vida útil requerida.

Tabla 44.3 Recubrimientos mínimos, c_{min} , para las clases de exposición XF

Clase de exposición	Tipo de cemento	Resistencia característica del hormigón [N/mm ²]	Vida útil de proyecto (tL), (años)	
			50	100
XF1, XF3	CEM III.	$25 \leq f_{ck} < 40$	25	50
		$f_{ck} \geq 40$	15	25
	Otros tipos de cemento.	$25 \leq f_{ck} < 40$	20	35
		$f_{ck} \geq 40$	10	20
XF2, XF4	CEM II/A-D.	$25 \leq f_{ck} < 40$	25	50
		$f_{ck} \geq 40$	15	35
	CEM III.	$25 \leq f_{ck} < 40$	40	*
		$f_{ck} \geq 40$	20	40
	Otros tipos de cementos o en el caso de empleo de adiciones al hormigón.	$25 \leq f_{ck} < 40$	20	40
		$f_{ck} \geq 40$	10	20

* Estas situaciones obligarían a unos recubrimientos excesivos.

Tabla 44.4 Recubrimientos mínimos para las clases de exposición XA

Clase de exposición	Tipo de cemento	Vida útil de proyecto (tg), (años)	
		50	100
XA1	CEM III, CEM IV, CEM II/B-S, B-P, B-V, A-D u hormigón con adición de microsílíce superior al 6 % o de cenizas volantes superior al 20 %.	40	55
	Resto de cementos utilizables.	*	*
XA2, XA3	Cualquiera.	(1)	(1)

* Estas situaciones obligarían a unos recubrimientos excesivos.

(1) El Autor del proyecto deberá fijar estos valores de recubrimiento mínimo y, en su caso, medidas adicionales, al objeto de que se garantice adecuadamente la protección del hormigón y de las armaduras frente a la agresión química concreta de que se trate.

Tabla 44.5 Sobre-espesor del recubrimiento para las clases de exposición XM

Clase de exposición	Sobre-espesor del recubrimiento, en mm
XM1	5
XM2	10
XM3	15

Se entiende que los anteriores valores de recubrimiento mínimo por motivos de durabilidad, están asociados al cumplimiento simultáneo de las especificaciones mínimas de dosificación del hormigón contempladas para cada clase de exposición

Se establece que si por exigencias de cualquier tipo (durabilidad, protección frente a incendios o utilización de grupos de barras), el recubrimiento fuera superior a 50 mm, deberá considerarse la posible conveniencia de colocar una malla de reparto en medio del espesor del recubrimiento en la zona de tracción, con una cuantía geométrica del 5 por mil del área del recubrimiento para barras o grupos de barras de diámetro (o diámetro

equivalente) igual o inferior a 32 mm, y del 10 por mil para diámetros (o diámetros equivalentes) superiores a 32 mm.

Del mismo modo, en el caso de piezas hormigonadas contra el terreno, señala que el recubrimiento mínimo será de 70 mm salvo que se haya preparado el terreno.

El Código establece esta prescripción con buen criterio para los casos en que no se tiene control ni constancia del estado en el que queda el terreno, caso de hormigonar directamente contra él, al no constatar su comportamiento ni estado.

Sin embargo, en el presente proyecto, no se está en ese caso para ninguna de las estructuras ya que para los casos en que pudiera pensarse que es así resulta:

Soleras y elementos de cimentación: se dispone siempre un hormigón de limpieza de 10 cm de espesor que garantiza la protección de las armaduras.

Trasdós de muros: la excavación realizada para su ejecución, adecuado drenaje y protección en su caso garantiza un comportamiento óptimo de la superficie del terreno por lo cual, al tratarse de una superficie “controlada” en su ejecución, el terreno se encuentra preparado, no desarrollándose problemáticas de este tipo, siendo de aplicación por tanto las tablas 37.2.4.1 a, b y c, tal como indica el C.E.

Para elementos hormigonados directamente contra el terreno, independientemente de otras consideraciones, se dejarán 70 mm de recubrimiento.

Para las losas se considera 10 cm de espesor de hormigón de limpieza.

Este recubrimiento es válido tanto para piezas armadas como prefabricadas, utilizando cementos CEM II/A-D u hormigón con adición de microsilice superior al 6%. El contratista podrá sin embargo proponer el empleo de otros materiales o recubrimiento con la debida justificación y certificados.

El árido se ha fijado preferiblemente de naturaleza caliza, común en la zona, para minimizar los efectos reológicos y de incremento de temperatura al disminuir el coeficiente de dilatación térmica a $6 \cdot 10^{-6}$. El cemento será de endurecimiento normal.

El margen de recubrimiento (Δr) es función del nivel de control de ejecución, siendo:

- 0 mm elementos prefabricados con control intenso de ejecución
- 5 mm elementos in situ con nivel intenso de control de ejecución
- 10 mm en el resto de casos

En el presente proyecto:

- Se establece como criterio de diseño una vida útil de 50 años
- Control de ejecución normal
- La clase de exposición IIa y Qc requeriría un recubrimiento mínimo de 40 mm en 50 años y 55 mm en 100 años de vida útil

- El margen de recubrimiento (Δr) es 10 mm

En consecuencia para hormigón XC2+XA2 y XC2+XA3 aplicamos un recubrimiento de 40 mm, siendo **el recubrimiento nominal de 40+10 = 50 mm.**

Para las pantallas aplicaremos un recubrimiento de 70 mm.

2.2.4.4. Limitaciones de fisuración

Cuando no exista ninguna condición más limitante se establece una abertura de fisura máxima el Código, o bien indirectamente controlando la tensión de servicio en las armaduras, conforme a la siguiente tabla extraída del Eurocódigo:

Clase de exposición	w_{max} (mm)	
	Hormigón armado (para la combinación cuasi-permanente de acciones)	Hormigón pretensado (para la combinación frecuente de acciones)
X0 ⁽²⁾ , XC1 ⁽²⁾	0,4	0,2
XC2, XC3, XF1, XF3, XC4	0,3	0,2 ⁽¹⁾
XS1, XS2, XD1, XD2, XD3, XF2, XF4, XA1 ⁽³⁾	0,2	Descompresión
XS3, XA2 ⁽³⁾ , XA3 ⁽³⁾	0,1	

- ⁽¹⁾ Adicionalmente deberá comprobarse que las armaduras activas se encuentran en la zona comprimida de la sección, bajo la combinación cuasi-permanente de acciones,
- ⁽²⁾ Para las clases de exposición X0 y XC1, la abertura de fisura no influye normalmente en la durabilidad. Los valores recogidos en la tabla para estos casos se establecen para garantizar un aspecto aceptable,
- ⁽³⁾ La limitación relativa a las clases XA1, XA2 y XA3 solo será de aplicación en el caso de que el ataque químico pueda afectar a la armadura.

Además se tendrá en cuenta lo siguiente:

Tabla A19.7.2 Diámetro máximo de las barras ϕ_s^* para el control de la fisuración¹

Tensión del acero ² [N/mm ²]	Diámetro máximo de la barra [mm]		
	$w_k = 0,4 \text{ mm}$	$w_k = 0,3 \text{ mm}$	$w_k = 0,2 \text{ mm}$
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	-

Tabla A19.7.3 Separación máxima de las barras para el control de la fisuración¹

Tensión del acero ² [N/mm ²]	Diámetro máximo de la barra [mm]		
	$w_k = 0,4 \text{ mm}$	$w_k = 0,3 \text{ mm}$	$w_k = 0,2 \text{ mm}$
160	300	300	200
200	300	250	150
240	250	200	100
280	200	150	50
320	150	100	-
360	100	50	-

Para el caso de hormigón XC2, XC3 o XC4, será como mínimo $w = 0,3 \text{ mm}$ interior. La limitación relativa a XA será de aplicación en el caso en que el ataque químico pueda afectar a la armadura. En este caso aplicamos de forma genérica $w = 0,1 \text{ mm}$.

No será de aplicación a pantallas por su situación estructural temporal.

2.2.4.5. Armaduras pasivas

Tipo B - 500 S

Nivel de control Normal

Resistencia característica $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$

Coefficiente de minoración γ_s (situac. Persistentes o transitorias) = 1,15

Resistencia de cálculo $f_{yd} = 435 \text{ MPa}$

Módulo de Elasticidad $E_s = 200.000 \text{ MPa}$

2.2.5. Criterios de seguridad y cargas

Para justificar la seguridad de la estructura y su aptitud en servicio se utilizará el método de los estados límites.

Los estados límites se clasifican en:

- Estados límites de servicio (E.L.S)
- Estados límites últimos (E.L.U)

a. Estados límites de servicio

Los E.L.S se dividen en los siguientes tipos:

- Estados límites de servicio de deformación.
- Estados límites de servicio de fisuración:

b. Estados límites últimos

Los E.L.U se dividen en los siguientes tipos:

- E.L.U de pérdida de equilibrio por falta de estabilidad de una parte o la totalidad de la estructura, considerada como un cuerpo rígido.
- E.L.U de rotura, por deformación plástica excesiva, inestabilidad local o pérdida de estabilidad de una parte o de la totalidad de la estructura.

2.2.5.1. Cargas

a. Permanentes

Las cargas permanentes están constituidas por los pesos de los distintos elementos que forman parte de la estructura. Corresponden a acciones que actúan en todo momento y son constantes en posición y magnitud. Comprenden el peso propio y las cargas muertas. Sus valores se deducen de las dimensiones de los elementos especificadas en los planos y de sus pesos específicos correspondientes.

b. Peso propio

Corresponde al peso de los elementos estructurales, con su sección bruta, aplicándole el peso específico del material:

- Peso propio del agua: 10 kN/m^3
- Peso del hormigón: 25 kN/m^3
- Peso propio del acero laminado: $78,5 \text{ kN/m}^3$

c. Cargas muertas

Son las debidas a los elementos no estructurales que gravitan sobre la estructura, tales como: equipos, instalaciones, etc. Se han considerado los siguientes valores característicos:

- Valvulería, equipos y otros: $5,0 \text{ kN/m}^2 = 0,5 \text{ t/m}^2$

d. Acciones permanentes de valor no constante. Empuje del terreno

Se tienen en cuenta las acciones debidas al relleno del trasdós, considerando independientemente los efectos del peso del terreno y de los empujes.

El peso del terreno se determina aplicando al volumen de terreno que gravita sobre la superficie del elemento horizontal, el peso específico del relleno vertido y compactado.

El empuje sobre los elementos estructurales se determinará de acuerdo con los conceptos geotécnicos, en función de las características del terreno y de la interacción terreno-estructura.

En este apartado se consideran las acciones originadas por el terreno natural o de relleno, sobre los elementos de la estructura en contacto con él.

El empuje sobre los elementos verticales es función de las características del terreno y de la interacción terreno-estructura, de acuerdo con la formulación que se describe más adelante.

En ningún caso, en que su actuación sea desfavorable para el efecto estudiado, el valor del empuje será inferior al equivalente empuje hidrostático de un fluido de peso específico igual a 5 kN/m^3 .

En el caso en que exista una incertidumbre sobre la posible actuación del empuje de tierras, deberá no considerarse en los casos en que su actuación sea favorable para el efecto en estudio.

No se incluye en esta acción la posible presencia de sobrecargas de uso, actuando en la coronación de los terraplenes, que ocasionan un incremento de los pesos y empujes transmitidos por el terreno al elemento portante. La actuación de estas sobrecargas se considerará como una acción variable, de acuerdo con lo especificado en el apartado "Acciones Variables".

Empuje activo

A efectos del cálculo de estabilidad y tensiones en el terreno, se considera una ley triangular, actuando sobre un plano vertical desde la parte final del talón. La ley de empujes es efectiva desde la superficie del terreno. Los coeficientes de empuje considerados han sido los que proporciona el Estado de Rankine:

$$\lambda_h = \cos^2 \beta \frac{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \varphi}}{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \varphi}} \Rightarrow \text{Coef. de empuje horizontal}$$

$$\lambda_v = \sin \beta \cos \beta \frac{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \varphi}}{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \varphi}} \Rightarrow \text{Coef. de empuje vertical}$$

siendo:

φ = ángulo de rozamiento interno del relleno

β = ángulo que forma el talud de coronación con la horizontal

A efectos del cálculo estructural del alzado del muro, se considera una ley triangular actuando desde la sección inferior del mismo hasta su coronación. Se admite que el relleno del trasdós es de la suficiente calidad como para suponer que el empuje es el correspondiente al Estado de Coulomb, con un ángulo de rozamiento tierras-muro de δ .

$$\lambda_h = \frac{\sin^2(\alpha + \varphi)}{\sin^2 \alpha \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi - \beta)}{\sin(\alpha + \delta) \sin(\alpha - \beta)}} \right]^2} \Rightarrow \text{Coef. de empuje horizontal}$$

siendo:

δ = ángulo de rozamiento tierras-muro

α = ángulo que forma el trasdós con la horizontal

Empuje pasivo

Debido a la falta de seguridad de la movilización del empuje pasivo, se ha decidido no incluir esta acción.

Empuje en reposo

Se ha calculado según la fórmula de Jaky cuya formulación es la que sigue:

$$k_0 = 1 - \text{sen}\varphi$$

donde :

k_0 es el coeficiente de empuje en reposo.

φ es el ángulo de rozamiento interno del terreno.

Con el fin de quedarnos del lado de la seguridad, se considerará el empuje activo o el empuje en reposo, según sea más desfavorable para los distintos esfuerzos que se estén analizando, con los valores de los coeficientes de empuje indicados anteriormente.

Conclusiones de aplicación al proyecto:

- Obras de fábrica

El empuje del terreno es relevante para la situación de cálculo de vacío. Para la determinación del valor del empuje de las tierras sobre el trasdós de las obras de fábrica se han considerado las características del relleno:

- Peso específico: 20 kN/m³
- Cohesión: 0 kN/m²
- Ángulo de rozamiento interno del material: 30 °

Para el empuje se ha considerado el coeficiente de empuje al reposo, ya que, por la rigidez de los propios muros es improbable que se desarrolle la cuña de rotura del activo. Del lado de la seguridad se adopta un coeficiente de empuje de 0,33.

En resumen:

peso específico del terreno seco $\gamma_{t,\text{seco}} =$	20,00 kN/m ³
peso específico del terr. sumergido $\gamma_{t,\text{sumergido}} =$	21,50 kN/m ³
peso específico del líquido (agua) $\gamma_w =$	10,00 kN/m ³
coeficiente de empuje activo $K_a =$	0,33
sobrecarga repartida $q =$	10,00 kN/m ²

- e. Acciones permanentes de valor no constante. Acciones variables

a) Sobrecarga de uso

La sobrecarga de uso es el peso de todo lo que pueda gravitar sobre la estructura por razón de su uso o mantenimiento.

Se han considerado dos sobrecargas distintas: la debida al tráfico colindante y la debida al tránsito de personas por motivos de mantenimiento (ya sea de cubiertas o de algún equipo en cuestión) Todo ello, obviamente, teniendo en cuenta lo recogido en las normas CTE (tabla 3.1).

- **Sobrecarga peatonal:** 0,4 t/m²

(nota: Las losas de cubrición de las arquetas serán sólo accesibles peatonalmente)

- **Sobrecarga de tráfico en el trasdós del muro**

A efectos del cálculo de empujes del terreno sobre elementos de la estructura en contacto con él en fase constructiva, se considerará, actuando en la parte superior del terraplén en la zona por donde pueda discurrir el tráfico, una sobrecarga uniforme de 1,0 t/m².

$$\text{SC Tráfico: } k_a \times q_{\text{tráfico}} = 0,33 \times 10 = 3,33 \text{ kN/m}^2.$$

El camión hormigonera de 8 m³ o equivalentes serán los que transmitirán las mayores cargas por eje de todos los previstos, tanto durante la construcción como durante la explotación (transporte de ferralla, transporte de equipos, transporte de contenedores, etc.)

Para ajustar el cálculo se propone como sobrecarga de uso en las soleras estructurales el tren de cargas de la instrucción IAP-11 aplicándole al carro un coeficiente reductor de 0,6, es decir un carro de 0,6 x 600 = 360 kN repartido en 6 huellas de tres ejes de 0,2 x 0,60 m con 6 t cada una y con una separación de 1,5 m ente ejes y 2,0 m entre ruedas del mismo eje.

Por lo tanto, en las soleras practicables que soporten tráfico se diseñarán para la más desfavorable de las dos siguientes hipótesis:

1. Sobrecarga uniforme de 1.000 kg/m²
2. Tren de cargas de la Instrucción IAP-11, pero con el carro minorado por 0,6. Es decir, acción del carro de 360 kN y simultáneamente 4 kN/m² en el resto de la plataforma calculada.

b) Sobrecarga de empuje hidrostático del agua por nivel freático

A efectos de cálculo, se considerará 1,5 m en el trasdós de muro, medido desde coronación del terreno natural lo que dejará el cálculo del lado de la seguridad. Dicho escenario considera filtraciones.

Se considera la arqueta vacía sin agua.

c) Sobrecarga de empuje hidrostático del agua en el interior

Se considera que las arquetas se encuentran vacías.

Se considera la actuación del empuje hidrostático del agua del interior. Se considera un peso específico para el agua de 10 kN/m³.

d) Sobrecarga de subpresión

El cálculo de la subpresión generada en el fondo de la losa ha sido representado mediante un esfuerzo negativo en la superficie de la misma.

Se considera que el nivel freático estará a X m respecto la cota del terreno (según información geotécnica), por lo que la subpresión en cada solera (Si) será: $S_i (t/m^2) = \text{Cota de terreno } (Z_u) - X - (\text{Cota de solera } Z_{si} - \text{espesor de losa inferior } (e_i))$.

El cálculo de flotabilidad se realiza aparte y en él se comprueban los escenarios de las arquetas considerando el peso de la tubería y la valvulería.

Para el caso de las pantallas el cálculo ha sido realizado de forma individualizada.

e) Viento

Se ha tenido en cuenta en el cálculo, conforme a los valores y coeficientes del CTE según la ubicación.

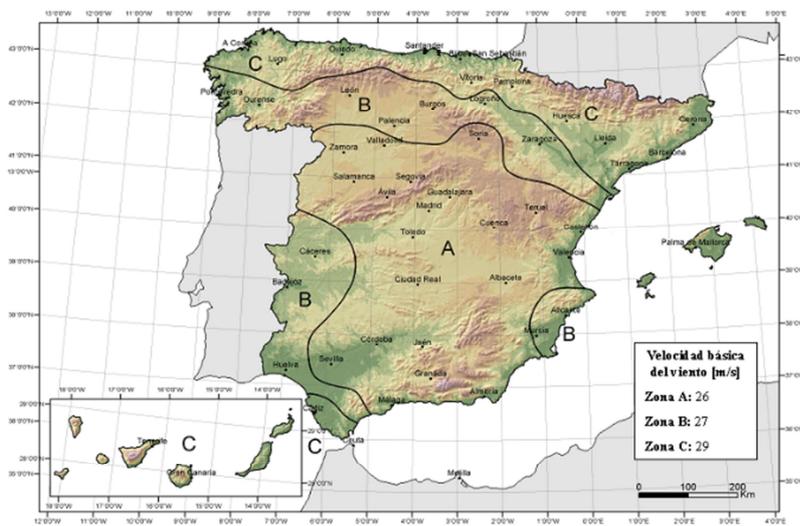


Figura D.1 Valor básico de la velocidad del viento, v_b

Tabla D.1 Corrección de la velocidad básica en función del periodo de servicio

Periodo de retorno (años)	1	2	5	10	20	50	200
Coefficiente corrector	0,41	0,78	0,85	0,90	0,95	1,00	1,08

Tabla D.2 Coeficientes para tipo de entorno

Grado de aspereza del entorno	Parámetro		
	k	L (m)	Z (m)
I Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	0,156	0,003	1,0
II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	0,17	0,01	1,0
III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	0,19	0,05	2,0
IV Zona urbana en general, industrial o forestal	0,22	0,3	5,0
V Centro de negocios de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	0,24	1,0	10,0

Se considera una fuerza de viento de 1,0 kN/m² en los paramentos expuestos, resultado de considerar una presión dinámica del viento de 0,5 kN/m y un coeficiente de exposición de 2,0. Esta solicitud no es dimensionante en general por las siguientes razones:

- Las arquetas se consideran enterradas y la dimensión superficial es despreciable.
- Tiene una magnitud baja frente al resto de acciones.
- Los efectos del viento son despreciables.

Para el caso de arquetas enterradas el valor es nulo.

f) Sobrecarga de nieve

Se considerará una sobrecarga de nieve sobre la cubierta. El valor se extrae de la CTE, más concretamente en su anejo E, en donde expone la carga de nieve a considerar según la zona de estudio y de su altitud.

A continuación se adjunta el mapa de las zonas climáticas, así como la tabla que relaciona dichas zonas con la altitud de la zona de estudio.



Figura E.2 Zonas climáticas de invierno

Tabla E.2 Sobrecarga de nieve en un terreno horizontal (kN/m²)

Altitud (m)	Zona de clima invernal, (según figura E.2)						
	1	2	3	4	5	6	7
0	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
200	0,5	0,5	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2
400	0,6	0,6	0,2	0,3	0,4	0,2	0,2
500	0,7	0,7	0,3	0,4	0,4	0,3	0,2
600	0,9	0,9	0,3	0,5	0,5	0,4	0,2
700	1,0	1,0	0,4	0,6	0,6	0,5	0,2
800	1,2	1,1	0,5	0,8	0,7	0,7	0,2
900	1,4	1,3	0,6	1,0	0,8	0,9	0,2
1.000	1,7	1,5	0,7	1,2	0,9	1,2	0,2
1.200	2,3	2,0	1,1	1,9	1,3	2,0	0,2
1.400	3,2	2,6	1,7	3,0	1,8	3,3	0,2
1.600	4,3	3,5	2,6	4,6	2,5	5,5	0,2
1.800	-	4,6	4,0	-	-	9,3	0,2
2.200	-	8,0	-	-	-	-	-

De acuerdo con la norma CTE-DB-SE-AE, en localidades de altitud inferior a 500 m con zona de clima invernal 2, es suficiente considerar una carga de 0,7 kN/m². Además, esta carga no es concomitante con la sobrecarga de uso de mantenimiento de la cubierta.

Para el cálculo se adopta una sobrecarga de nieve de 0,07 tn/m².

2.2.6. Sismicidad

La principal acción accidental, condicionante en muchos aspectos (como en los detalles de armado de las piezas), es la acción sísmica. Esta sollicitación impone una aceleración a la estructura, y por tanto unas fuerzas inerciales. Primeramente se caracteriza la acción sísmica y se describe en función del sitio, conforme a la NCSR-02; posteriormente se descompone la acción sísmica en sus principales acciones sobre la estructura: fuerza inercial en las masas, sobre-empuje por movilización de las masas de terreno de los trasdoses (sobre-empujes del terreno) y las fuerzas inerciales del líquido contenido.

Además, atendiendo a la Norma CTE, correspondería a una **obra de importancia normal** (en el apartado 1,2.2- Clasificación de las construcciones del REAL DECRETO 997/2002, de 27 de septiembre, por el que se aprueba la norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación (NCSR-02), se indica que: "...*Aquellas cuya destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio para la colectividad, o producir importantes pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible ni pueda dar lugar a efectos catastróficos.....*", constituyen obras de importancia normal).

La aceleración sísmica de cálculo a_c se define como el producto:

$$a_c = S \rho a_b$$

Donde:

a_b aceleración sísmica básica

ρ coeficiente adimensional de riesgo, función de la probabilidad aceptable de que se exceda a_c en el período de vida para el que se proyecta la construcción. Toma los siguientes valores:

Construcciones de importancia normal $\rho=1,0$

Construcciones de importancia especial $\rho=1,3$

S coeficiente de amplificación del terreno. Toma diferentes valores según el terreno.

Para $\rho a_b < 0,1g$, $S = C/1,25$

Para $0,1g < \rho a_b < 0,4g$, $S = C/1,25 + 3,33 [(\rho a_b /g) - 0,1](1-C / 1,25)$

Para $0,4g < \rho a_b$, $S = 1,0$

siendo C el coeficiente de terreno. Este parámetro depende de las características geotécnicas del terreno de cimentación que, según la citada norma, pueden clasificarse en 4 tipos, cada uno de ellos con un valor diferente de C . Así tenemos:

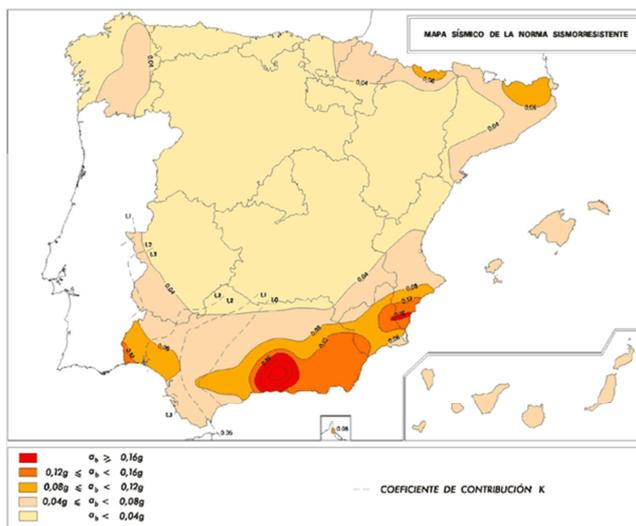
CLASIFICACIÓN	TIPO DE MATERIAL	V. DE PROPAGACIÓN DE ONDAS ELÁSTICAS	COEFICIENTE (C)

CLASIFICACIÓN	TIPO DE MATERIAL	V. DE PROPAGACIÓN DE ONDAS ELÁSTICAS	COEFICIENTE (C)
Terreno Tipo I	Roca compacta Suelo cementado Suelo granular muy denso	$V_s > 750$ m/s	1,0
Terreno Tipo II	Roca muy fracturada Suelo cohesivo duro Suelo granular	750 m/s $> V_s > 400$ m/s	1,3
Terreno Tipo III	Suelo cohesivo firme a muy firme Suelo granular compacidad media	400 m/s $> V_s > 200$ m/s	1,6
Terreno Tipo IV	Suelo granular suelto Suelo cohesivo blando	$V_s < 200$ m/s	2,0

Para obtener el valor del coeficiente C de cálculo se determinarán los espesores e1, e2, e3 y e4 de los tipos de terreno I, II, III y IV, respectivamente, existentes en los primeros 30 m bajo la superficie, adoptándose como C el valor medio obtenido al ponderar los coeficientes Ci de cada estrato con su espesor ei.

$$C = \frac{\sum C_i \cdot e_i}{30}$$

Se opta por tomar como valor del coeficiente C , 2,0 (asimilable a un terreno tipo IV).



Según el Mapa de Peligrosidad Sísmica de la Norma de Construcción Sismorresistente NCSR-02 (Parte General y Edificación), el entorno de estudio se encuentra dentro de una zona con aceleración sísmica básica inferior a 0,04g.

La aplicación de la Norma no es obligatoria en las edificaciones de importancia normal o espacial cuando la aceleración sísmica básica sea inferior a 0,04g, siendo g la aceleración de la gravedad. Según el mapa sísmico de la Norma nos encontramos en una zona con $a_b < 0,04g$, por tanto no es de aplicación.

2.2.7. Sobrecargas térmicas

Al igual que ocurre con la reología del material, las variaciones de temperatura conducen a deformaciones de todos los elementos que, en caso de estar impedidas, producen tensiones en los elementos afectados. La disposición de juntas de dilatación, ya comentada en el apartado de reología, contribuye a disminuir esta sollicitación. En el CTE-SE-AE, por ejemplo, se especifica que no es necesario considerar acciones térmicas cuando se dispongan juntas de dilatación con separaciones máximas de 20 m.

Para elementos en los que debe considerarse, se adopta un incremento térmico uniforme de 30°C, propio de un elemento de color claro con la orientación más desfavorable. Para elementos protegidos en el interior del edificio puede tomarse durante todo el año una temperatura de 20 °C.

En el caso de arquetas enterradas no se considera el efecto térmico.

2.2.8. Acciones indirectas: reología

Las acciones reológicas se obtienen a partir de los valores característicos de las deformaciones provocadas por la retracción y la fluencia.

La deformación debida a la retracción del hormigón es función de la humedad relativa del ambiente, del espesor ficticio de la pieza, de la cuantía de armadura, de las condiciones de amasado del hormigón y del tiempo transcurrido desde su puesta en obra.

La deformación debida a la fluencia del hormigón bajo carga constante se considera proporcional a la deformación elástica instantánea.

Este tipo de acciones originan estados tensionales que son variables tanto en altura (geometría, condiciones de borde) como en planta (grado de soleamiento, etc.). Se ha optado por tener en cuenta su efecto sobre la fisuración de la estructura, disponiendo la armadura necesaria.

La introducción de la retracción en un modelo lineal mecánico conduce a la obtención de armados horizontales excesivos y alejados de los realmente necesarios, ya que los esfuerzos generados por éste tipo de acción se rebajan enormemente con la aparición de una microfisuración sistemática a lo largo del muro.

En los elementos sin juntas de retracción se ha optado por obtener la cuantía de armadura horizontal necesaria para que, en el caso de alcanzarse el axil de fisuración, la abertura de fisura resulte inferior a la máxima

permitida por la normativa. Se dispone finalmente la más desfavorable entre ésta y la resultante del cálculo con el resto de acciones.

En caso de considerar funcionamiento en ménsula se desliga el trabajo del alzado del muro con el de la solera, trabajando ésta independientemente; esto se consigue por medio de una junta no pasante, que se hace coincidir con una junta de trabajo

2.2.9. Armados

2.2.9.1. **Cuantías geométricas mínimas**

La armadura geométrica mínima es aquella que permite controlar la abertura de fisura, en concreto por la acción no controlada de la reología y la temperatura. Con esta armadura mínima se pretende minimizar el efecto de las coacciones impuestas a la masa de hormigón en su movimiento: la colocación de juntas para permitir la libre deformación completa resultaría inviable (sería necesario colocar juntas completas a distancias en torno a los 5 m); se realiza un cálculo de la armadura que mantiene la abertura de fisura viable, el mínimo geométrico.

Se dispondrá al menos la armadura que garantice el valor de la cuantía geométrica mínima.

TIPO DE ELEMENTO ESTRUCTURAL		TIPO DE ACERO	
		Aceros con $f_y = 400\text{N/mm}^2$	Aceros con $f_y = 500\text{N/mm}^2$
Pilares		4,0	4,0
Losas ⁽¹⁾		2,0	1,8
Forjados unidireccionales	Nervios ⁽²⁾	4,0	3,0
	Armadura de reparto perpendicular a los nervios ⁽³⁾	1,4	1,1
	Armadura de reparto paralela a los nervios ⁽³⁾	0,7	0,6
Vigas ⁽⁴⁾		3,3	2,8
Muros ⁽⁵⁾	Armadura horizontal	4,0	3,2
	Armadura vertical	1,2	0,9

(1) Cuantía mínima de cada una de las armaduras, longitudinal y transversal repartida en las dos caras. Para losas de cimentación y zapatas armadas, se adoptará la mitad de estos valores en cada dirección dispuestos en la cara inferior.

(2) Cuantía mínima referida a una sección rectangular de ancho b_w y canto e del forjado. Esta cuantía se aplica estrictamente en los nervios y no en las zonas macizadas. Todas las viguetas deben tener en la cabeza inferior, al menos, dos armaduras activas o pasivas longitudinales simétricas respecto al plano medio vertical.

(3) Cuantía mínima referida al espesor de la capa de compresión hormigonada in situ.

(4) Cuantía mínima correspondiente a la cara de tracción. Se recomienda disponer en la cara opuesta una armadura mínima igual al 30% de la consignada.

(5) La cuantía mínima vertical es la correspondiente a la cara de tracción. Se recomienda disponer en la cara opuesta una armadura mínima igual al 30% de la consignada. A partir de los 2,5 m de altura del fuste del muro y

siempre que esta distancia no sea menor que la mitad de la altura del muro podrá reducirse la cuantía horizontal a un 2%. En el caso en que se dispongan juntas verticales de contracción a distancias no superiores a 7,5 m, con la armadura horizontal interrumpida, las cuantías geométricas horizontales mínimas pueden reducirse al 2%. La armadura mínima horizontal deberá repartirse en ambas caras. Para muros vistos por ambas caras debe disponerse el 50% en cada cara. En el caso de muros con espesores superiores a 50 cm, se considerará un área efectiva de espesor máximo 50 cm distribuidos en 25 cm a cada cara, ignorando la zona central que queda entre estas capas superficiales.

(6) En el caso de elementos pretensados, la armadura activa podrá tenerse en cuenta en relación con el cumplimiento de las cuantías geométricas mínimas sólo en el caso de las armaduras pretensas que actúen antes de que se desarrolle cualquier tipo de deformación térmica o reológica.

Adoptando las siguientes secciones y número de barras:

DIÁMETRO NOMINAL en mm	MASA NOMINAL en Kg/m	SECCIÓN DE ACERO "A" EN cm2 SEGÚN NÚMERO DE BARRAS									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6	0,222	0,28	0,57	0,85	1,13	1,41	1,7	1,98	2,26	2,54	2,83
8	0,395	0,5	1,01	1,51	2,01	2,51	3,02	3,52	4,02	4,52	5,03
10	0,617	0,79	1,57	2,36	3,14	3,93	4,71	5,5	6,28	7,07	7,85
12	0,888	1,13	2,26	3,39	4,52	5,65	6,79	7,92	9,05	10,18	11,31
16	1,578	2,01	4,02	6,03	8,04	10,05	12,06	14,07	16,08	18,1	20,11
20	2,47	3,14	6,28	9,42	12,57	15,71	18,85	21,99	25,13	28,27	31,42
25	3,85	4,91	9,82	14,73	19,63	24,54	29,45	34,36	39,27	44,18	49,09
32	6,31	8,04	16,08	24,13	32,17	40,21	48,25	56,3	64,34	72,38	80,42
40	9,86	12,57	25,13	37,7	50,27	62,83	75,4	87,96	100,53	113,1	125,66

	espesor (cm)	cuantía	cm2	cm2/cara	armadura mínima
Muro horizontal	30,00	0,0032	9,6	4,8	fi12/20
Muro horizontal	40,00	0,0032	12,8	6,4	fi16/20 o fi/12/15
Muro horizontal	60,00	0,0032	19,2	9,6	fi16/20
Muro vertical	30,00	0,0009	2,7	1,35	fi 8/30
Muro vertical	40,00	0,0009	3,6	1,8	fi 10/30
Muro vertical	60,00	0,0009	5,4	2,7	fi 12/30
Losa	30,00	0,0018	5,4	2,7	fi 12/30
Losa	40,00	0,0018	7,2	3,6	fi 12/30
Losa	60,00	0,0018	10,8	5,4	fi 12/20

2.2.9.2. Anclaje y solape de armaduras

En lo que se refiere al anclaje de las barras corrugadas se estará a lo dispuesto en el artículo 8.7 del C.E.

2.2.10. Coeficientes de seguridad e hipótesis de carga

2.2.10.1. Valores representativos

De acuerdo con la Instrucción vigente CTE, los valores representativos de las acciones utilizados para la verificación de los estados límites se establecen en los siguientes apartados.

Permanentes (G)

Para las acciones permanentes se considerará un único valor representativo, coincidente con el valor característico G_k .

Permanentes de valor no constante (G^*)

Podemos distinguir entre:

- g) Acciones reológicas. Para las acciones de origen reológico, fluencia y retracción, se considerará un único valor representativo, coincidente con el valor característico R_k , t correspondiente al instante t en el que se realiza la comprobación.
- h) Acciones debidas al terreno. Para las acciones correspondientes al peso del terreno se considerará un único valor representativo, coincidente con el valor característico G^*WT , k .

Para las acciones correspondientes al empuje y movimientos del terreno bajo las cimentaciones se considerará el valor representativo de acuerdo con lo expuesto anteriormente.

Variables (Q)

Cada una de las acciones variables podrá considerarse con los siguientes valores representativos:

- i) Valor característico Q_k . Será el valor de la acción cuando actúe aisladamente, como ha sido definido anteriormente.
- j) Valor de combinación $\psi_0 x Q_k$. Será el valor de la acción cuando actúe con alguna otra acción variable, para tener en cuenta la pequeña probabilidad de que actúen simultáneamente los valores más desfavorables de varias acciones independientes.
- k) Valor frecuente $\psi_1 x Q_k$. Será el valor de la acción que sea sobrepasado durante un período de corta duración respecto a la vida útil de la estructura.
- l) Valor casi permanente $\psi_2 x Q_k$. Será el valor de la acción que sea sobrepasado durante una gran parte de la vida útil de la estructura (el 50% o más del tiempo) o bien el valor medio.
- m) Los valores de los coeficientes ψ a considerar según la IAP son los siguientes:

ψ_0	ψ_1	ψ_2
0,60	0,50	0,20

y según el CTE son:

Concepto		Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Sobrecarga superficial de uso	Zona residencial	0,70	0,50	0,30
	Zona administrativa	0,70	0,50	0,30
	Zona destinada al público	0,70	0,70	0,60
	Zonas comerciales	0,70	0,70	0,60
	Zona de tráfico y aparcamiento de vehículos ligeros con un peso total inferior a 30 kN	0,70	0,70	0,60
	Cubiertas transitables	(1)		
	Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento	0,00	0,00	0,00
Nieve	Para altitudes > 1000 m	0,70	0,50	0,20
	Para altitudes ≤ 1000 m	0,50	0,20	0,00
Viento		0,60	0,50	0,00
Temperatura		0,60	0,50	0,00
Acciones variables del terreno		0,70	0,70	0,70

En las cubiertas transitables, se adoptarán los valores correspondientes al uso desde el que se accede

Valores de cálculo

Con carácter general se han seguido los criterios especificados en el Código Estructural para las estructuras de hormigón y los criterios especificados en el CTE para las estructuras de acero.

Los valores de cálculo de las diferentes acciones son los obtenidos aplicando el correspondiente coeficiente parcial de seguridad γ a los valores representativos de las acciones, definidos en el apartado anterior.

Estados Límites Últimos. Coeficientes parciales de seguridad.

Los coeficientes parciales de seguridad adoptados son, en función del tipo de estructura, aquellos previstos en la IAP y CTE. En los apartados correspondientes se detallarán los coeficientes considerados en cada caso.

Los coeficientes parciales de seguridad previstos en el Código Estructural son:

Concepto	Situaciones persistentes y transitorias		Situaciones accidentales	
	Efecto favorable	Efecto desfavorable	Efecto favorable	Efecto desfavorable
Acciones permanentes (1)	1,00	1,35	1,00	1,00

Acciones permanentes de valor no constante	Reológicas	1,00	1,35	1,00	1,00
	Acciones del terreno	1,00	1,50	1,00	1,00
Acciones variables		0.00	1,50	0.00	1,00
Acciones accidentales		--	--	1,00	1,00

Los coeficientes de esta tabla se corregirán de acuerdo con el nivel de ejecución adoptado.

Cuando el comportamiento de la estructura pueda ser muy sensible a variaciones de las acciones permanentes de una a otra parte de la estructura, las partes favorables y desfavorables de la misma acción serán consideradas como acciones separadas, aplicándose unos coeficientes γ_G distintos y específicos para cada una de ellas. Los valores de estos coeficientes serán:

Para la parte favorable de la acción $\gamma_{G1} = 0,9$

Para la parte desfavorable de la acción $\gamma_{G2} = 1,1$

Las estructuras objeto de este Anejo de Cálculo, son poco sensibles a variaciones de la carga permanente de una parte a otra de la estructura terminada. Por este motivo no es necesario tener en cuenta los dos criterios antes mencionados y, por tanto, se aplica γ_G a la totalidad de la acción en las situaciones persistentes.

Los coeficientes parciales de seguridad previstos en el CTE son:

Tipo de verificación (1)	Tipo de acción		Situación persistente o transitoria	
			Efecto desfavorable	Efecto favorable
Resistencia	Permanente	Peso propio, peso del terreno	1,35	0.80
		Empuje del terreno	1.35	0.70
		Presión del agua	1.20	0.90
	Variable		1.50	0.00
Estabilidad			desestabilizadora	estabilizadora
	Permanente	Peso propio, peso del terreno	1.10	0.90
		Empuje del terreno	1.35	0.80
		Presión del agua	1.05	0.95
	Variable		1.50	0.00

(1) Los coeficientes correspondientes a la verificación de la resistencia del terreno se establecen en el DB-SE-C Estados Límites de Servicio (E.L.S.).

El valor de los coeficientes parciales de seguridad es igual a 1 exceptuando los siguientes casos:

Tipo de acción		Efecto	Efecto
		favorable	desfavorable
Pretensado	Armadura pretesa	0,95	1,05
	Armadura postesa	0,90	1,10
Variable		0.00	1,00

La comprobación de la seguridad del terreno soporte de zapatas se efectúa con la combinación de esfuerzos correspondiente a los estados límite de servicio, así como el cálculo de la abertura máxima de fisura, el cálculo de las deformaciones y de las vibraciones.

2.2.10.2. Combinación de acciones

Con carácter general se han seguido los criterios especificados en la Instrucción de hormigón estructural.

Las hipótesis de carga a considerar se formarán combinando los valores de cálculo de las acciones cuya actuación pueda ser simultánea, según los criterios generales que se indican a continuación.

Estados Límites Últimos.

Situaciones persistentes y transitorias

Las combinaciones de las distintas acciones consideradas en estas situaciones se realizarán de acuerdo con el siguiente criterio:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{G^*,i} G^*_{k,i} + \gamma_P P_K + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \Psi_{0,i} Q_{k,i}$$

donde:

$G_{k,j}$ = valor representativo de cada acción permanente

$G^*_{k,i}$ = valor representativo de cada acción permanente de valor no constante

P_K = valor representativo (valor característico) de la acción de pretensado

$Q_{k,1}$ = valor representativo (valor característico) de la acción variable dominante

$\Psi_{0,i} Q_{k,i}$ = valores representativos (valores de combinación) de las acciones variables concomitantes con la acción variable dominante

Situaciones accidentales o extraordinarias.

Las combinaciones de las distintas acciones consideradas en estas situaciones se realizarán de acuerdo con el siguiente criterio:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{G^*,i} G^*_{k,i} + \gamma_P P_K + \gamma_{Q,1} \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{2,i} Q_{k,i} + \gamma_A A_k$$

donde:

$G_{k,j}$; $G^*_{k,i}$ = valores representativos

$\psi_{1,1} Q_{k,1}$ = valor representativo (valor frecuente) de la acción variable dominante

$\psi_{2,i} Q_{k,i}$ = valores representativos (valores casi-permanentes) de las acciones variables concomitantes con la acción variable dominante y la acción accidental

P_K = valor representativo (valor característico) de la acción de pretensado

A_k = valor representativo (valor característico) de la acción accidental

En este caso no se consideran estas combinaciones dado que no existen acciones accidentales.

Estados Límites de Servicio.

Para estos estados se consideran únicamente las situaciones persistentes y transitorias, excluyéndose las accidentales.

Las combinaciones de las distintas acciones consideradas en estas situaciones se realizarán de acuerdo con el siguiente criterio:

Combinación característica (poco probable o rara), utilizada para evaluar los efectos debidos a las acciones de corta duración que pueden resultar irreversibles:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{G^*,i} G^*_{k,i} + \gamma_P P_K + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Combinación frecuente, utilizada para evaluar los efectos debidos a las acciones de corta duración que pueden resultar reversibles:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{G^*,i} G^*_{k,i} + \gamma_P P_K + \gamma_{Q,1} \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Combinación casi-permanente, utilizada para evaluar los efectos debidos a las acciones de larga duración:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{G^*,i} G^*_{k,i} + \gamma_P P_K + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

3. CONCLUSIONES

3.1. ARQUETAS

El detalle del cálculo estructural de las arquetas se encuentra desarrollado en el Apéndice 7.3.1.

A continuación se adjunta el resumen de hipótesis y armados adoptado

	Arqueta desagüe (1 tubería)	Arqueta desagüe (2 tuberías)	Arqueta desagüe (Aragón)	Arqueta desagüe (Ebro)	Arqueta de descarga en tomas (representativa)
Características generales					
Hormigón estructural	HA30/B20/XA2-SR	HA30/B20/XA2-SR	HA30/B20/XA2-SR	HA30/B20/XA2-SR	HA30/B20/XA2-SR
Hormigón cuñas	HM20	HM20	HM20	HM20	HM20
Hormigón limpieza	HL-150	HL-150	HL-150	HL-150	HL-150
Vida útil(años)	50	50	50	50	50
Recubrimiento interior (mm)	50	50	50	50	50
Recubrimiento exterior (mm)	50	50	50	50	50
Fisuración interior (mm)	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Fisuración exterior (mm)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Altura de muros s/losa (m)	2,85	2,85	4,8	4,8	2,5
Sobrelevación s/ terreno (m)	0,4	0,4	0,4	0,4	0,9
Altura de tierras s/losa(m)	2,45	2,45	4,4	4,4	1,6
Altura nivel agua desde cota de terreno natural (m)	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Ancho interior (m)	2,50	2,50	4,75	4,75	3,00
Largo interior (m)	2,70	5,70	12,00	12,00	3,00
espesor muros (m)	0,25	0,25	0,40	0,40	0,25
espesor losa (m)	0,25	0,25	0,40	0,40	0,25
Cimentación y rellenos					
Tipo cimentación	Tipo losa sobre gravas	Tipo losa sobre gravas	Tipo losa sobre gravas	Tipo losa sobre gravas	Tipo losa sobre gravas
Tensión admisible considerada en cálculo (Kg/ cm ²)>	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Sismo					
ab= aceleración sísmica básica	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Construcciones de importancia especial $\rho=1,3$	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
ab*p	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Espesor tipo IV	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Coef. C tipo IV	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Espesor tipo III	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Coef. C tipo III	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
Espesor tipo II	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Coef. C tipo II	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30
Espesor tipo I	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Coef. C tipo I	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Espesor	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C= Coef. Terreno	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
S coeficiente de amplificación del terreno					
Para $\rho ab < 0,1g$, $S = C/1,25$					
Para $0,1g < \rho ab < 0,4g$, $S = C/1,25 + 3,33 [(\rho ab / g) - 0,1](1-C / 1,25)$	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
Para $0,4 g < \rho ab$, $S = 1,0$					
ac= S ρab	0,0704	0,0704	0,0704	0,0704	0,0704

	Arqueta desagüe (1 tubería)	Arqueta desagüe (2 tuberías)	Arqueta desagüe (Aragón)	Arqueta desagüe (Ebro)	Arqueta de descarga en tomas (representativa)
Valor adoptado en cálculo ac==>	0,0704 g	0,0704 g	0,0704 g	0,0704 g	0,0704 g
Cargas					
Peso propio					
Hormigón armado	2,5 Tn/m ³	2,5 Tn/m ³	2,5 Tn/m ³	2,5 Tn/m ³	2,5 Tn/m ³
Hormigón en masa	2,3 Tn/m ³	2,3 Tn/m ³	2,3 Tn/m ³	2,3 Tn/m ³	2,3 Tn/m ³
Agua	1,0 Tn/m ³	1,0 Tn/m ³	1,0 Tn/m ³	1,0 Tn/m ³	1,0 Tn/m ³
Acero	7,85 Tn/m ³	7,85 Tn/m ³	7,85 Tn/m ³	7,85 Tn/m ³	7,85 Tn/m ³
Cubierta (peso)					
Cubierta metálica (Tn/m ²)	0,05	0,05	N/A	N/A	N/A
Losa e= (m)	N/A	N/A	0,4	0,4	N/A
Losa (Tn/m ²)	N/A	N/A	1,00	1,00	N/A
Equipos (sobrecarga)					
Tubería y valvulería	0,5 Tn/m ²	0,5 Tn/m ²	0,5 Tn/m ²	0,5 Tn/m ²	N/A
Acciones permanentes de valor no constante					
Acciones debidas a asientos del terreno	No se considera	No se considera	No se considera	No se considera	No se considera
Acciones debidas al terreno					
Altura máx. de tierras en trasdós	s/ plano	s/ plano	s/ plano	s/ plano	s/ plano
Peso terreno	2,0 Tn/m ³	2,0 Tn/m ³	2,0 Tn/m ³	2,0 Tn/m ³	2,0 Tn/m ³
Cohesión	0	0	0	0	0
Áng. Rozamiento	30	30	30	30	30
Ka= Coef. Empuje activo	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
Sobrecarga en superficie debido a tráfico	1 Tn/m ²	1 Tn/m ²	1 Tn/m ²	1 Tn/m ²	1 Tn/m ²
Acciones variables					
Cubierta					
Sobrecarga peatonal mantenimiento en cubierta sandwich metálica	0,2 Tn/m ²	0,2 Tn/m ²	0,2 Tn/m ²	0,2 Tn/m ²	0,2 Tn/m ²
Otras posibles sobrecargas	0,2 Tn/m ²	0,2 Tn/m ²	0,2 Tn/m ²	0,2 Tn/m ²	0,2 Tn/m ²
Equipos					
Varios	0,5 Tn/m ²	0,5 Tn/m ²	0,5 Tn/m ²	0,5 Tn/m ²	0,5 Tn/m ²
Empuje hidrostático del NF					
Altura de agua desde solera	0,95	0,95	2,90	2,90	0,10
Viento					
Fuerza viento	0,1 tn/m ²	0,1 tn/m ²	0,1 tn/m ²	0,1 tn/m ²	0,1 tn/m ²
Nieve					
Sobrecarga nieve	0,07 Tn/m ²	0,07 Tn/m ²	0,07 Tn/m ²	0,07 Tn/m ²	0,07 Tn/m ²
Armados					
Muros cara exterior	#12/15	#12/15	#16/20	#16/20	#12/15
Muros cara interior	#12/15	#12/15	#16/20	#16/20	#12/15
Losa cara inferior	#12/15	#12/15	#16/20	#16/20	#12/15
Losa cara superior	#12/15	#12/15	#16/20	#16/20	#12/15

	Arqueta desagüe (1 tubería)	Arqueta desagüe (2 tuberías)	Arqueta desagüe (Aragón)	Arqueta desagüe (Ebro)	Arqueta de descarga en tomas (representativa)
Refuerzos losa-alzado cara exterior	12/15 L=1,5m	12/15 L=1,5m	16/20 L=2m	16/20 L=2m	12/15 L=1,5m
Refuerzos losa-alzado cara interior	12/15 L=1,5m	12/15 L=1,5m	16/20 L=2m	16/20 L=2m	12/15 L=1,5m
Refuerzo huecos DN <1000mm	2xfi16 s/ detalle	2xfi16 s/ detalle	2xfi16 s/ detalle	2xfi16 s/ detalle	2xfi16 s/ detalle
Refuerzo huecos para DN >500mm	N/A	N/A	2xfi32 s/ detalle	2xfi32 s/ detalle	2xfi32 s/ detalle
Refuerzo esquinas	fi 12/15	fi 12/15	fi 16/20	fi 16/20	fi 12/15

3.2. PANTALLAS DE POZOS DE ATAQUE Y EXTRACCIÓN DE HINCAS

3.2.1. Cálculo estructural de las pantallas

El procedimiento de cálculo de las pantallas se ha realizado siguiendo el siguiente proceso:

Se parte de la información geotécnica y se introducen los parámetros geotécnicos y nivel freático en el módulo de pantallas del programa de CYPE. El análisis de la caracterización geotécnica permite observar gran similitud en todas las pantallas a realizar siendo la más limitante la que se ha de realizar en el cruce del río Ebro.

Previa ejecución de la pantalla se procederá al rebaje de la cota del terreno natural en 1,5 m y generación de la plataforma de la pantalla.

Se construyen los muros guía y se ejecuta la pantalla continua de espesor $e_1 = 1,0$ m con una profundidad de $H_0 = 18$ m o 16 m según el caso, teniendo en cuenta una carga de 1 t/m^2 en trasdós correspondiente a la carga de la maquinaria de obra.

Para el caso de los pozos de ataque se opta por recintos cerrados de dimensión interior 15,0 m x 13,0 m en hincas de dos tuberías y 15,0 m x 6,5 m en pozos para ejecutar hincas de una tubería.

Estas pantallas tendrán una viga de atado en cabeza de 1,0 x 1,05 m que dispondrá de codales EHB-300. Se dejará el espacio libre interior para poder meter los tubos y maquinaria de hinca.

Cuando la profundidad de excavación es superior a 7,5 m se planteará disponer de una viga de atado intermedia con codales HEB-300 similares a los anteriormente descritos.

En el fondo de excavación se dispondrá de una losa de espesor 0,4 m.

A efectos de cálculo y conforme a la información geotécnica se verifica que la mayor parte de las pantallas (a excepción de la N-133) empotran en margas o lutitas con muy baja permeabilidad por lo que la subpresión que se generará en la fase de construcción es de esperar sea muy baja y por lo tanto sólo se considerará una posible subpresión de $2,5 \text{ t/m}^2$, en vez de la que saldría del cálculo en suelos permeables.

Dicha circunstancia se verificará posteriormente tanto en el cálculo de filtraciones como despegue del fondo.

En el interior del recinto se ejecutará un pozo de reacción de 0,6 m de espesor y 4,0 m de alto.

Para el caso de los pozos de extracción y ante la dificultad de ejecutar un recinto lineal por las características geotécnicas (coluvial) de las excavaciones y la presencia freática alta se opta por ejecutar un pozo en forma de U y de la misma geometría que el de ataque pero sin muro de reacción. Este frente será por donde se conecte a la excavación ejecutada a cielo abierto, y por donde se extraerá la cabeza de la hinca.

Estas pantallas tendrán una viga de atado en cabeza de 1,0 x 1,05 m que dispondrá de codales EHB-300. Se dejará el espacio libre interior para poder meter los tubos y maquinaria de hinca.

Para el caso particular del pozo de salida del río Aragón, la profundidad es muy considerable por lo que se ha optado por incluir una viga de coronación y dos vigas de atado intermedias con codales EHB-300.

La cara sin muro pantalla se resolverá con un puntal-viga de EHB-500 con codales EHB-300 en los niveles que corresponda según la profundidad de la pantalla.

Las pantallas laterales permitirán contener los derrames de la excavación a cielo abierto que hay que ejecutar. Por otro lado, dichas excavaciones generarán un rebaje del nivel freático considerable que generará menores esfuerzos en las pantallas calculadas.

Se establecen las siguientes fases constructivas para el pozo de ataque:

- Fase-1: Excavación de 1,0 m.
- Fase-2: Ejecución de puntal-1, correspondiente a la viga de coronación a 0,5 m de profundidad y perfil HEB-300 como codales.
- Fase-3: Excavación hasta cota del puntal-2. Para ello se dejará una altura mínima de 4,5 m desde losa hasta el eje de la viga de atado para dejar el espacio necesario para introducir la hinca.
- Fase-4: Ejecución de puntal-2 correspondiente a la viga intermedia y perfiles HEB-300 como codales.
- Fase-5: Excavación hasta el fondo de la losa.
- Fase-6: Servicio con la ejecución de la losa de fondo.

La cota de excavación en pozos de ataque ha sido definida como la cota de rasante de la tubería menos el espesor de la losa (0,4 m o 0,5 m según el caso), menos el espesor de la tubería de hinca y menos 0,45 m correspondiente al hormigón de limpieza y requerimiento para ejecución de la hinca)

En caso de pozos de extracción no se ejecutará la losa de fondo, si bien la cota de excavación será la cota de rasante menos el espesor de la tubería y menos 0,6 m.

Para el caso particular de aquellas pantallas cuya altura H_3 entre el eje del puntal-1 y puntal-2 sea menor a 2,0 m, se podría optar por no considerar el puntal-2 y resolverlo mediante una pantalla de un único puntal, y por lo tanto desaparecerían las fases -3 y 4. El presente cálculo ha considerado en todos los casos dos puntales al tener en cuenta la necesidad de disponer de una viga intermedia (puntal-2) para el sostenimiento de la pantalla

de frente en la salida de la hinca. Este cálculo dejará del lado de la seguridad el diseño minimizando el armado de la pantalla .

Para el caso del pozo de extracción, las fase serán las mismas que el pozo de ataque sin la ejecución de la losa de fondo. En estos casos, casi con carácter general, las características geotécnicas y altura de excavación es muy similar.

En el caso particular del pozo de extracción del río Aragón y debido a la gran profundidad del mismo condicionada por la cobertura requerida en la hinca, se opta por disponer de una viga de atado en coronación y dos vigas de atado intermedias.

El encaje de la pantalla ha sido desarrollado teniendo en cuenta que la pantalla no requiere cumplir a fisuración.

Mediante proceso iterativo se comprueba que la pantalla cumple. Si la pantalla no cumple a cortante exclusivamente en el punto de empotramiento, para evitar sobredimensionamientos en sección o armados, se traslada el valor de cortante al prontuario de el C.E. y se calcula el refuerzo de armado y cercos a cortante a incluir en la pantalla y su longitud para dar así por válido el cálculo.

Para el cálculo de la viga de atado superior se trasladan los valores definidos en el cálculo del puntal-1 al prontuario de el C.E. teniendo en cuenta que se ponen codales de HEB-300.

Para el cálculo de la viga de atado inferior o intermedias se realiza el cálculo de igual forma. Se trasladan los valores definidos en el cálculo del puntal-2 al prontuario de el C.E. teniendo en cuenta que se ponen codales de HEB-300.

El cálculo de las pantallas de los pozos de ataque y extracción de las hincas se encuentra desarrollado en el Apéndice 7.3.2.

El resultado de las pantallas calculadas se resume en la siguiente tabla:

	Río Aragón		Río Ebro		NA-128		NA-134		FFCC Alsasua		N-113	
	Pozo ataque	Pozo salida										
Hormigones												
Hormigón en pantallas	HA-30/F12/XC2+XA2-SR											
Hormigón en losa	HA-30											
Cargas												
Carga en coronación por tráfico (tn/m2)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Subpresión - peso losa (tn/m2) sin considerar pesos de maquinaria	8,00	7,66	6,70	7,30	4,90	5,40	4,67	5,42	5,42	1,12	1,52	1,79
Empotre en lutitas o margas (terciario)	si	no	no									

	Río Aragón		Río Ebro		NA-128		NA-134		FFCC Alsasua		N-113	
	Pozo ataque	Pozo salida	Pozo ataque	Pozo salida	Pozo ataque	Pozo salida						
Subpresión - peso losa (tn/m2) sin considerar pesos de maquinaria de cálculo	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	1,52	1,79
Parámetros geométricos												
Dnhext=diámetro hinca exterior (m)	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	2,40	2,40
Nº tuberías hinca	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,00	1,00
x1=Largo interior de pantalla (m)	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
y1=Ancho interior de pantalla (m)	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	6,80	6,80
H2=Profundidad de pantalla (m)	18,00	24,00	18,00	18,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00
e1=Espesor pantalla (m)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
e2Espesor de losa de fondo	0,40	0,00	0,40	0,00	0,40	0,00	0,40	0,00	0,40	0,00	0,40	0,00
H0=Altura de excavación a fondo de losa	9,74	13,24	10,53	10,08	7,47	7,20	6,75	6,50	7,48	7,74	6,30	6,35
Densidad hormigón (Tn/m3)	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
Ztn=Cota de Terreno natural	326,25	332,08	259,93	259,88	325,17	325,40	260,48	260,48	262,56	268,12	377,78	379,06
Z1=Cota terreno en plataforma superior	324,75	330,58	258,43	258,38	323,67	323,90	258,98	258,98	261,06	266,62	376,28	377,56
Z2=Cota NF	324,00	325,00	257,10	257,10	322,10	322,10	257,90	257,90	260,00	260,00	372,50	372,50
Z3=Cota de excavación	315,00	317,34	249,40	249,80	316,20	316,70	252,23	252,48	253,58	258,88	369,98	370,71
Ho=Z1-Z3 (m)=Altura de excavación desde explanada a fondo	9,74	13,24	9,03	8,58	7,47	7,20	6,75	6,50	7,48	7,74	6,30	6,85
H1a=Z1-Z2 (m)= N. Freático desde coronación	0,75	5,58	1,33	1,28	1,57	1,79	1,08	1,08	1,06	6,62	3,78	5,06
H1b=Z2-Z3 (m)	9,00	7,66	7,70	7,30	5,90	5,40	5,67	5,42	6,42	1,12	2,52	1,79
H2=profundidad de pantalla (m)	18,00	24,00	18,00	18,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00
H3a=eje viga atado-1 a eje viga de atado-2(m)	4,24	4,07	3,53	3,48	1,97	2,10	1,25	1,40	1,98	2,64	1,55	1,75
H3b=eje viga atado-2 a eje viga de atado-3 (m)	N/A	4,07	N/A	N/A	N/A	N/A						
H4=distancia de viga de intermedia a losa (m)	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	3,75	4,50
Vigas de atado-puntales requeridos												
Viga de coronación: viga de atado-1 (pantal-1)	si	si	si	si								
Viga intermedia de atado-2 (pantal-2)	si	si	si	si								
Viga intermedia de atado-3 (pantal-3)	no	si	no	no	no	no						
Losa	si	no	si	no	si	no	si	no	si	no	si	no
	Río Aragón		Río Ebro		NA-128		NA-134		FFCC Alsasua		N-113	
	Pozo ataque	Pozo salida	Pozo ataque	Pozo salida	Pozo ataque	Pozo salida						
Viga de atado-1 (pantal-1)												
a1= Ancho (m)	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
b1= Alto (m)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Celosía de sostenimiento en cara fronta	N/A	HEB500	N/A	HEB500	N/A	HEB500	N/A	HEB500	N/A	HEB500	N/A	HEB500
Armadura sección DD(centro de viga corta												

	Río Aragón		Río Ebro		NA-128		NA-134		FFCC Alsasua		N-113	
	Pozo ataque	Pozo salida										
eje Y)												
Armado superior	8 Ø20											
Armado inferior	8 Ø20											
Armado exterior	10 Ø20											
Armado exterior refuerzo	N/A											
Armado interior	10 Ø20											
Armado interior refuerzo	N/A											
Cercos	16Ø15	16Ø15	4 ramas Ø12 c 20	4 ramas Ø12 c 20	16Ø15	16Ø15	16Ø15	16Ø15	4 ramas Ø12 c 30	16Ø15	4 ramas Ø12 c 30	16Ø15
Armadura sección EE(centro de viga larga eje X)												
Armado superior	8 Ø20											
Armado inferior	8 Ø20											
Armado exterior	10 Ø20											
Armado exterior refuerzo	N/A											
Armado interior	10 Ø20											
Armado interior refuerzo	N/A											
Cercos	16Ø15	16Ø15	4 ramas Ø12 c 20	4 ramas Ø12 c 20	16Ø15	16Ø15	16Ø15	16Ø15	4 ramas Ø12 c 30	16Ø15	4 ramas Ø12 c 30	16Ø15
Armadura sección FF(extremos de viga larga eje X)												
Armado superior	8 Ø20											
Armado inferior	8 Ø20											
Armado exterior	10 Ø20											
Armado exterior refuerzo	N/A											
Armado interior	10 Ø20											
Armado interior refuerzo	N/A											
Cercos	16Ø15	4 ramas Ø12 c 10	4 ramas Ø12 c 20	4 ramas Ø12 c 20	16Ø15	16Ø15	4 ramas Ø12 c 25	4 ramas Ø12 c 25	4 ramas Ø12 c 30			
	Río Aragón		Río Ebro		NA-128		NA-134		FFCC Alsasua		N-113	
	Pozo ataque	Pozo salida										
Codal-1												
Codal	HEB-300											
Anclaje a vigas de atado	s/ detalle plano											
x2,1= distancia codal (m)	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25
X3,1= separación entre codales (m)	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50
y2,1= distancia codal (m)	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25
y3,1= separación entre codales (m)	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	0,30	0,30

	Río Aragón		Río Ebro		NA-128		NA-134		FFCC Alsasua		N-113	
	Pozo ataque	Pozo salida										
Viga intermedia de atado-2 (puntal-2)												
a2= Ancho (m)	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
b2= Alto (m)	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Armadura sección GG(centro viga larga eje X)												
Armado superior	8 Ø20	8 Ø20	6 Ø20									
Armado inferior	8 Ø20	8 Ø20	6 Ø20									
Armado exterior	10 Ø20	8 Ø20	5 Ø20									
Armado exterior refuerzo	N/A	8 Ø20	N/A									
Armado interior	10 Ø20	8 Ø20	5 Ø20									
Armado interior refuerzo	N/A	8 Ø20	N/A									
Cercos	4 ramas Ø12 c 30	4 ramas Ø12 c 15	4 ramas Ø12 c 30	4 ramas Ø12 c 30	16Ø15							
Armadura sección HH(centro viga corta eje Y)												
Armado superior	8 Ø20	8 Ø20	6 Ø20									
Armado inferior	8 Ø20	8 Ø20	6 Ø20									
Armado exterior	10 Ø20	8 Ø20	5 Ø20									
Armado exterior refuerzo	N/A	8 Ø20	N/A									
Armado interior	10 Ø20	8 Ø20	5 Ø20									
Armado interior refuerzo	N/A	8 Ø20	N/A									
Cercos	4 ramas Ø12 c 30	4 ramas Ø12 c 15	4 ramas Ø12 c 30	4 ramas Ø12 c 30	16Ø15	16Ø15	16Ø15	16Ø15	4 ramas Ø12 c 30	4 ramas Ø12 c 30	16Ø15	16Ø15
	Río Aragón		Río Ebro		NA-128		NA-134		FFCC Alsasua		N-113	
	Pozo ataque	Pozo salida										
Codal-2												
Codal	HEB-300											
Anclaje a vigas de atado	s/ detalle plano											
x2,2= distancia codal (m)	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45
X3,2= separación entre codales (m)	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50
y2,2= distancia codal (m)	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45
y3,2= separación entre codales (m)	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	0,30	0,30
Viga intermedia de atado-3 (puntal-3)												
a2= Ancho (m)	N/A	0,80	N/A									
b2= Alto (m)	N/A	0,60	N/A									
Armadura sección GG(centro viga larga eje X)												
Armado superior	N/A	8 Ø20	N/A									
Armado inferior	N/A	8 Ø20	N/A									
Armado exterior	N/A	8 Ø20	N/A									
Armado exterior refuerzo	N/A											

	Río Aragón		Río Ebro		NA-128		NA-134		FFCC Alsasua		N-113	
	Pozo ataque	Pozo salida	Pozo ataque	Pozo salida	Pozo ataque	Pozo salida	Pozo ataque	Pozo salida	Pozo ataque	Pozo salida	Pozo ataque	Pozo salida
Armado interior	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Armado interior refuerzo	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Cercos	N/A	4 ramas Ø12 c 25	N/A	N/A								
Armadura sección HH(centro viga corta eje Y)												
Armado superior	N/A	8 Ø20	N/A	N/A								
Armado inferior	N/A	8 Ø20	N/A	N/A								
Armado exterior	N/A	8 Ø20	N/A	N/A								
Armado exterior refuerzo	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Armado interior	N/A	8 Ø20	N/A	N/A								
Armado interior refuerzo	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Cercos	N/A	4 ramas Ø12 c 25	N/A	N/A								
Codal-3												
Codal	N/A	HEB-300	N/A	N/A								
Anclaje a vigas de atado	N/A	s/ detalle plano	N/A	N/A								
x2,2= distancia codal (m)	N/A	2,45	N/A	N/A								
X3,2= separación entre codales (m)	N/A	8,50	N/A	N/A								
y2,2= distancia codal (m)	N/A	2,45	N/A	N/A								
y3,2= separación entre codales (m)	N/A	6,50	N/A	N/A								
	Río Aragón		Río Ebro		NA-128		NA-134		FFCC Alsasua		N-113	
	Pozo ataque	Pozo salida	Pozo ataque	Pozo salida	Pozo ataque	Pozo salida	Pozo ataque	Pozo salida	Pozo ataque	Pozo salida	Pozo ataque	Pozo salida
Losa												
Armado superior	#Ø20/15	N/A	#Ø20/15	N/A	#Ø20/15	N/A	#Ø20/15	N/A	#Ø20/15	N/A	#Ø20/15	N/A
Armado inferior	#Ø20/15	N/A	#Ø20/15	N/A	#Ø20/15	N/A	#Ø20/15	N/A	#Ø20/15	N/A	#Ø20/15	N/A
Refuerzo eje X	Ø20/15 L=4,0m	N/A	Ø20/15 L=4,0m	N/A	Ø20/15 L=4,0m	N/A	Ø20/15 L=4,0m	N/A	Ø20/15 L=4,0m	N/A	Ø20/15 L=4,0m	N/A
Refuerzo eje Y	Ø20/15 L=4,0m	N/A	Ø20/15 L=4,0m	N/A	Ø20/15 L=4,0m	N/A	Ø20/15 L=4,0m	N/A	Ø20/15 L=4,0m	N/A	Ø20/15 L=4,0m	N/A
Armadura de atado a pantalla	2Ø16 c/ 40	N/A	2Ø16 c/ 40	N/A	2Ø16 c/ 40	N/A	2Ø16 c/ 40	N/A	2Ø16 c/ 40	N/A	2Ø16 c/ 40	N/A

3.2.2. Comprobación del sifonamiento de pantallas

En el Apéndice 7.3.2 se realiza la comprobación de sifonamiento de las pantallas, el despegue del fondo y las filtraciones generadas.

Para ello se introducen los estratos geotécnicos y las permeabilidades de cada uno de ellos.

En cuanto a la seguridad de sifonamiento, ésta se obtiene partiendo del gradiente hidráulico, donde :

i es el gradiente hidráulico = $h/(2 \times e)$

Gradiente a pie de pantalla en terrenos heterogéneos = h/e

Gradiente a pie de pantalla en terrenos homogéneos = $0,44 \times h/e$

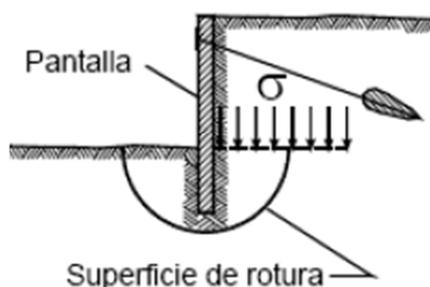
i_c es el gradiente hidráulico crítico, a partir del cual se produce sifonamiento = γ_{sum}/γ_w

Debiéndose cumplir un factor de seguridad > 2,0.

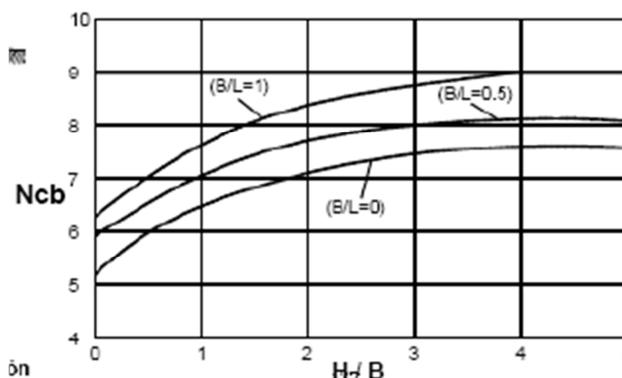
De los cálculos realizados y adjuntos en el Apéndice 7.3.2. se observa que todos los factores de seguridad obtenidos son superiores a 2,0, por lo que no hay riesgo de sifonamiento.

En cuanto al cálculo de seguridad del despegue se debe cumplir : $\sigma \leq N_c \cdot \gamma_m$, donde :

σ = Tensión vertical a nivel fondo de excavación



N_c = resistencia a corte sin drenaje del terreno en el fondo de excavación (t/m^2) que se define conforme al grafico siguiente, siendo H = profundidad de la excavación (m), B = anchura (m) y L = longitud (m)

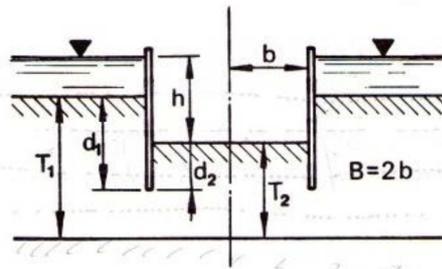


γ_m = densidad donde se adopta 2,0 si no existen edificaciones, o servicios sensibles; 2,5 en caso contrario.

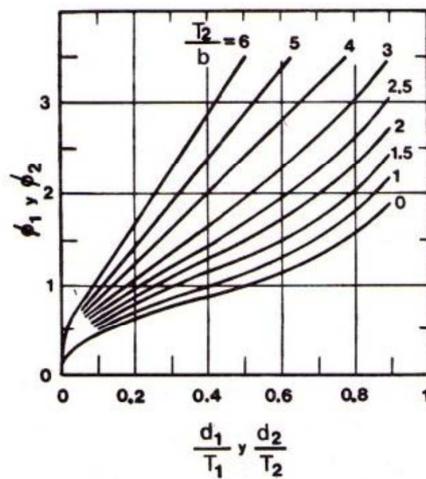
De los cálculos realizados y adjuntos en el Apéndice 7.3.2. se observa que la tensión vertical en el fondo de excavación debe ser inferior a valores comprendidos entre 3,5 y 3,0.

El caudal de agotamiento al abrigo de pantallas puede estimarse mediante el método incluido en el libro "Geotecnia y Cimientos III" (Jiménez Salas, 1980), que procede del Manual Canadiense de Cimentaciones.

La figura siguiente, extraída de dicho libro, muestra la nomenclatura que se emplea:



A partir de esta configuración, se obtienen unos parámetros Φ_1 y Φ_2 , con lo siguientes ábacos:



Con dichos parámetros, se puede obtener tanto el caudal (Q), como el gradiente de salida (i_{salida}) con las siguientes fórmulas para excavación cuadrada o rectangular:

$$i_{\text{salida (en los puntos medios de los lodos)}} = 1,3 \frac{h}{d_2} \times \frac{\phi_2}{\phi_1 + \phi_2}$$

$$i_{\text{salida (en los vértices)}} = 1,7 \frac{h}{d_2} \times \frac{\phi_2}{\phi_1 + \phi_2}$$

$$Q = 2,8B \frac{kh}{\phi_1 + \phi_2}$$

siendo:

k: permeabilidad

h: altura piezométrica a agotar.

Como se observa en los resultados adjuntos en el Apéndice 7.3.2, el caudal estimado de agotamiento es muy bajo, debido a la elevada impermeabilidad del sustrato terciario (margas y lutitas) y empotramiento de las pantallas sobre dicho sustrato.

3.2.3. Calculo de flotabilidad de pantallas

En el Apéndice 7.3.2. se incluye también el cálculo y comprobación de flotabilidad de las pantallas considerando el cálculo de la subpresión como diferencial entre la cota del nivel freático y la cota de excavación.

Los esfuerzos desestabilizantes serán las subpresiones generadas sobre la superficie de la losa y pantalla, y como esfuerzo estabilizante el peso de la losa, peso de las pantallas y el rozamiento de las pantallas con el terreno.

El resumen de resultados obtenidos se adjunta a continuación:

Parámetros generales	Río Aragón		NA-128		NA-134		Río Ebro		FFCC Alsasua		N-113	
	Pozo de ataque	Pozo de salida										
Coef. seguridad	1,31	4,88	2,04	3,77	2,23	3,99	2,26	3,80	2,38	3,74	3,40	5,25

Se puede comprobar que los coeficientes de seguridad son siempre superiores a 1,3, valor que se asume apto en escenarios temporales.

Por otro lado, tal y como se observa en la caracterización geotécnica, las pantallas diseñadas se empotran en margas o lutitas, a excepción de la pantalla de la NA-113 que se ejecutará en gravas cementadas correspondientes al estrato Qg.

Tal y como se ha expuesto en apartados anteriores las pantallas tienen un carácter temporal y cuyo objeto único es la ejecución de las hincas. Es por ello que la transmisividad y permeabilidad a corto plazo de estratos casi impermeables como las margas o lutitas harán que las filtraciones sean muy bajas y en consecuencia la subpresión generada no corresponderá del todo con el diferencial de la cota de la losa de cimentación y la cota del nivel freático, sino con valores muy inferiores.

A la vista de los resultados obtenidos se puede afirmar que no existe riesgo de flotabilidad en las infraestructuras diseñadas.

3.3. SOSTENIMIENTOS ESPECIALES

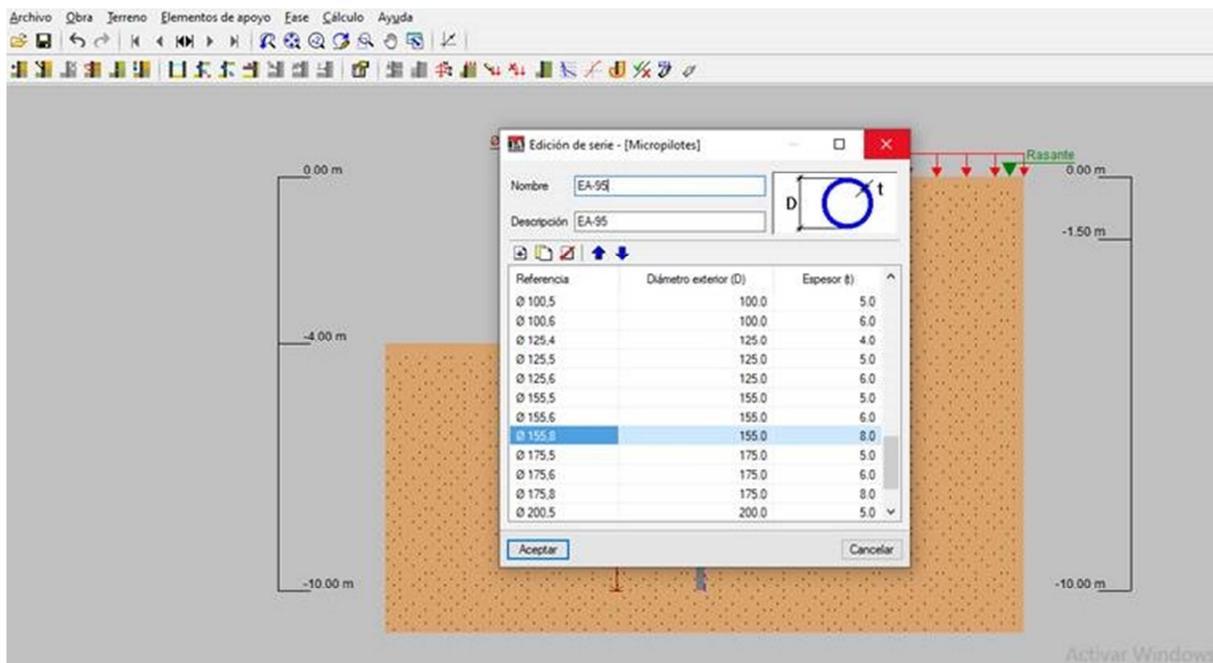
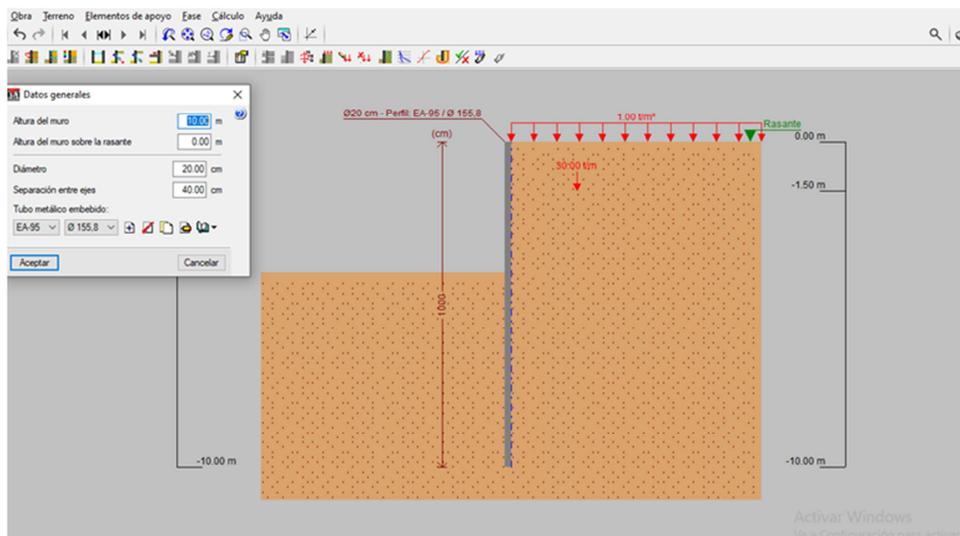
3.3.1. Cruce A68

En el caso del tramo T13bis-Balsa de Tudela, la conducción se ha proyectado pasando por debajo del paso inferior de la A68. Dicho paso dispone de una anchura entre estribos de 15,8 m, siendo la distancia mínima al eje de la conducción de 5,3 m y un gálibo próximo a 5,0 m.

El trazado de la conducción se ha diseñado con una excavación comprendida entre 3,3 y 4,0 m de profundidad, ejecutándose toda la excavación en suelo terciario (Tc) con ángulo de rozamiento 30° y cohesión de $0,5 \text{ kg/cm}^2$ y posibilidad de excavación con talud 1H/3V.

Para evitar problemas de subsidencias durante la excavación se ha optado por ejecutar una pantalla de micropilotes a ambos lados de la zanja dejando así una separación mínima del borde de la excavación al estribo de 4,0 m.

La cimentación del paso inferior se considera que transmite una carga máxima de 20 t/m^2 ubicada a 1,0 m bajo la cota de rasante del terreno natural donde se excavará.



El cálculo de la pantalla de micropilotes se adjunta en el Apéndice 7.3.3.

Se opta por disponer de una pantalla de micropilotes de 10 m de profundidad de DN 200 mm ejecutado con hormigón HA-30/ F12/XC2 o lechada de mortero con resistencia característica superior a 30 MPa ejecutado con vaina metálica de acero TM-80 de 150 mm de diámetro y 8 mm de espesor.

En relación a la ejecución se contemplarán los siguientes trabajos:

- Replanteo de trabajos.
- Preparación de plataforma de trabajo y material de plataforma de trabajo horizontal para establecimiento de maquinaria.
- Muros guía de hormigón armado de 0,70 x 0,50 m., incluyendo excavación , carga y transporte a vertedero de sobrantes, incluida si y posterior demolición..
- Demolición de protuberancias, descabezado de pilotes y preparación de conexión viga de atado.
- Pérdidas de hormigón.

3.3.2. Proximidad a torres eléctricas

A lo largo de la traza se discurrirá próximo a elementos que requerirían un control específico o sistemas de sostenimiento especial.

A lo largo de la traza del tramo T13Bis –BT se discurre próximo a líneas eléctricas. La conducción discurre por suelo terciario con ángulo de rozamiento 30° y cohesión de 0,5 kg/cm² lo que permite adoptar una distancia recomendable de cabeza de talud a cimentación de poste eléctrico de 5,0 m.

A continuación se comprueban las distancias de seguridad disponibles:

Tramo	P.K. tramo	Distancia desde eje tubería a torre eléctrica	Profundidad de excavación aprox. (m)	Tipo de terreno atravesado	Talud previsto	Distancia a torre eléctrica desde cabeza de talud	Cumple d>5,0m	Observación
T13B-BT	1.987,00	11,60	5,18	Tc	1H/3V	8,47	si	No requiere sostenimiento especial. Balizar y controlar en obra
T13B-BT	2.620,00	8,60	3,50	Tc	1H/3V	6,03	si	No requiere sostenimiento especial. Balizar y controlar en obra
T13B-BT	2.805,00	19,00	5,00	Tc	1H/3V	15,93	si	No requiere sostenimiento especial. Balizar y controlar en obra
T13B-BT	3.050,00	12,80	8,00	Tc	1H/3V	8,73	si	No requiere sostenimiento especial. Balizar y

Tramo	P.K. tramo	Distancia desde eje tubería a torre eléctrica	Profundidad de excavación aprox. (m)	Tipo de terreno atravesado	Talud previsto	Distancia a torre eléctrica desde cabeza de talud	Cumple d>5,0m	Observación
								controlar en obra. Se deberá vigilar el ancho de la berma para minimiar la afección
T13B-BT	3.917,00	10,70	4,10	Tc	1H/3V	7,93	si	No requiere sostenimiento especial. Balizar y controlar en obra
T13B-BT	4.165,00	14,70	7,60	Tc	1H/3V	10,77	si	No requiere sostenimiento especial. Balizar y controlar en obra. Se deberá vigilar el ancho de la berma para minimiar la afección
T13B-BT	4.345,00	17,40	4,20	Tc	1H/3V	14,60	si	No requiere sostenimiento especial. Balizar y controlar en obra
T13B-BT	4.602,00	8,00	3,99	Tc	1H/3V	5,27	si	No requiere sostenimiento especial
T13B-BT	4.852,00	9,00	3,83	Tc	1H/3V	6,32	si	No requiere sostenimiento especial
T13B-BT	5.550,00	26,00	5,37	Tc	1H/3V	22,81	si	No requiere sostenimiento especial

Se puede observar que las distancias de cabeza de talud a la torre son mayores de 5,0 m por lo que para el tipo de terreno atravesado no se considera necesario la adopción de medidas de sostenimiento especiales como son las pantallas de micropilotes u otras similares. No obstante se hace mención expresa de adoptar medidas de seguridad y balizamiento en obra que eviten riesgos innecesarios.

El autor del Anejo



José Manuel Gil Santacruz.
I.C.C.P.

V.B° y revisado.



Rafael Fdez-Ordóñez Cervera.
I.C.C.P. Colegiado nº 11.444

4. APÉNDICE 7.3.1. CÁLCULO ESTRUCTURAL DE ARQUETAS

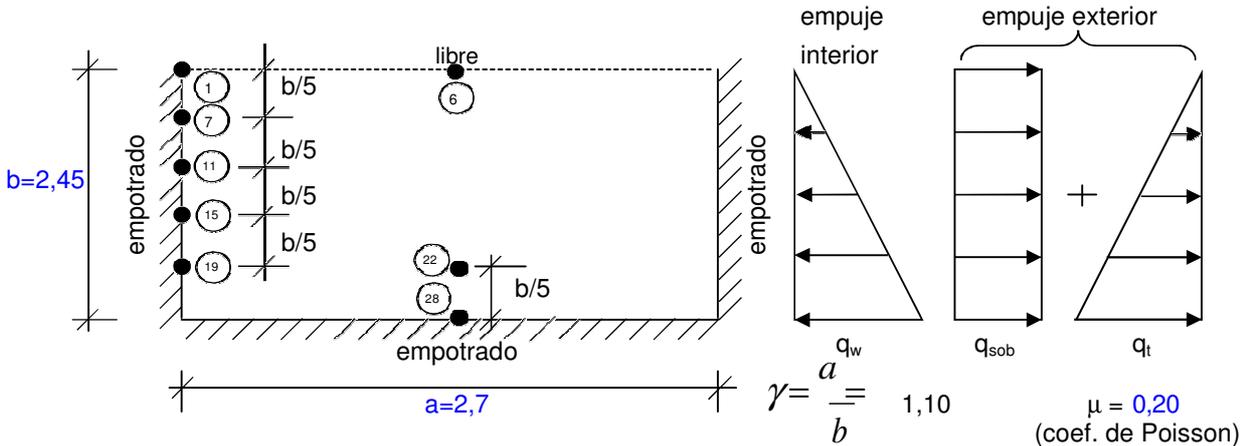
	Arqueta desagüe (1 tubería)	Arqueta desagüe (2 tuberías)	Arqueta desagüe (Aragón)	Arqueta desagüe (Ebro)	Arqueta de descarga en tomas (representativ a)
Características generales					
Hormigón estructural	HA30/B20/ XA2-SR	HA30/B20/ XA2-SR	HA30/B20/ XA2-SR	HA30/B20/ XA2-SR	HA30/B20/ XA2-SR
Hormigón cuñas	HM20	HM20	HM20	HM20	HM20
Hormigón limpieza	HL-150	HL-150	HL-150	HL-150	HL-150
Vida útil(años)	50	50	50	50	50
Recubrimiento interior (mm)	50	50	50	50	50
Recubrimiento exterior (mm)	50	50	50	50	50
Fisuración interior (mm)	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Fisuración exterior (mm)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Altura de muros s/losa (m)	2,85	2,85	4,8	4,8	2,5
Sobrelevación s/ terreno (m)	0,4	0,4	0,4	0,4	0,9
Altura de tierras s/losa(m)	2,45	2,45	4,4	4,4	1,6
Altura nivel agua desde cota de terreno natural (m)	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Ancho interior (m)	2,50	2,50	4,75	4,75	3,00
Largo interior (m)	2,70	5,70	12,00	12,00	3,00
espesor muros (m)	0,25	0,25	0,40	0,40	0,25
espesor losa (m)	0,25	0,25	0,40	0,40	0,25
Cimentación y rellenos					
Tipo cimentación	Tipo losa sobre gravas	Tipo losa sobre gravas	Tipo losa sobre gravas	Tipo losa sobre gravas	Tipo losa sobre gravas
Tensión admisible considerada en cálculo (Kg/ cm2)>	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Sismo					
ab= aceleración sísmica básica	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Construcciones de importancia especial $\rho=1,3$	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
ab*p	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Espesor tipo IV	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Coef. C tipo IV	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Espesor tipo III	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Coef. C tipo III	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
Espesor tipo II	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Coef. C tipo II	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30
Espesor tipo I	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Coef. C tipo I	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Espesor	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C= Coef. Terreno	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
S coeficiente de amplificación del terreno					
Para ρ ab < 0,1g, S = C/1,25					
Para $0,1g < \rho$ ab < 0,4g, S = C/1,25 + 3,33 [(ρ ab /g)- 0,1](1-C / 1,25)	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
Para $0,4 g < \rho$ ab , S = 1,0					
ac= S ρ ab	0,0704	0,0704	0,0704	0,0704	0,0704
Valor adoptado en cálculo ac==>	0,0704 g	0,0704 g	0,0704 g	0,0704 g	0,0704 g
Cargas					
Peso propio					
Hormigón armado	2,5 Tn/m ³	2,5 Tn/m ³	2,5 Tn/m ³	2,5 Tn/m ³	2,5 Tn/m ³
Hormigón en masa	2,3 Tn/m ³	2,3 Tn/m ³	2,3 Tn/m ³	2,3 Tn/m ³	2,3 Tn/m ³
Agua	1,0 Tn/m ³	1,0 Tn/m ³	1,0 Tn/m ³	1,0 Tn/m ³	1,0 Tn/m ³
Acero	7,85 Tn/m ³	7,85 Tn/m ³	7,85 Tn/m ³	7,85 Tn/m ³	7,85 Tn/m ³
Cubierta (peso)					
Cubierta metálica (Tn/m2)	0,05	0,05	N/A	N/A	N/A
Losa e= (m)	N/A	N/A	0,4	0,4	N/A
Losa (Tn/m2)	N/A	N/A	1,00	1,00	N/A
Equipos (sobrecarga)					
Tubería y valvulería	0,5 Tn/m ²	0,5 Tn/m ²	0,5 Tn/m ²	0,5 Tn/m ²	N/A
Acciones permanentes de valor no constante					
Acciones debidas a asentamientos del terreno	No se considera	No se considera	No se considera	No se considera	No se considera
Acciones debidas al terreno					
Altura máx. de tierras en trasdós	s/ plano	s/ plano	s/ plano	s/ plano	s/ plano
Peso terreno	2,0 Tn/m ³	2,0 Tn/m ³	2,0 Tn/m ³	2,0 Tn/m ³	2,0 Tn/m ³
Cohesión	0	0	0	0	0
Áng. Rozamiento	30	30	30	30	30
Ka= Coef. Empuje activo	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
Sobrecarga en superficie debido a tráfico	1 Tn/m ²	1 Tn/m ²	1 Tn/m ²	1 Tn/m ²	1 Tn/m ²
Acciones variables					
Cubierta					
Sobrecarga peatonal mantenimiento en cubierta sandwich metálica	0,2 Tn/m ²	0,2 Tn/m ²	0,2 Tn/m ²	0,2 Tn/m ²	0,2 Tn/m ²
Otras posibles sobrecargas	0,2 Tn/m ²	0,2 Tn/m ²	0,2 Tn/m ²	0,2 Tn/m ²	0,2 Tn/m ²
Equipos					
Varios	0,5 Tn/m ²	0,5 Tn/m ²	0,5 Tn/m ²	0,5 Tn/m ²	0,5 Tn/m ²
Empuje hidrostático del NF					
Altura de agua desde solera	0,95	0,95	2,90	2,90	0,10
Viento					
Fuerza viento	0,1 tn/m ²	0,1 tn/m ²	0,1 tn/m ²	0,1 tn/m ²	0,1 tn/m ²
Nieve					
Sobrecarga nieve	0,07 Tn/m ²	0,07 Tn/m ²	0,07 Tn/m ²	0,07 Tn/m ²	0,07 Tn/m ²
Armados					
Muros cara exterior	#12/15	#12/15	#16/20	#16/20	#12/15
Muros cara interior	#12/15	#12/15	#16/20	#16/20	#12/15
Losa cara inferior	#12/15	#12/15	#16/20	#16/20	#12/15
Losa cara superior	#12/15	#12/15	#16/20	#16/20	#12/15
Refuerzos losa-alzado cara exterior	12/15 L=1,5m	12/15 L=1,5m	16/20 L=2m	16/20 L=2m	12/15 L=1,5m
Refuerzos losa-alzado cara interior	12/15 L=1,5m	12/15 L=1,5m	16/20 L=2m	16/20 L=2m	12/15 L=1,5m
Refuerzo huecos DN <1000mm	2xfi16 s/ detalle	2xfi16 s/ detalle	2xfi16 s/ detalle	2xfi16 s/ detalle	2xfi16 s/ detalle
Refuerzo huecos para DN >500mm	N/A	N/A	2xfi32 s/ detalle	2xfi32 s/ detalle	2xfi32 s/ detalle
Refuerzo esquinas	fi 12/15	fi 12/15	fi 16/20	fi 16/20	fi 12/15

MUROS

El dimensionamiento de los muros se realiza a partir de su asimilación a placas rectangulares, supuestas empotradas en tres de sus bordes y libres en el borde superior.

Las acciones consideradas son la presión hidrostática del líquido interior y el empuje producido por el terreno exterior más una sobrecarga superficial de valor igual a 10,00 kN/m². Del lado de la seguridad, en el cálculo de los esfuerzos originados por ambos empujes, éstos se consideran extendidos a toda la altura de la placa.

Esquema de cálculo: muro de l = 2,70 m



Cargas consideradas:

A) Situación persistente o transitoria

- empuje interior (hidrostático):

$$\left. \begin{array}{l} \gamma_w = 10,00 \text{ kN/m}^3 \\ h_{\text{agua}} = 1,00 \text{ m} \end{array} \right\} \Rightarrow q_w = 10,00 \text{ kN/m}^2$$

- empuje exterior (terreno+sobrecarga):

El valor del coeficiente de empuje del terreno, bien activo o bien al reposo, se selecciona a partir del valor del desplazamiento relativo de la coronación del muro, considerando que el empuje activo se moviliza cuando este desplazamiento es del orden de 0,0005H, siendo H la altura del muro.

Como hipótesis de partida, se considera que se moviliza el empuje al reposo, carga exterior con la que se calcula el desplazamiento de la coronación. Si se comprueba que este no alcanza el valor límite antes mencionado, la hipótesis se considera correcta; en caso contrario, será el valor del coeficiente activo el utilizado para evaluar el empuje exterior.

coeficiente de empuje al reposo $K_0 = 0,50$

$$\left. \begin{array}{l} \gamma_{t,\text{seco}} = 20,00 \text{ kN/m}^3 \\ h_{\text{tierras}} = 0,95 \text{ m} \\ \gamma_{t,\text{sumergido}} = 21,50 \text{ kN/m}^3 \\ h_{\text{tierras}} = 1,50 \text{ m} \end{array} \right\} \Rightarrow q_t = 33,13 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{sob} = 10,00 \text{ kN/m}^2 \Rightarrow q_{\text{sob}} = 5,00 \text{ kN/m}^2$$

• Flecha en el centro del borde libre (nudo 6):

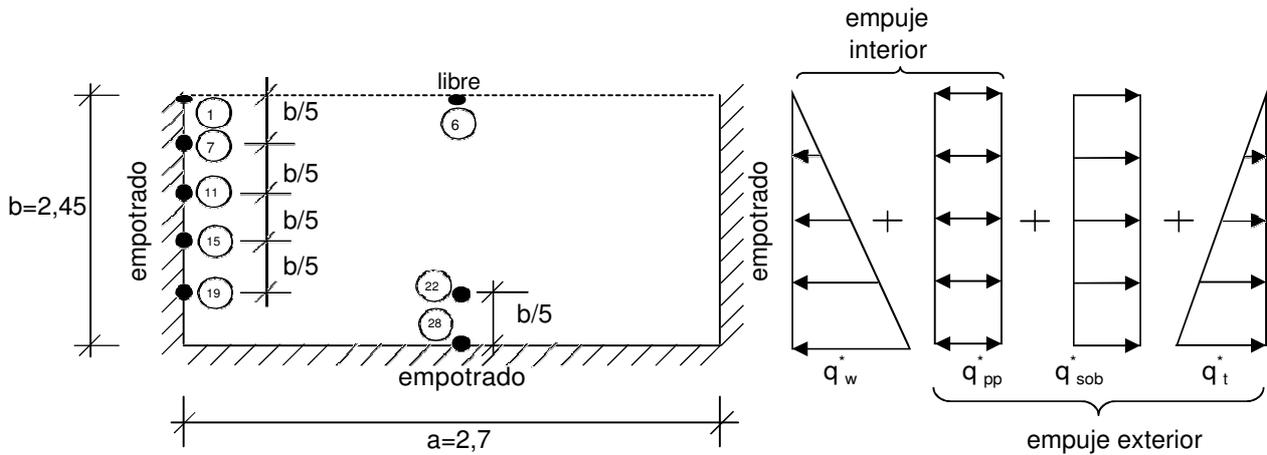
$$\text{factor multiplicador } F = b^4 / (E_c \cdot h^3) = 8,0692\text{E-}05$$

$$w_6 = (0,01057 \cdot 33,13 + 0,04991 \cdot 5,00) \cdot F = 4,838\text{E-}05 \text{ m}$$

$$\text{valor límite } w_{\text{lim}} = 0,0005 \cdot b = 1,225\text{E-}03 \text{ m} > w_6 \Rightarrow \text{empuje al reposo } K_0 = 0,50$$

Resultando los valores q_t y q_{sob} inicialmente supuestos.

B) Situación sísmica



- aceleración sísmica básica: $a_b / g = 0,04$
- coeficiente de contribución: $K = 1,00$
- coeficiente de riesgo: $\rho = 1,00$ (construcción de importancia normal)
- coeficiente del terreno: $C = 1,40$
- coef. amplificación del terreno: $S = 1,120$
- aceleración sísmica de cálculo: $a_c / g = 0,045$
- coeficiente sísmico horizontal: $s = a_c / g = 0,045$

- empuje interior:

a) por peso propio del muro:

$$\left. \begin{array}{l} \gamma_c = 25,00 \text{ kN/m}^3 \\ e_{\text{muro}} = 0,25 \text{ m} \end{array} \right\} \Rightarrow q_{pp}^* = s \cdot \gamma_c \cdot e_{\text{muro}} = 0,28 \text{ kN/m}^2$$

b) empuje hidrostático:

$$q_w^* = (1 + s) \cdot q_w = 10,45 \text{ kN/m}^2$$

- empuje exterior:

a) por peso propio del muro:

$$q_{pp}^* = 0,29 \text{ kN/m}^2$$

b) empuje tierras+sobrecarga:

- tierras: $q_t^* = (1 + s) \cdot q_t = 34,62 \text{ kN/m}^2$
- sobrecarga: coef. simultaneidad $\Psi_2 = 0,60$

$$q_{sob}^* = (1 + s) \cdot \Psi_2 \cdot q_{sob} = 3,14 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{carga uniforme total en cara exterior: } q_{pp}^* + q_{sob}^* = 3,43 \text{ kN/m}^2$$

Cálculos de esfuerzos:

Los esfuerzos en las secciones señaladas son los siguientes:

A) Situación persistente o transitoria

a) empuje interior

- momentos flectores

$$\begin{aligned}
 M_{x1} &= -0,01569 & *10,00*2,7^2 &= -1,14 \text{ kNm/m} \\
 M_{x7} &= -0,02111 & *10,00*2,7^2 &= -1,54 \text{ kNm/m} \\
 M_{x11} &= -0,02559 & *10,00*2,7^2 &= -1,87 \text{ kNm/m} \\
 M_{x15} &= -0,02521 & *10,00*2,7^2 &= -1,84 \text{ kNm/m} \\
 M_{x19} &= -0,01420 & *10,00*2,7^2 &= -1,04 \text{ kNm/m} \\
 M_{x6} &= 0,00966 & *10,00*2,7^2 &= 0,70 \text{ kNm/m} \\
 M_{y22} &= 0,00438 & *10,00*2,45^2 &= 0,26 \text{ kNm/m} \\
 M_{y28} &= -0,03779 & *10,00*2,45^2 &= -2,27 \text{ kNm/m}
 \end{aligned}$$

- reacciones:

$$\begin{aligned}
 R_{x1} &= 0,0404 & * 10,00 * 2,7 &= 1,09 \text{ kN/m} \\
 R_{x7} &= 0,1329 & * 10,00 * 2,7 &= 3,59 \text{ kN/m} \\
 R_{x11} &= 0,1897 & * 10,00 * 2,7 &= 5,12 \text{ kN/m} \\
 R_{x15} &= 0,2273 & * 10,00 * 2,7 &= 6,14 \text{ kN/m} \\
 R_{x19} &= 0,1461 & * 10,00 * 2,7 &= 3,94 \text{ kN/m} \\
 R_{y28} &= 0,3403 & * 10,00 * 2,45 &= 8,34 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

b) empuje exterior

- momentos flectores

$$\begin{aligned}
 M_{x1} &= -0,08403 & *5,00*2,7^2 + & -0,01569 & * 33,13 * 2,7^2 &= -6,85 \text{ kNm/m} \\
 M_{x7} &= -0,07831 & *5,00*2,7^2 + & -0,02111 & * 33,13 * 2,7^2 &= -7,95 \text{ kNm/m} \\
 M_{x11} &= -0,06762 & *5,00*2,7^2 + & -0,02559 & * 33,13 * 2,7^2 &= -8,64 \text{ kNm/m} \\
 M_{x15} &= -0,05051 & *5,00*2,7^2 + & -0,02521 & * 33,13 * 2,7^2 &= -7,93 \text{ kNm/m} \\
 M_{x19} &= -0,02252 & *5,00*2,7^2 + & -0,01420 & * 33,13 * 2,7^2 &= -4,25 \text{ kNm/m} \\
 M_{x6} &= 0,04170 & *5,00*2,7^2 + & 0,00966 & * 33,13 * 2,7^2 &= 3,85 \text{ kNm/m} \\
 M_{y22} &= -0,00479 & *5,00*2,45^2 + & 0,00438 & * 33,13 * 2,45^2 &= 0,73 \text{ kNm/m} \\
 M_{y28} &= -0,06724 & *5,00*2,45^2 + & -0,03779 & * 33,13 * 2,45^2 &= -9,53 \text{ kNm/m}
 \end{aligned}$$

- reacciones:

$$\begin{aligned}
 R_{x1} &= 0,5229 & * 5,00 * 2,7 + & 0,0404 & * 33,13 * 2,7 &= 10,67 \text{ kN/m} \\
 R_{x7} &= 0,5313 & * 5,00 * 2,7 + & 0,1329 & * 33,13 * 2,7 &= 19,06 \text{ kN/m} \\
 R_{x11} &= 0,4639 & * 5,00 * 2,7 + & 0,1897 & * 33,13 * 2,7 &= 23,23 \text{ kN/m} \\
 R_{x15} &= 0,3897 & * 5,00 * 2,7 + & 0,2273 & * 33,13 * 2,7 &= 25,59 \text{ kN/m} \\
 R_{x19} &= 0,1696 & * 5,00 * 2,7 + & 0,1461 & * 33,13 * 2,7 &= 15,35 \text{ kN/m} \\
 R_{y28} &= 0,5011 & * 5,00 * 2,45 + & 0,3403 & * 33,13 * 2,45 &= 33,76 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

B) Situación sísmica

a) empuje interior

- momentos flectores

$$\begin{aligned}
 M_{x1} &= -0,08403 * 0,28 * 2,7^2 + -0,01569 * 10,45 * 2,7^2 = -1,37 \text{ kNm/m} \\
 M_{x7} &= -0,07831 * 0,28 * 2,7^2 + -0,02111 * 10,45 * 2,7^2 = -1,77 \text{ kNm/m} \\
 M_{x11} &= -0,06762 * 0,28 * 2,7^2 + -0,02559 * 10,45 * 2,7^2 = -2,09 \text{ kNm/m} \\
 M_{x15} &= -0,05051 * 0,28 * 2,7^2 + -0,02521 * 10,45 * 2,7^2 = -2,02 \text{ kNm/m} \\
 M_{x19} &= -0,02252 * 0,28 * 2,7^2 + -0,01420 * 10,45 * 2,7^2 = -1,13 \text{ kNm/m} \\
 M_{x6} &= 0,04170 * 0,28 * 2,7^2 + 0,00966 * 10,45 * 2,7^2 = 0,82 \text{ kNm/m} \\
 M_{y22} &= -0,00479 * 0,28 * 2,45^2 + 0,00438 * 10,45 * 2,45^2 = 0,27 \text{ kNm/m} \\
 M_{y28} &= -0,06724 * 0,28 * 2,45^2 + -0,03779 * 10,45 * 2,45^2 = -2,48 \text{ kNm/m}
 \end{aligned}$$

- reacciones:

$$\begin{aligned}
 R_{x1} &= 0,5229 * 0,28 * 2,7 + 0,0404 * 10,45 * 2,7 = 1,54 \text{ kN/m} \\
 R_{x7} &= 0,5313 * 0,28 * 2,7 + 0,1329 * 10,45 * 2,7 = 4,15 \text{ kN/m} \\
 R_{x11} &= 0,4639 * 0,28 * 2,7 + 0,1897 * 10,45 * 2,7 = 5,70 \text{ kN/m} \\
 R_{x15} &= 0,3897 * 0,28 * 2,7 + 0,2273 * 10,45 * 2,7 = 6,71 \text{ kN/m} \\
 R_{x19} &= 0,1696 * 0,28 * 2,7 + 0,1461 * 10,45 * 2,7 = 4,25 \text{ kN/m} \\
 R_{y28} &= 0,5011 * 0,28 * 2,45 + 0,3403 * 10,45 * 2,45 = 9,06 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

b) empuje exterior

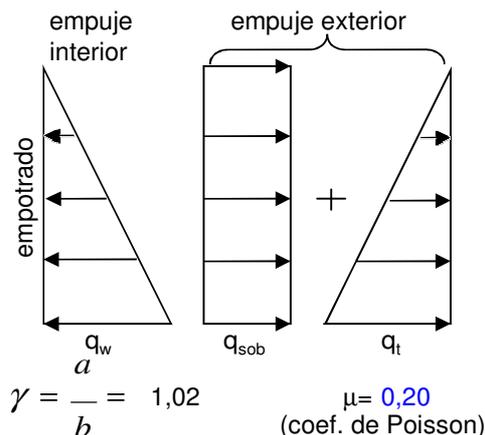
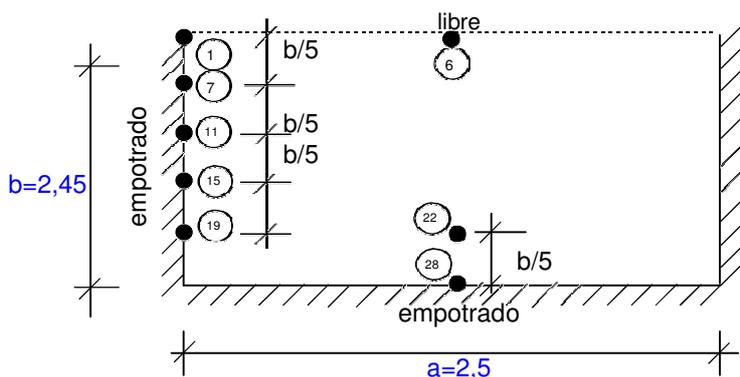
- momentos flectores

$$\begin{aligned}
 M_{x1} &= -0,08403 * 3,43 * 2,7^2 + -0,01569 * 34,62 * 2,7^2 = -6,06 \text{ kNm/m} \\
 M_{x7} &= -0,07831 * 3,43 * 2,7^2 + -0,02111 * 34,62 * 2,7^2 = -7,29 \text{ kNm/m} \\
 M_{x11} &= -0,06762 * 3,43 * 2,7^2 + -0,02559 * 34,62 * 2,7^2 = -8,15 \text{ kNm/m} \\
 M_{x15} &= -0,05051 * 3,43 * 2,7^2 + -0,02521 * 34,62 * 2,7^2 = -7,62 \text{ kNm/m} \\
 M_{x19} &= -0,02252 * 3,43 * 2,7^2 + -0,01420 * 34,62 * 2,7^2 = -4,15 \text{ kNm/m} \\
 M_{x6} &= 0,04170 * 3,43 * 2,7^2 + 0,00966 * 34,62 * 2,7^2 = 3,48 \text{ kNm/m} \\
 M_{y22} &= -0,00479 * 3,43 * 2,45^2 + 0,00438 * 34,62 * 2,45^2 = 0,81 \text{ kNm/m} \\
 M_{y28} &= -0,06724 * 3,43 * 2,45^2 + -0,03779 * 34,62 * 2,45^2 = -9,24 \text{ kNm/m}
 \end{aligned}$$

- reacciones:

$$\begin{aligned}
 R_{x1} &= 0,5229 * 3,43 * 2,7 + 0,0404 * 34,62 * 2,7 = 8,62 \text{ kN/m} \\
 R_{x7} &= 0,5313 * 3,43 * 2,7 + 0,1329 * 34,62 * 2,7 = 17,34 \text{ kN/m} \\
 R_{x11} &= 0,4639 * 3,43 * 2,7 + 0,1897 * 34,62 * 2,7 = 22,03 \text{ kN/m} \\
 R_{x15} &= 0,3897 * 3,43 * 2,7 + 0,2273 * 34,62 * 2,7 = 24,85 \text{ kN/m} \\
 R_{x19} &= 0,1696 * 3,43 * 2,7 + 0,1461 * 34,62 * 2,7 = 15,22 \text{ kN/m} \\
 R_{y28} &= 0,5011 * 3,43 * 2,45 + 0,3403 * 34,62 * 2,45 = 33,07 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

Esquema de cálculo: muro de l = 2,50 m



Cálculos de esfuerzos:

En este caso, el coeficiente de empuje resulta, según el valor de w_6 , el siguiente:

$$w_6 = (0,00707 * 33,13 + 0,03590 * 5,00) * F = 3,339E-05 \text{ m} < w_{lim} \Rightarrow \text{emp. al reposo}$$

A) Situación persistente o transitoria

a) empuje hidrostático

- momentos flectores

$M_{x1} =$	-0,01522	$* 10,00 * 2,5^2 =$	-0,95	kNm/m
$M_{x7} =$	-0,02150	$* 10,00 * 2,5^2 =$	-1,34	kNm/m
$M_{x11} =$	-0,02696	$* 10,00 * 2,5^2 =$	-1,68	kNm/m
$M_{x15} =$	-0,02720	$* 10,00 * 2,5^2 =$	-1,70	kNm/m
$M_{x19} =$	-0,01564	$* 10,00 * 2,5^2 =$	-0,98	kNm/m
$M_{x6} =$	0,00969	$* 10,00 * 2,5^2 =$	0,61	kNm/m
$M_{y22} =$	0,00456	$* 10,00 * 2,45^2 =$	0,27	kNm/m
$M_{y28} =$	-0,03356	$* 10,00 * 2,45^2 =$	-2,01	kNm/m

- reacciones:

$R_{x1} =$	0,0342	$* 10,00 * 2,5 =$	0,85	kN/m
$R_{x7} =$	0,1318	$* 10,00 * 2,5 =$	3,29	kN/m
$R_{x11} =$	0,1957	$* 10,00 * 2,5 =$	4,89	kN/m
$R_{x15} =$	0,2391	$* 10,00 * 2,5 =$	5,98	kN/m
$R_{x19} =$	0,1578	$* 10,00 * 2,5 =$	3,94	kN/m
$R_{y28} =$	0,3269	$* 10,00 * 2,45 =$	8,01	kN/m

b) empuje terreno+sobrecarga

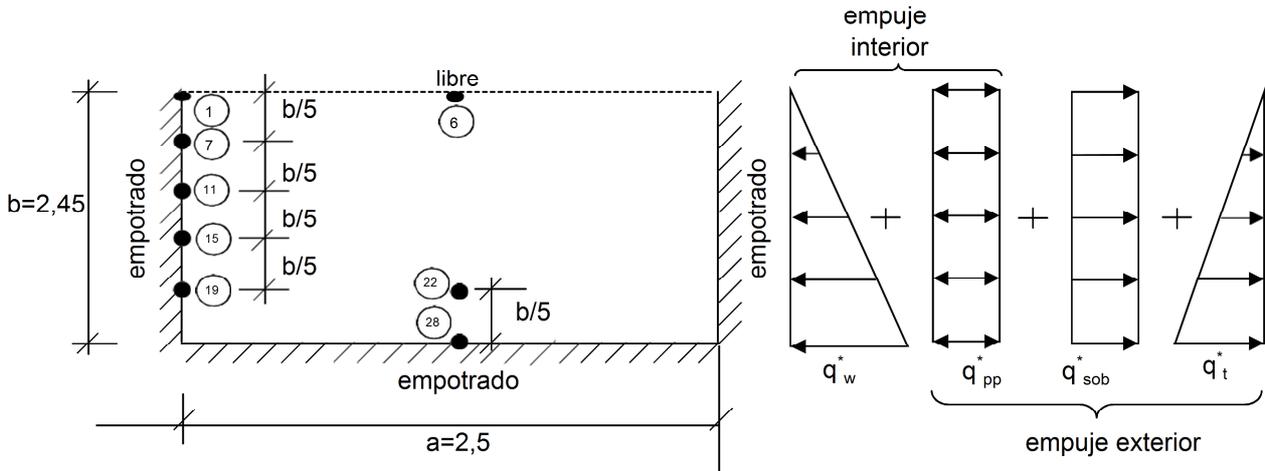
- momentos flectores

$M_{x1} =$	-0,08497	$* 5,00 * 2,5^2 +$	-0,01522	$* 33,13 * 2,5^2 =$	-5,81	kNm/m
$M_{x7} =$	-0,08022	$* 5,00 * 2,5^2 +$	-0,02150	$* 33,13 * 2,5^2 =$	-6,96	kNm/m
$M_{x11} =$	-0,07048	$* 5,00 * 2,5^2 +$	-0,02696	$* 33,13 * 2,5^2 =$	-7,78	kNm/m
$M_{x15} =$	-0,05370	$* 5,00 * 2,5^2 +$	-0,02720	$* 33,13 * 2,5^2 =$	-7,31	kNm/m
$M_{x19} =$	-0,02450	$* 5,00 * 2,5^2 +$	-0,01564	$* 33,13 * 2,5^2 =$	-4,00	kNm/m
$M_{x6} =$	0,04290	$* 5,00 * 2,5^2 +$	0,00969	$* 33,13 * 2,5^2 =$	3,35	kNm/m
$M_{y22} =$	-0,00040	$* 5,00 * 2,45^2 +$	0,00456	$* 33,13 * 2,45^2 =$	0,89	kNm/m
$M_{y28} =$	-0,05617	$* 5,00 * 2,45^2 +$	-0,03356	$* 33,13 * 2,45^2 =$	-8,36	kNm/m

- reacciones:

$R_{x1} =$	0,5127	$* 5,00 * 2,5 +$	0,0342	$* 33,13 * 2,5 =$	9,24	kN/m
$R_{x7} =$	0,5327	$* 5,00 * 2,5 +$	0,1318	$* 33,13 * 2,5 =$	17,57	kN/m
$R_{x11} =$	0,4772	$* 5,00 * 2,5 +$	0,1957	$* 33,13 * 2,5 =$	22,17	kN/m
$R_{x15} =$	0,4098	$* 5,00 * 2,5 +$	0,2391	$* 33,13 * 2,5 =$	24,93	kN/m
$R_{x19} =$	0,1882	$* 5,00 * 2,5 +$	0,1578	$* 33,13 * 2,5 =$	15,42	kN/m
$R_{y28} =$	0,4660	$* 5,00 * 2,45 +$	0,3269	$* 33,13 * 2,45 =$	32,24	kN/m

B) Situación sísmica



- momentos flectores

$M_{x1} =$	-0,08497	$* 0,28 * 2,5^2 +$	-0,01522	$* 10,45 * 2,5^2 =$	-1,14 kNm/m
$M_{x7} =$	-0,08022	$* 0,28 * 2,5^2 +$	-0,02150	$* 10,45 * 2,5^2 =$	-1,55 kNm/m
$M_{x11} =$	-0,07048	$* 0,28 * 2,5^2 +$	-0,02696	$* 10,45 * 2,5^2 =$	-1,88 kNm/m
$M_{x15} =$	-0,05370	$* 0,28 * 2,5^2 +$	-0,02720	$* 10,45 * 2,5^2 =$	-1,87 kNm/m
$M_{x19} =$	-0,02450	$* 0,28 * 2,5^2 +$	-0,01564	$* 10,45 * 2,5^2 =$	-1,06 kNm/m
$M_{x6} =$	0,04290	$* 0,28 * 2,5^2 +$	0,00969	$* 10,45 * 2,5^2 =$	0,71 kNm/m
$M_{y22} =$	-0,00040	$* 0,28 * 2,45^2 +$	0,00456	$* 10,45 * 2,45^2 =$	0,29 kNm/m
$M_{y28} =$	-0,05617	$* 0,28 * 2,45^2 +$	-0,03356	$* 10,45 * 2,45^2 =$	-2,20 kNm/m

- reacciones:

$R_{x1} =$	0,5127	$* 0,28 * 2,5 +$	0,0342	$* 10,45 * 2,5 =$	1,25 kN/m
$R_{x7} =$	0,5327	$* 0,28 * 2,5 +$	0,1318	$* 10,45 * 2,5 =$	3,82 kN/m
$R_{x11} =$	0,4772	$* 0,28 * 2,5 +$	0,1957	$* 10,45 * 2,5 =$	5,45 kN/m
$R_{x15} =$	0,4098	$* 0,28 * 2,5 +$	0,2391	$* 10,45 * 2,5 =$	6,54 kN/m
$R_{x19} =$	0,1882	$* 0,28 * 2,5 +$	0,1578	$* 10,45 * 2,5 =$	4,25 kN/m
$R_{y28} =$	0,4660	$* 0,28 * 2,45 +$	0,3269	$* 10,45 * 2,45 =$	8,69 kN/m

b) empuje exterior

- momentos flectores

$M_{x1} =$	-0,08497	$* 3,43 * 2,5^2 +$	-0,01522	$* 34,62 * 2,5^2 =$	-5,11 kNm/m
$M_{x7} =$	-0,08022	$* 3,43 * 2,5^2 +$	-0,02150	$* 34,62 * 2,5^2 =$	-6,37 kNm/m
$M_{x11} =$	-0,07048	$* 3,43 * 2,5^2 +$	-0,02696	$* 34,62 * 2,5^2 =$	-7,34 kNm/m
$M_{x15} =$	-0,05370	$* 3,43 * 2,5^2 +$	-0,02720	$* 34,62 * 2,5^2 =$	-7,04 kNm/m
$M_{x19} =$	-0,02450	$* 3,43 * 2,5^2 +$	-0,01564	$* 34,62 * 2,5^2 =$	-3,91 kNm/m
$M_{x6} =$	0,04290	$* 3,43 * 2,5^2 +$	0,00969	$* 34,62 * 2,5^2 =$	3,02 kNm/m
$M_{y22} =$	-0,00040	$* 3,43 * 2,45^2 +$	0,00456	$* 34,62 * 2,45^2 =$	0,94 kNm/m
$M_{y28} =$	-0,05617	$* 3,43 * 2,45^2 +$	-0,03356	$* 34,62 * 2,45^2 =$	-8,13 kNm/m

- reacciones:

$R_{x1} =$	0,5127	$* 3,43 * 2,5 +$	0,0342	$* 34,62 * 2,5 =$	7,35 kN/m
$R_{x7} =$	0,5327	$* 3,43 * 2,5 +$	0,1318	$* 34,62 * 2,5 =$	15,97 kN/m
$R_{x11} =$	0,4772	$* 3,43 * 2,5 +$	0,1957	$* 34,62 * 2,5 =$	21,03 kN/m
$R_{x15} =$	0,4098	$* 3,43 * 2,5 +$	0,2391	$* 34,62 * 2,5 =$	24,21 kN/m
$R_{x19} =$	0,1882	$* 3,43 * 2,5 +$	0,1578	$* 34,62 * 2,5 =$	15,27 kN/m
$R_{y28} =$	0,4660	$* 3,43 * 2,45 +$	0,3269	$* 34,62 * 2,45 =$	31,64 kN/m

Arqueta desagüe (1 tubería)

2. Datos de la sección bruta

Canto h:	25	(cm)
Ancho b:	100	(cm)
Recubrimiento c:	5	(cm)

Armadura de tracción A_{S1} :

- nº de barras de la capa 1 n_1 :	6,67	
- diámetro de barras de la capa 1 \varnothing_1 :	12	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	0	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 \varnothing_2 :	0	(mm)
- área de armadura de tracción A_{S1} :	7,54	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{S1} a borde sección d':	5,60	(cm)
- canto útil de armadura A_{S1} d:	19,40	(cm)

Armadura de compresión A_{S2} :	5,65	(cm ²)
-----------------------------------	------	--------------------

Cuantía geométrica de A_{S1} ρ_1 :	3,886E-03	
---	-----------	--

Cuantía geométrica de A_{S2} ρ_2 :	2,912E-03	
---	-----------	--

3. Esfuerzos de servicio

Momento M_0 :	2,27	(kNm)
-----------------	------	-------

4. Datos de la sección fisurada

Profundidad de fibra neutra X:	4,15	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	14.738	(cm ⁴)
Momento de fisuración M_{fis} :	40.732	(Nm)

Tensiones en la armadura de tracción:

- en el instante de fisuración σ_{sr} :	294,94	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	16,42	(N/mm ²)

5. Abertura característica de fisura

a) Separación media entre fisuras

Distancia entre barras longitudinales s_0 :

- tipo de elemento (viga=1, muro o losa=2):	2	
- valor por geometría:	150,00	(mm)
- valor en fórmula:	150,00	(mm)

Coeficiente de la ley de tracciones k_1 :

0,125

Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:

625

(cm²)

Separación media entre fisuras s_m :

179,74

(mm)

b) Alargamiento medio de la armadura

Coeficiente de carga k_2 :

0,5

Alargamiento medio ϵ_{sm} :

- valor por fórmula:	-1,316E-02	
----------------------	------------	--

- valor mínimo:	3,285E-05	
-----------------	-----------	--

c) Abertura característica de fisura w_k :

0,0100

(mm)

$w_k < w_{adm} = 0,30 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

Arqueta desagüe (1 tubería)

Pasamos a una armadura realmente dispuesta $A_{s,real} = \emptyset 12 \text{ a } 15 = 7,54 \text{ cm}^2/\text{m}$ obteniendo los nuevos valores siguientes:

Armadura de tracción A_{s1}:		
- nº de barras de la capa 1 n_1 :	6,67	
- diámetro de barras de la capa 1 \emptyset_1 :	12	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	0	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 \emptyset_2 :	0	(mm)
- área de armadura de tracción A_{s1} :	7,54	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{s1} a borde sección d' :	5,60	(cm)
- canto útil de armadura A_{s1} d :	19,40	(cm)
Armadura de compresión A_{s2}:	5,65	(cm²)
Cuantía geométrica de A_{s1} ρ_1 :	3,887E-03	
Cuantía geométrica de A_{s2} ρ_2 :	2,912E-03	

Sección fisurada:		
Profundidad de fibra neutra X:	4,15	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	14.738	(cm ⁴)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	294,93	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	16,42	(N/mm ²)

Abertura característica de fisura		
Distancia entre barras longitudinales s_o :		
- valor por geometría:	149,99	(mm)
- valor en fórmula:	149,99	(mm)
Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	625	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_m :	179,73	(mm)
Alargamiento medio ϵ_{sm} :		
- valor por fórmula:	-1,316E-02	
- valor mínimo:	3,285E-05	
Abertura característica de fisura w_k :	0,0100	(mm)

$w_k < w_{adm} = 0,30 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

• Comprobación a cortante:

situación normal $V_o = R_{y28} = 8,34 \text{ kN/m}$
 $V_d = 12,51 \text{ kN/m}$

situación sísmica $V_o = R_{y28} = 9,06 \text{ kN/m}$
 $V_d = 9,06 \text{ kN/m}$

Armadura de tracción $A_s: 7,54 \text{ cm}^2/\text{m}$

canto útil de armadura $A_s: 19,40 \text{ cm}$

$$\xi = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 2,00 \text{ (máximo)} \quad \rho_l = \frac{A_s}{b \cdot d} = 3,886E-03$$

$$Vu2 = 105,52 \text{ kN/m} < Vu2, \text{min} = 150,27 \text{ kN/m}$$

$Vu2, \text{min} > Vd$

Arqueta desagüe (1 tubería)

2. Datos de la sección bruta

Canto h:	25	(cm)
Ancho b:	100	(cm)
Recubrimiento c:	5	(cm)
Armadura de tracción A_{S1} :		
- nº de barras de la capa 1 n_1 :	6,67	
- diámetro de barras de la capa 1 \varnothing_1 :	12	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	0	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 \varnothing_2 :	0	(mm)
- área de armadura de tracción A_{S1} :	7,54	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{S1} a borde sección d' :	5,60	(cm)
- canto útil de armadura A_{S1} d:	19,40	(cm)
Armadura de compresión A_{S2} :	5,24	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{S1} ρ_1 :	3,888E-03	
Cuantía geométrica de A_{S2} ρ_2 :	2,701E-03	

3. Esfuerzos de servicio

Tracción N_o :	0,27	(kN)
Momento M_o :	0,29	(kNm)

4. Dimensionamiento a tracción:

Tensión de trabajo en tracción σ_{st} :	100,00	(N/mm ²)
Armadura de tracción $A_{s,t}$:	0,01	(cm ²)

5. Datos de la sección fisurada

Armadura disponible a flexión $A_{disp1,f}$:	7,53	(cm ²)
Armadura disponible a flexión $A_{disp2,f}$:	5,23	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{disp1} ρ_1 :	3,881E-03	
Cuantía geométrica de A_{disp2} ρ_2 :	2,694E-03	
Profundidad de fibra neutra X:	4,14	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	14.716	(cm ⁴)
Momento de fisuración M_{fis} :	40.732	(N·m)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	295,59	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	2,10	(N/mm ²)

6. Abertura característica de fisura

a) Separación media entre fisuras

Distancia entre barras longitudinales s_o :		
- tipo de elemento (viga=1, muro o losa=2):	2	
- valor por geometría:	149,93	(mm)
- valor en fórmula:	149,93	(mm)
Coefficiente de la ley de tracciones k_1 :	0,125	
Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	625	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_m :	179,79	(mm)

b) Alargamiento medio de la armadura

Coefficiente de carga k_2 :	0,5	
Alargamiento medio ε_{sm} :		
- valor por fórmula:	-1,038E-01	
- valor mínimo:	4,209E-06	
c) Abertura característica de fisura w_k :	0,0013	(mm)

$w_k < w_{adm} = 0,30 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

Arqueta desagüe (1 tubería)

Pasamos a una armadura realmente dispuesta $A_{s,real} = \emptyset 12 \text{ a } 15 = 7,54 \text{ cm}^2/\text{m}$ obteniendo los nuevos valores siguientes:

Armadura de tracción A_{s1} :		
- nº de barras de la capa 1 n_1 :	6,67	
- diámetro de barras de la capa 1 \emptyset_1 :	12	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	0	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 \emptyset_2 :	0	(mm)
- área de armadura de tracción A_{s1} :	7,54	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{s1} a borde sección d' :	5,60	(cm)
- canto útil de armadura A_{s1} d :	19,40	(cm)
Armadura de compresión A_{s2} :	5,24	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{s1} ρ_1 :	3,888E-03	
Cuantía geométrica de A_{s2} ρ_2 :	2,701E-03	

Sección fisurada		
Armadura disponible a flexión $A_{disp1,f}$:	7,53	(cm ²)
Armadura disponible a flexión $A_{disp2,f}$:	5,23	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{disp1} ρ_1 :	3,881E-03	
Cuantía geométrica de A_{disp2} ρ_2 :	2,694E-03	
Profundidad de fibra neutra X :	4,14	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	14.716	(cm ⁴)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	295,59	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	2,10	(N/mm ²)

Abertura característica de fisura		
Distancia entre barras longitudinales s_o :		
- valor por geometría:	149,93	(mm)
- valor en fórmula:	149,93	(mm)
Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	625	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_m :	179,79	(mm)
Alargamiento medio ϵ_{sm} :		
- valor por fórmula:	-1,038E-01	
- valor mínimo:	4,209E-06	
c) Abertura característica de fisura w_k :	0,0013	(mm)

$w_k < w_{adm} = 0,30 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

• Comprobación a cortante:

situación normal $V_o = R_x 15 = 6,14 \text{ kN/m}$
 $V_d = 9,20 \text{ kN/m}$

situación sísmica $V_o = R_x 15 = 6,71 \text{ kN/m}$
 $V_d = 6,71 \text{ kN/m}$

Armadura de tracción $A_s: 7,54 \text{ cm}^2/\text{m}$

canto útil de armadura $A_s: 19,40 \text{ cm}$

$$\xi = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 2,00 \text{ (máximo)} \quad \rho_l = \frac{A_s}{b \cdot d} = 3,888E-03$$

$$V_{u2} = 105,52 \text{ kN/m} < V_{u2,min} = 150,27 \text{ kN/m}$$

$V_{u2,min} > V_d$

Arqueta desagüe (1 tubería)

- distancia de c.d.g. de A_{s1} a borde sección d' :	5,60	(cm)
- canto útil de armadura A_{s1} d :	19,40	(cm)
Armadura de compresión A_{s2} :	5,65	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{s1} ρ_1 :	3,886E-03	
Cuantía geométrica de A_{s2} ρ_2 :	2,912E-03	
3. Esfuerzos de servicio		
Momento M_o :	9,53	(kNm)
4. Datos de la sección fisurada		
Profundidad de fibra neutra X :	4,15	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	14.736	(cm ⁴)
Momento de fisuración M_{fis} :	40.732	(N·m)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	294,97	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	69,02	(N/mm ²)
5. Abertura característica de fisura		
a) Separación media entre fisuras		
Distancia entre barras longitudinales s_o :		
- tipo de elemento (viga=1, muro o losa=2):	2	
- valor por geometría:	150,02	(mm)
- valor en fórmula:	150,02	(mm)
Coeficiente de la ley de tracciones k_1 :	0,125	
Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	625	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_m :	179,74	(mm)
b) Alargamiento medio de la armadura		
Coeficiente de carga k_2 :	0,5	
Alargamiento medio ϵ_{sm} :		
- valor por fórmula:	-2,806E-03	
- valor mínimo:	1,380E-04	
c) Abertura característica de fisura w_k :	0,0422	(mm)

$w_k < w_{adm} = 0,10 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

• Comprobación a cortante:

situación normal $V_o = R_{y28} = 33,76 \text{ kN/m}$
 $V_d = 50,64 \text{ kN/m}$

situación sísmica $V_o = R_{y28} = 33,07 \text{ kN/m}$
 $V_d = 33,07 \text{ kN/m}$

Armadura de tracción $A_s = 7,54 \text{ cm}^2/\text{m}$

canto útil de armadura $A_s = 19,40 \text{ cm}$

$$\xi = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 2,00 \text{ (máximo)} \quad \rho_l = \frac{A_s}{b \cdot d} = 3,886E-03$$

$$Vu2 = 105,52 \text{ kN/m} < Vu2, \text{min} = 150,27 \text{ kN/m}$$

$$Vu2, \text{min} > Vd$$

- Armadura horizontal en cara exterior:

Esfuerzos de servicio: empuje exterior

situación normal:	sección: nudo 11	$M_o = M_{x11} = 8,64 \text{ kNm/m}$
situación sísmica:	sección: nudo 11	$M_o = M_{x11} = 8,15 \text{ kNm/m}$

- Por rotura a flexión: dimensiones sección de hormigón: ancho $b = 1,00 \text{ m}$
canto $h = 0,25 \text{ m}$
canto útil $d = 0,19 \text{ m}$

A) Situación persistente o transitoria

Esfuerzo mayorado $M_d = 12,96 \text{ kNm/m}$	=>	$\mu_d = 0,018$
$\omega = 0,020$	=>	$A_{s,f} = 1,74 \text{ cm}^2/\text{m}$

B) Situación sísmica

Esfuerzo mayorado $M_d = 8,15 \text{ kNm/m}$	=>	$\mu_d = 0,010$
$\omega = 0,012$	=>	$A_s = 1,03 \text{ cm}^2/\text{m}$

Armadura mínima mecánica = $\alpha * A_s = 1,310 * 1,74 = 2,29 \text{ cm}^2/\text{m}$ (cara tracción)

Armadura mínima geométrica = $0,0032 * b * h = 8,00 \text{ cm}^2/\text{m}$ (dos caras)

Se dispone una armadura dada por: $A_s = \text{Ø}12 \text{ a } 0,20$

- Por fisuración: $w_{adm} = 0,10 \text{ mm}$ recub. $c = 0,050 \text{ m}$
 $M'_o = M'_{x1} = 12,52 \text{ kNm/m}$ (se considera sobrec. cuasipermanente el 100,00% de la sobrecarga total)

Partiendo de una armadura realmente dispuesta $A_{s,real} = \text{Ø}12 \text{ a } 15 = 7,54 \text{ cm}^2/\text{m}$ obtenemos:

1. Datos de los materiales

Módulo deformación longitudinal del acero E_s :	200.000	(N/mm ²)
Resistencia característica del hormigón f_{ck} :	30	(N/mm ²)
Resistencia media del hormigón f_{cm} :	38	(N/mm ²)
Módulo deformación longitudinal del hormigón E_c :	28.577	(N/mm ²)
Coefficiente de equivalencia n :	7,00	
Resistencia media del hormigón a tracción $f_{ct,m}$:	2,90	(N/mm ²)
Resistencia media del hormigón a flexotracción $f_{ct,m,fl}$:	3,91	(N/mm ²)

2. Datos de la sección bruta

Canto h :	25	(cm)
Ancho b :	100	(cm)
Recubrimiento c :	5	(cm)
Armadura de tracción A_{s1} :		
- nº de barras de la capa 1 n_1 :	6,67	
- diámetro de barras de la capa 1 Ø_1 :	12	(mm)

Arqueta desagüe (1 tubería)

- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	0	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 \varnothing_2 :	0	(mm)
- área de armadura de tracción A_{s1} :	7,54	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{s1} a borde sección d' :	5,60	(cm)
- canto útil de armadura A_{s1} d :	19,40	(cm)
Armadura de compresión A_{s2} :	7,54	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{s1} ρ_1 :	3,886E-03	
Cuantía geométrica de A_{s2} ρ_2 :	3,887E-03	

3. Esfuerzos de servicio

Momento M_o :	12,52	(kNm)
-----------------	-------	-------

4. Datos de la sección fisurada

Profundidad de fibra neutra X :	4,19	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	14.765	(cm ⁴)
Momento de fisuración M_{fis} :	40.732	(Nm)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	293,70	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	90,28	(N/mm ²)

5. Abertura característica de fisura

a) Separación media entre fisuras

Distancia entre barras longitudinales s_o :

- tipo de elemento (viga=1, muro o losa=2):	2	
- valor por geometría:	150,00	(mm)
- valor en fórmula:	150,00	(mm)
Coeficiente de la ley de tracciones k_1 :	0,125	
Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	625	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_m :	179,74	(mm)

b) Alargamiento medio de la armadura

Coeficiente de carga k_2 :	0,5	
Alargamiento medio ϵ_{sm} :		
- valor por fórmula:	-1,937E-03	
- valor mínimo:	1,806E-04	
c) Abertura característica de fisura w_k :	0,0552	(mm)

$w_k < w_{adm} = 0,10 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

• Comprobación a cortante:

situación normal $V_o = R_{x15} = 25,59 \text{ kN/m}$
 $V_d = 38,38 \text{ kN/m}$

situación sísmica $V_o = R_{x15} = 24,85 \text{ kN/m}$
 $V_d = 24,85 \text{ kN/m}$

Armadura de tracción A_s : 7,54 cm²/m

canto útil de armadura A_s : 19,40 cm

$$\xi = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 2,00 \text{ (máximo)} \quad \rho_l = \frac{A_s}{b \cdot d} = 3,886E-03$$

$$V_{u2} = 105,52 \text{ kN/m} < V_{u2,min} = 150,27 \text{ kN/m}$$

$V_{u2,min} > V_d$

LOSA DE CIMENTACIÓN

El cálculo de esfuerzos en la losa de cimentación se realiza asimilándola a una placa rectangular empotrada en su contorno y sometida a una carga uniforme perpendicular a su plano de valor igual a la diferencia entre la reacción del terreno (en sentido ascendente) y la carga hidrostática del interior (en sentido descendente).

Cargas sobre la cimentación:

A) Situación persistente o transitoria

1. Peso propio (sin contar la losa de cimentación)

	unidades	largo (m)	ancho (m)	espesor (m)	densidad (kN/m ³)	carga (kN)
muros:	2	3,50	2,85	0,25	25,00	124,69
	2	2,50	2,85	0,40	25,00	142,50
						$P_1 = 267,19 \text{ kN}$

2. Cargas permanentes

terreno s/tacón	2	4,00	2,45	0,25	20,00	98,00
	2	3,00	2,45	0,25	20,00	73,50
equipos	1	2,70	2,50		5,00	33,75
trámex	1	2,70	2,50	1,00	4,00	27,00
						$P_2 = 232,25 \text{ kN}$

3. Sobrecargas

sob.uso s/terr.	2	4,00		0,25	10,00	20,00
	2	3,00		0,25	10,00	15,00
sob.uso s/tr.	1	2,70	2,50		5,00	33,75
						$Q_1 = 68,75 \text{ kN}$

4. Líquido interior

líquido	1	2,70	2,50	1,00	10,00	67,50 kN
						$Q_2 = 67,50 \text{ kN}$

Hipótesis I: depósito vacío

$$\text{peso propio} + \text{cargas permanentes} = P_1 + P_2 = 499,44 \text{ kN}$$

$$\text{sobrecargas } Q = 68,75 \text{ kN}$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{carga total} = 568,19 \text{ kN} \\ \text{carga perm.} = 499,44 \text{ kN} \\ \text{sobrecarga} = 68,75 \text{ kN} \end{array} \right\}$$

$$\text{superficie de apoyo} = 14,00 \text{ m}^2$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{tensión sobre el terreno } \sigma_t = 40,58 \text{ kN/m}^2 \\ \sigma_{cp} = 35,67 \text{ kN/m}^2 \\ \sigma_{sob} = 4,91 \text{ kN/m}^2 \end{array} \right\}$$

$$\text{carga hidrostática} = 0,00 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{carga sobre la placa } q = 40,58 \text{ kN/m}^2$$

Hipótesis II: depósito lleno

$$\text{peso del líquido} = 67,50 \text{ kN}$$

$$\text{Incremento de tensión del terreno debido al peso del líquido: } \Delta\sigma_t = 4,82 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{tensión sobre el terreno } \sigma_t = 45,41 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{carga hidrostática } \sigma_w = 10,00 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{carga sobre la placa } q = 35,41 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{tensión s/ terreno con cimentación } \sigma_{tot} = 51,66 \text{ kN/m}^2$$

$$< \sigma_{adm} = 150,00 \text{ kN/m}^2$$

B) Situación sísmica

coeficiente sísmico vertical: $v = 0,70 \cdot s = 0,032$ (70% del coef. sísm. horiz.)

1. Peso propio (sin contar la losa de cimentación)

$$P_1^* = P_1 \cdot (1 + v) = 275,74 \text{ kN}$$

2. Cargas permanentes

$$P_2^* = P_2 \cdot (1 + v) = 239,68 \text{ kN}$$

3. Sobrecargas

coef. simultaneidad $\psi_2 = 0,60$

$$Q_1^* = Q_1 \cdot \psi_2 \cdot (1 + v) = 42,57 \text{ kN}$$

4. Líquido interior

$$Q_2^* = Q_2 \cdot (1 + v) = 69,66 \text{ kN}$$

Hipótesis I: depósito vacío

peso propio + cargas permanentes = $P_1^* + P_2^* = 515,42 \text{ kN}$
 sobrecargas $Q^* = 42,57 \text{ kN}$

carga total = 557,99 kN } carga perm. = 515,42 kN
 } sobrecarga = 42,57 kN

superficie de apoyo = 14,00 m²
 tensión sobre el terreno $\sigma_t = 39,86 \text{ kN/m}^2$ } $\sigma_{\text{cp}}^* = 36,82 \text{ kN/m}^2$
 } $\sigma_{\text{sob}}^* = 3,04 \text{ kN/m}^2$

carga hidrostática = 0,00 kN/m²
 carga sobre la placa $q^* = 39,86 \text{ kN/m}^2$

Hipótesis II: depósito lleno

peso del líquido $Q_2^* = 69,66 \text{ kN}$

Incremento de tensión del terreno debido al peso del líquido:

$$\Delta\sigma_t = 4,98 \text{ kN/m}^2$$

tensión sobre el terreno $\sigma_t = 44,83 \text{ kN/m}^2$

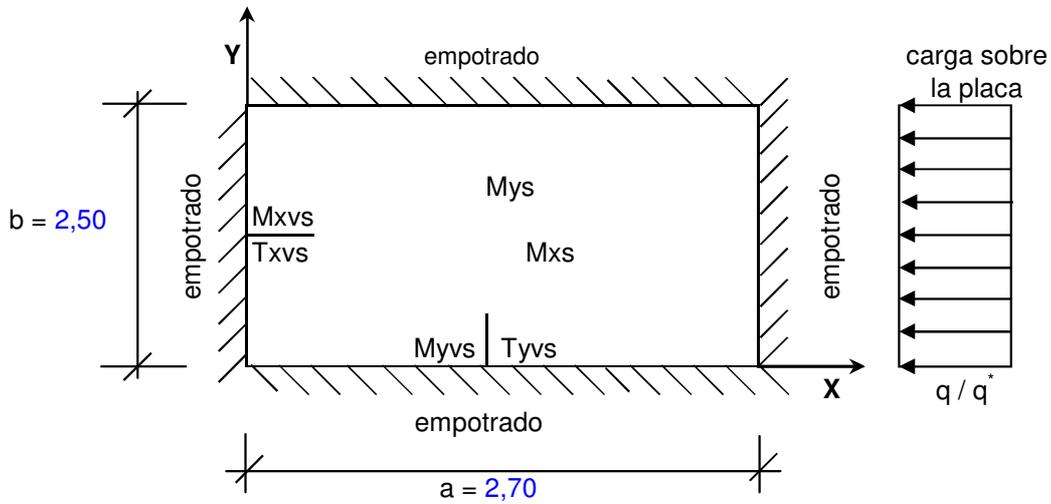
carga hidrostática $\sigma_w = 10,32 \text{ kN/m}^2$

carga sobre la placa $q^* = 34,51 \text{ kN/m}^2$

tensión s/ terreno con cimentación $\sigma_{\text{tcf}}^* = 51,28 \text{ kN/m}^2$

< $\sigma_{\text{adm}}^* = 225,00 \text{ kN/m}^2$

Esquema de cálculo:



$$\gamma = \frac{a}{b} = 1,08 \quad \mu = 0,25 \text{ (coef. de Poisson)}$$

Cálculos de esfuerzos:

Los esfuerzos en las secciones señaladas son los siguientes:

A) Situación persistente o transitoria

a) depósito vacío

- momentos flectores

$$M_{xs} = 0,01896 * 40,58 * 2,70^2 = 5,61 \text{ kNm/m}$$

$$M_{xvs} = -0,04622 * 40,58 * 2,70^2 = -13,67 \text{ kNm/m}$$

$$M_{ys} = 0,02504 * 40,58 * 2,50^2 = 6,35 \text{ kNm/m}$$

$$M_{yvs} = -0,05710 * 40,58 * 2,50^2 = -14,48 \text{ kNm/m}$$

- reacciones:

$$T_{xvs} = 0,4252 * 40,58 * 2,70 = 46,59 \text{ kN/m}$$

$$T_{yvs} = 0,4700 * 40,58 * 2,50 = 47,69 \text{ kN/m}$$

b) depósito lleno

- momentos flectores

$$M_{xs} = 0,01896 * 35,41 * 2,70^2 = 4,89 \text{ kNm/m}$$

$$M_{xvs} = -0,04622 * 35,41 * 2,70^2 = -11,93 \text{ kNm/m}$$

$$M_{ys} = 0,02504 * 35,41 * 2,50^2 = 5,54 \text{ kNm/m}$$

$$M_{yvs} = -0,05710 * 35,41 * 2,50^2 = -12,64 \text{ kNm/m}$$

- reacciones:

$$T_{xvs} = 0,4252 * 35,41 * 2,70 = 40,65 \text{ kN/m}$$

$$T_{yvs} = 0,4700 * 35,41 * 2,50 = 41,60 \text{ kN/m}$$

B) Situación sísmica

a) depósito vacío

- momentos flectores

$$M_{xs} = 0,01896 * 39,86 * 2,70^2 = 5,51 \text{ kNm/m}$$

$$M_{xvs} = -0,04622 * 39,86 * 2,70^2 = -13,43 \text{ kNm/m}$$

$$M_{ys} = 0,02504 * 39,86 * 2,50^2 = 6,24 \text{ kNm/m}$$

$$M_{yvs} = -0,05710 * 39,86 * 2,50^2 = -14,22 \text{ kNm/m}$$

- reacciones:

$$T_{xvs} = 0,4252 * 39,86 * 2,70 = 45,76 \text{ kN/m}$$

$$T_{yvs} = 0,4700 * 39,86 * 2,50 = 46,83 \text{ kN/m}$$

b) depósito lleno

- momentos flectores

$$M_{xs} = 0,01896 * 34,51 * 2,70^2 = 4,77 \text{ kNm/m}$$

$$M_{xvs} = -0,04622 * 34,51 * 2,70^2 = -11,63 \text{ kNm/m}$$

$$M_{ys} = 0,02504 * 34,51 * 2,50^2 = 5,40 \text{ kNm/m}$$

$$M_{yvs} = -0,05710 * 34,51 * 2,50^2 = -12,32 \text{ kNm/m}$$

- reacciones:

$$T_{xvs} = 0,4252 * 34,51 * 2,70 = 39,62 \text{ kN/m}$$

$$T_{yvs} = 0,4700 * 34,51 * 2,50 = 40,55 \text{ kN/m}$$

Dimensionamiento de armaduras:

- Materiales y coeficientes de seguridad:

		Situación normal	Situación accidental
• Materiales:	Hormigón $f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$	$\gamma_c = 1,50$	$\gamma_c = 1,30$
	Acero $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$	$\gamma_s = 1,15$	$\gamma_s = 1,00$
• Acciones:	cargas permanentes	$\gamma_{fG} = 1,35$	$\gamma_{fG} = 1,00$
	sobrecargas	$\gamma_{fQ} = 1,50$	$\gamma_{fQ} = 1,00$

- Armadura inferior paralela al eje Y:

sección: centro empotramiento lado X

Esfuerzos de servicio: depósito vacío

situación normal: $M_0 = M_{yvs} = 14,48 \text{ kNm/m}$

situación sísmica: $M_0 = M_{yvs} = 14,22 \text{ kNm/m}$

- Por rotura a flexión: dimensiones sección de hormigón: ancho $b = 1,00 \text{ m}$
canto $h = 0,25 \text{ m}$
canto útil $d = 0,19 \text{ m}$

A) Situación persistente o transitoria

Esfuerzo mayorado $M_d = 19,82 \text{ kNm/m} \Rightarrow \mu_d = 0,027$
 $\omega = 0,029 \Rightarrow A_s = 2,57 \text{ cm}^2/\text{m}$

B) Situación sísmica

Esfuerzo mayorado $M_d = 14,22 \text{ kNm/m} \Rightarrow \mu_d = 0,017$
 $\omega = 0,019 \Rightarrow A_s = 1,67 \text{ cm}^2/\text{m}$

Armadura mínima mecánica $= \alpha \cdot A_s = 1,220 \cdot 2,57 = 3,14 \text{ cm}^2/\text{m}$ (cara tracción)

Armadura mínima geométrica $= 0,0009 \cdot b \cdot h = 2,25 \text{ cm}^2/\text{m}$ (cara tracción)

Se dispone una armadura dada por: $A_s = \text{Ø}25 \text{ a } 0,20$

- Por fisuración: $w_{adm} = 0,10 \text{ mm}$ recub. $c = 0,050 \text{ m}$

$K_{sob} = (\sigma_{cp} + 0,50 \cdot \sigma_{sob}) / \sigma_t = 0,94$ (se considera sobrec. cuasipermanente el 50,00% de la sobrecarga total)

$M'_o = M_o \cdot K_{sob} = 13,61 \text{ kNm/m}$

Partiendo de una armadura realmente dispuesta $A_{s,real} = \text{Ø}12 \text{ a } 15 = 7,54 \text{ cm}^2/\text{m}$ obtenemos:

1. Datos de los materiales

Módulo deformación longitudinal del acero E_s :	200.000	(N/mm ²)
Resistencia característica del hormigón f_{ck} :	30	(N/mm ²)
Resistencia media del hormigón f_{cm} :	38	(N/mm ²)
Módulo deformación longitudinal del hormigón E_c :	28.577	(N/mm ²)
Coefficiente de equivalencia n :	7,00	
Resistencia media del hormigón a tracción $f_{ct,m}$:	2,90	(N/mm ²)
Resistencia media del hormigón a flexotracción $f_{ct,m,fl}$:	3,91	(N/mm ²)

2. Datos de la sección bruta

Canto h :	25	(cm)
Ancho b :	100	(cm)
Recubrimiento c :	5	(cm)
Armadura de tracción A_{s1} :		
- nº de barras de la capa 1 n_1 :	6,67	

Arqueta desagüe (1 tubería)

- diámetro de barras de la capa 1 \varnothing_1 :	12	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	0	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 \varnothing_2 :	0	(mm)
- área de armadura de tracción A_{s1} :	7,54	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{s1} a borde sección d' :	5,60	(cm)
- canto útil de armadura A_{s1} d :	19,40	(cm)
Armadura de compresión A_{s2} :	10,05	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{s1} ρ_1 :	3,886E-03	
Cuantía geométrica de A_{s2} ρ_2 :	5,180E-03	

Arqueta desagüe (1 tubería)

3. Esfuerzos de servicio		
Momento M_o :	13,61	(kNm)
4. Datos de la sección fisurada		
Profundidad de fibra neutra X:	4,23	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	14.798	(cm ⁴)
Momento de fisuración M_{fis} :	40.732	(N·m)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	292,15	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	97,60	(N/mm ²)
5. Abertura característica de fisura		
a) Separación media entre fisuras		
Distancia entre barras longitudinales s_o :		
- tipo de elemento (viga=1, muro o losa=2):	2	
- valor por geometría:	150,00	(mm)
- valor en fórmula:	150,00	(mm)
Coeficiente de la ley de tracciones k_1 :	0,125	
Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	625	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_m :	179,74	(mm)
b) Alargamiento medio de la armadura		
Coeficiente de carga k_2 :	0,5	
Alargamiento medio ϵ_{sm} :		
- valor por fórmula:	-1,698E-03	
- valor mínimo:	1,952E-04	
c) Abertura característica de fisura w_k :	0,0596	(mm)

$w_k < w_{adm} = 0,10 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

Arqueta desagüe (1 tubería)

En hipótesis de depósito lleno, los esfuerzos para la comprobación de fisuración son los siguientes:

$$M_o = M_{yvs} \square K'_{sob} = 11,76 \text{ kNm/m}$$

$$N_o = R_{y28} = 8,34 \text{ kN/m}$$

$$K'_{sob} = (\sigma_{cp} + 0,50 \square \sigma_{sob} + \Delta\sigma_t - \sigma_w) / q = 0,93 \quad \text{(se considera sobrec. cuasipermanente el 50,00% de la sobrecarga total)}$$

Y para la misma armadura obtenida anteriormente $A_{s,real} = \emptyset 12 \text{ a } 15 + \emptyset 25 \text{ a } 12,5 = 46,81 \text{ cm}^2/\text{m}$ obtenemos los siguientes resultados:

Dimensionamiento a tracción:

Tensión de trabajo en tracción σ_{st} :	150,00	(N/mm ²)
Armadura de tracción $A_{s,t}$:	0,28	(cm ²)

Datos de la sección fisurada

Armadura disponible a flexión $A_{disp1,f}$:	46,53	(cm ²)
---	-------	--------------------

Armadura disponible a flexión $A_{disp2,f}$:	7,26	(cm ²)
---	------	--------------------

Cuantía geométrica de A_{disp1} ρ_1 :	3,060E-02	
--	-----------	--

Cuantía geométrica de A_{disp2} ρ_2 :	4,776E-03	
--	-----------	--

Profundidad de fibra neutra X:	7,33	(cm)
--------------------------------	------	------

Inercia fisurada I_{fis} :	33.635	(cm ⁴)
------------------------------	--------	--------------------

Tensiones en la armadura de tracción:

- en el instante de fisuración σ_{sr} :	66,72	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	19,26	(N/mm ²)

Abertura característica de fisura

Distancia entre barras longitudinales s_o :

- valor por geometría:	149,99	(mm)
------------------------	--------	------

- valor en fórmula:	149,99	(mm)
---------------------	--------	------

Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	625	(cm ²)
--------------------------------------	-----	--------------------

Separación media entre fisuras s_m :	138,06	(mm)
--	--------	------

Alargamiento medio ϵ_{sm} :

- valor por fórmula:	-4,814E-04	
----------------------	------------	--

- valor mínimo:	3,852E-05	
-----------------	-----------	--

c) Abertura característica de fisura w_k :	0,0090	(mm)
--	--------	------

$w_k < w_{adm} = 0,10 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

• Comprobación a cortante:

situación normal: $V_o = T_{yvs} = 47,69 \text{ kN/m}$

$V_d = 65,24 \text{ kN/m}$

situación sísmica: $V_o = T_{yvs} = 46,83 \text{ kN/m}$

$V_d = 46,83 \text{ kN/m}$

Armadura de tracción A_s : 7,54 cm²/m

canto útil de armadura A_s : 19,40 cm

$$\xi = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 2,00 \text{ (máximo)} \quad \rho_l = \frac{A_s}{b \cdot d} = 3,886E-03$$

$$Vu2 = 105,52 \text{ kN/m} < Vu2,min = 150,27 \text{ kN/m}$$

$Vu2,min > Vd$

- Armadura superior paralela al eje Y:

Se dimensiona con los mismos esfuerzos obtenidos en el arranque del muro, por el necesario equilibrio del nudo en la unión muro-losa:

sección: centro empotramiento lado X

Hipótesis: depósito lleno

A) Situación persistente o transitoria

Esfuerzos de servicio: $M_o = M_{y28} = 2,27 \text{ kNm/m}$
 $N_o = R_{y28} = 8,34 \text{ kN/m}$

B) Situación sísmica

Esfuerzos de servicio: $M_o = M_{y28} = 2,48 \text{ kNm/m}$
 $N_o = R_{y28} = 9,06 \text{ kN/m}$

• Por tracción:

Con una tensión de trabajo del acero de $\sigma_s = 100 \text{ N/mm}^2$, tenemos:

$A_{s,t} = 0,42 \text{ cm}^2/\text{m}$ (situación normal)
 $A_{s,t} = 0,45 \text{ cm}^2/\text{m}$ (nivel sísmica)

• Por rotura a flexión:

dimensiones sección de hormigón:

ancho $b = 1,00 \text{ m}$
 canto $h = 0,25 \text{ m}$
 canto útil $d = 0,19 \text{ m}$

A) Situación persistente o transitoria

Esfuerzo mayorado $M_d = 3,40 \text{ kNm/m}$ \Rightarrow $\mu_d = 0,005$
 $\omega = 0,007$ \Rightarrow $A_{s,f} = ,59 \text{ cm}^2/\text{m}$

B) Situación sísmica

Esfuerzo mayorado $M_d = 2,48 \text{ kNm/m}$ \Rightarrow $\mu_d = 0,003$
 $\omega = 0,005$ \Rightarrow $A_{s,f} = ,44 \text{ cm}^2/\text{m}$

Armadura total = $A_{s,t} + A_{s,f} = 1,00 \text{ cm}^2/\text{m}$ (situación normal)
 Armadura total = $A_{s,t} + A_{s,f} = ,89 \text{ cm}^2/\text{m}$ (situación sísmica)

Armadura mínima mecánica = $\alpha * A_s = 1,391 * 1,00 = 1,40 \text{ cm}^2/\text{m}$ (cara tracción)

Armadura mínima geométrica = $0,0009 * b * h = 2,25 \text{ cm}^2/\text{m}$ (cara tracción)

Se dispone una armadura dada por: $A_{s,tot} = \text{Ø}16 \text{ a } 0,125$

• Por fisuración:

$w_{adm} = 0,30 \text{ mm}$

recub.c = $0,050 \text{ m}$

Partiendo de una armadura realmente dispuesta $A_{s,real} = \text{Ø}12 \text{ a } 15 = 7,54 \text{ cm}^2/\text{m}$ obtenemos:

1. Datos de los materiales

Módulo deformación longitudinal del acero E_s :	200.000	(N/mm ²)
Resistencia característica del hormigón f_{ck} :	30	(N/mm ²)
Resistencia media del hormigón f_{cm} :	38	(N/mm ²)
Módulo deformación longitudinal del hormigón E_c :	28.577	(N/mm ²)
Coefficiente de equivalencia n:	7,00	
Resistencia media del hormigón a tracción $f_{ct,m}$:	2,90	(N/mm ²)
Resistencia media del hormigón a flexotracción $f_{ct,m,fl}$:	3,91	(N/mm ²)

Arqueta desagüe (1 tubería)

2. Datos de la sección bruta

Canto h:	25	(cm)
Ancho b:	100	(cm)
Recubrimiento c:	5	(cm)
Armadura de tracción A_{S_1} :		
- nº de barras de la capa 1 n_1 :	6,67	
- diámetro de barras de la capa 1 \varnothing_1 :	12	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	0	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 \varnothing_2 :	0	(mm)
- área de armadura de tracción A_{S_1} :	7,54	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{S_1} a borde sección d' :	5,60	(cm)
- canto útil de armadura A_{S_1} d:	19,40	(cm)
Armadura de compresión A_{S_2} :	5,65	(cm ²)
Cuántía geométrica de A_{S_1} ρ_1 :	3,886E-03	
Cuántía geométrica de A_{S_2} ρ_2 :	2,912E-03	

3. Esfuerzos de servicio

Tracción N_o :	8,34	(kN)
Momento M_o :	2,27	(kNm)

4. Dimensionamiento a tracción:

Tensión de trabajo en tracción σ_{st} :	100,00	(N/mm ²)
Armadura de tracción $A_{s,t}$:	0,42	(cm ²)

5. Datos de la sección fisurada

Armadura disponible a flexión $A_{disp_1,f}$:	7,12	(cm ²)
Armadura disponible a flexión $A_{disp_2,f}$:	5,23	(cm ²)
Cuántía geométrica de A_{disp_1} ρ_1 :	3,672E-03	
Cuántía geométrica de A_{disp_2} ρ_2 :	2,697E-03	
Profundidad de fibra neutra X:	4,05	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	14.048	(cm ⁴)
Momento de fisuración M_{fis} :	40.732	(N·m)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	311,41	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	17,34	(N/mm ²)

6. Abertura característica de fisura

a) Separación media entre fisuras

Distancia entre barras longitudinales s_o :		
- tipo de elemento (viga=1, muro o losa=2):	2	
- valor por geometría:	150,00	(mm)
- valor en fórmula:	150,00	(mm)
Coefficiente de la ley de tracciones k_1 :	0,125	
Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	625	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_m :	182,65	(mm)

b) Alargamiento medio de la armadura

Coefficiente de carga k_2 :	0,5	
Alargamiento medio ϵ_{sm} :		
- valor por fórmula:	-1,389E-02	
- valor mínimo:	3,468E-05	

c) Abertura característica de fisura w_k :	0,0108	(mm)
--	--------	------

$w_k < w_{adm} = 0,30 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

Arqueta desagüe (1 tubería)

Pasamos a una armadura realmente dispuesta $A_{s,real} = \emptyset 12 \text{ a } 15 + \emptyset 16 \text{ a } 12,5 = 23,63 \text{ cm}^2/\text{m}$ obteniendo los nuevos valores siguientes:

Armadura de tracción A_{s1}:		
- nº de barras de la capa 1 n_1 :	6,67	
- diámetro de barras de la capa 1 \emptyset_1 :	12	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	5	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	8,00	
- diámetro de barras de la capa 2 \emptyset_2 :	16	(mm)
- área de armadura de tracción A_{s1} :	23,63	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{s1} a borde sección d' :	9,00	(cm)
- canto útil de armadura A_{s1} d :	16,00	(cm)
Armadura de compresión A_{s2}:	5,65	(cm²)
Cuántía geométrica de A_{s1} ρ_1 :	1,477E-02	
Cuántía geométrica de A_{s2} ρ_2 :	3,532E-03	
Sección fisurada		
Armadura disponible a flexión $A_{disp1,f}$:	23,21	(cm ²)
Armadura disponible a flexión $A_{disp2,f}$:	5,23	(cm ²)
Cuántía geométrica de A_{disp1} ρ_1 :	1,451E-02	
Cuántía geométrica de A_{disp2} ρ_2 :	3,272E-03	
Profundidad de fibra neutra X :	5,92	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	23.754	(cm ⁴)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	120,96	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	6,74	(N/mm ²)
Abertura característica de fisura		
Distancia entre barras longitudinales s_o :		
- valor por geometría:	149,99	(mm)
- valor en fórmula:	149,99	(mm)
Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	625	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_m :	146,16	(mm)
Alargamiento medio ϵ_{sm} :		
- valor por fórmula:	-5,397E-03	
- valor mínimo:	1,347E-05	
c) Abertura característica de fisura w_k :	0,0033	(mm)

$w_k < w_{adm} = 0,30 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

Arqueta desagüe (1 tubería)

- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	0	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 \varnothing_2 :	0	(mm)
- área de armadura de tracción A_{s_1} :	7,54	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{s_1} a borde sección d' :	5,60	(cm)
- canto útil de armadura A_{s_1} d :	19,40	(cm)
Armadura de compresión A_{s_2} :	5,65	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{s_1} ρ_1 :	3,886E-03	
Cuantía geométrica de A_{s_2} ρ_2 :	2,912E-03	

Arqueta desagüe (1 tubería)

3. Esfuerzos de servicio		
Momento M_o :	12,85	(kNm)
4. Datos de la sección fisurada		
Profundidad de fibra neutra X:	4,15	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	14.736	(cm ⁴)
Momento de fisuración M_{fis} :	40.732	(N·m)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	294,97	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	93,04	(N/mm ²)
5. Abertura característica de fisura		
a) Separación media entre fisuras		
Distancia entre barras longitudinales s_o :		
- tipo de elemento (viga=1, muro o losa=2):	2	
- valor por geometría:	150,02	(mm)
- valor en fórmula:	150,02	(mm)
Coeficiente de la ley de tracciones k_1 :	0,125	
Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	625	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_m :	179,74	(mm)
b) Alargamiento medio de la armadura		
Coeficiente de carga k_2 :	0,5	
Alargamiento medio ε_{sm} :		
- valor por fórmula:	-1,873E-03	
- valor mínimo:	1,861E-04	
c) Abertura característica de fisura w_k :	0,0569	(mm)

$w_k < w_{adm} = 0,10 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

Arqueta desagüe (1 tubería)

En hipótesis de depósito lleno, los esfuerzos para la comprobación de fisuración son los siguientes:

$$M_o = M_{xvs} \square K'_{sob} = 11,10 \text{ kNm/m}$$

$$N_o = R_{y28} = 8,01 \text{ kN/m}$$

$$K'_{sob} = (\sigma_{cp} + 0,50 \square \sigma_{sob} + \Delta_{ot} - \sigma_w) / q = 0,93 \quad \text{(se considera sobrec. cuasipermanente el 50,00% de la sobrecarga total)}$$

Y para la misma armadura obtenida anteriormente $A_{s,real} = \emptyset 12 \text{ a } 15 = 7,54 \text{ cm}^2/\text{m}$ obtenemos los siguientes resultados:

Dimensionamiento a tracción:		
Tensión de trabajo en tracción σ_{st} :	150,00	(N/mm ²)
Armadura de tracción $A_{s,t}$:	0,27	(cm ²)
Datos de la sección fisurada		
Armadura disponible a flexión $A_{disp1,f}$:	7,27	(cm ²)
Armadura disponible a flexión $A_{disp2,f}$:	7,27	(cm ²)
Cuántía geométrica de A_{disp1} ρ_1 :	3,749E-03	
Cuántía geométrica de A_{disp2} ρ_2 :	3,749E-03	
Profundidad de fibra neutra X:	4,13	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	14.327	(cm ⁴)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	303,85	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	82,82	(N/mm ²)
Abertura característica de fisura		
Distancia entre barras longitudinales s_o :		
- valor por geometría:	149,99	(mm)
- valor en fórmula:	149,99	(mm)
Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	625	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_m :	181,56	(mm)
Alargamiento medio ϵ_{sm} :		
- valor por fórmula:	-2,373E-03	
- valor mínimo:	1,656E-04	
c) Abertura característica de fisura w_k :	0,0511	(mm)

$w_k < w_{adm} = 0,10 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

• Comprobación a cortante:

situación normal: $V_o = T_{xvs} = 46,59 \text{ kN/m}$
 $V_d = 63,75 \text{ kN/m}$

situación sísmica: $V_o = T_{xvs} = 45,76 \text{ kN/m}$
 $V_d = 45,76 \text{ kN/m}$

Armadura de tracción A_s : 7,54 cm²/m

canto útil de armadura A_s : 19,40 cm

$$\xi = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 2,00 \text{ (máximo)} \quad \rho_l = \frac{A_s}{b \cdot d} = 3,886E-03$$

$$Vu2 = 105,52 \text{ kN/m} < Vu2,min = 150,27 \text{ kN/m}$$

$Vu2,min > Vd$

- Armadura superior paralela al eje X:

Se dimensiona con los mismos esfuerzos obtenidos en el arranque del muro, por el necesario equilibrio del nudo en la unión muro-losa:

sección: centro empotramiento lado Y

Hipótesis: depósito lleno

A) Situación persistente o transitoria

Esfuerzos de servicio: $M_o = M_{y28} = 2,01 \text{ kNm/m}$
 $N_o = R_{y28} = 8,01 \text{ kN/m}$

B) Situación sísmica

Esfuerzos de servicio: $M_o = M_{y28} = 2,20 \text{ kNm/m}$
 $N_o = R_{y28} = 8,69 \text{ kN/m}$

• Por tracción:

Con una tensión de trabajo del acero de $\sigma_s = 100 \text{ N/mm}^2$, tenemos:

$A_{s,t} = 0,40 \text{ cm}^2/\text{m}$ (situación normal)
 $A_{s,t} = 0,43 \text{ cm}^2/\text{m}$ (situación sísmica)

• Por rotura a flexión:

dimensiones sección de hormigón:

ancho $b = 1,00 \text{ m}$
 canto $h = 0,25 \text{ m}$
 canto útil $d = 0,19 \text{ m}$

A) Situación persistente o transitoria

Esfuerzo mayorado $M_d = 3,02 \text{ kNm/m}$ \Rightarrow $\mu_d = 0,004$
 $\omega = 0,006$ \Rightarrow $A_{s,f} = 0,54 \text{ cm}^2/\text{m}$

B) Situación sísmica

Esfuerzo mayorado $M_d = 2,20 \text{ kNm/m}$ \Rightarrow $\mu_d = 0,003$
 $\omega = 0,005$ \Rightarrow $A_{s,f} = 0,44 \text{ cm}^2/\text{m}$

Armadura total = $A_{s,t} + A_{s,f} = ,94 \text{ cm}^2/\text{m}$ (situación normal)
 Armadura total = $A_{s,t} + A_{s,f} = ,88 \text{ cm}^2/\text{m}$ (situación sísmica)

Armadura mínima mecánica = $\alpha * A_s = 1,398 * 0,94 = 1,32 \text{ cm}^2/\text{m}$ (cara tracción)

Armadura mínima geométrica = $0,0009 * b * h = 2,25 \text{ cm}^2/\text{m}$ (cara tracción)

Se dispone una armadura dada por: $A_{s,tot} = \text{Ø}20 \text{ a } 0,20$

• Por fisuración:

$w_{adm} = 0,30 \text{ mm}$

recub. $c = 0,050 \text{ m}$

Partiendo de una armadura realmente dispuesta $A_{s,real} = \text{Ø}12 \text{ a } 15 = 7,54 \text{ cm}^2/\text{m}$ obtenemos:

1. Datos de los materiales

Módulo deformación longitudinal del acero E_s :	200.000	(N/mm ²)
Resistencia característica del hormigón f_{ck} :	30	(N/mm ²)
Resistencia media del hormigón f_{cm} :	38	(N/mm ²)
Módulo deformación longitudinal del hormigón E_c :	28.577	(N/mm ²)
Coefficiente de equivalencia n :	7,00	
Resistencia media del hormigón a tracción $f_{ct,m}$:	2,90	(N/mm ²)
Resistencia media del hormigón a flexotracción $f_{ct,m,fl}$:	3,91	(N/mm ²)

Arqueta desagüe (1 tubería)

2. Datos de la sección bruta

Canto h:	25	(cm)
Ancho b:	100	(cm)
Recubrimiento c:	5	(cm)
Armadura de tracción A_{S1} :		
- nº de barras de la capa 1 n_1 :	6,67	
- diámetro de barras de la capa 1 \varnothing_1 :	12	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	0	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 \varnothing_2 :	0	(mm)
- área de armadura de tracción A_{S1} :	7,54	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{S1} a borde sección d':	5,60	(cm)
- canto útil de armadura A_{S1} d:	19,40	(cm)
Armadura de compresión A_{S2} :	5,65	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{S1} ρ_1 :	3,886E-03	
Cuantía geométrica de A_{S2} ρ_2 :	2,912E-03	

3. Esfuerzos de servicio

Tracción N_o :	8,01	(kN)
Momento M_o :	2,01	(kNm)

4. Dimensionamiento a tracción:

Tensión de trabajo en tracción σ_{st} :	100,00	(N/mm ²)
Armadura de tracción $A_{s,t}$:	0,40	(cm ²)

5. Datos de la sección fisurada

Armadura disponible a flexión $A_{disp1,f}$:	7,14	(cm ²)
Armadura disponible a flexión $A_{disp2,f}$:	5,25	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{disp1} ρ_1 :	3,680E-03	
Cuantía geométrica de A_{disp2} ρ_2 :	2,706E-03	
Profundidad de fibra neutra X:	4,06	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	14,076	(cm ⁴)
Momento de fisuración M_{fis} :	40,732	(Nm)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	310,72	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	15,37	(N/mm ²)

6. Abertura característica de fisura

a) Separación media entre fisuras

Distancia entre barras longitudinales s_o :		
- tipo de elemento (viga=1, muro o losa=2):	2	
- valor por geometría:	150,00	(mm)
- valor en fórmula:	150,00	(mm)
Coefficiente de la ley de tracciones k_1 :	0,125	
Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	625	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_m :	182,53	(mm)

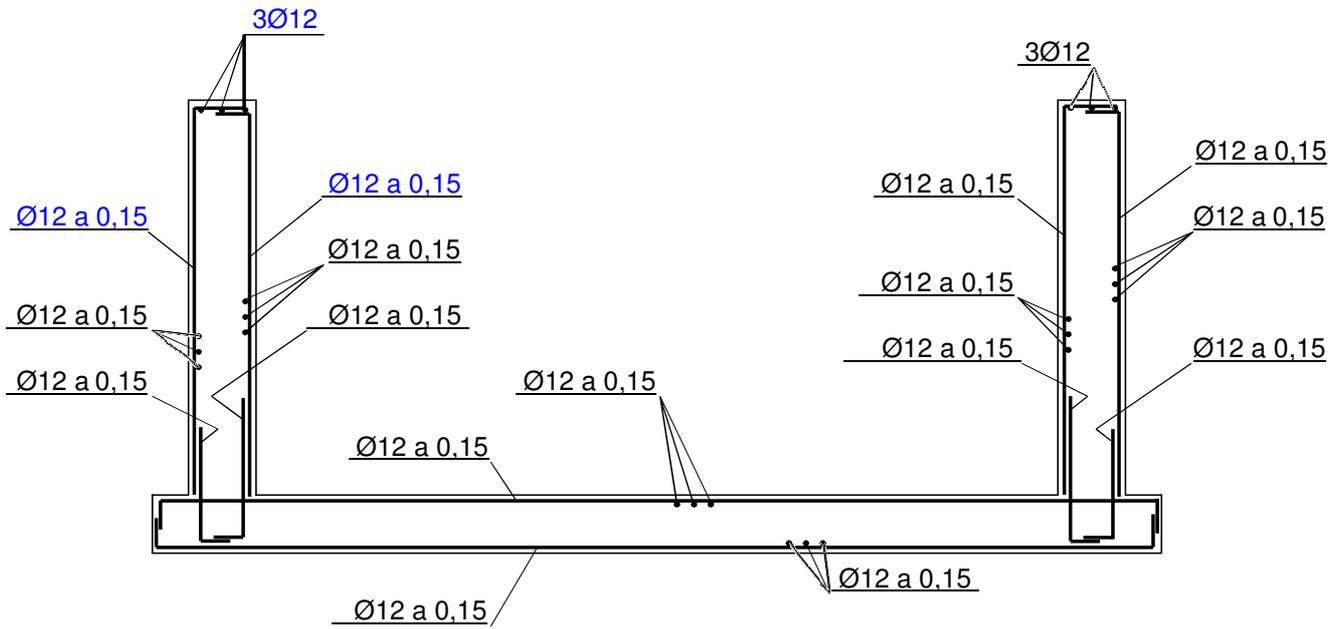
b) Alargamiento medio de la armadura

Coefficiente de carga k_2 :	0,5	
Alargamiento medio ϵ_{sm} :		
- valor por fórmula:	-1,563E-02	
- valor mínimo:	3,073E-05	

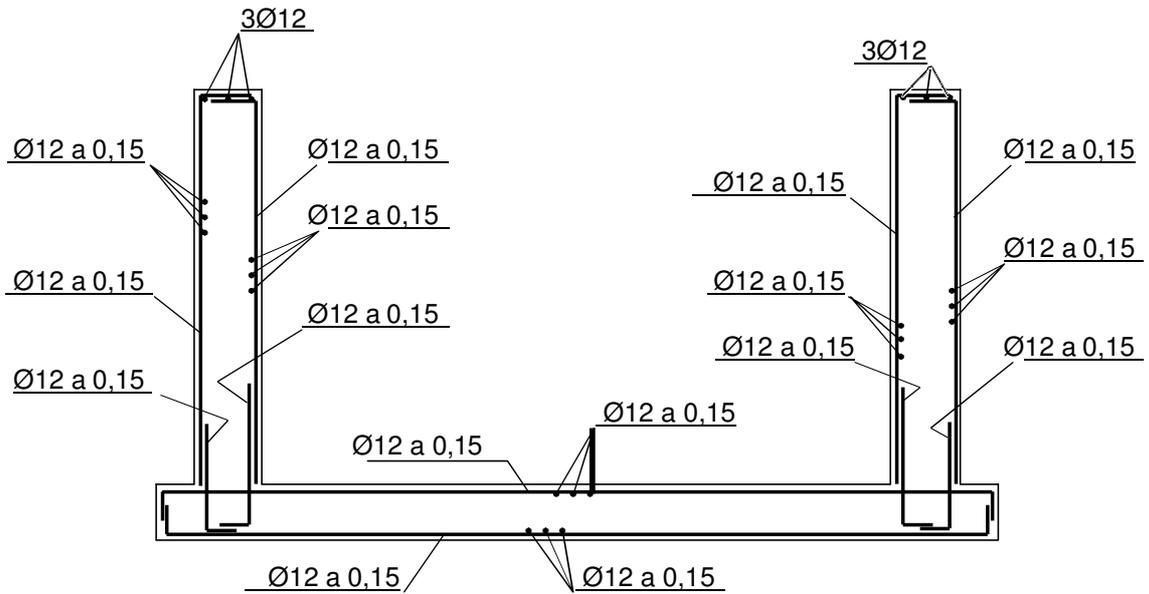
c) Abertura característica de fisura w_k :	0,0095	(mm)
--	--------	------

$w_k < w_{adm} = 0,30 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

CROQUIS DE ARMADO



SECCIÓN A-A



SECCIÓN B-B

JUSTIFICACIÓN DE CUANTÍAS DE ACERO

Elemento estructural: Muro perimetral

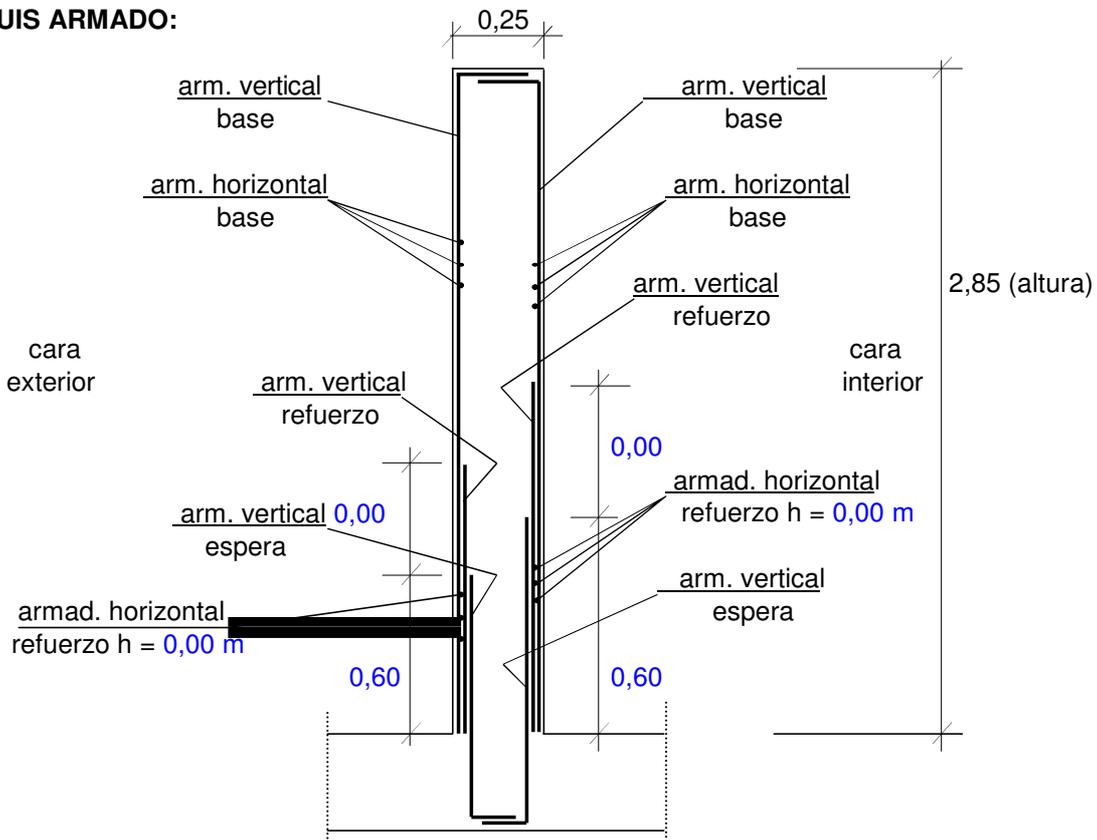
Dimensiones del elemento de hormigón: canto: 0,25 m
 ancho: 1,00 m } volumen = 0,713 m³
 alto: 2,85 m

DESPIECE DE ACERO:

grupo de barras descripción	diámetro Ø (mm)	separación (m)	número de barras	longitud barra (m)	peso unitario	peso parcial
cara interior						
armadura vertical						
espera (1ª capa)	12	0,150	6,67	0,90	0,89	5,34
2ª capa	-	-	-	-	-	-
armad. base	12	0,150	6,67	3,00	0,89	17,80
armadura horizontal						
armad. base	12	0,150	20,00	1,00	0,89	17,80
refuerzo	-	-	-	-	-	-
cara exterior						
armadura vertical						
espera	12	0,150	6,67	0,90	0,89	5,34
armad. base	12	0,150	6,67	3,00	0,89	17,80
armadura horizontal						
armad. base	12	0,150	20,00	1,00	0,89	17,80
refuerzo	-	-	-	-	-	-
Total Kg Acero						81,88

Cuantía nominal (Kg/m³) ... 114,92
 patillas, solapes y despuntes ... 10,00%
 Cuantía real (Kg/m³) ... 126,41

CROQUIS ARMADO:



COMPROBACIÓN FRENTE A LA FLOTACIÓN

En este apartado se comprueba la seguridad del elemento frente al riesgo de flotación del mismo bajo la acción de la subpresión originada por encontrarse el nivel freático por encima de la cota de apoyo de la losa inferior. Para ello se calcula la relación entre la suma de los pesos del propio aparato y del terreno situado sobre el tacón exterior de la zapata del muro perimetral y la reacción ascendente correspondiente a la subpresión actuante en toda la superficie de apoyo.

Coefficiente mínimo de seguridad a flotación considerado:

$$\gamma_{\text{flot}} = 1,20$$

1. Peso propio

$$\gamma_c = 25,00 \text{ KN/m}^3$$

	unidades	largo (m)	ancho (m)	espesor (m)	densidad (kN/m ³)	peso (kN)
muros:	2	3,50	2,85	0,25	25,00	124,69
	2	2,50	2,85	0,40	25,00	142,50
losa cimentación:	1	4,00	3,50	0,25	25,00	87,50
						354,69 kN

2. Peso del terreno sobre tacón exterior de losade cimentación

$$\gamma_{\text{tseco}} = 20,00 \text{ KN/m}^3$$

$$\gamma_{\text{sumergido}} = 21,50 \text{ KN/m}^3$$

	unidades	largo	alto	espesor	densidad	peso
terreno seco:	2	4,00	0,95	0,25	20,00	38,00
	2	3,00	0,95	0,25	20,00	28,50
terr. sumergido:	2	4,00	1,50	0,25	21,50	64,50
	2	3,00	1,50	0,25	21,50	48,38
						179,38 kN

3. Subpresión bajo la losa de cimentación

$$\gamma_w = 10,00 \text{ KN/m}^3$$

	unidades	largo	ancho	alt.hidrost.	densidad	fuerza
subpresión:	1	4,00	3,50	1,75	10,00	245,00 kN

A partir de los valores obtenidos se obtiene el siguiente coeficiente de seguridad frente a la flotación:

$$\gamma_{\text{flotación}} = \frac{354,69 + 179,38}{245,00} = 2,18 > 1,20$$

Comprobándose que el elemento presenta un nivel de seguridad frente al riesgo de flotación que es **suficiente**.

Dado el insuficiente nivel de seguridad frente a la flotación, se aumenta el peso del elemento disponiendo un lastre de hormigón de canto constante bajo la losa de cimentación y con las mismas dimensiones que ésta.

4. Peso del hormigón de lastre bajo la losa de cimentación

	unidades	largo	ancho	espesor	densidad	peso
lastre:	1	4,00	3,50	0,60	23,00	193,20 kN

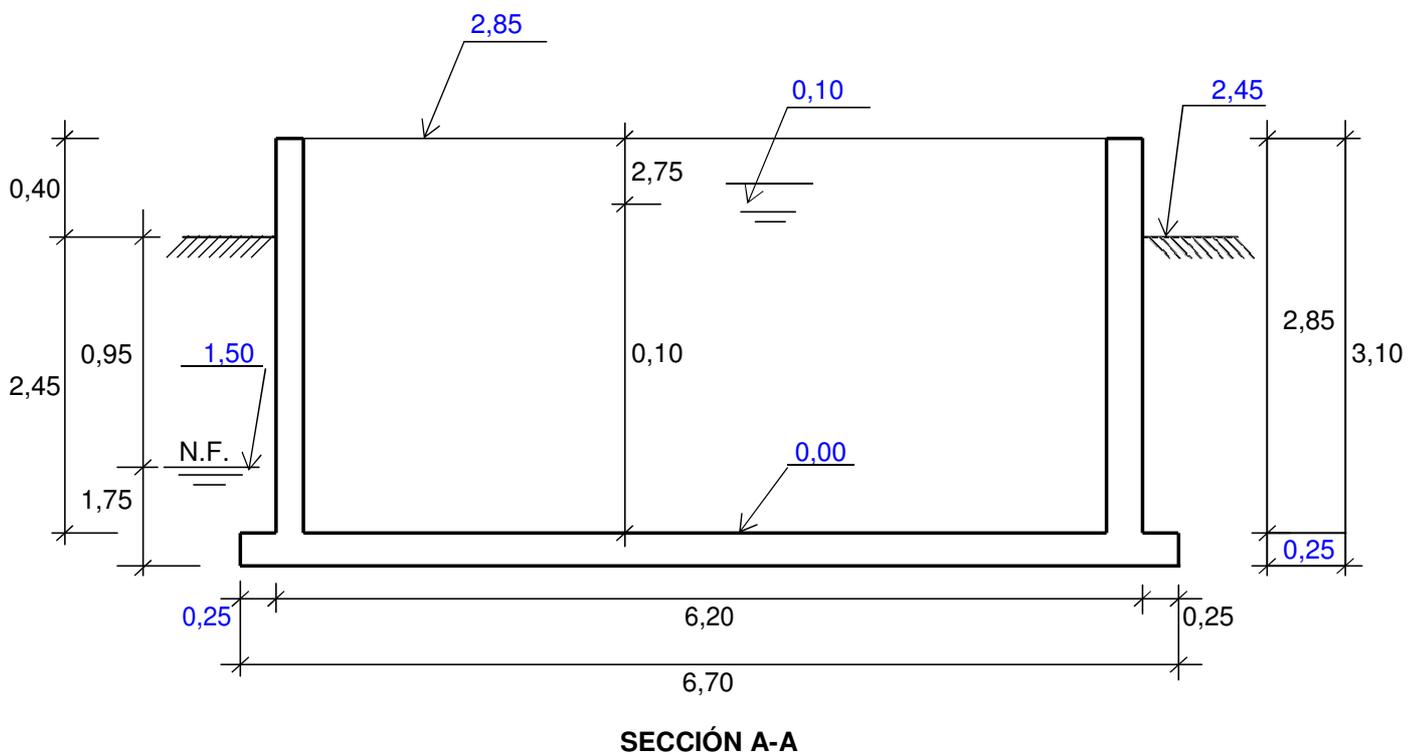
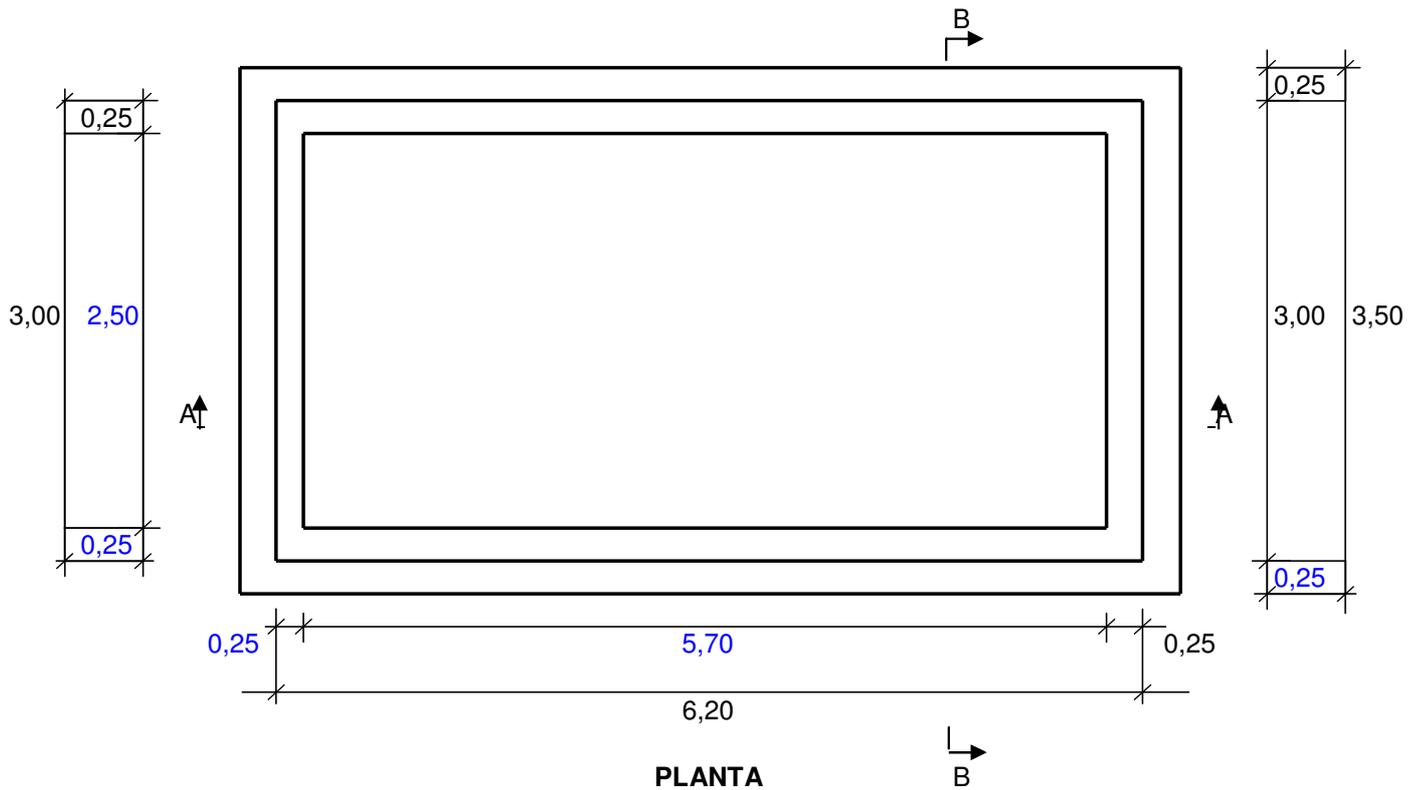
5. Subpresión bajo el lastre de hormigón

$$\gamma_{\text{cm}} = 23,00 \text{ KN/m}^3$$

	unidades	largo	ancho	alt.hidrost.	densidad	fuerza
subpresión:	1	4,00	3,50	2,35	10,00	329,00 kN

Obteniéndose como nuevo valor del coeficiente de seguridad frente a la flotación el siguiente:

$$\gamma_{\text{flotación}} = \frac{354,69 + 179,38 + 193,20}{329,00} = 2,21 > 1,20$$

DEFINICIÓN GEOMÉTRICA**PARÁMETROS GEOTÉCNICOS DEL TERRENO DE CIMENTACIÓN**

Sondeo de referencia:

S-2

Estrato de apoyo:

nivel 2/3 (suelos coluvial/aluvial)

Tensión admisible:

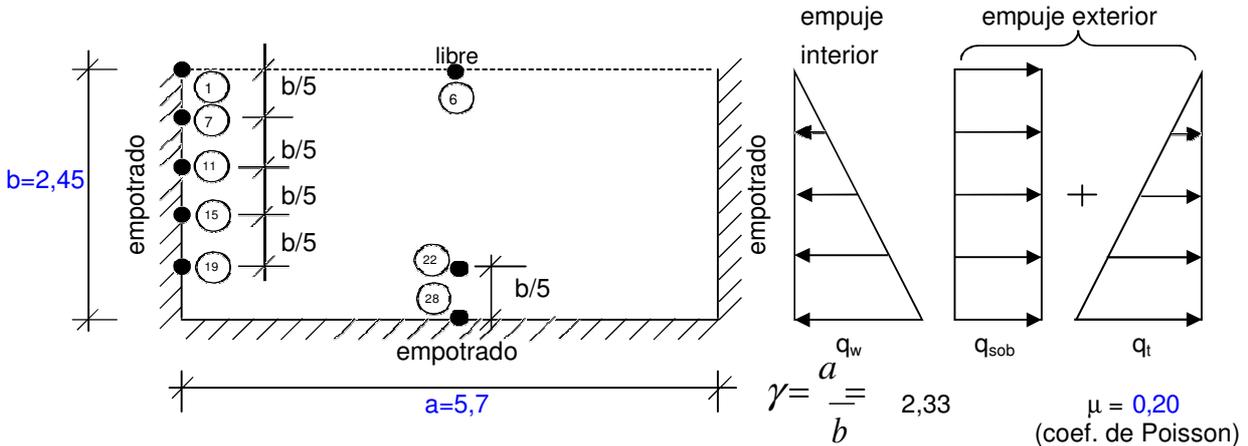
 $\sigma_{adm} = 150,0 \text{ kN/m}^2$ (sin sismo) $\sigma_{adm}^* = 225,0 \text{ kN/m}^2$ (con sismo) $(\sigma_{adm}^* = 1,50 \square \sigma_{adm})$

MUROS

El dimensionamiento de los muros se realiza a partir de su asimilación a placas rectangulares, supuestas empotradas en tres de sus bordes y libres en el borde superior.

Las acciones consideradas son la presión hidrostática del líquido interior y el empuje producido por el terreno exterior más una sobrecarga superficial de valor igual a 10,00 kN/m². Del lado de la seguridad, en el cálculo de los esfuerzos originados por ambos empujes, éstos se consideran extendidos a toda la altura de la placa.

Esquema de cálculo: muro de l = 5,70 m



Cargas consideradas:

A) Situación persistente o transitoria

- empuje interior (hidrostático):

$$\left. \begin{array}{l} \gamma_w = 10,00 \text{ kN/m}^3 \\ h_{\text{agua}} = 0,10 \text{ m} \end{array} \right\} \Rightarrow q_w = 1,00 \text{ kN/m}^2$$

- empuje exterior (terreno+sobrecarga):

El valor del coeficiente de empuje del terreno, bien activo o bien al reposo, se selecciona a partir del valor del desplazamiento relativo de la coronación del muro, considerando que el empuje activo se moviliza cuando este desplazamiento es del orden de 0,0005H, siendo H la altura del muro.

Como hipótesis de partida, se considera que se moviliza el empuje al reposo, carga exterior con la que se calcula el desplazamiento de la coronación. Si se comprueba que este no alcanza el valor límite antes mencionado, la hipótesis se considera correcta; en caso contrario, será el valor del coeficiente activo el utilizado para evaluar el empuje exterior.

coeficiente de empuje al reposo $K_0 = 0,50$

$$\left. \begin{array}{l} \gamma_{t,\text{seco}} = 20,00 \text{ kN/m}^3 \\ h_{\text{tierras}} = 0,95 \text{ m} \\ \gamma_{t,\text{sumergido}} = 21,50 \text{ kN/m}^3 \\ h_{\text{tierras}} = 1,50 \text{ m} \end{array} \right\} \Rightarrow q_t = 33,13 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{sob} = 10,00 \text{ kN/m}^2 \Rightarrow q_{\text{sob}} = 5,00 \text{ kN/m}^2$$

• Flecha en el centro del borde libre (nudo 6):

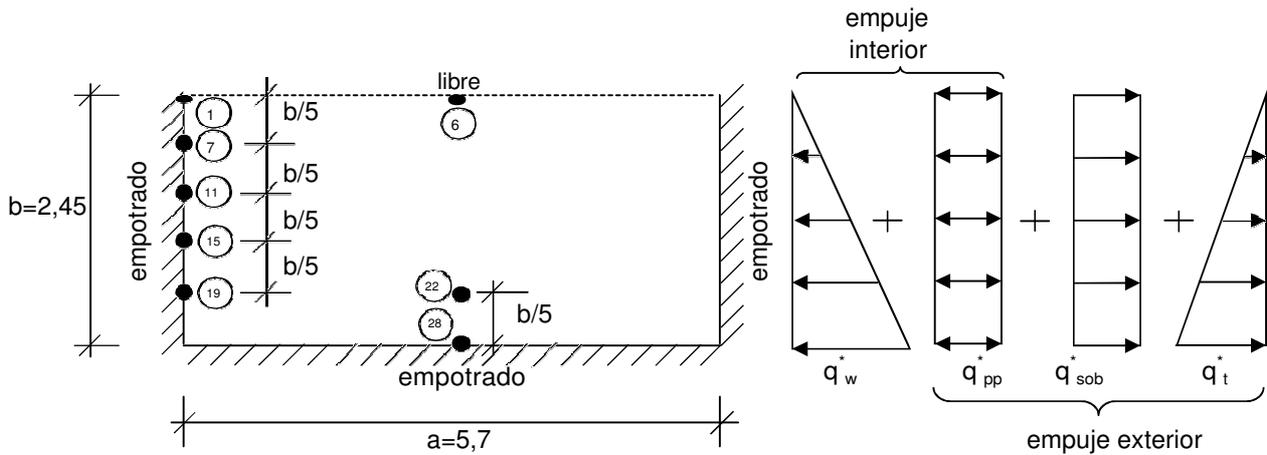
$$\text{factor multiplicador } F = b^4 / (E_c \cdot h^3) = 8,0692\text{E-}05$$

$$w_6 = (0,11835 \cdot 33,13 + 0,50500 \cdot 5,00) \cdot F = 5,201\text{E-}04 \text{ m}$$

$$\text{valor límite } w_{\text{lim}} = 0,0005 \cdot b = 1,225\text{E-}03 \text{ m} > w_6 \Rightarrow \text{empuje al reposo } K_0 = 0,50$$

Resultando los valores q_t y q_{sob} inicialmente supuestos.

B) Situación sísmica



- aceleración sísmica básica: $a_b / g = 0,04$
- coeficiente de contribución: $K = 1,00$
- coeficiente de riesgo: $\rho = 1,00$ (construcción de importancia normal)
- coeficiente del terreno: $C = 1,40$
- coef. amplificación del terreno: $S = 1,120$
- aceleración sísmica de cálculo: $a_c / g = 0,045$
- coeficiente sísmico horizontal: $s = a_c / g = 0,045$

- empuje interior:

a) por peso propio del muro:

$$\left. \begin{array}{l} \gamma_c = 25,00 \text{ kN/m}^3 \\ e_{\text{muro}} = 0,25 \text{ m} \end{array} \right\} \Rightarrow q_{pp}^* = s \cdot \gamma_c \cdot e_{\text{muro}} = 0,28 \text{ kN/m}^2$$

b) empuje hidrostático:

$$q_w^* = (1 + s) \cdot q_w = 1,05 \text{ kN/m}^2$$

- empuje exterior:

a) por peso propio del muro:

$$q_{pp}^* = 0,29 \text{ kN/m}^2$$

b) empuje tierras+sobrecarga:

- tierras: $q_t^* = (1 + s) \cdot q_t = 34,62 \text{ kN/m}^2$
- sobrecarga: coef. simultaneidad $\Psi_2 = 0,60$

$$q_{sob}^* = (1 + s) \cdot \Psi_2 \cdot q_{sob} = 3,14 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{carga uniforme total en cara exterior: } q_{pp}^* + q_{sob}^* = 3,43 \text{ kN/m}^2$$

Cálculos de esfuerzos:

Los esfuerzos en las secciones señaladas son los siguientes:

A) Situación persistente o transitoria

a) empuje interior

- momentos flectores

$$\begin{aligned}
 M_{x1} &= -0,01395 & * 1,00 * 5,7^2 & = & -0,45 \text{ kNm/m} \\
 M_{x7} &= -0,01276 & * 1,00 * 5,7^2 & = & -0,41 \text{ kNm/m} \\
 M_{x11} &= -0,01071 & * 1,00 * 5,7^2 & = & -0,35 \text{ kNm/m} \\
 M_{x15} &= -0,00757 & * 1,00 * 5,7^2 & = & -0,25 \text{ kNm/m} \\
 M_{x19} &= -0,00307 & * 1,00 * 5,7^2 & = & -0,10 \text{ kNm/m} \\
 M_{x6} &= 0,00551 & * 1,00 * 5,7^2 & = & 0,18 \text{ kNm/m} \\
 M_{y22} &= -0,02726 & * 1,00 * 2,45^2 & = & -0,16 \text{ kNm/m} \\
 M_{y28} &= -0,09812 & * 1,00 * 2,45^2 & = & -0,59 \text{ kNm/m}
 \end{aligned}$$

- reacciones:

$$\begin{aligned}
 R_{x1} &= 0,1008 & * 1,00 * 5,7 & = & 0,57 \text{ kN/m} \\
 R_{x7} &= 0,1182 & * 1,00 * 5,7 & = & 0,67 \text{ kN/m} \\
 R_{x11} &= 0,1092 & * 1,00 * 5,7 & = & 0,62 \text{ kN/m} \\
 R_{x15} &= 0,1045 & * 1,00 * 5,7 & = & 0,60 \text{ kN/m} \\
 R_{x19} &= 0,0471 & * 1,00 * 5,7 & = & 0,27 \text{ kN/m} \\
 R_{y28} &= 0,4735 & * 1,00 * 2,45 & = & 1,16 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

b) empuje exterior

- momentos flectores

$$\begin{aligned}
 M_{x1} &= -0,05598 & * 5,00 * 5,7^2 & + & -0,01395 & * 33,13 * 5,7^2 & = & -24,11 \text{ kNm/m} \\
 M_{x7} &= -0,04560 & * 5,00 * 5,7^2 & + & -0,01276 & * 33,13 * 5,7^2 & = & -21,14 \text{ kNm/m} \\
 M_{x11} &= -0,03249 & * 5,00 * 5,7^2 & + & -0,01071 & * 33,13 * 5,7^2 & = & -16,80 \text{ kNm/m} \\
 M_{x15} &= -0,01898 & * 5,00 * 5,7^2 & + & -0,00757 & * 33,13 * 5,7^2 & = & -11,23 \text{ kNm/m} \\
 M_{x19} &= -0,00619 & * 5,00 * 5,7^2 & + & -0,00307 & * 33,13 * 5,7^2 & = & -4,31 \text{ kNm/m} \\
 M_{x6} &= 0,02011 & * 5,00 * 5,7^2 & + & 0,00551 & * 33,13 * 5,7^2 & = & 9,20 \text{ kNm/m} \\
 M_{y22} &= -0,10891 & * 5,00 * 2,45^2 & + & -0,02726 & * 33,13 * 2,45^2 & = & -8,69 \text{ kNm/m} \\
 M_{y28} &= -0,25214 & * 5,00 * 2,45^2 & + & -0,09812 & * 33,13 * 2,45^2 & = & -27,08 \text{ kNm/m}
 \end{aligned}$$

- reacciones:

$$\begin{aligned}
 R_{x1} &= 0,5850 & * 5,00 * 5,7 & + & 0,1008 & * 33,13 * 5,7 & = & 35,70 \text{ kN/m} \\
 R_{x7} &= 0,4402 & * 5,00 * 5,7 & + & 0,1182 & * 33,13 * 5,7 & = & 34,86 \text{ kN/m} \\
 R_{x11} &= 0,2744 & * 5,00 * 5,7 & + & 0,1092 & * 33,13 * 5,7 & = & 28,45 \text{ kN/m} \\
 R_{x15} &= 0,1686 & * 5,00 * 5,7 & + & 0,1045 & * 33,13 * 5,7 & = & 24,54 \text{ kN/m} \\
 R_{x19} &= 0,0205 & * 5,00 * 5,7 & + & 0,0471 & * 33,13 * 5,7 & = & 9,47 \text{ kN/m} \\
 R_{y28} &= 0,8996 & * 5,00 * 2,45 & + & 0,4735 & * 33,13 * 2,45 & = & 49,45 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

B) Situación sísmica

a) empuje interior

- momentos flectores

$M_{x1} =$	-0,05598	$* 0,28 * 5,7^2 +$	-0,01395	$* 1,05 * 5,7^2 =$	-0,99 kNm/m
$M_{x7} =$	-0,04560	$* 0,28 * 5,7^2 +$	-0,01276	$* 1,05 * 5,7^2 =$	-0,85 kNm/m
$M_{x11} =$	-0,03249	$* 0,28 * 5,7^2 +$	-0,01071	$* 1,05 * 5,7^2 =$	-0,66 kNm/m
$M_{x15} =$	-0,01898	$* 0,28 * 5,7^2 +$	-0,00757	$* 1,05 * 5,7^2 =$	-0,43 kNm/m
$M_{x19} =$	-0,00619	$* 0,28 * 5,7^2 +$	-0,00307	$* 1,05 * 5,7^2 =$	-0,16 kNm/m
$M_{x6} =$	0,02011	$* 0,28 * 5,7^2 +$	0,00551	$* 1,05 * 5,7^2 =$	0,37 kNm/m
$M_{y22} =$	-0,10891	$* 0,28 * 2,45^2 +$	-0,02726	$* 1,05 * 2,45^2 =$	-0,35 kNm/m
$M_{y28} =$	-0,25214	$* 0,28 * 2,45^2 +$	-0,09812	$* 1,05 * 2,45^2 =$	-1,04 kNm/m

- reacciones:

$R_{x1} =$	0,5850	$* 0,28 * 5,7 +$	0,1008	$* 1,05 * 5,7 =$	1,54 kN/m
$R_{x7} =$	0,4402	$* 0,28 * 5,7 +$	0,1182	$* 1,05 * 5,7 =$	1,41 kN/m
$R_{x11} =$	0,2744	$* 0,28 * 5,7 +$	0,1092	$* 1,05 * 5,7 =$	1,09 kN/m
$R_{x15} =$	0,1686	$* 0,28 * 5,7 +$	0,1045	$* 1,05 * 5,7 =$	0,89 kN/m
$R_{x19} =$	0,0205	$* 0,28 * 5,7 +$	0,0471	$* 1,05 * 5,7 =$	0,31 kN/m
$R_{y28} =$	0,8996	$* 0,28 * 2,45 +$	0,4735	$* 1,05 * 2,45 =$	1,83 kN/m

b) empuje exterior

- momentos flectores

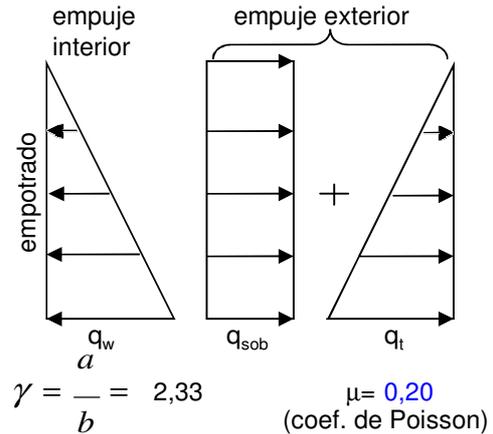
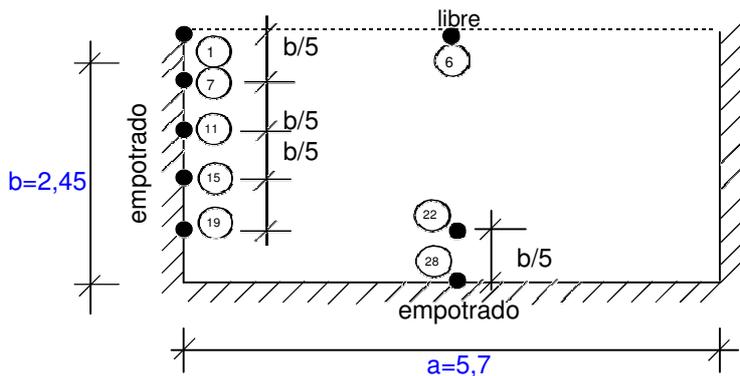
$M_{x1} =$	-0,05598	$* 3,43 * 5,7^2 +$	-0,01395	$* 34,62 * 5,7^2 =$	-21,93 kNm/m
$M_{x7} =$	-0,04560	$* 3,43 * 5,7^2 +$	-0,01276	$* 34,62 * 5,7^2 =$	-19,44 kNm/m
$M_{x11} =$	-0,03249	$* 3,43 * 5,7^2 +$	-0,01071	$* 34,62 * 5,7^2 =$	-15,66 kNm/m
$M_{x15} =$	-0,01898	$* 3,43 * 5,7^2 +$	-0,00757	$* 34,62 * 5,7^2 =$	-10,62 kNm/m
$M_{x19} =$	-0,00619	$* 3,43 * 5,7^2 +$	-0,00307	$* 34,62 * 5,7^2 =$	-4,15 kNm/m
$M_{x6} =$	0,02011	$* 3,43 * 5,7^2 +$	0,00551	$* 34,62 * 5,7^2 =$	8,44 kNm/m
$M_{y22} =$	-0,10891	$* 3,43 * 2,45^2 +$	-0,02726	$* 34,62 * 2,45^2 =$	-7,91 kNm/m
$M_{y28} =$	-0,25214	$* 3,43 * 2,45^2 +$	-0,09812	$* 34,62 * 2,45^2 =$	-25,58 kNm/m

- reacciones:

$R_{x1} =$	0,5850	$* 3,43 * 5,7 +$	0,1008	$* 34,62 * 5,7 =$	31,33 kN/m
$R_{x7} =$	0,4402	$* 3,43 * 5,7 +$	0,1182	$* 34,62 * 5,7 =$	31,92 kN/m
$R_{x11} =$	0,2744	$* 3,43 * 5,7 +$	0,1092	$* 34,62 * 5,7 =$	26,92 kN/m
$R_{x15} =$	0,1686	$* 3,43 * 5,7 +$	0,1045	$* 34,62 * 5,7 =$	23,92 kN/m
$R_{x19} =$	0,0205	$* 3,43 * 5,7 +$	0,0471	$* 34,62 * 5,7 =$	9,69 kN/m
$R_{y28} =$	0,8996	$* 3,43 * 2,45 +$	0,4735	$* 34,62 * 2,45 =$	47,72 kN/m

Arqueta desagüe (2 tuberías)

Esquema de cálculo: muro de l = 2,50 m



Cálculos de esfuerzos:

En este caso, el coeficiente de empuje resulta, según el valor de w_6 , el siguiente:

$$w_6 = (0,11835 * 33,13 + 0,50500 * 5,00) * F = 5,201E-04 \text{ m} < w_{lim} \Rightarrow \text{emp. al reposo}$$

A) Situación persistente o transitoria

a) empuje hidrostático

- momentos flectores

$M_{x1} =$	-0,01395	$* 1,00 * 5,7^2 =$	-0,45 kNm/m
$M_{x7} =$	-0,01276	$* 1,00 * 5,7^2 =$	-0,41 kNm/m
$M_{x11} =$	-0,01071	$* 1,00 * 5,7^2 =$	-0,35 kNm/m
$M_{x15} =$	-0,00757	$* 1,00 * 5,7^2 =$	-0,25 kNm/m
$M_{x19} =$	-0,00307	$* 1,00 * 5,7^2 =$	-0,10 kNm/m
$M_{x6} =$	0,00551	$* 1,00 * 5,7^2 =$	0,18 kNm/m
$M_{y22} =$	-0,02726	$* 1,00 * 2,45^2 =$	-0,16 kNm/m
$M_{y28} =$	-0,09812	$* 1,00 * 2,45^2 =$	-0,59 kNm/m

- reacciones:

$R_{x1} =$	0,1008	$* 1,00 * 5,7 =$	0,57 kN/m
$R_{x7} =$	0,1182	$* 1,00 * 5,7 =$	0,67 kN/m
$R_{x11} =$	0,1092	$* 1,00 * 5,7 =$	0,62 kN/m
$R_{x15} =$	0,1045	$* 1,00 * 5,7 =$	0,60 kN/m
$R_{x19} =$	0,0471	$* 1,00 * 5,7 =$	0,27 kN/m
$R_{y28} =$	0,4735	$* 1,00 * 2,45 =$	1,16 kN/m

b) empuje terreno+sobrecarga

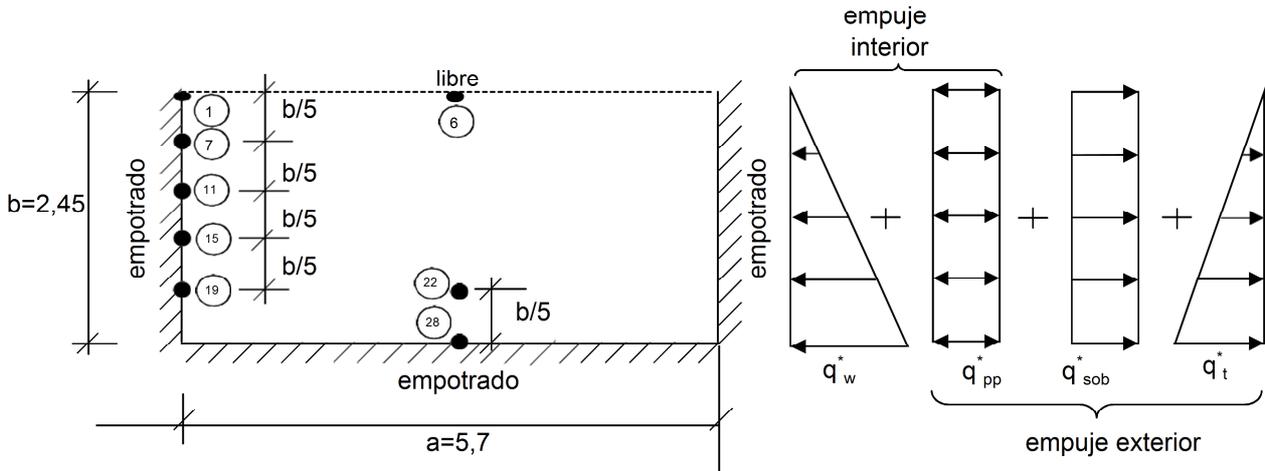
- momentos flectores

$M_{x1} =$	-0,05598	$* 5,00 * 5,7^2 +$	-0,01395	$* 33,13 * 5,7^2 =$	-24,11 kNm/m
$M_{x7} =$	-0,04560	$* 5,00 * 5,7^2 +$	-0,01276	$* 33,13 * 5,7^2 =$	-21,14 kNm/m
$M_{x11} =$	-0,03249	$* 5,00 * 5,7^2 +$	-0,01071	$* 33,13 * 5,7^2 =$	-16,80 kNm/m
$M_{x15} =$	-0,01898	$* 5,00 * 5,7^2 +$	-0,00757	$* 33,13 * 5,7^2 =$	-11,23 kNm/m
$M_{x19} =$	-0,00619	$* 5,00 * 5,7^2 +$	-0,00307	$* 33,13 * 5,7^2 =$	-4,31 kNm/m
$M_{x6} =$	0,02011	$* 5,00 * 5,7^2 +$	0,00551	$* 33,13 * 5,7^2 =$	9,20 kNm/m
$M_{y22} =$	-0,10891	$* 5,00 * 2,45^2 +$	-0,02726	$* 33,13 * 2,45^2 =$	-8,69 kNm/m
$M_{y28} =$	-0,25214	$* 5,00 * 2,45^2 +$	-0,09812	$* 33,13 * 2,45^2 =$	-27,08 kNm/m

- reacciones:

$R_{x1} =$	0,5850	$* 5,00 * 5,7 +$	0,1008	$* 33,13 * 5,7 =$	35,70 kN/m
$R_{x7} =$	0,4402	$* 5,00 * 5,7 +$	0,1182	$* 33,13 * 5,7 =$	34,86 kN/m
$R_{x11} =$	0,2744	$* 5,00 * 5,7 +$	0,1092	$* 33,13 * 5,7 =$	28,45 kN/m
$R_{x15} =$	0,1686	$* 5,00 * 5,7 +$	0,1045	$* 33,13 * 5,7 =$	24,54 kN/m
$R_{x19} =$	0,0205	$* 5,00 * 5,7 +$	0,0471	$* 33,13 * 5,7 =$	9,47 kN/m
$R_{y28} =$	0,8996	$* 5,00 * 2,45 +$	0,4735	$* 33,13 * 2,45 =$	49,45 kN/m

B) Situación sísmica



- momentos flectores

$M_{x1} =$	-0,05598	$* 0,28 * 5,7^2 +$	-0,01395	$* 1,05 * 5,7^2 =$	-0,99 kNm/m
$M_{x7} =$	-0,04560	$* 0,28 * 5,7^2 +$	-0,01276	$* 1,05 * 5,7^2 =$	-0,85 kNm/m
$M_{x11} =$	-0,03249	$* 0,28 * 5,7^2 +$	-0,01071	$* 1,05 * 5,7^2 =$	-0,66 kNm/m
$M_{x15} =$	-0,01898	$* 0,28 * 5,7^2 +$	-0,00757	$* 1,05 * 5,7^2 =$	-0,43 kNm/m
$M_{x19} =$	-0,00619	$* 0,28 * 5,7^2 +$	-0,00307	$* 1,05 * 5,7^2 =$	-0,16 kNm/m
$M_{x6} =$	0,02011	$* 0,28 * 5,7^2 +$	0,00551	$* 1,05 * 5,7^2 =$	0,37 kNm/m
$M_{y22} =$	-0,10891	$* 0,28 * 2,45^2 +$	-0,02726	$* 1,05 * 2,45^2 =$	-0,35 kNm/m
$M_{y28} =$	-0,25214	$* 0,28 * 2,45^2 +$	-0,09812	$* 1,05 * 2,45^2 =$	-1,04 kNm/m

- reacciones:

$R_{x1} =$	0,5850	$* 0,28 * 5,7 +$	0,1008	$* 1,05 * 5,7 =$	1,54 kN/m
$R_{x7} =$	0,4402	$* 0,28 * 5,7 +$	0,1182	$* 1,05 * 5,7 =$	1,41 kN/m
$R_{x11} =$	0,2744	$* 0,28 * 5,7 +$	0,1092	$* 1,05 * 5,7 =$	1,09 kN/m
$R_{x15} =$	0,1686	$* 0,28 * 5,7 +$	0,1045	$* 1,05 * 5,7 =$	0,89 kN/m
$R_{x19} =$	0,0205	$* 0,28 * 5,7 +$	0,0471	$* 1,05 * 5,7 =$	0,31 kN/m
$R_{y28} =$	0,8996	$* 0,28 * 2,45 +$	0,4735	$* 1,05 * 2,45 =$	1,83 kN/m

b) empuje exterior

- momentos flectores

$M_{x1} =$	-0,05598	$* 3,43 * 5,7^2 +$	-0,01395	$* 34,62 * 5,7^2 =$	-21,93 kNm/m
$M_{x7} =$	-0,04560	$* 3,43 * 5,7^2 +$	-0,01276	$* 34,62 * 5,7^2 =$	-19,44 kNm/m
$M_{x11} =$	-0,03249	$* 3,43 * 5,7^2 +$	-0,01071	$* 34,62 * 5,7^2 =$	-15,66 kNm/m
$M_{x15} =$	-0,01898	$* 3,43 * 5,7^2 +$	-0,00757	$* 34,62 * 5,7^2 =$	-10,62 kNm/m
$M_{x19} =$	-0,00619	$* 3,43 * 5,7^2 +$	-0,00307	$* 34,62 * 5,7^2 =$	-4,15 kNm/m
$M_{x6} =$	0,02011	$* 3,43 * 5,7^2 +$	0,00551	$* 34,62 * 5,7^2 =$	8,44 kNm/m
$M_{y22} =$	-0,10891	$* 3,43 * 2,45^2 +$	-0,02726	$* 34,62 * 2,45^2 =$	-7,91 kNm/m
$M_{y28} =$	-0,25214	$* 3,43 * 2,45^2 +$	-0,09812	$* 34,62 * 2,45^2 =$	-25,58 kNm/m

- reacciones:

$R_{x1} =$	0,5850	$* 3,43 * 5,7 +$	0,1008	$* 34,62 * 5,7 =$	31,33 kN/m
$R_{x7} =$	0,4402	$* 3,43 * 5,7 +$	0,1182	$* 34,62 * 5,7 =$	31,92 kN/m
$R_{x11} =$	0,2744	$* 3,43 * 5,7 +$	0,1092	$* 34,62 * 5,7 =$	26,92 kN/m
$R_{x15} =$	0,1686	$* 3,43 * 5,7 +$	0,1045	$* 34,62 * 5,7 =$	23,92 kN/m
$R_{x19} =$	0,0205	$* 3,43 * 5,7 +$	0,0471	$* 34,62 * 5,7 =$	9,69 kN/m
$R_{y28} =$	0,8996	$* 3,43 * 2,45 +$	0,4735	$* 34,62 * 2,45 =$	47,72 kN/m

Arqueta desagüe (2 tuberías)

2. Datos de la sección bruta

Canto h:	25	(cm)
Ancho b:	100	(cm)
Recubrimiento c:	5	(cm)

Armadura de tracción A_{S1} :

- nº de barras de la capa 1 n_1 :	6,67	
- diámetro de barras de la capa 1 \varnothing_1 :	12	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	0	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 \varnothing_2 :	0	(mm)
- área de armadura de tracción A_{S1} :	7,54	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{S1} a borde sección d':	5,60	(cm)
- canto útil de armadura A_{S1} d:	19,40	(cm)

Armadura de compresión A_{S2} :

Armadura de compresión A_{S2} :	5,65	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{S1} ρ_1 :	3,886E-03	
Cuantía geométrica de A_{S2} ρ_2 :	2,912E-03	

3. Esfuerzos de servicio

Momento M_0 :	0,59	(kNm)
-----------------	------	-------

4. Datos de la sección fisurada

Profundidad de fibra neutra X:	4,15	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	14.738	(cm ⁴)
Momento de fisuración M_{fis} :	40.732	(Nm)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	294,94	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	4,26	(N/mm ²)

5. Abertura característica de fisura

a) Separación media entre fisuras

Distancia entre barras longitudinales s_0 :		
- tipo de elemento (viga=1, muro o losa=2):	2	
- valor por geometría:	150,00	(mm)
- valor en fórmula:	150,00	(mm)
Coeficiente de la ley de tracciones k_1 :	0,125	
Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	625	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_m :	179,74	(mm)

b) Alargamiento medio de la armadura

Coeficiente de carga k_2 :	0,5	
Alargamiento medio ϵ_{sm} :		
- valor por fórmula:	-5,097E-02	
- valor mínimo:	8,529E-06	

c) Abertura característica de fisura w_k :

	0,0026	(mm)
--	--------	------

$w_k < w_{adm} = 0,30 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

Arqueta desagüe (2 tuberías)

Pasamos a una armadura realmente dispuesta $A_{s,real} = \emptyset 12 \text{ a } 15 = 7,54 \text{ cm}^2/\text{m}$ obteniendo los nuevos valores siguientes:

Armadura de tracción A_{s1}:		
- nº de barras de la capa 1 n_1 :	6,67	
- diámetro de barras de la capa 1 \emptyset_1 :	12	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	0	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 \emptyset_2 :	0	(mm)
- área de armadura de tracción A_{s1} :	7,54	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{s1} a borde sección d' :	5,60	(cm)
- canto útil de armadura A_{s1} d :	19,40	(cm)
Armadura de compresión A_{s2}:	5,65	(cm²)
Cuantía geométrica de A_{s1} ρ_1 :	3,887E-03	
Cuantía geométrica de A_{s2} ρ_2 :	2,912E-03	

Sección fisurada:		
Profundidad de fibra neutra X:	4,15	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	14.738	(cm ⁴)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	294,93	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	4,26	(N/mm ²)

Abertura característica de fisura		
Distancia entre barras longitudinales s_o :		
- valor por geometría:	149,99	(mm)
- valor en fórmula:	149,99	(mm)
Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	625	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_m :	179,73	(mm)
Alargamiento medio ϵ_{sm} :		
- valor por fórmula:	-5,097E-02	
- valor mínimo:	8,529E-06	
Abertura característica de fisura w_k :	0,0026	(mm)

$w_k < w_{adm} = 0,30 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

• Comprobación a cortante:

situación normal $V_o = R_{y28} = 1,16 \text{ kN/m}$
 $V_d = 1,74 \text{ kN/m}$

situación sísmica $V_o = R_{y28} = 1,83 \text{ kN/m}$
 $V_d = 1,83 \text{ kN/m}$

Armadura de tracción $A_s: 7,54 \text{ cm}^2/\text{m}$

canto útil de armadura $A_s: 19,40 \text{ cm}$

$$\xi = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 2,00 \text{ (máximo)} \quad \rho_l = \frac{A_s}{b \cdot d} = 3,886E-03$$

$$Vu2 = 105,52 \text{ kN/m} < Vu2, \text{min} = 150,27 \text{ kN/m}$$

$Vu2, \text{min} > Vd$

Arqueta desagüe (2 tuberías)

2. Datos de la sección bruta

Canto h:	25	(cm)
Ancho b:	100	(cm)
Recubrimiento c:	5	(cm)
Armadura de tracción A_{S1} :		
- nº de barras de la capa 1 n_1 :	6,67	
- diámetro de barras de la capa 1 \varnothing_1 :	12	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	0	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 \varnothing_2 :	0	(mm)
- área de armadura de tracción A_{S1} :	7,54	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{S1} a borde sección d' :	5,60	(cm)
- canto útil de armadura A_{S1} d:	19,40	(cm)
Armadura de compresión A_{S2} :	5,24	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{S1} ρ_1 :	3,888E-03	
Cuantía geométrica de A_{S2} ρ_2 :	2,701E-03	

3. Esfuerzos de servicio

Tracción N_o :	5,75	(kN)
Momento M_o :	4,53	(kNm)

4. Dimensionamiento a tracción:

Tensión de trabajo en tracción σ_{st} :	100,00	(N/mm ²)
Armadura de tracción $A_{s,t}$:	0,29	(cm ²)

5. Datos de la sección fisurada

Armadura disponible a flexión $A_{disp1,f}$:	7,26	(cm ²)
Armadura disponible a flexión $A_{disp2,f}$:	4,95	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{disp1} ρ_1 :	3,740E-03	
Cuantía geométrica de A_{disp2} ρ_2 :	2,553E-03	
Profundidad de fibra neutra X:	4,08	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	14.263	(cm ⁴)
Momento de fisuración M_{fis} :	40.732	(Nm)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	306,26	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	34,06	(N/mm ²)

6. Abertura característica de fisura

a) Separación media entre fisuras

Distancia entre barras longitudinales s_o :

- tipo de elemento (viga=1, muro o losa=2):	2	
- valor por geometría:	149,93	(mm)
- valor en fórmula:	149,93	(mm)

Coeficiente de la ley de tracciones k_1 :

Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:

Separación media entre fisuras s_m :

b) Alargamiento medio de la armadura

Coeficiente de carga k_2 :

Alargamiento medio ε_{sm} :

- valor por fórmula:

- valor mínimo:

c) Abertura característica de fisura w_k :

$w_k < w_{adm} = 0,30 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

Arqueta desagüe (2 tuberías)

Pasamos a una armadura realmente dispuesta $A_{s,real} = \emptyset 12 \text{ a } 15 = 7,54 \text{ cm}^2/\text{m}$ obteniendo los nuevos valores siguientes:

Armadura de tracción A_{s1} :		
- nº de barras de la capa 1 n_1 :	6,67	
- diámetro de barras de la capa 1 \emptyset_1 :	12	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	0	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 \emptyset_2 :	0	(mm)
- área de armadura de tracción A_{s1} :	7,54	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{s1} a borde sección d' :	5,60	(cm)
- canto útil de armadura A_{s1} d :	19,40	(cm)
Armadura de compresión A_{s2} :	5,24	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{s1} ρ_1 :	3,888E-03	
Cuantía geométrica de A_{s2} ρ_2 :	2,701E-03	

Sección fisurada		
Armadura disponible a flexión $A_{disp1,f}$:	7,26	(cm ²)
Armadura disponible a flexión $A_{disp2,f}$:	4,95	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{disp1} ρ_1 :	3,740E-03	
Cuantía geométrica de A_{disp2} ρ_2 :	2,553E-03	
Profundidad de fibra neutra X :	4,08	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	14.263	(cm ⁴)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	306,26	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	34,06	(N/mm ²)

Abertura característica de fisura		
Distancia entre barras longitudinales s_o :		
- valor por geometría:	149,93	(mm)
- valor en fórmula:	149,93	(mm)
Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	625	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_m :	181,67	(mm)
Alargamiento medio ϵ_{sm} :		
- valor por fórmula:	-6,714E-03	
- valor mínimo:	6,812E-05	
c) Abertura característica de fisura w_k :	0,0210	(mm)

$w_k < w_{adm} = 0,30 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

• Comprobación a cortante:

situación normal $V_o = R_x 7 = ,67 \text{ kN/m}$	situación sísmica $V_o = R_x 1 = 1,54 \text{ kN/m}$
$V_d = 1,01 \text{ kN/m}$	$V_d = 1,54 \text{ kN/m}$

Armadura de tracción A_s : 7,54 cm²/m canto útil de armadura A_s : 19,40 cm

$$\xi = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 2,00 \text{ (máximo)} \quad \rho_l = \frac{A_s}{b \cdot d} = 3,888E-03$$

$$V_{u2} = 105,52 \text{ kN/m} < V_{u2,min} = 150,27 \text{ kN/m}$$

$V_{u2,min} > V_d$

Arqueta desagüe (2 tuberías)

- distancia de c.d.g. de A_{s1} a borde sección d' :	5,60	(cm)
- canto útil de armadura A_{s1} d :	19,40	(cm)
Armadura de compresión A_{s2} :	5,65	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{s1} ρ_1 :	3,886E-03	
Cuantía geométrica de A_{s2} ρ_2 :	2,912E-03	
3. Esfuerzos de servicio		
Momento M_o :	27,08	(kNm)
4. Datos de la sección fisurada		
Profundidad de fibra neutra X :	4,15	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	14.736	(cm ⁴)
Momento de fisuración M_{fis} :	40.732	(N·m)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	294,97	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	196,08	(N/mm ²)
5. Abertura característica de fisura		
a) Separación media entre fisuras		
Distancia entre barras longitudinales s_o :		
- tipo de elemento (viga=1, muro o losa=2):	2	
- valor por geometría:	150,02	(mm)
- valor en fórmula:	150,02	(mm)
Coeficiente de la ley de tracciones k_1 :	0,125	
Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	625	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_m :	179,74	(mm)
b) Alargamiento medio de la armadura		
Coeficiente de carga k_2 :	0,5	
Alargamiento medio ϵ_{sm} :		
- valor por fórmula:	-1,289E-04	
- valor mínimo:	3,922E-04	
c) Abertura característica de fisura w_k :	0,1198	(mm)

$w_k > w_{adm} = 0,10 \Rightarrow$ Aumentar armadura

NO fisura

El momento de servicio es menor que el M_{fis} no fisura

• Comprobación a cortante:

situación normal $V_o = R_{y28} = 49,45$ kN/m
 $V_d = 74,17$ kN/m

situación sísmica $V_o = R_{y28} = 47,72$ kN/m
 $V_d = 47,72$ kN/m

Armadura de tracción $A_s: 7,54$ cm²/m

canto útil de armadura $A_s: 19,40$ cm

$$\xi = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 2,00 \text{ (máximo)} \quad \rho_l = \frac{A_s}{b \cdot d} = 3,887E-03$$

$$Vu_2 = 105,52 \text{ kN/m} < Vu_{2,min} = 150,27 \text{ kN/m}$$

$Vu_{2,min} > V_d$

Arqueta desagüe (2 tuberías)

- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	0	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 \varnothing_2 :	0	(mm)
- área de armadura de tracción A_{s1} :	7,54	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{s1} a borde sección d' :	5,60	(cm)
- canto útil de armadura A_{s1} d :	19,40	(cm)
Armadura de compresión A_{s2} :	7,54	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{s1} ρ_1 :	3,886E-03	
Cuantía geométrica de A_{s2} ρ_2 :	3,887E-03	

3. Esfuerzos de servicio

Momento M_o :	12,52	(kNm)
-----------------	-------	-------

4. Datos de la sección fisurada

Profundidad de fibra neutra X :	4,19	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	14.765	(cm ⁴)
Momento de fisuración M_{fis} :	40.732	(Nm)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	293,70	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	90,28	(N/mm ²)

5. Abertura característica de fisura

a) Separación media entre fisuras

Distancia entre barras longitudinales s_o :

- tipo de elemento (viga=1, muro o losa=2):	2	
- valor por geometría:	150,00	(mm)
- valor en fórmula:	150,00	(mm)
Coeficiente de la ley de tracciones k_1 :	0,125	
Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	625	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_m :	179,74	(mm)

b) Alargamiento medio de la armadura

Coeficiente de carga k_2 :	0,5	
Alargamiento medio ϵ_{sm} :		
- valor por fórmula:	-1,937E-03	
- valor mínimo:	1,806E-04	
c) Abertura característica de fisura w_k :	0,0552	(mm)

$w_k < w_{adm} = 0,10 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

• Comprobación a cortante:

situación normal $V_o = R_{x1} = 35,70 \text{ kN/m}$
 $V_d = 53,56 \text{ kN/m}$

situación sísmica $V_o = R_{x7} = 31,92 \text{ kN/m}$
 $V_d = 31,92 \text{ kN/m}$

Armadura de tracción A_s : 7,54 cm²/m

canto útil de armadura A_s : 19,40 cm

$$\xi = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 2,00 \text{ (máximo)} \quad \rho_l = \frac{A_s}{b \cdot d} = 3,886E-03$$

$$V_{u2} = 105,52 \text{ kN/m} < V_{u2,min} = 150,27 \text{ kN/m}$$

$V_{u2,min} > V_d$

LOSA DE CIMENTACIÓN

El cálculo de esfuerzos en la losa de cimentación se realiza asimilándola a una placa rectangular empotrada en su contorno y sometida a una carga uniforme perpendicular a su plano de valor igual a la diferencia entre la reacción del terreno (en sentido ascendente) y la carga hidrostática del interior (en sentido descendente).

Cargas sobre la cimentación:

A) Situación persistente o transitoria

1. Peso propio (sin contar la losa de cimentación)

	unidades	largo (m)	ancho (m)	espesor (m)	densidad (kN/m ³)	carga (kN)
muros:	2	6,20	2,85	0,25	25,00	220,88
	2	2,50	2,85	0,25	25,00	89,06
						$P_1 = 309,94 \text{ kN}$

2. Cargas permanentes

terreno s/tacón	2	6,70	2,45	0,25	20,00	164,15
	2	3,00	2,45	0,25	20,00	73,50
equipos	1	2,70	2,50		5,00	33,75
trámex	1	2,70	2,50	1,00	4,00	27,00
						$P_2 = 298,40 \text{ kN}$

3. Sobrecargas

sob.uso s/terr.	2	6,70		0,25	10,00	33,50
	2	3,00		0,25	10,00	15,00
sob.uso s/tr.	1	2,70	2,50		5,00	33,75
						$Q_1 = 82,25 \text{ kN}$

4. Líquido interior

líquido	1	5,70	2,50	0,10	10,00	14,25 kN
						$Q_2 = 14,25 \text{ kN}$

Hipótesis I: depósito vacío

$$\text{peso propio} + \text{cargas permanentes} = P_1 + P_2 = 608,34 \text{ kN}$$

$$\text{sobrecargas } Q = 82,25 \text{ kN}$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{carga total} = 690,59 \text{ kN} \\ \text{carga perm.} = 608,34 \text{ kN} \\ \text{sobrecarga} = 82,25 \text{ kN} \end{array} \right\}$$

$$\text{superficie de apoyo} = 23,45 \text{ m}^2$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{tensión sobre el terreno } \sigma_t = 29,45 \text{ kN/m}^2 \\ \sigma_{cp} = 25,94 \text{ kN/m}^2 \\ \sigma_{sob} = 3,51 \text{ kN/m}^2 \end{array} \right\}$$

$$\text{carga hidrostática} = 0,00 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{carga sobre la placa } q = 29,45 \text{ kN/m}^2$$

Hipótesis II: depósito lleno

$$\text{peso del líquido} = 14,25 \text{ kN}$$

$$\text{Incremento de tensión del terreno debido al peso del líquido: } \Delta\sigma_t = 0,61 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{tensión sobre el terreno } \sigma_t = 30,06 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{carga hidrostática } \sigma_w = 1,00 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{carga sobre la placa } q = 29,06 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{tensión s/ terreno con cimentación } \sigma_{tot} = 36,31 \text{ kN/m}^2$$

$$< \sigma_{adm} = 150,00 \text{ kN/m}^2$$

Arqueta desagüe (2 tuberías)

B) Situación sísmica

coeficiente sísmico vertical: $v = 0,70 \cdot s = 0,032$ (70% del coef. sísm. horiz.)

1. Peso propio (sin contar la losa de cimentación)

$$P_1^* = P_1 \cdot (1 + v) = 319,86 \text{ kN}$$

2. Cargas permanentes

$$P_2^* = P_2 \cdot (1 + v) = 307,95 \text{ kN}$$

3. Sobrecargas

coef. simultaneidad $\psi_2 = 0,60$

$$Q_1^* = Q_1 \cdot \psi_2 \cdot (1 + v) = 50,93 \text{ kN}$$

4. Líquido interior

$$Q_2^* = Q_2 \cdot (1 + v) = 14,71 \text{ kN}$$

Hipótesis I: depósito vacío

peso propio + cargas permanentes = $P_1^* + P_2^* = 627,80 \text{ kN}$
sobrecargas $Q^* = 50,93 \text{ kN}$

carga total = 678,73 kN } carga perm. = 627,80 kN
sobrecarga = 50,93 kN

superficie de apoyo = 23,45 m²
tensión sobre el terreno $\sigma_t = 28,94 \text{ kN/m}^2$ } $\sigma_{\text{cp}}^* = 26,77 \text{ kN/m}^2$
 $\sigma_{\text{sob}}^* = 2,17 \text{ kN/m}^2$

carga hidrostática = 0,00 kN/m²
carga sobre la placa $q^* = 28,94 \text{ kN/m}^2$

Hipótesis II: depósito lleno

peso del líquido $Q_2^* = 14,71 \text{ kN}$

Incremento de tensión del terreno debido al peso del líquido:

$$\Delta\sigma_t = 0,63 \text{ kN/m}^2$$

tensión sobre el terreno $\sigma_t = 29,57 \text{ kN/m}^2$

carga hidrostática $\sigma_w = 1,03 \text{ kN/m}^2$

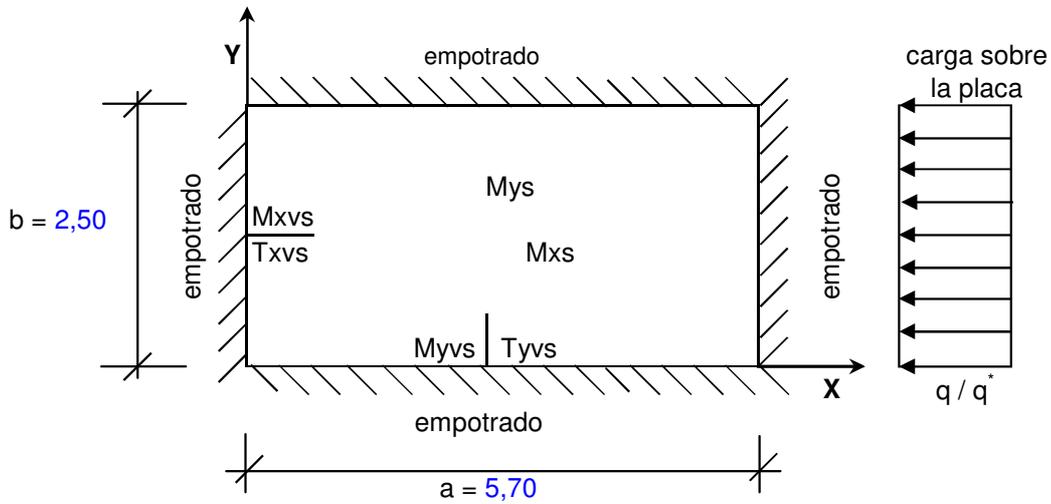
carga sobre la placa $q^* = 28,54 \text{ kN/m}^2$

tensión s/ terreno con cimentación $\sigma_{\text{tcf}}^* = 36,02 \text{ kN/m}^2$

$< \sigma^*_{\text{adm}} = 225,00 \text{ kN/m}^2$

Arqueta desagüe (2 tuberías)

Esquema de cálculo:



$$\gamma = \frac{a}{b} = 2,28 \qquad \mu = 0,25 \text{ (coef. de Poisson)}$$

Cálculos de esfuerzos:

Los esfuerzos en las secciones señaladas son los siguientes:

A) Situación persistente o transitoria

a) depósito vacío

- momentos flectores

$$M_{xs} = 0,00340 \cdot 29,45 \cdot 5,70^2 = 3,25 \text{ kNm/m}$$

$$M_{xvs} = -0,01430 \cdot 29,45 \cdot 5,70^2 = -13,68 \text{ kNm/m}$$

$$M_{ys} = 0,04090 \cdot 29,45 \cdot 2,50^2 = 7,53 \text{ kNm/m}$$

$$M_{yvs} = -0,08330 \cdot 29,45 \cdot 2,50^2 = -15,33 \text{ kNm/m}$$

- reacciones:

$$T_{xvs} = 0,2350 \cdot 29,45 \cdot 5,70 = 39,45 \text{ kN/m}$$

$$T_{yvs} = 0,5240 \cdot 29,45 \cdot 2,50 = 38,58 \text{ kN/m}$$

b) depósito lleno

- momentos flectores

$$M_{xs} = 0,00340 \cdot 29,06 \cdot 5,70^2 = 3,21 \text{ kNm/m}$$

$$M_{xvs} = -0,01430 \cdot 29,06 \cdot 5,70^2 = -13,50 \text{ kNm/m}$$

$$M_{ys} = 0,04090 \cdot 29,06 \cdot 2,50^2 = 7,43 \text{ kNm/m}$$

$$M_{yvs} = -0,08330 \cdot 29,06 \cdot 2,50^2 = -15,13 \text{ kNm/m}$$

- reacciones:

$$T_{xvs} = 0,2350 \cdot 29,06 \cdot 5,70 = 38,92 \text{ kN/m}$$

$$T_{yvs} = 0,5240 \cdot 29,06 \cdot 2,50 = 38,06 \text{ kN/m}$$

B) Situación sísmica

a) depósito vacío

- momentos flectores

$$M_{xs} = 0,00340 * 28,94 * 5,70^2 = 3,20 \text{ kNm/m}$$

$$M_{xvs} = -0,01430 * 28,94 * 5,70^2 = -13,45 \text{ kNm/m}$$

$$M_{ys} = 0,04090 * 28,94 * 2,50^2 = 7,40 \text{ kNm/m}$$

$$M_{yvs} = -0,08330 * 28,94 * 2,50^2 = -15,07 \text{ kNm/m}$$

- reacciones:

$$T_{xvs} = 0,2350 * 28,94 * 5,70 = 38,77 \text{ kN/m}$$

$$T_{yvs} = 0,5240 * 28,94 * 2,50 = 37,92 \text{ kN/m}$$

b) depósito lleno

- momentos flectores

$$M_{xs} = 0,00340 * 28,54 * 5,70^2 = 3,15 \text{ kNm/m}$$

$$M_{xvs} = -0,01430 * 28,54 * 5,70^2 = -13,26 \text{ kNm/m}$$

$$M_{ys} = 0,04090 * 28,54 * 2,50^2 = 7,30 \text{ kNm/m}$$

$$M_{yvs} = -0,08330 * 28,54 * 2,50^2 = -14,86 \text{ kNm/m}$$

- reacciones:

$$T_{xvs} = 0,2350 * 28,54 * 5,70 = 38,23 \text{ kN/m}$$

$$T_{yvs} = 0,5240 * 28,54 * 2,50 = 37,39 \text{ kN/m}$$

Dimensionamiento de armaduras:

- Materiales y coeficientes de seguridad:

		Situación normal	Situación accidental
• Materiales:	Hormigón $f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$	$\gamma_c = 1,50$	$\gamma_c = 1,30$
	Acero $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$	$\gamma_s = 1,15$	$\gamma_s = 1,00$
• Acciones:	cargas permanentes	$\gamma_{fG} = 1,35$	$\gamma_{fG} = 1,00$
	sobrecargas	$\gamma_{fQ} = 1,50$	$\gamma_{fQ} = 1,00$

- Armadura inferior paralela al eje Y:

sección: centro empotramiento lado X

Esfuerzos de servicio: depósito vacío

situación normal: $M_0 = M_{yvs} = 15,33 \text{ kNm/m}$

situación sísmica: $M_0 = M_{yvs} = 15,07 \text{ kNm/m}$

- Por rotura a flexión: dimensiones sección de hormigón: ancho $b = 1,00 \text{ m}$
canto $h = 0,25 \text{ m}$
canto útil $d = 0,19 \text{ m}$

A) Situación persistente o transitoria

Esfuerzo mayorado $M_d = 20,97 \text{ kNm/m} \Rightarrow \mu_d = 0,029$
 $\omega = 0,031 \Rightarrow A_s = 2,71 \text{ cm}^2/\text{m}$

B) Situación sísmica

Esfuerzo mayorado $M_d = 15,07 \text{ kNm/m} \Rightarrow \mu_d = 0,018$
 $\omega = 0,020 \Rightarrow A_s = 1,76 \text{ cm}^2/\text{m}$

Armadura mínima mecánica $= \alpha \cdot A_s = 1,205 \cdot 2,71 = 3,27 \text{ cm}^2/\text{m}$ (cara tracción)

Armadura mínima geométrica $= 0,0009 \cdot b \cdot h = 2,25 \text{ cm}^2/\text{m}$ (cara tracción)

Se dispone una armadura dada por: $A_s = \text{Ø}25 \text{ a } 0,20$

- Por fisuración: $w_{adm} = 0,10 \text{ mm}$ recub. $c = 0,050 \text{ m}$

$K_{sob} = (\sigma_{cp} + 0,50 \cdot \sigma_{sob}) / \sigma_t = 0,94$ (se considera sobrec. cuasipermanente el 50,00% de la sobrecarga total)

$M'_o = M_o \cdot K_{sob} = 14,42 \text{ kNm/m}$

Partiendo de una armadura realmente dispuesta $A_{s,real} = \text{Ø}12 \text{ a } 15 = 7,54 \text{ cm}^2/\text{m}$ obtenemos:

1. Datos de los materiales

Módulo deformación longitudinal del acero E_s :	200.000	(N/mm ²)
Resistencia característica del hormigón f_{ck} :	30	(N/mm ²)
Resistencia media del hormigón f_{cm} :	38	(N/mm ²)
Módulo deformación longitudinal del hormigón E_c :	28.577	(N/mm ²)
Coefficiente de equivalencia n :	7,00	
Resistencia media del hormigón a tracción $f_{ct,m}$:	2,90	(N/mm ²)
Resistencia media del hormigón a flexotracción $f_{ct,m,fl}$:	3,91	(N/mm ²)

2. Datos de la sección bruta

Canto h :	25	(cm)
Ancho b :	100	(cm)
Recubrimiento c :	5	(cm)
Armadura de tracción A_{s1} :		
- nº de barras de la capa 1 n_1 :	6,67	

Arqueta desagüe (2 tuberías)

- diámetro de barras de la capa 1 \varnothing_1 :	12	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	0	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 \varnothing_2 :	0	(mm)
- área de armadura de tracción A_{s1} :	7,54	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{s1} a borde sección d' :	5,60	(cm)
- canto útil de armadura A_{s1} d :	19,40	(cm)
Armadura de compresión A_{s2} :	10,05	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{s1} ρ_1 :	3,886E-03	
Cuantía geométrica de A_{s2} ρ_2 :	5,180E-03	

Arqueta desagüe (2 tuberías)

3. Esfuerzos de servicio		
Momento M_o :	14,42	(kNm)
4. Datos de la sección fisurada		
Profundidad de fibra neutra X:	4,23	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	14.798	(cm ⁴)
Momento de fisuración M_{fis} :	40.732	(N·m)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	292,15	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	103,42	(N/mm ²)
5. Abertura característica de fisura		
a) Separación media entre fisuras		
Distancia entre barras longitudinales s_o :		
- tipo de elemento (viga=1, muro o losa=2):	2	
- valor por geometría:	150,00	(mm)
- valor en fórmula:	150,00	(mm)
Coeficiente de la ley de tracciones k_1 :	0,125	
Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	625	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_m :	179,74	(mm)
b) Alargamiento medio de la armadura		
Coeficiente de carga k_2 :	0,5	
Alargamiento medio ϵ_{sm} :		
- valor por fórmula:	-1,546E-03	
- valor mínimo:	2,068E-04	
c) Abertura característica de fisura w_k :	0,0632	(mm)

$w_k < w_{adm} = 0,10 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

Arqueta desagüe (2 tuberías)

En hipótesis de depósito lleno, los esfuerzos para la comprobación de fisuración son los siguientes:

$$M_o = M_{yvs} \square K'_{sob} = 14,21 \text{ kNm/m}$$

$$N_o = R_{y28} = 1,16 \text{ kN/m}$$

$$K'_{sob} = (\sigma_{cp} + 0,50 \square \sigma_{sob} + \Delta\sigma_t - \sigma_w) / q = 0,94 \quad \text{(se considera sobrec. cuasipermanente el 50,00% de la sobrecarga total)}$$

Y para la misma armadura obtenida anteriormente $A_{s,real} = \emptyset 12 \text{ a } 15 + \emptyset 25 \text{ a } 12,5 = 46,81 \text{ cm}^2/\text{m}$ obtenemos los siguientes resultados:

Dimensionamiento a tracción:

Tensión de trabajo en tracción σ_{st} :	150,00	(N/mm ²)
Armadura de tracción $A_{s,t}$:	0,04	(cm ²)

Datos de la sección fisurada

Armadura disponible a flexión $A_{disp1,f}$:	46,77	(cm ²)
---	-------	--------------------

Armadura disponible a flexión $A_{disp2,f}$:	7,50	(cm ²)
---	------	--------------------

Cuantía geométrica de A_{disp1} ρ_1 :	3,076E-02	
--	-----------	--

Cuantía geométrica de A_{disp2} ρ_2 :	4,933E-03	
--	-----------	--

Profundidad de fibra neutra X:	7,35	(cm)
--------------------------------	------	------

Inercia fisurada I_{fis} :	33.748	(cm ⁴)
------------------------------	--------	--------------------

Tensiones en la armadura de tracción:

- en el instante de fisuración σ_{sr} :	66,36	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	23,16	(N/mm ²)

Abertura característica de fisura

Distancia entre barras longitudinales s_o :

- valor por geometría:	149,99	(mm)
------------------------	--------	------

- valor en fórmula:	149,99	(mm)
---------------------	--------	------

Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	625	(cm ²)
--------------------------------------	-----	--------------------

Separación media entre fisuras s_m :	138,02	(mm)
--	--------	------

Alargamiento medio ϵ_{sm} :

- valor por fórmula:	-3,596E-04	
----------------------	------------	--

- valor mínimo:	4,632E-05	
-----------------	-----------	--

c) Abertura característica de fisura w_k :	0,0109	(mm)
--	--------	------

$w_k < w_{adm} = 0,10 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

• Comprobación a cortante:

situación normal: $V_o = T_{yvs} = 38,58 \text{ kN/m}$

$V_d = 52,77 \text{ kN/m}$

situación sísmica: $V_o = T_{yvs} = 37,92 \text{ kN/m}$

$V_d = 37,92 \text{ kN/m}$

Armadura de tracción A_s : 7,54 cm²/m

canto útil de armadura A_s : 19,40 cm

$$\xi = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 2,00 \text{ (máximo)} \quad \rho_l = \frac{A_s}{b \cdot d} = 3,886E-03$$

$$Vu2 = 105,52 \text{ kN/m} < Vu2, \text{min} = 150,27 \text{ kN/m}$$

$Vu2, \text{min} > Vd$

- Armadura superior paralela al eje Y:

Se dimensiona con los mismos esfuerzos obtenidos en el arranque del muro, por el necesario equilibrio del nudo en la unión muro-losa:

sección: centro empotramiento lado X

Hipótesis: depósito lleno

A) Situación persistente o transitoria

$$\begin{aligned} \text{Esfuerzos de servicio: } M_o &= M_{y28} = 0,59 \text{ kNm/m} \\ N_o &= R_{y28} = 1,16 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

B) Situación sísmica

$$\begin{aligned} \text{Esfuerzos de servicio: } M_o &= M_{y28} = 1,04 \text{ kNm/m} \\ N_o &= R_{y28} = 1,83 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

• Por tracción:

Con una tensión de trabajo del acero de $\sigma_s = 100 \text{ N/mm}^2$, tenemos:

$$\begin{aligned} A_{s,t} &= 0,06 \text{ cm}^2/\text{m} && \text{(situación normal)} \\ A_{s,t} &= 0,09 \text{ cm}^2/\text{m} && \text{(nivel sísmica)} \end{aligned}$$

• Por rotura a flexión:

dimensiones sección de hormigón:

$$\begin{aligned} \text{ancho } b &= 1,00 \text{ m} \\ \text{canto } h &= 0,25 \text{ m} \\ \text{canto útil } d &= 0,19 \text{ m} \end{aligned}$$

A) Situación persistente o transitoria

$$\begin{aligned} \text{Esfuerzo mayorado } M_d &= ,88 \text{ kNm/m} && \Rightarrow && \mu_d = 0,001 \\ \omega &= 0,003 && \Rightarrow && A_{s,f} = ,28 \text{ cm}^2/\text{m} \end{aligned}$$

B) Situación sísmica

$$\begin{aligned} \text{Esfuerzo mayorado } M_d &= 1,04 \text{ kNm/m} && \Rightarrow && \mu_d = 0,001 \\ \omega &= 0,003 && \Rightarrow && A_{s,f} = ,28 \text{ cm}^2/\text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Armadura total} &= A_{s,t} + A_{s,f} = ,34 \text{ cm}^2/\text{m} && \text{(situación normal)} \\ \text{Armadura total} &= A_{s,t} + A_{s,f} = ,38 \text{ cm}^2/\text{m} && \text{(situación sísmica)} \end{aligned}$$

$$\text{Armadura mínima mecánica} = \alpha * A_s = 1,459 * 0,38 = 0,55 \text{ cm}^2/\text{m} \quad \text{(cara tracción)}$$

$$\text{Armadura mínima geométrica} = 0,0009 * b * h = 2,25 \text{ cm}^2/\text{m} \quad \text{(cara tracción)}$$

$$\text{Se dispone una armadura dada por: } A_{s,tot} = \text{Ø16 a } 0,125$$

• Por fisuración:

$$w_{adm} = 0,30 \text{ mm}$$

$$\text{recub.c} = 0,050 \text{ m}$$

Partiendo de una armadura realmente dispuesta $A_{s,real} = \text{Ø12 a } 15 = 7,54 \text{ cm}^2/\text{m}$ obtenemos:

1. Datos de los materiales

Módulo deformación longitudinal del acero E_s :	200.000	(N/mm ²)
Resistencia característica del hormigón f_{ck} :	30	(N/mm ²)
Resistencia media del hormigón f_{cm} :	38	(N/mm ²)
Módulo deformación longitudinal del hormigón E_c :	28.577	(N/mm ²)
Coefficiente de equivalencia n:	7,00	
Resistencia media del hormigón a tracción $f_{ct,m}$:	2,90	(N/mm ²)
Resistencia media del hormigón a flexotracción $f_{ct,m,fl}$:	3,91	(N/mm ²)

Arqueta desagüe (2 tuberías)

2. Datos de la sección bruta

Canto h:	25	(cm)
Ancho b:	100	(cm)
Recubrimiento c:	5	(cm)
Armadura de tracción A_{s1} :		
- nº de barras de la capa 1 n_1 :	6,67	
- diámetro de barras de la capa 1 \varnothing_1 :	12	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	0	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 \varnothing_2 :	0	(mm)
- área de armadura de tracción A_{s1} :	7,54	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{s1} a borde sección d' :	5,60	(cm)
- canto útil de armadura A_{s1} d:	19,40	(cm)
Armadura de compresión A_{s2} :	5,65	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{s1} ρ_1 :	3,886E-03	
Cuantía geométrica de A_{s2} ρ_2 :	2,912E-03	

3. Esfuerzos de servicio

Tracción N_o :	1,16	(kN)
Momento M_o :	0,59	(kNm)

4. Dimensionamiento a tracción:

Tensión de trabajo en tracción σ_{st} :	100,00	(N/mm ²)
Armadura de tracción $A_{s,t}$:	0,06	(cm ²)

5. Datos de la sección fisurada

Armadura disponible a flexión $A_{disp1,f}$:	7,48	(cm ²)
Armadura disponible a flexión $A_{disp2,f}$:	5,59	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{disp1} ρ_1 :	3,857E-03	
Cuantía geométrica de A_{disp2} ρ_2 :	2,882E-03	
Profundidad de fibra neutra X:	4,14	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	14.642	(cm ⁴)
Momento de fisuración M_{fis} :	40.732	(N·m)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	297,13	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	4,30	(N/mm ²)

6. Abertura característica de fisura

a) Separación media entre fisuras

Distancia entre barras longitudinales s_o :		
- tipo de elemento (viga=1, muro o losa=2):	2	
- valor por geometría:	150,00	(mm)
- valor en fórmula:	150,00	(mm)
Coefficiente de la ley de tracciones k_1 :	0,125	
Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	625	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_m :	180,12	(mm)

b) Alargamiento medio de la armadura

Coefficiente de carga k_2 :	0,5	
Alargamiento medio ϵ_{sm} :		
- valor por fórmula:	-5,135E-02	
- valor mínimo:	8,592E-06	

c) Abertura característica de fisura w_k :	0,0026	(mm)
--	--------	------

$w_k < w_{adm} = 0,30 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

Arqueta desagüe (2 tuberías)

Pasamos a una armadura realmente dispuesta $A_{s,real} = \emptyset 12 \text{ a } 15 + \emptyset 16 \text{ a } 12,5 = 23,63 \text{ cm}^2/\text{m}$ obteniendo los nuevos valores siguientes:

Armadura de tracción A_{s1}:		
- nº de barras de la capa 1 n_1 :	6,67	
- diámetro de barras de la capa 1 \emptyset_1 :	12	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	5	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	8,00	
- diámetro de barras de la capa 2 \emptyset_2 :	16	(mm)
- área de armadura de tracción A_{s1} :	23,63	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{s1} a borde sección d' :	9,00	(cm)
- canto útil de armadura A_{s1} d :	16,00	(cm)
Armadura de compresión A_{s2}:	5,65	(cm²)
Cuántía geométrica de A_{s1} ρ_1 :	1,477E-02	
Cuántía geométrica de A_{s2} ρ_2 :	3,532E-03	
Sección fisurada		
Armadura disponible a flexión $A_{disp1,f}$:	23,57	(cm ²)
Armadura disponible a flexión $A_{disp2,f}$:	5,59	(cm ²)
Cuántía geométrica de A_{disp1} ρ_1 :	1,473E-02	
Cuántía geométrica de A_{disp2} ρ_2 :	3,496E-03	
Profundidad de fibra neutra X :	5,96	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	24.032	(cm ⁴)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	119,07	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	1,72	(N/mm ²)
Abertura característica de fisura		
Distancia entre barras longitudinales s_o :		
- valor por geometría:	149,99	(mm)
- valor en fórmula:	149,99	(mm)
Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	625	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_m :	145,91	(mm)
Alargamiento medio ϵ_{sm} :		
- valor por fórmula:	-2,058E-02	
- valor mínimo:	3,443E-06	
c) Abertura característica de fisura w_k :	0,0009	(mm)

$w_k < w_{adm} = 0,30 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

Arqueta desagüe (2 tuberías)

- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	0	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 \varnothing_2 :	0	(mm)
- área de armadura de tracción A_{s_1} :	7,54	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{s_1} a borde sección d' :	5,60	(cm)
- canto útil de armadura A_{s_1} d :	19,40	(cm)
Armadura de compresión A_{s_2} :	5,65	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{s_1} ρ_1 :	3,886E-03	
Cuantía geométrica de A_{s_2} ρ_2 :	2,912E-03	

Arqueta desagüe (2 tuberías)

3. Esfuerzos de servicio		
Momento M_o :	12,87	(kNm)
4. Datos de la sección fisurada		
Profundidad de fibra neutra X:	4,15	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	14.736	(cm ⁴)
Momento de fisuración M_{fis} :	40.732	(N·m)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	294,97	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	93,18	(N/mm ²)
5. Abertura característica de fisura		
a) Separación media entre fisuras		
Distancia entre barras longitudinales s_o :		
- tipo de elemento (viga=1, muro o losa=2):	2	
- valor por geometría:	150,02	(mm)
- valor en fórmula:	150,02	(mm)
Coeficiente de la ley de tracciones k_1 :	0,125	
Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	625	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_m :	179,74	(mm)
b) Alargamiento medio de la armadura		
Coeficiente de carga k_2 :	0,5	
Alargamiento medio ε_{sm} :		
- valor por fórmula:	-1,868E-03	
- valor mínimo:	1,864E-04	
c) Abertura característica de fisura w_k :	0,0569	(mm)

$w_k < w_{adm} = 0,10 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

Arqueta desagüe (2 tuberías)

En hipótesis de depósito lleno, los esfuerzos para la comprobación de fisuración son los siguientes:

$$M_o = M_{xvs} \square K'_{sob} = 12,69 \text{ kNm/m}$$

$$N_o = R_{y28} = 1,16 \text{ kN/m}$$

$$K'_{sob} = (\sigma_{cp} + 0,50 \square \sigma_{sob} + \Delta_{ot} - \sigma_w) / q = 0,94 \quad \text{(se considera sobrec. cuasipermanente el 50,00% de la sobrecarga total)}$$

Y para la misma armadura obtenida anteriormente $A_{s,real} = \emptyset 12 \text{ a } 15 = 7,54 \text{ cm}^2/\text{m}$ obtenemos los siguientes resultados:

Dimensionamiento a tracción:

Tensión de trabajo en tracción σ_{st} :	150,00	(N/mm ²)
Armadura de tracción $A_{s,t}$:	0,04	(cm ²)

Datos de la sección fisurada

Armadura disponible a flexión $A_{disp1,f}$:	7,50	(cm ²)
Armadura disponible a flexión $A_{disp2,f}$:	7,50	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{disp1} ρ_1 :	3,867E-03	
Cuantía geométrica de A_{disp2} ρ_2 :	3,867E-03	
Profundidad de fibra neutra X:	4,18	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	14.702	(cm ⁴)

Tensiones en la armadura de tracción:

- en el instante de fisuración σ_{sr} :	295,11	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	91,91	(N/mm ²)

Abertura característica de fisura

Distancia entre barras longitudinales s_o :

- valor por geometría:	149,99	(mm)
- valor en fórmula:	149,99	(mm)

Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:

625 (cm²)

Separación media entre fisuras s_m :

179,99 (mm)

Alargamiento medio ϵ_{sm} :

- valor por fórmula:	-1,909E-03	
- valor mínimo:	1,838E-04	

c) Abertura característica de fisura w_k :

0,0562 (mm)

$w_k < w_{adm} = 0,10 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

• Comprobación a cortante:

situación normal: $V_o = T_{xvs} = 39,45 \text{ kN/m}$
 $V_d = 53,96 \text{ kN/m}$

situación sísmica: $V_o = T_{xvs} = 38,77 \text{ kN/m}$
 $V_d = 38,77 \text{ kN/m}$

Armadura de tracción A_s : 7,54 cm²/m

canto útil de armadura A_s : 19,40 cm

$$\xi = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 2,00 \text{ (máximo)} \quad \rho_l = \frac{A_s}{b \cdot d} = 3,886E-03$$

$$Vu2 = 105,52 \text{ kN/m} < Vu2,min = 150,27 \text{ kN/m}$$

$Vu2,min > Vd$

- Armadura superior paralela al eje X:

Se dimensiona con los mismos esfuerzos obtenidos en el arranque del muro, por el necesario equilibrio del nudo en la unión muro-losa:

sección: centro empotramiento lado Y

Hipótesis: depósito lleno

A) Situación persistente o transitoria

$$\begin{aligned} \text{Esfuerzos de servicio:} \quad M_o &= M_{y28} = 0,59 \text{ kNm/m} \\ N_o &= R_{y28} = 1,16 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

B) Situación sísmica

$$\begin{aligned} \text{Esfuerzos de servicio:} \quad M_o &= M_{y28} = 1,04 \text{ kNm/m} \\ N_o &= R_{y28} = 1,83 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

• Por tracción:

Con una tensión de trabajo del acero de $\sigma_s = 100 \text{ N/mm}^2$, tenemos:

$$\begin{aligned} A_{s,t} &= 0,06 \text{ cm}^2/\text{m} && \text{(situación normal)} \\ A_{s,t} &= 0,09 \text{ cm}^2/\text{m} && \text{(situación sísmica)} \end{aligned}$$

• Por rotura a flexión:

dimensiones sección de hormigón:

ancho $b = 1,00 \text{ m}$
canto $h = 0,25 \text{ m}$
canto útil $d = 0,19 \text{ m}$

A) Situación persistente o transitoria

$$\begin{aligned} \text{Esfuerzo mayorado} \quad M_d &= ,88 \text{ kNm/m} && \Rightarrow && \mu_d = 0,001 \\ \omega &= 0,003 && \Rightarrow && A_{s,f} = 0,28 \text{ cm}^2/\text{m} \end{aligned}$$

B) Situación sísmica

$$\begin{aligned} \text{Esfuerzo mayorado} \quad M_d &= 1,04 \text{ kNm/m} && \Rightarrow && \mu_d = 0,001 \\ \omega &= 0,003 && \Rightarrow && A_{s,f} = 0,30 \text{ cm}^2/\text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Armadura total} &= A_{s,t} + A_{s,f} = ,34 \text{ cm}^2/\text{m} && \text{(situación normal)} \\ \text{Armadura total} &= A_{s,t} + A_{s,f} = ,39 \text{ cm}^2/\text{m} && \text{(situación sísmica)} \end{aligned}$$

$$\text{Armadura mínima mecánica} = \alpha * A_s = 1,457 * 0,39 = 0,57 \text{ cm}^2/\text{m} \quad \text{(cara tracción)}$$

$$\text{Armadura mínima geométrica} = 0,0009 * b * h = 2,25 \text{ cm}^2/\text{m} \quad \text{(cara tracción)}$$

Se dispone una armadura dada por: $A_{s,tot} = \text{Ø}20 \text{ a } 0,20$

• Por fisuración:

$w_{adm} = 0,30 \text{ mm}$

recub. $c = 0,050 \text{ m}$

Partiendo de una armadura realmente dispuesta $A_{s,real} = \text{Ø}12 \text{ a } 15 = 7,54 \text{ cm}^2/\text{m}$ obtenemos:

1. Datos de los materiales

Módulo deformación longitudinal del acero E_s :	200.000	(N/mm ²)
Resistencia característica del hormigón f_{ck} :	30	(N/mm ²)
Resistencia media del hormigón f_{cm} :	38	(N/mm ²)
Módulo deformación longitudinal del hormigón E_c :	28.577	(N/mm ²)
Coefficiente de equivalencia n :	7,00	
Resistencia media del hormigón a tracción $f_{ct,m}$:	2,90	(N/mm ²)
Resistencia media del hormigón a flexotracción $f_{ct,m,fl}$:	3,91	(N/mm ²)

Arqueta desagüe (2 tuberías)

2. Datos de la sección bruta

Canto h:	25	(cm)
Ancho b:	100	(cm)
Recubrimiento c:	5	(cm)
Armadura de tracción A_{S1} :		
- nº de barras de la capa 1 n_1 :	6,67	
- diámetro de barras de la capa 1 \varnothing_1 :	12	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	0	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 \varnothing_2 :	0	(mm)
- área de armadura de tracción A_{S1} :	7,54	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{S1} a borde sección d':	5,60	(cm)
- canto útil de armadura A_{S1} d:	19,40	(cm)
Armadura de compresión A_{S2} :	5,65	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{S1} ρ_1 :	3,886E-03	
Cuantía geométrica de A_{S2} ρ_2 :	2,912E-03	

3. Esfuerzos de servicio

Tracción N_o :	1,16	(kN)
Momento M_o :	0,59	(kNm)

4. Dimensionamiento a tracción:

Tensión de trabajo en tracción σ_{st} :	100,00	(N/mm ²)
Armadura de tracción $A_{s,t}$:	0,06	(cm ²)

5. Datos de la sección fisurada

Armadura disponible a flexión $A_{disp1,f}$:	7,48	(cm ²)
Armadura disponible a flexión $A_{disp2,f}$:	5,59	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{disp1} ρ_1 :	3,857E-03	
Cuantía geométrica de A_{disp2} ρ_2 :	2,882E-03	
Profundidad de fibra neutra X:	4,14	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	14.642	(cm ⁴)
Momento de fisuración M_{fis} :	40.732	(N·m)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	297,13	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	4,30	(N/mm ²)

6. Abertura característica de fisura

a) Separación media entre fisuras

Distancia entre barras longitudinales s_o :		
- tipo de elemento (viga=1, muro o losa=2):	2	
- valor por geometría:	150,00	(mm)
- valor en fórmula:	150,00	(mm)
Coefficiente de la ley de tracciones k_1 :	0,125	
Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	625	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_m :	180,12	(mm)

b) Alargamiento medio de la armadura

Coefficiente de carga k_2 :	0,5	
Alargamiento medio ϵ_{sm} :		
- valor por fórmula:	-5,135E-02	
- valor mínimo:	8,592E-06	

c) Abertura característica de fisura w_k :	0,0026	(mm)
--	--------	------

$w_k < w_{adm} = 0,30 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

JUSTIFICACIÓN DE CUANTÍAS DE ACERO

Elemento estructural: Muro perimetral

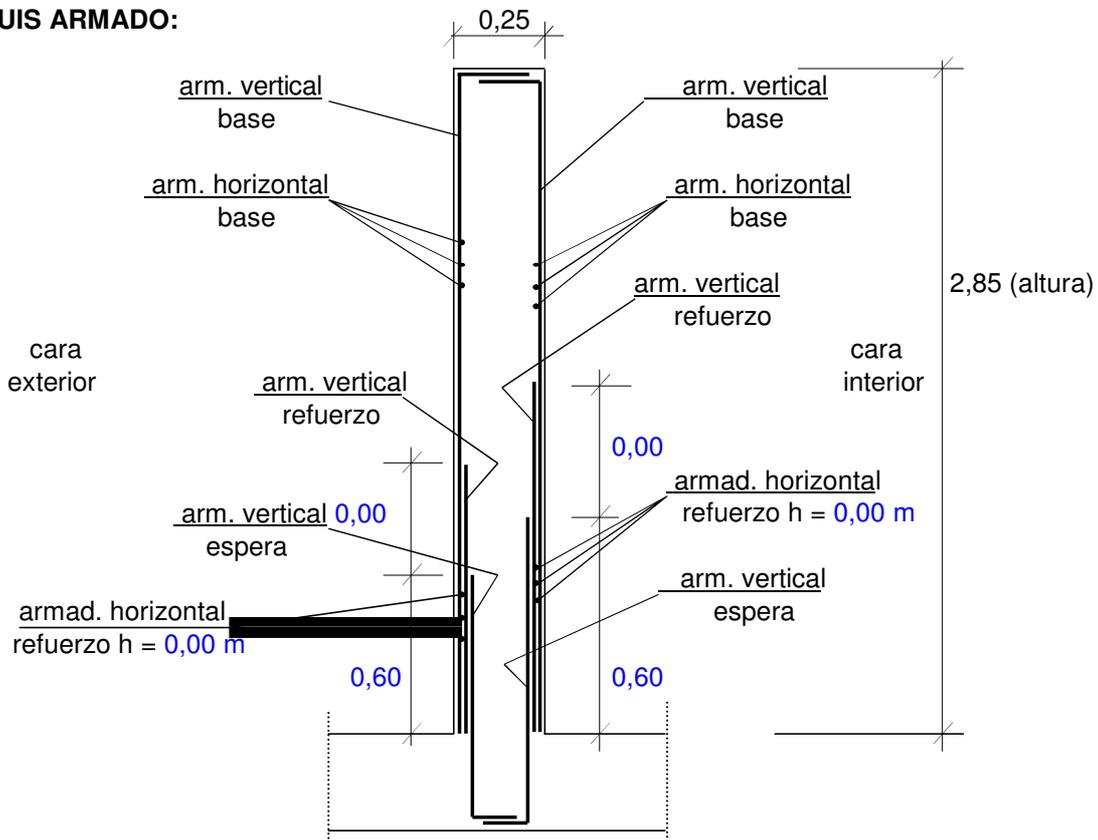
Dimensiones del elemento de hormigón: canto: 0,25 m
 ancho: 1,00 m } volumen = 0,713 m³
 alto: 2,85 m

DESPIECE DE ACERO:

grupo de barras descripción	diámetro Ø (mm)	separación (m)	número de barras	longitud barra (m)	peso unitario	peso parcial
cara interior						
armadura vertical						
espera (1ª capa)	12	0,150	6,67	0,90	0,89	5,34
2ª capa	-	-	-	-	-	-
armad. base	12	0,150	6,67	3,00	0,89	17,80
armadura horizontal						
armad. base	12	0,150	20,00	1,00	0,89	17,80
refuerzo	-	-	-	-	-	-
cara exterior						
armadura vertical						
espera	12	0,150	6,67	0,90	0,89	5,34
armad. base	12	0,150	6,67	3,00	0,89	17,80
armadura horizontal						
armad. base	12	0,150	20,00	1,00	0,89	17,80
refuerzo	-	-	-	-	-	-
Total Kg Acero						81,88

Cuantía nominal (Kg/m³) ... 114,92
 patillas, solapes y despuntes ... 10,00%
 Cuantía real (Kg/m³) ... 126,41

CROQUIS ARMADO:



COMPROBACIÓN FRENTE A LA FLOTACIÓN

En este apartado se comprueba la seguridad del elemento frente al riesgo de flotación del mismo bajo la acción de la subpresión originada por encontrarse el nivel freático por encima de la cota de apoyo de la losa inferior. Para ello se calcula la relación entre la suma de los pesos del propio aparato y del terreno situado sobre el tacón exterior de la zapata del muro perimetral y la reacción ascendente correspondiente a la subpresión actuante en toda la superficie de apoyo.

Coefficiente mínimo de seguridad a flotación considerado:

$$\gamma_{\text{flot}} = 1,20$$

1. Peso propio

$$\gamma_c = 25,00 \text{ KN/m}^3$$

	unidades	largo (m)	ancho (m)	espesor (m)	densidad (kN/m ³)	peso (kN)
muros:	2	6,20	2,85	0,25	25,00	220,88
	2	2,50	2,85	0,25	25,00	89,06
losa cimentación:	1	6,70	3,50	0,25	25,00	146,56
						456,50 kN

2. Peso del terreno sobre tacón exterior de losa de cimentación

$$\gamma_{\text{tseco}} = 20,00 \text{ KN/m}^3$$

$$\gamma_{\text{sumergido}} = 21,50 \text{ KN/m}^3$$

	unidades	largo	alto	espesor	densidad	peso
terreno seco:	2	6,70	0,95	0,25	20,00	63,65
	2	3,00	0,95	0,25	20,00	28,50
terr. sumergido:	2	6,70	1,50	0,25	21,50	108,04
	2	3,00	1,50	0,25	21,50	48,38
						248,56 kN

3. Subpresión bajo la losa de cimentación

$$\gamma_w = 10,00 \text{ KN/m}^3$$

	unidades	largo	ancho	alt.hidro.	densidad	fuerza
subpresión:	1	6,70	3,50	1,75	10,00	410,38 kN

A partir de los valores obtenidos se obtiene el siguiente coeficiente de seguridad frente a la flotación:

$$\gamma_{\text{flotación}} = \frac{456,50 + 248,56}{410,38} = 1,72 > 1,20$$

Comprobándose que el elemento presenta un nivel de seguridad frente al riesgo de flotación que es **suficiente**.

Dado el insuficiente nivel de seguridad frente a la flotación, se aumenta el peso del elemento disponiendo un lastre de hormigón de canto constante bajo la losa de cimentación y con las mismas dimensiones que ésta.

4. Peso del hormigón de lastre bajo la losa de cimentación

	unidades	largo	ancho	espesor	densidad	peso
lastre:	1	6,70	3,50	0,60	23,00	323,61 kN

5. Subpresión bajo el lastre de hormigón

$$\gamma_{\text{cm}} = 23,00 \text{ KN/m}^3$$

	unidades	largo	ancho	alt.hidro.	densidad	fuerza
subpresión:	1	6,70	3,50	2,35	10,00	551,08 kN

Obteniéndose como nuevo valor del coeficiente de seguridad frente a la flotación el siguiente:

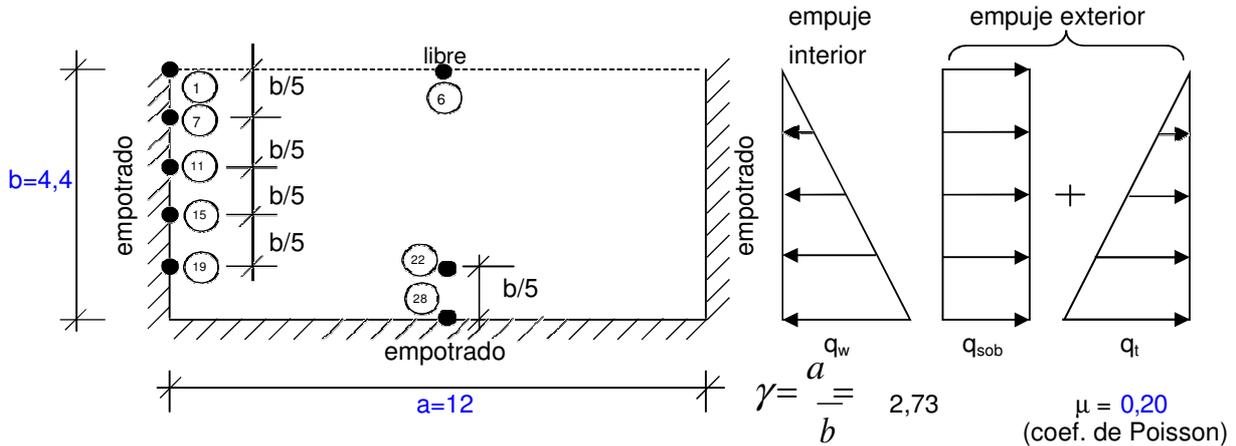
$$\gamma_{\text{flotación}} = \frac{456,50 + 248,56 + 323,61}{551,08} = 1,87 > 1,20$$

MUROS

El dimensionamiento de los muros se realiza a partir de su asimilación a placas rectangulares, supuestas empotradas en tres de sus bordes y libres en el borde superior.

Las acciones consideradas son la presión hidrostática del líquido interior y el empuje producido por el terreno exterior más una sobrecarga superficial de valor igual a 10,00 kN/m². Del lado de la seguridad, en el cálculo de los esfuerzos originados por ambos empujes, éstos se consideran extendidos a toda la altura de la placa.

Esquema de cálculo: muro de l = 12,00 m



Cargas consideradas:

A) Situación persistente o transitoria

- empuje interior (hidrostático):

$$\left. \begin{aligned} \gamma_w &= 10,00 \text{ kN/m}^3 \\ h_{\text{agua}} &= 0,10 \text{ m} \end{aligned} \right\} \Rightarrow q_w = 1,00 \text{ kN/m}^2$$

- empuje exterior (terreno+sobrecarga):

El valor del coeficiente de empuje del terreno, bien activo o bien al reposo, se selecciona a partir del valor del desplazamiento relativo de la coronación del muro, considerando que el empuje activo se moviliza cuando este desplazamiento es del orden de 0,0005H, siendo H la altura del muro.

Como hipótesis de partida, se considera que se moviliza el empuje al reposo, carga exterior con la que se calcula el desplazamiento de la coronación. Si se comprueba que este no alcanza el valor límite antes mencionado, la hipótesis se considera correcta; en caso contrario, será el valor del coeficiente activo el utilizado para evaluar el empuje exterior.

coeficiente de empuje al reposo $K_0 = 0,50$

$$\left. \begin{aligned} \gamma_{t,\text{seco}} &= 20,00 \text{ kN/m}^3 \\ h_{\text{tierras}} &= 2,90 \text{ m} \\ \gamma_{t,\text{sumergido}} &= 21,50 \text{ kN/m}^3 \\ h_{\text{tierras}} &= 1,50 \text{ m} \end{aligned} \right\} \Rightarrow q_t = 52,63 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{sob} = 10,00 \text{ kN/m}^2 \Rightarrow q_{\text{sob}} = 5,00 \text{ kN/m}^2$$

• Flecha en el centro del borde libre (nudo 6):

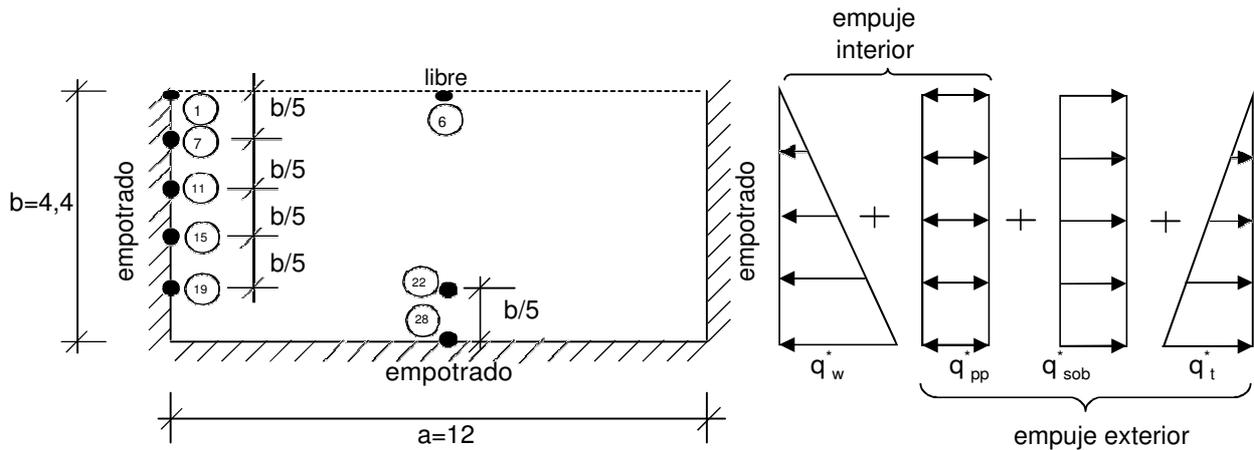
$$\text{factor multiplicador } F = b^4 / (E_c \cdot h^3) = 2,0494\text{E-}04$$

$$w_6 = (0,16706 \cdot 52,63 + 0,69433 \cdot 5,00) \cdot F = 2,513\text{E-}03 \text{ m}$$

$$\text{valor límite } w_{\text{lim}} = 0,0005 \cdot b = 2,200\text{E-}03 \text{ m} < w_6 \Rightarrow \text{empuje activo } K_a = 0,33$$

Resultando ahora las cargas exteriores siguientes: $q_t = 39,83 \text{ kN/m}^2$
 $q_{\text{sob}} = 3,30 \text{ kN/m}^2$

B) Situación sísmica



- aceleración sísmica básica: $a_b / g = 0,04$
- coeficiente de contribución: $K = 1,00$
- coeficiente de riesgo: $\rho = 1,00$ (construcción de importancia normal)
- coeficiente del terreno: $C = 1,40$
- coef. amplificación del terreno: $S = 1,120$
- aceleración sísmica de cálculo: $a_c / g = 0,045$
- coeficiente sísmico horizontal: $s = a_c / g = 0,045$

- empuje interior:

a) por peso propio del muro:

$$\left. \begin{array}{l} \gamma_c = 25,00 \text{ kN/m}^3 \\ e_{\text{muro}} = 0,40 \text{ m} \end{array} \right\} \Rightarrow q_{pp}^* = s \cdot \gamma_c \cdot e_{\text{muro}} = 0,45 \text{ kN/m}^2$$

b) empuje hidrostático:

$$q_w^* = (1 + s) \cdot q_w = 1,05 \text{ kN/m}^2$$

- empuje exterior:

a) por peso propio del muro:

$$q_{pp}^* = 0,45 \text{ kN/m}^2$$

b) empuje tierras+sobrecarga:

- tierras: $q_t^* = (1 + s) \cdot q_t = 41,62 \text{ kN/m}^2$

- sobrecarga: coef. simultaneidad $\Psi_2 = 0,60$

$$q_{sob}^* = (1 + s) \cdot \Psi_2 \cdot q_{sob} = 2,07 \text{ kN/m}^2$$

carga uniforme total en cara exterior: $q_{pp}^* + q_{sob}^* = 2,52 \text{ kN/m}^2$

Cálculos de esfuerzos:

Los esfuerzos en las secciones señaladas son los siguientes:

A) Situación persistente o transitoria

a) empuje interior

- momentos flectores

$M_{x1} =$	-0,01131	$* 1,00 * 12^2 =$	-1,63 kNm/m
$M_{x7} =$	-0,00999	$* 1,00 * 12^2 =$	-1,44 kNm/m
$M_{x11} =$	-0,00804	$* 1,00 * 12^2 =$	-1,16 kNm/m
$M_{x15} =$	-0,00544	$* 1,00 * 12^2 =$	-0,78 kNm/m
$M_{x19} =$	-0,00212	$* 1,00 * 12^2 =$	-0,31 kNm/m
$M_{x6} =$	0,00380	$* 1,00 * 12^2 =$	0,55 kNm/m
$M_{y22} =$	-0,03925	$* 1,00 * 4,4^2 =$	-0,76 kNm/m
$M_{y28} =$	-0,11483	$* 1,00 * 4,4^2 =$	-2,22 kNm/m

- reacciones:

$R_{x1} =$	0,1028	$* 1,00 * 12 =$	1,23 kN/m
$R_{x7} =$	0,1059	$* 1,00 * 12 =$	1,27 kN/m
$R_{x11} =$	0,0909	$* 1,00 * 12 =$	1,09 kN/m
$R_{x15} =$	0,0849	$* 1,00 * 12 =$	1,02 kN/m
$R_{x19} =$	0,0369	$* 1,00 * 12 =$	0,44 kN/m
$R_{y28} =$	0,4921	$* 1,00 * 4,4 =$	2,17 kN/m

b) empuje exterior

- momentos flectores

$M_{x1} =$	-0,04451	$* 3,30 * 12^2 +$	-0,01131	$* 39,83 * 12^2 =$	-86,05 kNm/m
$M_{x7} =$	-0,03572	$* 3,30 * 12^2 +$	-0,00999	$* 39,83 * 12^2 =$	-74,30 kNm/m
$M_{x11} =$	-0,02491	$* 3,30 * 12^2 +$	-0,00804	$* 39,83 * 12^2 =$	-57,93 kNm/m
$M_{x15} =$	-0,01417	$* 3,30 * 12^2 +$	-0,00544	$* 39,83 * 12^2 =$	-37,93 kNm/m
$M_{x19} =$	-0,00450	$* 3,30 * 12^2 +$	-0,00212	$* 39,83 * 12^2 =$	-14,29 kNm/m
$M_{x6} =$	0,01386	$* 3,30 * 12^2 +$	0,00380	$* 39,83 * 12^2 =$	28,39 kNm/m
$M_{y22} =$	-0,15151	$* 3,30 * 4,4^2 +$	-0,03925	$* 39,83 * 4,4^2 =$	-39,94 kNm/m
$M_{y28} =$	-0,31085	$* 3,30 * 4,4^2 +$	-0,11483	$* 39,83 * 4,4^2 =$	-108,41 kNm/m

- reacciones:

$R_{x1} =$	0,5595	$* 3,30 * 12 +$	0,1028	$* 39,83 * 12 =$	71,28 kN/m
$R_{x7} =$	0,3940	$* 3,30 * 12 +$	0,1059	$* 39,83 * 12 =$	66,21 kN/m
$R_{x11} =$	0,2276	$* 3,30 * 12 +$	0,0909	$* 39,83 * 12 =$	52,46 kN/m
$R_{x15} =$	0,1311	$* 3,30 * 12 +$	0,0849	$* 39,83 * 12 =$	45,75 kN/m
$R_{x19} =$	0,0190	$* 3,30 * 12 +$	0,0369	$* 39,83 * 12 =$	18,37 kN/m
$R_{y28} =$	0,9667	$* 3,30 * 4,4 +$	0,4921	$* 39,83 * 4,4 =$	100,28 kN/m

B) Situación sísmica

a) empuje interior

- momentos flectores

$M_{x1} =$	-0,04451	$*0,45*12^2 +$	-0,01131	$* 1,05 * 12^2 =$	-4,59 kNm/m
$M_{x7} =$	-0,03572	$*0,45*12^2 +$	-0,00999	$* 1,05 * 12^2 =$	-3,82 kNm/m
$M_{x11} =$	-0,02491	$*0,45*12^2 +$	-0,00804	$* 1,05 * 12^2 =$	-2,82 kNm/m
$M_{x15} =$	-0,01417	$*0,45*12^2 +$	-0,00544	$* 1,05 * 12^2 =$	-1,74 kNm/m
$M_{x19} =$	-0,00450	$*0,45*12^2 +$	-0,00212	$* 1,05 * 12^2 =$	-0,61 kNm/m
$M_{x6} =$	0,01386	$*0,45*12^2 +$	0,00380	$* 1,05 * 12^2 =$	1,47 kNm/m
$M_{y22} =$	-0,15151	$*0,45*4,4^2 +$	-0,03925	$* 1,05 * 4,4^2 =$	-2,11 kNm/m
$M_{y28} =$	-0,31085	$*0,45*4,4^2 +$	-0,11483	$* 1,05 * 4,4^2 =$	-5,03 kNm/m

- reacciones:

$R_{x1} =$	0,5595	$* 0,45 * 12 +$	0,1028	$* 1,05 * 12 =$	4,31 kN/m
$R_{x7} =$	0,3940	$* 0,45 * 12 +$	0,1059	$* 1,05 * 12 =$	3,46 kN/m
$R_{x11} =$	0,2276	$* 0,45 * 12 +$	0,0909	$* 1,05 * 12 =$	2,37 kN/m
$R_{x15} =$	0,1311	$* 0,45 * 12 +$	0,0849	$* 1,05 * 12 =$	1,77 kN/m
$R_{x19} =$	0,0190	$* 0,45 * 12 +$	0,0369	$* 1,05 * 12 =$	0,56 kN/m
$R_{y28} =$	0,9667	$* 0,45 * 4,4 +$	0,4921	$* 1,05 * 4,4 =$	4,18 kN/m

b) empuje exterior

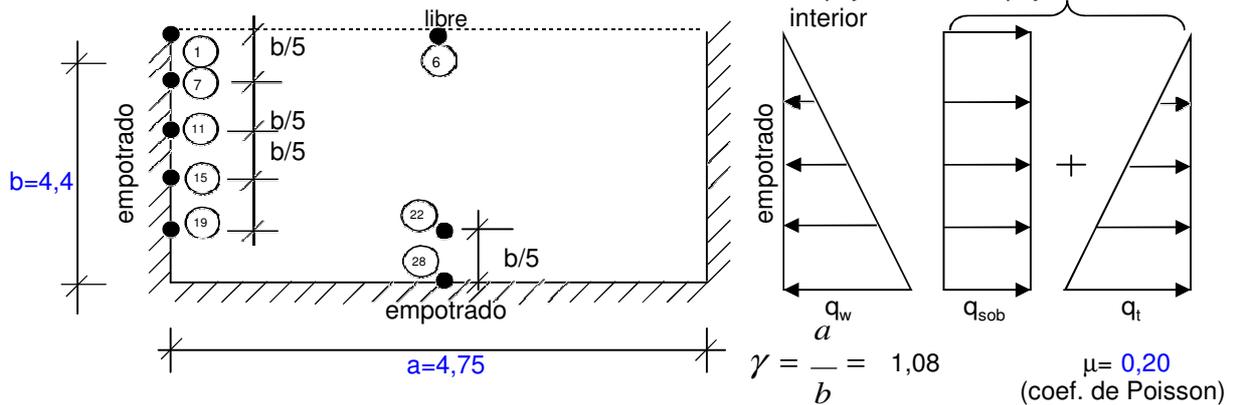
- momentos flectores

$M_{x1} =$	-0,04451	$*2,52*12^2 +$	-0,01131	$* 41,62 * 12^2 =$	-83,97 kNm/m
$M_{x7} =$	-0,03572	$*2,52*12^2 +$	-0,00999	$* 41,62 * 12^2 =$	-72,87 kNm/m
$M_{x11} =$	-0,02491	$*2,52*12^2 +$	-0,00804	$* 41,62 * 12^2 =$	-57,21 kNm/m
$M_{x15} =$	-0,01417	$*2,52*12^2 +$	-0,00544	$* 41,62 * 12^2 =$	-37,74 kNm/m
$M_{x19} =$	-0,00450	$*2,52*12^2 +$	-0,00212	$* 41,62 * 12^2 =$	-14,34 kNm/m
$M_{x6} =$	0,01386	$*2,52*12^2 +$	0,00380	$* 41,62 * 12^2 =$	27,82 kNm/m
$M_{y22} =$	-0,15151	$*2,52*4,4^2 +$	-0,03925	$* 41,62 * 4,4^2 =$	-39,02 kNm/m
$M_{y28} =$	-0,31085	$*2,52*4,4^2 +$	-0,11483	$* 41,62 * 4,4^2 =$	-107,70 kNm/m

- reacciones:

$R_{x1} =$	0,5595	$* 2,52 * 12 +$	0,1028	$* 41,62 * 12 =$	68,25 kN/m
$R_{x7} =$	0,3940	$* 2,52 * 12 +$	0,1059	$* 41,62 * 12 =$	64,80 kN/m
$R_{x11} =$	0,2276	$* 2,52 * 12 +$	0,0909	$* 41,62 * 12 =$	52,28 kN/m
$R_{x15} =$	0,1311	$* 2,52 * 12 +$	0,0849	$* 41,62 * 12 =$	46,35 kN/m
$R_{x19} =$	0,0190	$* 2,52 * 12 +$	0,0369	$* 41,62 * 12 =$	18,98 kN/m
$R_{y28} =$	0,9667	$* 2,52 * 4,4 +$	0,4921	$* 41,62 * 4,4 =$	100,84 kN/m

Esquema de cálculo: muro de l = 4,75 m



Cálculos de esfuerzos:

En este caso, el coeficiente de empuje resulta, según el valor de w_6 , el siguiente:

$w_6 = (0,00960 * 52,63 + 0,04605 * 5,00) * F = 1,508E-04 \text{ m} < w_{lim} \Rightarrow \text{emp. al reposo}$

A) Situación persistente o transitoria

a) empuje hidrostático

- momentos flectores

$M_{x1} =$	-0,01556	$* 1,00 * 4,75^2 =$	-0,35 kNm/m
$M_{x7} =$	-0,02122	$* 1,00 * 4,75^2 =$	-0,48 kNm/m
$M_{x11} =$	-0,02596	$* 1,00 * 4,75^2 =$	-0,59 kNm/m
$M_{x15} =$	-0,02576	$* 1,00 * 4,75^2 =$	-0,58 kNm/m
$M_{x19} =$	-0,01460	$* 1,00 * 4,75^2 =$	-0,33 kNm/m
$M_{x6} =$	0,00967	$* 1,00 * 4,75^2 =$	0,22 kNm/m
$M_{y22} =$	0,00443	$* 1,00 * 4,4^2 =$	0,09 kNm/m
$M_{y28} =$	-0,03662	$* 1,00 * 4,4^2 =$	-0,71 kNm/m

- reacciones:

$R_{x1} =$	0,0387	$* 1,00 * 4,75 =$	0,18 kN/m
$R_{x7} =$	0,1326	$* 1,00 * 4,75 =$	0,63 kN/m
$R_{x11} =$	0,1913	$* 1,00 * 4,75 =$	0,91 kN/m
$R_{x15} =$	0,2306	$* 1,00 * 4,75 =$	1,10 kN/m
$R_{x19} =$	0,1493	$* 1,00 * 4,75 =$	0,71 kN/m
$R_{y28} =$	0,3366	$* 1,00 * 4,4 =$	1,48 kN/m

b) empuje terreno+sobrecarga

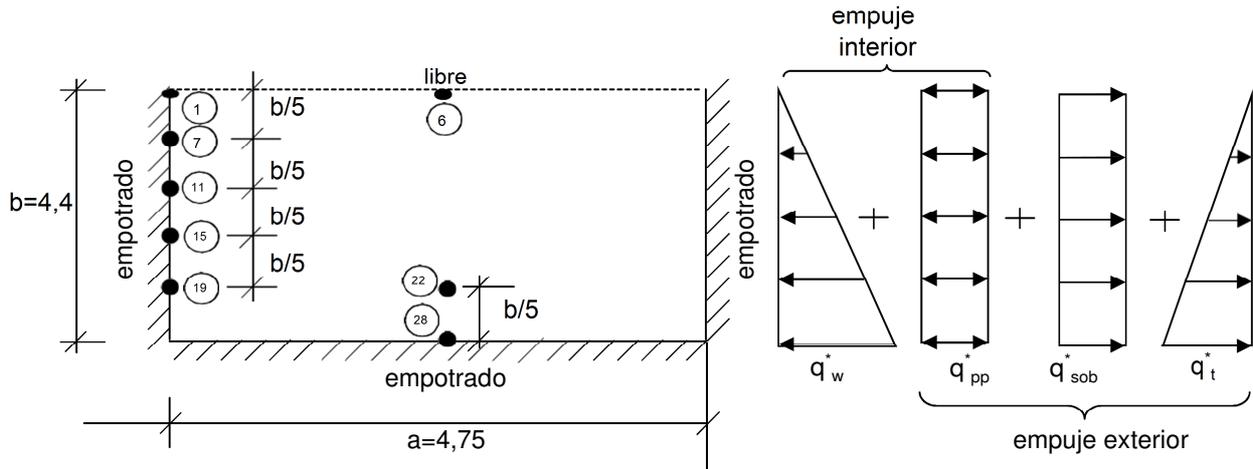
- momentos flectores

$M_{x1} =$	-0,08429	$* 5,00 * 4,75^2 +$	-0,01556	$* 52,63 * 4,75^2 =$	-27,99 kNm/m
$M_{x7} =$	-0,07883	$* 5,00 * 4,75^2 +$	-0,02122	$* 52,63 * 4,75^2 =$	-34,09 kNm/m
$M_{x11} =$	-0,06841	$* 5,00 * 4,75^2 +$	-0,02596	$* 52,63 * 4,75^2 =$	-38,55 kNm/m
$M_{x15} =$	-0,05139	$* 5,00 * 4,75^2 +$	-0,02576	$* 52,63 * 4,75^2 =$	-36,38 kNm/m
$M_{x19} =$	-0,02307	$* 5,00 * 4,75^2 +$	-0,01460	$* 52,63 * 4,75^2 =$	-19,94 kNm/m
$M_{x6} =$	0,04203	$* 5,00 * 4,75^2 +$	0,00967	$* 52,63 * 4,75^2 =$	16,22 kNm/m
$M_{y22} =$	-0,00358	$* 5,00 * 4,4^2 +$	0,00443	$* 52,63 * 4,4^2 =$	4,16 kNm/m
$M_{y28} =$	-0,06419	$* 5,00 * 4,4^2 +$	-0,03662	$* 52,63 * 4,4^2 =$	-43,52 kNm/m

- reacciones:

$R_{x1} =$	0,5201	$* 5,00 * 4,75 +$	0,0387	$* 52,63 * 4,75 =$	22,02 kN/m
$R_{x7} =$	0,5317	$* 5,00 * 4,75 +$	0,1326	$* 52,63 * 4,75 =$	45,77 kN/m
$R_{x11} =$	0,4676	$* 5,00 * 4,75 +$	0,1913	$* 52,63 * 4,75 =$	58,94 kN/m
$R_{x15} =$	0,3952	$* 5,00 * 4,75 +$	0,2306	$* 52,63 * 4,75 =$	67,02 kN/m
$R_{x19} =$	0,1747	$* 5,00 * 4,75 +$	0,1493	$* 52,63 * 4,75 =$	41,47 kN/m
$R_{y28} =$	0,4915	$* 5,00 * 4,4 +$	0,3366	$* 52,63 * 4,4 =$	88,76 kN/m

B) Situación sísmica



- momentos flectores

$M_{x1} =$	-0,08429	$* 0,45 * 4,75^2 +$	-0,01556	$* 1,05 * 4,75^2 =$	-1,22 kNm/m
$M_{x7} =$	-0,07883	$* 0,45 * 4,75^2 +$	-0,02122	$* 1,05 * 4,75^2 =$	-1,30 kNm/m
$M_{x11} =$	-0,06841	$* 0,45 * 4,75^2 +$	-0,02596	$* 1,05 * 4,75^2 =$	-1,31 kNm/m
$M_{x15} =$	-0,05139	$* 0,45 * 4,75^2 +$	-0,02576	$* 1,05 * 4,75^2 =$	-1,13 kNm/m
$M_{x19} =$	-0,02307	$* 0,45 * 4,75^2 +$	-0,01460	$* 1,05 * 4,75^2 =$	-0,58 kNm/m
$M_{x6} =$	0,04203	$* 0,45 * 4,75^2 +$	0,00967	$* 1,05 * 4,75^2 =$	0,65 kNm/m
$M_{y22} =$	-0,00358	$* 0,45 * 4,4^2 +$	0,00443	$* 1,05 * 4,4^2 =$	0,06 kNm/m
$M_{y28} =$	-0,06419	$* 0,45 * 4,4^2 +$	-0,03662	$* 1,05 * 4,4^2 =$	-1,30 kNm/m

- reacciones:

$R_{x1} =$	0,5201	$* 0,45 * 4,75 +$	0,0387	$* 1,05 * 4,75 =$	1,30 kN/m
$R_{x7} =$	0,5317	$* 0,45 * 4,75 +$	0,1326	$* 1,05 * 4,75 =$	1,79 kN/m
$R_{x11} =$	0,4676	$* 0,45 * 4,75 +$	0,1913	$* 1,05 * 4,75 =$	1,95 kN/m
$R_{x15} =$	0,3952	$* 0,45 * 4,75 +$	0,2306	$* 1,05 * 4,75 =$	1,99 kN/m
$R_{x19} =$	0,1747	$* 0,45 * 4,75 +$	0,1493	$* 1,05 * 4,75 =$	1,11 kN/m
$R_{y28} =$	0,4915	$* 0,45 * 4,4 +$	0,3366	$* 1,05 * 4,4 =$	2,52 kN/m

b) empuje exterior

- momentos flectores

$M_{x1} =$	-0,08429	$* 2,52 * 4,75^2 +$	-0,01556	$* 41,62 * 4,75^2 =$	-19,41 kNm/m
$M_{x7} =$	-0,07883	$* 2,52 * 4,75^2 +$	-0,02122	$* 41,62 * 4,75^2 =$	-24,41 kNm/m
$M_{x11} =$	-0,06841	$* 2,52 * 4,75^2 +$	-0,02596	$* 41,62 * 4,75^2 =$	-28,27 kNm/m
$M_{x15} =$	-0,05139	$* 2,52 * 4,75^2 +$	-0,02576	$* 41,62 * 4,75^2 =$	-27,11 kNm/m
$M_{x19} =$	-0,02307	$* 2,52 * 4,75^2 +$	-0,01460	$* 41,62 * 4,75^2 =$	-15,02 kNm/m
$M_{x6} =$	0,04203	$* 2,52 * 4,75^2 +$	0,00967	$* 41,62 * 4,75^2 =$	11,47 kNm/m
$M_{y22} =$	-0,00358	$* 2,52 * 4,4^2 +$	0,00443	$* 41,62 * 4,4^2 =$	3,39 kNm/m
$M_{y28} =$	-0,06419	$* 2,52 * 4,4^2 +$	-0,03662	$* 41,62 * 4,4^2 =$	-32,64 kNm/m

- reacciones:

$R_{x1} =$	0,5201	$* 2,52 * 4,75 +$	0,0387	$* 41,62 * 4,75 =$	13,87 kN/m
$R_{x7} =$	0,5317	$* 2,52 * 4,75 +$	0,1326	$* 41,62 * 4,75 =$	32,58 kN/m
$R_{x11} =$	0,4676	$* 2,52 * 4,75 +$	0,1913	$* 41,62 * 4,75 =$	43,43 kN/m
$R_{x15} =$	0,3952	$* 2,52 * 4,75 +$	0,2306	$* 41,62 * 4,75 =$	50,31 kN/m
$R_{x19} =$	0,1747	$* 2,52 * 4,75 +$	0,1493	$* 41,62 * 4,75 =$	31,61 kN/m
$R_{y28} =$	0,4915	$* 2,52 * 4,4 +$	0,3366	$* 41,62 * 4,4 =$	67,10 kN/m

2. Datos de la sección bruta

Canto h:	40	(cm)
Ancho b:	100	(cm)
Recubrimiento c:	5	(cm)

Armadura de tracción A_{S1} :

- nº de barras de la capa 1 n_1 :	5,00	
- diámetro de barras de la capa 1 \varnothing_1 :	16	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	0	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 \varnothing_2 :	0	(mm)
- área de armadura de tracción A_{S1} :	10,05	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{S1} a borde sección d':	5,80	(cm)
- canto útil de armadura A_{S1} d:	34,20	(cm)

Armadura de compresión A_{S2} :	5,65	(cm ²)
-----------------------------------	------	--------------------

Cuantía geométrica de A_{S1} ρ_1 :	2,940E-03	
---	-----------	--

Cuantía geométrica de A_{S2} ρ_2 :	1,652E-03	
---	-----------	--

3. Esfuerzos de servicio

Momento M_0 :	2,22	(kNm)
-----------------	------	-------

4. Datos de la sección fisurada

Profundidad de fibra neutra X:	6,24	(cm)
--------------------------------	------	------

Inercia fisurada I_{fis} :	63.110	(cm ⁴)
------------------------------	--------	--------------------

Momento de fisuración M_{fis} :	92.687	(Nm)
-----------------------------------	--------	------

Tensiones en la armadura de tracción:

- en el instante de fisuración σ_{sr} :	287,35	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	6,89	(N/mm ²)

5. Abertura característica de fisura

a) Separación media entre fisuras

Distancia entre barras longitudinales s_0 :

- tipo de elemento (viga=1, muro o losa=2):	2	
- valor por geometría:	200,00	(mm)
- valor en fórmula:	200,00	(mm)

Coeficiente de la ley de tracciones k_1 :

	0,125	
--	-------	--

Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:

	1000	(cm ²)
--	------	--------------------

Separación media entre fisuras s_m :

	219,58	(mm)
--	--------	------

b) Alargamiento medio de la armadura

Coeficiente de carga k_2 :	0,5	
------------------------------	-----	--

Alargamiento medio ϵ_{sm} :

- valor por fórmula:	-2,992E-02	
- valor mínimo:	1,378E-05	

c) Abertura característica de fisura w_k :	0,0051	(mm)
--	--------	------

$w_k < w_{adm} = 0,30 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

Pasamos a una armadura realmente dispuesta $A_{s,real} = \emptyset 16 \text{ a } 20 = 10,05 \text{ cm}^2/\text{m}$ obteniendo los nuevos valores siguientes:

Armadura de tracción A_{s1} :		
- nº de barras de la capa 1 n_1 :	5,00	
- diámetro de barras de la capa 1 \emptyset_1 :	16	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	0	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 \emptyset_2 :	0	(mm)
- área de armadura de tracción A_{s1} :	10,05	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{s1} a borde sección d' :	5,80	(cm)
- canto útil de armadura A_{s1} d :	34,20	(cm)
Armadura de compresión A_{s2} :	5,65	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{s1} ρ_1 :	2,940E-03	
Cuantía geométrica de A_{s2} ρ_2 :	1,652E-03	

Sección fisurada:		
Profundidad de fibra neutra X:	6,24	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	63.110	(cm ⁴)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	287,35	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	6,89	(N/mm ²)

Abertura característica de fisura		
Distancia entre barras longitudinales s_o :		
- valor por geometría:	200,00	(mm)
- valor en fórmula:	200,00	(mm)
Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	1000	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_m :	219,58	(mm)
Alargamiento medio ϵ_{sm} :		
- valor por fórmula:	-2,992E-02	
- valor mínimo:	1,378E-05	
Abertura característica de fisura w_k :	0,0051	(mm)

$w_k < w_{adm} = 0,30 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

• Comprobación a cortante:

situación normal $V_o = R_{y28} = 2,17 \text{ kN/m}$
 $V_d = 3,25 \text{ kN/m}$

situación sísmica $V_o = R_{y28} = 4,18 \text{ kN/m}$
 $V_d = 4,18 \text{ kN/m}$

Armadura de tracción A_s : 10,05 cm²/m

canto útil de armadura A_s : 34,20 cm

$$\xi = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1,76$$

$$\rho_l = \frac{A_s}{b \cdot d} = 2,940E-03$$

$$Vu2 = 149,07 \text{ kN/m} < Vu2, \text{min} = 218,69 \text{ kN/m}$$

$Vu2, \text{min} > Vd$

Arqueta desagüe Aragón

2. Datos de la sección bruta

Canto h:	40	(cm)
Ancho b:	100	(cm)
Recubrimiento c:	5	(cm)
Armadura de tracción A_{S1} :		
- nº de barras de la capa 1 n_1 :	6,67	
- diámetro de barras de la capa 1 \varnothing_1 :	12	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	0	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 \varnothing_2 :	0	(mm)
- área de armadura de tracción A_{S1} :	7,54	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{S1} a borde sección d' :	5,60	(cm)
- canto útil de armadura A_{S1} d:	34,40	(cm)
Armadura de compresión A_{S2} :	5,24	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{S1} ρ_1 :	2,193E-03	
Cuantía geométrica de A_{S2} ρ_2 :	1,523E-03	

3. Esfuerzos de servicio

Tracción N_o :	0,27	(kN)
Momento M_o :	0,29	(kNm)

4. Dimensionamiento a tracción:

Tensión de trabajo en tracción σ_{st} :	100,00	(N/mm ²)
Armadura de tracción $A_{s,t}$:	0,01	(cm ²)

5. Datos de la sección fisurada

Armadura disponible a flexión $A_{disp1,f}$:	7,53	(cm ²)
Armadura disponible a flexión $A_{disp2,f}$:	5,23	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{disp1} ρ_1 :	2,189E-03	
Cuantía geométrica de A_{disp2} ρ_2 :	1,519E-03	
Profundidad de fibra neutra X:	5,52	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	49.562	(cm ⁴)
Momento de fisuración M_{fis} :	92.687	(Nm)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	377,96	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	1,18	(N/mm ²)

6. Abertura característica de fisura

a) Separación media entre fisuras

Distancia entre barras longitudinales s_o :

- tipo de elemento (viga=1, muro o losa=2):	2	
- valor por geometría:	149,93	(mm)
- valor en fórmula:	149,93	(mm)

Coeficiente de la ley de tracciones k_1 :

Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:

Separación media entre fisuras s_m :

b) Alargamiento medio de la armadura

Coeficiente de carga k_2 :

Alargamiento medio ϵ_{sm} :

- valor por fórmula:

- valor mínimo:

c) Abertura característica de fisura w_k :

wk < wadm = 0,30 mm => Dimensionamiento válido

Arqueta desagüe Aragón

Pasamos a una armadura realmente dispuesta $A_{s,real} = \emptyset 16 \text{ a } 20 = 10,05 \text{ cm}^2/\text{m}$ obteniendo los nuevos valores siguientes:

Armadura de tracción A_{s1} :		
- nº de barras de la capa 1 n_1 :	5,00	
- diámetro de barras de la capa 1 \emptyset_1 :	16	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	0	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 \emptyset_2 :	0	(mm)
- área de armadura de tracción A_{s1} :	10,05	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{s1} a borde sección d' :	5,80	(cm)
- canto útil de armadura A_{s1} d :	34,20	(cm)
Armadura de compresión A_{s2} :	5,24	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{s1} ρ_1 :	2,940E-03	
Cuantía geométrica de A_{s2} ρ_2 :	1,532E-03	

Sección fisurada		
Armadura disponible a flexión $A_{disp1,f}$:	10,04	(cm ²)
Armadura disponible a flexión $A_{disp2,f}$:	5,23	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{disp1} ρ_1 :	2,936E-03	
Cuantía geométrica de A_{disp2} ρ_2 :	1,528E-03	
Profundidad de fibra neutra X :	6,24	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	63.036	(cm ⁴)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	287,71	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	0,90	(N/mm ²)

Abertura característica de fisura		
Distancia entre barras longitudinales s_o :		
- valor por geometría:	200,00	(mm)
- valor en fórmula:	200,00	(mm)
Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	1000	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_m :	219,68	(mm)
Alargamiento medio ϵ_{sm} :		
- valor por fórmula:	-2,299E-01	
- valor mínimo:	1,800E-06	
c) Abertura característica de fisura w_k :	0,0007	(mm)

$w_k < w_{adm} = 0,30 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

• Comprobación a cortante:

situación normal $V_o = R_{x7} = 1,27 \text{ kN/m}$
 $V_d = 1,91 \text{ kN/m}$

situación sísmica $V_o = R_{x1} = 4,31 \text{ kN/m}$
 $V_d = 4,31 \text{ kN/m}$

Armadura de tracción A_s : 7,54 cm²/m

canto útil de armadura A_s : 34,40 cm

$$\xi = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1,76$$

$$\rho_l = \frac{A_s}{b \cdot d} = 2,193E-03$$

$V_{u2} = 136,07 \text{ kN/m} < V_{u2,min} = 219,97 \text{ kN/m}$

$V_{u2,min} > V_d$

Arqueta desagüe Aragón

- distancia de c.d.g. de A_{s1} a borde sección d' :	6,80	(cm)
- canto útil de armadura A_{s1} d :	33,20	(cm)
Armadura de compresión A_{s2} :	5,65	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{s1} ρ_1 :	6,056E-03	
Cuantía geométrica de A_{s2} ρ_2 :	1,702E-03	

3. Esfuerzos de servicio

Momento M_0 :	100,47	(kNm)
-----------------	--------	-------

4. Datos de la sección fisurada

Profundidad de fibra neutra X :	8,30	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	106.395	(cm ⁴)
Momento de fisuración M_{fis} :	92.687	(N·m)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	151,81	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	164,56	(N/mm ²)

5. Abertura característica de fisura

a) Separación media entre fisuras

Distancia entre barras longitudinales s_0 :

- tipo de elemento (viga=1, muro o losa=2):	2	
- valor por geometría:	200,00	(mm)
- valor en fórmula:	200,00	(mm)
Coeficiente de la ley de tracciones k_1 :	0,125	
Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	1000	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_m :	179,79	(mm)

b) Alargamiento medio de la armadura

Coeficiente de carga k_2 :	0,5	
Alargamiento medio ϵ_{sm} :		
- valor por fórmula:	4,726E-04	
- valor mínimo:	3,291E-04	
c) Abertura característica de fisura w_k :	0,0945	(mm)

$w_k < w_{adm} = 0,10 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

• Comprobación a cortante:

situación normal $V_o = R_{y28} = 100,28 \text{ kN/m}$
 $V_d = 150,42 \text{ kN/m}$

situación sísmica $V_o = R_{y28} = 100,84 \text{ kN/m}$
 $V_d = 100,84 \text{ kN/m}$

Armadura de tracción A_s : 20,11 cm²/m

canto útil de armadura A_s : 33,20 cm

$$\xi = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1,78$$

$$\rho_t = \frac{A_s}{b \cdot d} = 6,056E-03$$

$$Vu2 = 186,37 \text{ kN/m} < Vu2, \text{min} = 215,92 \text{ kN/m}$$

$Vu2, \text{min} > Vd$

- Armadura horizontal en cara exterior:

Esfuerzos de servicio: empuje exterior

situación normal: sección: nudo 1 $M_o = Mx_1 = 86,05 \text{ kNm/m}$

situación sísmica: sección: nudo 1 $M_o = Mx_1 = 83,97 \text{ kNm/m}$

- Por rotura a flexión: dimensiones sección de hormigón: ancho $b = 1,00 \text{ m}$
canto $h = 0,40 \text{ m}$
canto útil $d = 0,34 \text{ m}$

A) Situación persistente o transitoria

Esfuerzo mayorado $M_d = 129,08 \text{ kNm/m}$ $\Rightarrow \mu_d = 0,056$
 $\omega = 0,059$ $\Rightarrow A_{s,f} = 9,23 \text{ cm}^2/\text{m}$

B) Situación sísmica

Esfuerzo mayorado $M_d = 83,97 \text{ kNm/m}$ $\Rightarrow \mu_d = 0,031$
 $\omega = 0,033$ $\Rightarrow A_s = 5,18 \text{ cm}^2/\text{m}$

Armadura mínima mecánica = $0,04 * b * h * f_{cd}/f_{yd} = 7,36 \text{ cm}^2/\text{m}$ (cara tracción)

Armadura mínima geométrica = $0,0032 * b * h = 12,80 \text{ cm}^2/\text{m}$ (dos caras)

Se dispone una armadura dada por: $A_s = \text{Ø}12 \text{ a } 0,20$

- Por fisuración: $w_{adm} = 0,10 \text{ mm}$ recub. $c = 0,050 \text{ m}$

$M'_o = M'_x_1 = 12,52 \text{ kNm/m}$ (se considera sobrec. cuasipermanente el 50,00% de la sobrecarga total)

Partiendo de una armadura realmente dispuesta $A_{s,real} = \text{Ø}16 \text{ a } 20 = 10,05 \text{ cm}^2/\text{m}$ obtenemos:

1. Datos de los materiales

Módulo deformación longitudinal del acero E_s :	200.000	(N/mm ²)
Resistencia característica del hormigón f_{ck} :	30	(N/mm ²)
Resistencia media del hormigón f_{cm} :	38	(N/mm ²)
Módulo deformación longitudinal del hormigón E_c :	28.577	(N/mm ²)
Coefficiente de equivalencia n :	7,00	
Resistencia media del hormigón a tracción $f_{ct,m}$:	2,90	(N/mm ²)
Resistencia media del hormigón a flexotracción $f_{ct,m,fl}$:	3,48	(N/mm ²)

2. Datos de la sección bruta

Canto h :	40	(cm)
Ancho b :	100	(cm)
Recubrimiento c :	5	(cm)
Armadura de tracción A_{s_1} :		
- nº de barras de la capa 1 n_1 :	5,00	
- diámetro de barras de la capa 1 Ø_1 :	16	(mm)

Arqueta desagüe Aragón

- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	0	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 \varnothing_2 :	0	(mm)
- área de armadura de tracción A_{s1} :	10,05	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{s1} a borde sección d' :	5,80	(cm)
- canto útil de armadura A_{s1} d :	34,20	(cm)
Armadura de compresión A_{s2} :	7,54	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{s1} ρ_1 :	2,940E-03	
Cuantía geométrica de A_{s2} ρ_2 :	2,205E-03	

3. Esfuerzos de servicio

Momento M_o :	12,52	(kNm)
-----------------	-------	-------

4. Datos de la sección fisurada

Profundidad de fibra neutra X :	6,24	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	63.113	(cm ⁴)
Momento de fisuración M_{fis} :	92.687	(Nm)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	287,42	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	38,82	(N/mm ²)

5. Abertura característica de fisura

a) Separación media entre fisuras

Distancia entre barras longitudinales s_o :

- tipo de elemento (viga=1, muro o losa=2):	2	
- valor por geometría:	200,00	(mm)
- valor en fórmula:	200,00	(mm)

Coeficiente de la ley de tracciones k_1 :

	0,125	
--	-------	--

Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:

	1000	(cm ²)
--	------	--------------------

Separación media entre fisuras s_m :

	219,58	(mm)
--	--------	------

b) Alargamiento medio de la armadura

Coeficiente de carga k_2 :

	0,5	
--	-----	--

Alargamiento medio ϵ_{sm} :

- valor por fórmula:	-5,125E-03	
- valor mínimo:	7,765E-05	

c) Abertura característica de fisura w_k :

	0,0290	(mm)
--	--------	------

$w_k < w_{adm} = 0,10 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

• Comprobación a cortante:

situación normal $V_o = R_{x1} = 71,28 \text{ kN/m}$
 $V_d = 106,92 \text{ kN/m}$

situación sísmica $V_o = R_{x1} = 68,25 \text{ kN/m}$
 $V_d = 68,25 \text{ kN/m}$

Armadura de tracción A_s : 10,05 cm²/m

canto útil de armadura A_s : 34,20 cm

$$\xi = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1,76$$

$$\rho_l = \frac{A_s}{b \cdot d} = 2,940E-03$$

$$V_{u2} = 149,07 \text{ kN/m} < V_{u2,min} = 218,69 \text{ kN/m}$$

$V_{u2,min} > V_d$

2. Datos de la sección bruta

Canto h:	40	(cm)
Ancho b:	100	(cm)
Recubrimiento c:	5	(cm)

Armadura de tracción A_{S1} :

- nº de barras de la capa 1 n_1 :	5,00	
- diámetro de barras de la capa 1 \varnothing_1 :	16	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	0	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 \varnothing_2 :	0	(mm)
- área de armadura de tracción A_{S1} :	10,05	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{S1} a borde sección d':	5,80	(cm)
- canto útil de armadura A_{S1} d:	34,20	(cm)

Armadura de compresión A_{S2} :

Cuantía geométrica de A_{S1} ρ_1 :	2,940E-03	
Cuantía geométrica de A_{S2} ρ_2 :	1,652E-03	

3. Esfuerzos de servicio

Momento M_0 :	2,22	(kNm)
-----------------	------	-------

4. Datos de la sección fisurada

Profundidad de fibra neutra X:	6,24	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	63.110	(cm ⁴)
Momento de fisuración M_{fis} :	92.687	(Nm)

Tensiones en la armadura de tracción:

- en el instante de fisuración σ_{sr} :	287,35	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	6,89	(N/mm ²)

5. Abertura característica de fisura

a) Separación media entre fisuras

Distancia entre barras longitudinales s_0 :

- tipo de elemento (viga=1, muro o losa=2):	2	
- valor por geometría:	200,00	(mm)
- valor en fórmula:	200,00	(mm)

Coeficiente de la ley de tracciones k_1 :

	0,125	
--	-------	--

Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:

	1000	(cm ²)
--	------	--------------------

Separación media entre fisuras s_m :

	219,58	(mm)
--	--------	------

b) Alargamiento medio de la armadura

Coeficiente de carga k_2 :

	0,5	
--	-----	--

Alargamiento medio ϵ_{sm} :

- valor por fórmula:	-2,992E-02	
- valor mínimo:	1,378E-05	

c) Abertura característica de fisura w_k :

	0,0051	(mm)
--	--------	------

$w_k < w_{adm} = 0,30 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

Pasamos a una armadura realmente dispuesta $A_{s,real} = \emptyset 16 \text{ a } 20 = 10,05 \text{ cm}^2/\text{m}$ obteniendo los nuevos valores siguientes:

Armadura de tracción A_{s1} :		
- nº de barras de la capa 1 n_1 :	5,00	
- diámetro de barras de la capa 1 \emptyset_1 :	16	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	0	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 \emptyset_2 :	0	(mm)
- área de armadura de tracción A_{s1} :	10,05	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{s1} a borde sección d' :	5,80	(cm)
- canto útil de armadura A_{s1} d :	34,20	(cm)
Armadura de compresión A_{s2} :	5,65	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{s1} ρ_1 :	2,940E-03	
Cuantía geométrica de A_{s2} ρ_2 :	1,652E-03	

Sección fisurada:		
Profundidad de fibra neutra X:	6,24	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	63.110	(cm ⁴)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	287,35	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	6,89	(N/mm ²)

Abertura característica de fisura		
Distancia entre barras longitudinales s_o :		
- valor por geometría:	200,00	(mm)
- valor en fórmula:	200,00	(mm)
Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	1000	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_m :	219,58	(mm)
Alargamiento medio ϵ_{sm} :		
- valor por fórmula:	-2,992E-02	
- valor mínimo:	1,378E-05	
Abertura característica de fisura w_k :	0,0051	(mm)

$w_k < w_{adm} = 0,30 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

• Comprobación a cortante:

situación normal $V_o = R_{y28} = 2,17 \text{ kN/m}$
 $V_d = 3,25 \text{ kN/m}$

situación sísmica $V_o = R_{y28} = 4,18 \text{ kN/m}$
 $V_d = 4,18 \text{ kN/m}$

Armadura de tracción A_s : 10,05 cm²/m

canto útil de armadura A_s : 34,20 cm

$$\xi = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1,76$$

$$\rho_l = \frac{A_s}{b \cdot d} = 2,940E-03$$

$$Vu2 = 149,07 \text{ kN/m} < Vu2, \text{min} = 218,69 \text{ kN/m}$$

$Vu2, \text{min} > Vd$

Arqueta desagüe Aragón

2. Datos de la sección bruta

Canto h:	40	(cm)
Ancho b:	100	(cm)
Recubrimiento c:	5	(cm)
Armadura de tracción A_{S1} :		
- nº de barras de la capa 1 n_1 :	6,67	
- diámetro de barras de la capa 1 \varnothing_1 :	12	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	0	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 \varnothing_2 :	0	(mm)
- área de armadura de tracción A_{S1} :	7,54	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{S1} a borde sección d' :	5,60	(cm)
- canto útil de armadura A_{S1} d:	34,40	(cm)
Armadura de compresión A_{S2} :	5,24	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{S1} ρ_1 :	2,193E-03	
Cuantía geométrica de A_{S2} ρ_2 :	1,523E-03	

3. Esfuerzos de servicio

Tracción N_o :	0,27	(kN)
Momento M_o :	0,29	(kNm)

4. Dimensionamiento a tracción:

Tensión de trabajo en tracción σ_{st} :	100,00	(N/mm ²)
Armadura de tracción $A_{s,t}$:	0,01	(cm ²)

5. Datos de la sección fisurada

Armadura disponible a flexión $A_{disp1,f}$:	7,53	(cm ²)
Armadura disponible a flexión $A_{disp2,f}$:	5,23	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{disp1} ρ_1 :	2,189E-03	
Cuantía geométrica de A_{disp2} ρ_2 :	1,519E-03	
Profundidad de fibra neutra X:	5,52	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	49.562	(cm ⁴)
Momento de fisuración M_{fis} :	92.687	(N·m)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	377,96	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	1,18	(N/mm ²)

6. Abertura característica de fisura

a) Separación media entre fisuras

Distancia entre barras longitudinales s_o :

- tipo de elemento (viga=1, muro o losa=2):	2	
- valor por geometría:	149,93	(mm)
- valor en fórmula:	149,93	(mm)

Coefficiente de la ley de tracciones k_1 :	0,125	
Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	1000	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_m :	209,67	(mm)

b) Alargamiento medio de la armadura

Coefficiente de carga k_2 :	0,5	
Alargamiento medio ε_{sm} :		
- valor por fórmula:	-3,020E-01	
- valor mínimo:	2,365E-06	

c) Abertura característica de fisura w_k :	0,0008	(mm)
--	--------	------

wk < wadm = 0,30 mm => Dimensionamiento válido

Arqueta desagüe Aragón

Pasamos a una armadura realmente dispuesta $A_{s,real} = \emptyset 16 \text{ a } 20 = 10,05 \text{ cm}^2/\text{m}$ obteniendo los nuevos valores siguientes:

Armadura de tracción A_{s1} :		
- nº de barras de la capa 1 n_1 :	5,00	
- diámetro de barras de la capa 1 \emptyset_1 :	16	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	0	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 \emptyset_2 :	0	(mm)
- área de armadura de tracción A_{s1} :	10,05	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{s1} a borde sección d' :	5,80	(cm)
- canto útil de armadura A_{s1} d :	34,20	(cm)
Armadura de compresión A_{s2} :	5,24	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{s1} ρ_1 :	2,940E-03	
Cuantía geométrica de A_{s2} ρ_2 :	1,532E-03	

Sección fisurada		
Armadura disponible a flexión $A_{disp1,f}$:	10,04	(cm ²)
Armadura disponible a flexión $A_{disp2,f}$:	5,23	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{disp1} ρ_1 :	2,936E-03	
Cuantía geométrica de A_{disp2} ρ_2 :	1,528E-03	
Profundidad de fibra neutra X :	6,24	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	63.036	(cm ⁴)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	287,71	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	0,90	(N/mm ²)

Abertura característica de fisura		
Distancia entre barras longitudinales s_o :		
- valor por geometría:	200,00	(mm)
- valor en fórmula:	200,00	(mm)
Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	1000	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_m :	219,68	(mm)
Alargamiento medio ϵ_{sm} :		
- valor por fórmula:	-2,299E-01	
- valor mínimo:	1,800E-06	
c) Abertura característica de fisura w_k :	0,0007	(mm)

$w_k < w_{adm} = 0,30 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

• Comprobación a cortante:

situación normal $V_o = R_x7 = 1,27 \text{ kN/m}$
 $V_d = 1,91 \text{ kN/m}$

situación sísmica $V_o = R_x1 = 4,31 \text{ kN/m}$
 $V_d = 4,31 \text{ kN/m}$

Armadura de tracción A_s : 7,54 cm²/m

canto útil de armadura A_s : 34,40 cm

$$\xi = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1,76$$

$$\rho_l = \frac{A_s}{b \cdot d} = 2,193E-03$$

$V_{u2} = 136,07 \text{ kN/m} < V_{u2,min} = 219,97 \text{ kN/m}$

$V_{u2,min} > V_d$

Arqueta desagüe Aragón

- distancia de c.d.g. de A_{s1} a borde sección d' :	6,80	(cm)
- canto útil de armadura A_{s1} d :	33,20	(cm)
Armadura de compresión A_{s2} :	5,65	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{s1} ρ_1 :	6,056E-03	
Cuantía geométrica de A_{s2} ρ_2 :	1,702E-03	

3. Esfuerzos de servicio

Momento M_0 :	100,47	(kNm)
-----------------	--------	-------

4. Datos de la sección fisurada

Profundidad de fibra neutra X :	8,30	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	106.395	(cm ⁴)
Momento de fisuración M_{fis} :	92.687	(N·m)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	151,81	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	164,56	(N/mm ²)

5. Abertura característica de fisura

a) Separación media entre fisuras

Distancia entre barras longitudinales s_0 :

- tipo de elemento (viga=1, muro o losa=2):	2	
- valor por geometría:	200,00	(mm)
- valor en fórmula:	200,00	(mm)
Coeficiente de la ley de tracciones k_1 :	0,125	
Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	1000	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_m :	179,79	(mm)

b) Alargamiento medio de la armadura

Coeficiente de carga k_2 :	0,5	
Alargamiento medio ϵ_{sm} :		
- valor por fórmula:	4,726E-04	
- valor mínimo:	3,291E-04	
c) Abertura característica de fisura w_k :	0,0945	(mm)

$w_k < w_{adm} = 0,10 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

• Comprobación a cortante:

situación normal $V_o = R_{y28} = 100,28 \text{ kN/m}$
 $V_d = 150,42 \text{ kN/m}$

situación sísmica $V_o = R_{y28} = 100,84 \text{ kN/m}$
 $V_d = 100,84 \text{ kN/m}$

Armadura de tracción A_s : 20,11 cm²/m

canto útil de armadura A_s : 33,20 cm

$$\xi = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1,78$$

$$\rho_t = \frac{A_s}{b \cdot d} = 6,056E-03$$

$$Vu2 = 186,37 \text{ kN/m} < Vu2, \text{min} = 215,92 \text{ kN/m}$$

$Vu2, \text{min} > Vd$

Arqueta desagüe Aragón

- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	0	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 \varnothing_2 :	0	(mm)
- área de armadura de tracción A_{s1} :	10,05	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{s1} a borde sección d' :	5,80	(cm)
- canto útil de armadura A_{s1} d :	34,20	(cm)
Armadura de compresión A_{s2} :	7,54	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{s1} ρ_1 :	2,940E-03	
Cuantía geométrica de A_{s2} ρ_2 :	2,205E-03	

3. Esfuerzos de servicio

Momento M_o :	12,52	(kNm)
-----------------	-------	-------

4. Datos de la sección fisurada

Profundidad de fibra neutra X :	6,24	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	63.113	(cm ⁴)
Momento de fisuración M_{fis} :	92.687	(Nm)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	287,42	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	38,82	(N/mm ²)

5. Abertura característica de fisura

a) Separación media entre fisuras

Distancia entre barras longitudinales s_o :

- tipo de elemento (viga=1, muro o losa=2):	2	
- valor por geometría:	200,00	(mm)
- valor en fórmula:	200,00	(mm)

Coeficiente de la ley de tracciones k_1 :

	0,125	
--	-------	--

Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:

	1000	(cm ²)
--	------	--------------------

Separación media entre fisuras s_m :

	219,58	(mm)
--	--------	------

b) Alargamiento medio de la armadura

Coeficiente de carga k_2 :

	0,5	
--	-----	--

Alargamiento medio ϵ_{sm} :

- valor por fórmula:	-5,125E-03	
- valor mínimo:	7,765E-05	

c) Abertura característica de fisura w_k :

	0,0290	(mm)
--	--------	------

$w_k < w_{adm} = 0,10 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

• Comprobación a cortante:

situación normal $V_o = R_{x1} = 71,28 \text{ kN/m}$
 $V_d = 106,92 \text{ kN/m}$

situación sísmica $V_o = R_{x1} = 68,25 \text{ kN/m}$
 $V_d = 68,25 \text{ kN/m}$

Armadura de tracción A_s : 10,05 cm²/m

canto útil de armadura A_s : 34,20 cm

$$\xi = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1,76$$

$$\rho_l = \frac{A_s}{b \cdot d} = 2,940E-03$$

$$V_{u2} = 149,07 \text{ kN/m} < V_{u2,min} = 218,69 \text{ kN/m}$$

$V_{u2,min} > V_d$

JUSTIFICACIÓN DE CUANTÍAS DE ACERO

Elemento estructural: Muro perimetral

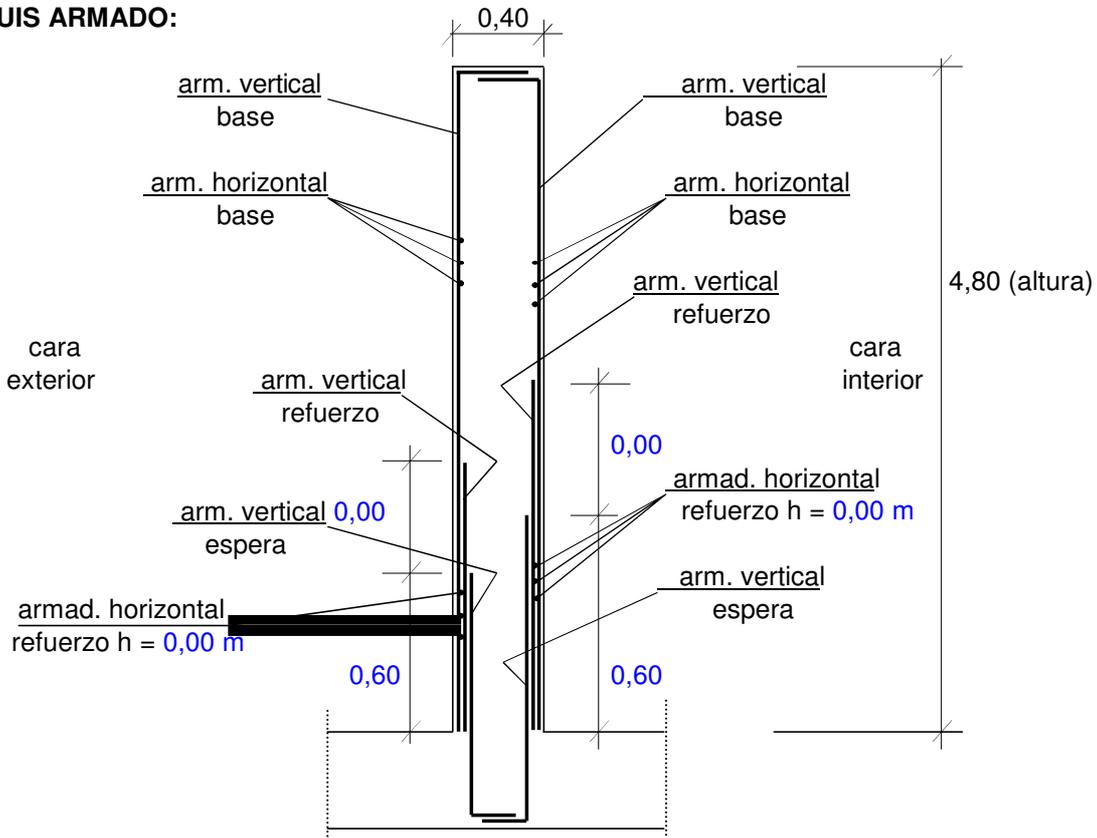
Dimensiones del elemento de hormigón: canto: 0,40 m
 ancho: 1,00 m } volumen = 1,920 m³
 alto: 4,80 m

DESPIECE DE ACERO:

grupo de barras descripción	diámetro Ø (mm)	separación (m)	número de barras	longitud barra (m)	peso unitario	peso parcial
cara interior						
armadura vertical						
espera (1ª capa)	16	0,200	5,00	1,05	1,58	8,30
2ª capa	-	-	-	-	-	-
armad. base	16	0,200	5,00	5,10	1,58	40,29
armadura horizontal						
armad. base	16	0,200	24,00	1,00	1,58	37,92
refuerzo	-	-	-	-	-	-
cara exterior						
armadura vertical						
espera	16	0,200	5,00	1,05	1,58	8,30
armad. base	16	0,200	5,00	5,10	1,58	40,29
armadura horizontal						
armad. base	16	0,200	24,00	1,00	1,58	37,92
refuerzo	-	-	-	-	-	-
Total Kg Acero						173,01

Quantía nominal (Kg/m³) ... 90,11
 patillas, solapes y despuntes ... 10,00%
 Quantía real (Kg/m³) ... **99,12**

CROQUIS ARMADO:



COMPROBACIÓN FRENTE A LA FLOTACIÓN

En este apartado se comprueba la seguridad del elemento frente al riesgo de flotación del mismo bajo la acción de la subpresión originada por encontrarse el nivel freático por encima de la cota de apoyo de la losa inferior. Para ello se calcula la relación entre la suma de los pesos del propio aparato y del terreno situado sobre el tacón exterior de la zapata del muro perimetral y la reacción ascendente correspondiente a la subpresión actuante en toda la superficie de apoyo.

Coefficiente mínimo de seguridad a flotación considerado:

$$\gamma_{\text{flot}} = 1,20$$

1. Peso propio

$$\gamma_c = 25,00 \text{ KN/m}^3$$

	unidades	largo (m)	ancho (m)	espesor (m)	densidad (kN/m ³)	peso (kN)
muros:	2	12,80	4,80	0,40	25,00	1228,80
	2	4,75	4,80	0,40	25,00	456,00
losa cimentación:	1	13,30	6,05	0,40	25,00	804,65
						2.489,45 kN

2.

Peso del terreno sobre tacón exterior de losade cimentación $\gamma_{\text{tseco}} = 20,00 \text{ KN/m}^3$

$$\gamma_{\text{sumergido}} = 21,50 \text{ KN/m}^3$$

	unidades	largo	alto	espesor	densidad	peso
terreno seco:	2	13,30	2,90	0,25	20,00	385,70
	2	5,55	2,90	0,25	20,00	160,95
terr. sumergido:	2	13,30	1,50	0,25	21,50	214,46
	2	5,55	1,50	0,25	21,50	89,49
						850,61 kN

3. Subpresión bajo la losa de cimentación

$$\gamma_w = 10,00 \text{ KN/m}^3$$

	unidades	largo	ancho	alt.hidrost.	densidad	fuerza
subpresión:	1	13,30	6,05	1,90	10,00	1.528,84 kN

A partir de los valores obtenidos se obtiene el siguiente coeficiente de seguridad frente a la flotación:

$$\gamma_{\text{flotación}} = \frac{2.489,45 + 850,61}{1.528,84} = 2,18 > 1,20$$

Comprobándose que el elemento presenta un nivel de seguridad frente al riesgo de flotación que es **suficiente**.

Dado el insuficiente nivel de seguridad frente a la flotación, se aumenta el peso del elemento disponiendo un lastre de hormigón de canto constante bajo la losa de cimentación y con las mismas dimensiones que ésta.

4. Peso del hormigón de lastre bajo la losa de cimentación

	unidades	largo	ancho	espesor	densidad	peso
lastre:	1	13,30	6,05	0,60	23,00	1.110,42 kN

5. Subpresión bajo el lastre de hormigón

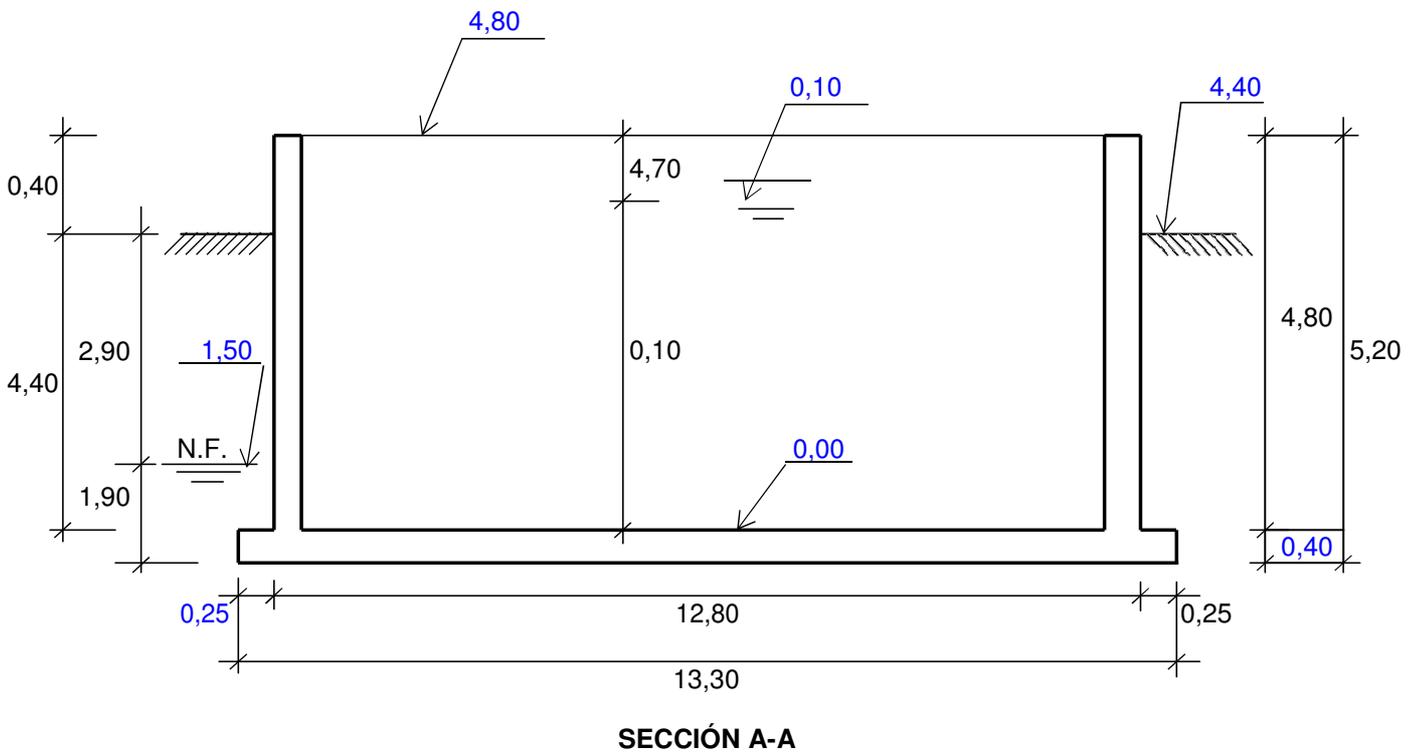
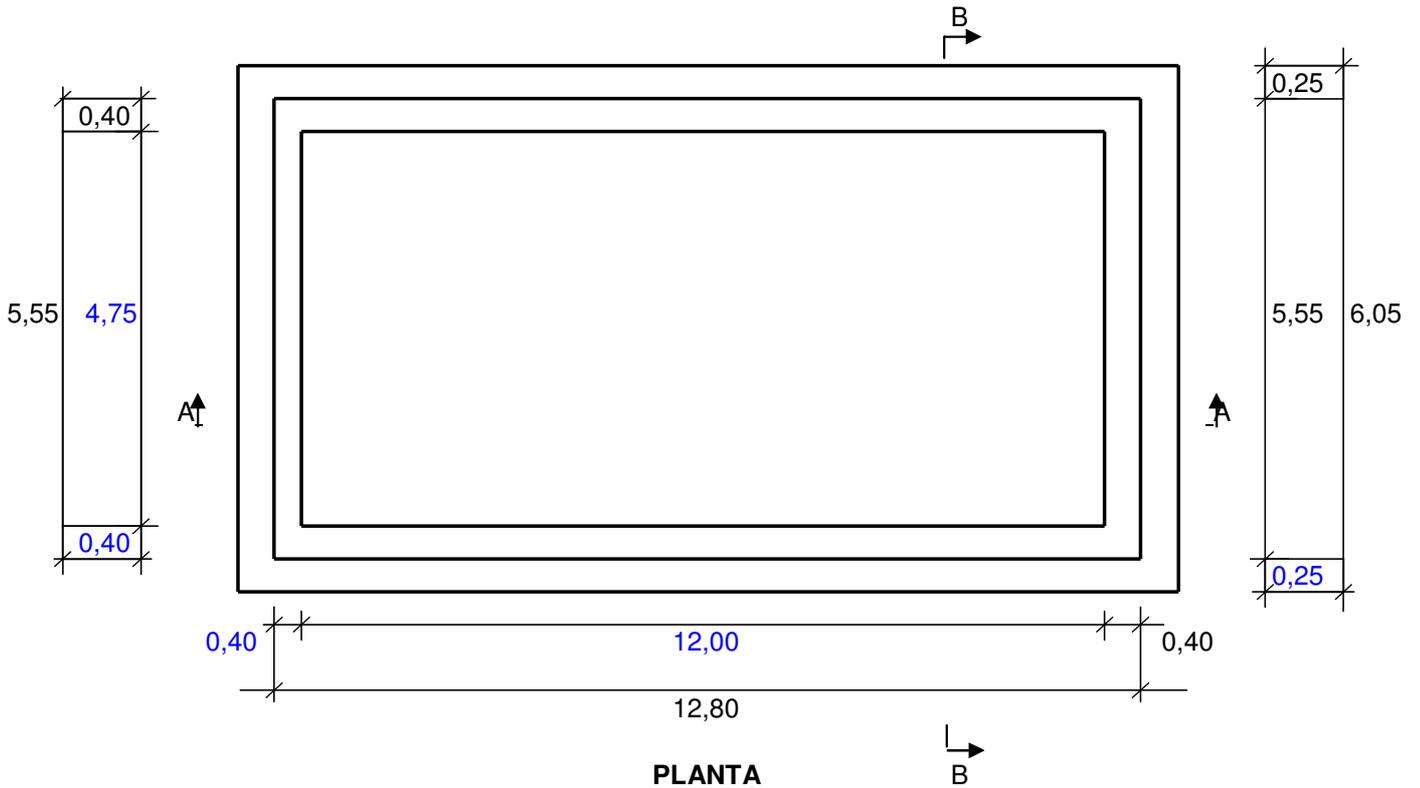
$$\gamma_{\text{cm}} = 23,00 \text{ KN/m}^3$$

	unidades	largo	ancho	alt.hidrost.	densidad	fuerza
subpresión:	1	13,30	6,05	2,50	10,00	2.011,63 kN

Obteniéndose como nuevo valor del coeficiente de seguridad frente a la flotación el siguiente:

$$\gamma'_{\text{flotación}} = \frac{2.489,45 + 850,61 + 1.110,42}{2.011,63} = 2,21 > 1,20$$

DEFINICIÓN GEOMÉTRICA



PARÁMETROS GEOTÉCNICOS DEL TERRENO DE CIMENTACIÓN

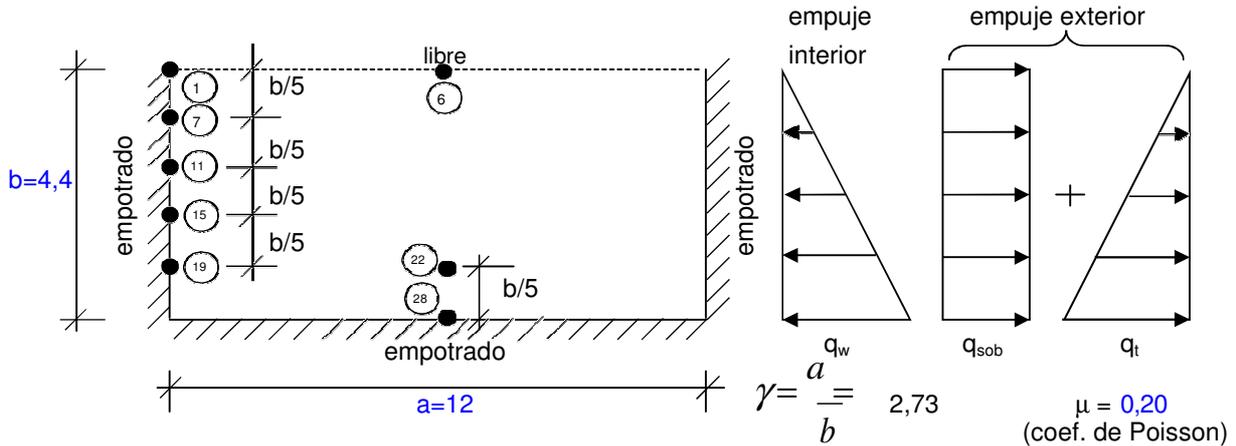
Sondeo de referencia: S-2
 Estrato de apoyo: nivel 2/3 (suelos coluvial/aluvial)
 Tensión admisible: $\sigma_{adm} = 150,0 \text{ kN/m}^2$ (sin sismo)
 $\sigma_{adm}^* = 225,0 \text{ kN/m}^2$ (con sismo) ($\sigma_{adm}^* = 1,50 \square \sigma_{adm}$)

MUROS

El dimensionamiento de los muros se realiza a partir de su asimilación a placas rectangulares, supuestas empotradas en tres de sus bordes y libres en el borde superior.

Las acciones consideradas son la presión hidrostática del líquido interior y el empuje producido por el terreno exterior más una sobrecarga superficial de valor igual a 10,00 kN/m². Del lado de la seguridad, en el cálculo de los esfuerzos originados por ambos empujes, éstos se consideran extendidos a toda la altura de la placa.

Esquema de cálculo: muro de l = 12,00 m



Cargas consideradas:

A) Situación persistente o transitoria

- empuje interior (hidrostático):

$$\left. \begin{array}{l} \gamma_w = 10,00 \text{ kN/m}^3 \\ h_{\text{agua}} = 0,10 \text{ m} \end{array} \right\} \Rightarrow q_w = 1,00 \text{ kN/m}^2$$

- empuje exterior (terreno+sobrecarga):

El valor del coeficiente de empuje del terreno, bien activo o bien al reposo, se selecciona a partir del valor del desplazamiento relativo de la coronación del muro, considerando que el empuje activo se moviliza cuando este desplazamiento es del orden de 0,0005H, siendo H la altura del muro.

Como hipótesis de partida, se considera que se moviliza el empuje al reposo, carga exterior con la que se calcula el desplazamiento de la coronación. Si se comprueba que este no alcanza el valor límite antes mencionado, la hipótesis se considera correcta; en caso contrario, será el valor del coeficiente activo el utilizado para evaluar el empuje exterior.

coeficiente de empuje al reposo $K_0 = 0,50$

$$\left. \begin{array}{l} \gamma_{t,\text{seco}} = 20,00 \text{ kN/m}^3 \\ h_{\text{tierras}} = 2,90 \text{ m} \\ \gamma_{t,\text{sumergido}} = 21,50 \text{ kN/m}^3 \\ h_{\text{tierras}} = 1,50 \text{ m} \end{array} \right\} \Rightarrow q_t = 52,63 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{sob} = 10,00 \text{ kN/m}^2 \Rightarrow q_{\text{sob}} = 5,00 \text{ kN/m}^2$$

• Flecha en el centro del borde libre (nudo 6):

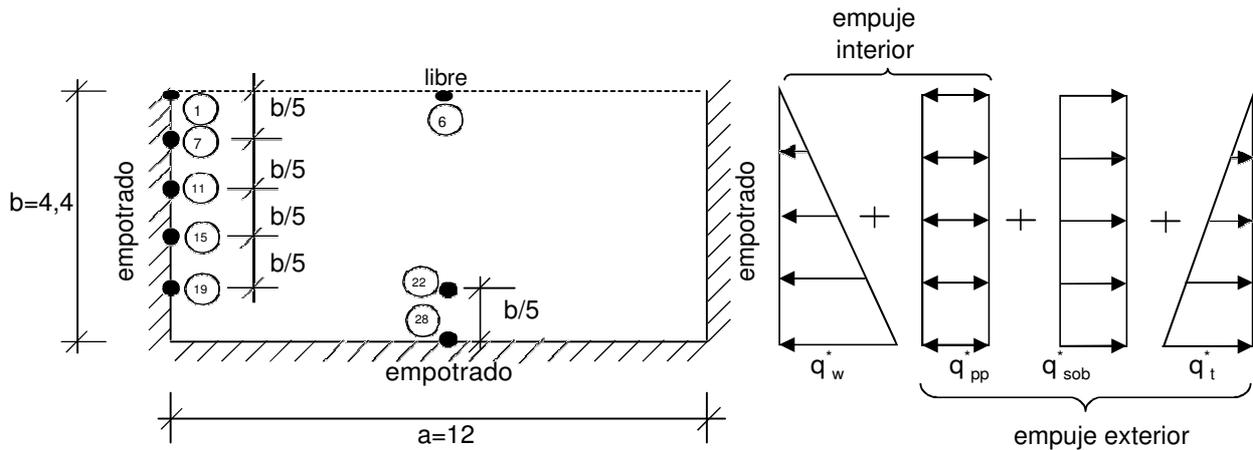
$$\text{factor multiplicador } F = b^4 / (E_c \cdot h^3) = 2,0494\text{E-}04$$

$$w_6 = (0,16706 \cdot 52,63 + 0,69433 \cdot 5,00) \cdot F = 2,513\text{E-}03 \text{ m}$$

$$\text{valor límite } w_{\text{lim}} = 0,0005 \cdot b = 2,200\text{E-}03 \text{ m} < w_6 \Rightarrow \text{empuje activo } K_a = 0,33$$

Resultando ahora las cargas exteriores siguientes: $q_t = 39,83 \text{ kN/m}^2$
 $q_{\text{sob}} = 3,30 \text{ kN/m}^2$

B) Situación sísmica



- aceleración sísmica básica: $a_b / g = 0,04$
- coeficiente de contribución: $K = 1,00$
- coeficiente de riesgo: $\rho = 1,00$ (construcción de importancia normal)
- coeficiente del terreno: $C = 1,40$
- coef. amplificación del terreno: $S = 1,120$
- aceleración sísmica de cálculo: $a_c / g = 0,045$
- coeficiente sísmico horizontal: $s = a_c / g = 0,045$

- empuje interior:

a) por peso propio del muro:

$$\left. \begin{array}{l} \gamma_c = 25,00 \text{ kN/m}^3 \\ e_{\text{muro}} = 0,40 \text{ m} \end{array} \right\} \Rightarrow q_{pp}^* = s \cdot \gamma_c \cdot e_{\text{muro}} = 0,45 \text{ kN/m}^2$$

b) empuje hidrostático:

$$q_w^* = (1 + s) \cdot q_w = 1,05 \text{ kN/m}^2$$

- empuje exterior:

a) por peso propio del muro:

$$q_{pp}^* = 0,45 \text{ kN/m}^2$$

b) empuje tierras+sobrecarga:

- tierras: $q_t^* = (1 + s) \cdot q_t = 41,62 \text{ kN/m}^2$

- sobrecarga: coef. simultaneidad $\Psi_2 = 0,60$

$$q_{sob}^* = (1 + s) \cdot \Psi_2 \cdot q_{sob} = 2,07 \text{ kN/m}^2$$

carga uniforme total en cara exterior: $q_{pp}^* + q_{sob}^* = 2,52 \text{ kN/m}^2$

Cálculos de esfuerzos:

Los esfuerzos en las secciones señaladas son los siguientes:

A) Situación persistente o transitoria

a) empuje interior

- momentos flectores

$M_{x1} =$	-0,01131	$* 1,00 * 12^2 =$	-1,63 kNm/m
$M_{x7} =$	-0,00999	$* 1,00 * 12^2 =$	-1,44 kNm/m
$M_{x11} =$	-0,00804	$* 1,00 * 12^2 =$	-1,16 kNm/m
$M_{x15} =$	-0,00544	$* 1,00 * 12^2 =$	-0,78 kNm/m
$M_{x19} =$	-0,00212	$* 1,00 * 12^2 =$	-0,31 kNm/m
$M_{x6} =$	0,00380	$* 1,00 * 12^2 =$	0,55 kNm/m
$M_{y22} =$	-0,03925	$* 1,00 * 4,4^2 =$	-0,76 kNm/m
$M_{y28} =$	-0,11483	$* 1,00 * 4,4^2 =$	-2,22 kNm/m

- reacciones:

$R_{x1} =$	0,1028	$* 1,00 * 12 =$	1,23 kN/m
$R_{x7} =$	0,1059	$* 1,00 * 12 =$	1,27 kN/m
$R_{x11} =$	0,0909	$* 1,00 * 12 =$	1,09 kN/m
$R_{x15} =$	0,0849	$* 1,00 * 12 =$	1,02 kN/m
$R_{x19} =$	0,0369	$* 1,00 * 12 =$	0,44 kN/m
$R_{y28} =$	0,4921	$* 1,00 * 4,4 =$	2,17 kN/m

b) empuje exterior

- momentos flectores

$M_{x1} =$	-0,04451	$* 3,30 * 12^2 +$	-0,01131	$* 39,83 * 12^2 =$	-86,05 kNm/m
$M_{x7} =$	-0,03572	$* 3,30 * 12^2 +$	-0,00999	$* 39,83 * 12^2 =$	-74,30 kNm/m
$M_{x11} =$	-0,02491	$* 3,30 * 12^2 +$	-0,00804	$* 39,83 * 12^2 =$	-57,93 kNm/m
$M_{x15} =$	-0,01417	$* 3,30 * 12^2 +$	-0,00544	$* 39,83 * 12^2 =$	-37,93 kNm/m
$M_{x19} =$	-0,00450	$* 3,30 * 12^2 +$	-0,00212	$* 39,83 * 12^2 =$	-14,29 kNm/m
$M_{x6} =$	0,01386	$* 3,30 * 12^2 +$	0,00380	$* 39,83 * 12^2 =$	28,39 kNm/m
$M_{y22} =$	-0,15151	$* 3,30 * 4,4^2 +$	-0,03925	$* 39,83 * 4,4^2 =$	-39,94 kNm/m
$M_{y28} =$	-0,31085	$* 3,30 * 4,4^2 +$	-0,11483	$* 39,83 * 4,4^2 =$	-108,41 kNm/m

- reacciones:

$R_{x1} =$	0,5595	$* 3,30 * 12 +$	0,1028	$* 39,83 * 12 =$	71,28 kN/m
$R_{x7} =$	0,3940	$* 3,30 * 12 +$	0,1059	$* 39,83 * 12 =$	66,21 kN/m
$R_{x11} =$	0,2276	$* 3,30 * 12 +$	0,0909	$* 39,83 * 12 =$	52,46 kN/m
$R_{x15} =$	0,1311	$* 3,30 * 12 +$	0,0849	$* 39,83 * 12 =$	45,75 kN/m
$R_{x19} =$	0,0190	$* 3,30 * 12 +$	0,0369	$* 39,83 * 12 =$	18,37 kN/m
$R_{y28} =$	0,9667	$* 3,30 * 4,4 +$	0,4921	$* 39,83 * 4,4 =$	100,28 kN/m

B) Situación sísmica

a) empuje interior

- momentos flectores

$M_{x1} =$	-0,04451	$*0,45*12^2 +$	-0,01131	$* 1,05 * 12^2 =$	-4,59 kNm/m
$M_{x7} =$	-0,03572	$*0,45*12^2 +$	-0,00999	$* 1,05 * 12^2 =$	-3,82 kNm/m
$M_{x11} =$	-0,02491	$*0,45*12^2 +$	-0,00804	$* 1,05 * 12^2 =$	-2,82 kNm/m
$M_{x15} =$	-0,01417	$*0,45*12^2 +$	-0,00544	$* 1,05 * 12^2 =$	-1,74 kNm/m
$M_{x19} =$	-0,00450	$*0,45*12^2 +$	-0,00212	$* 1,05 * 12^2 =$	-0,61 kNm/m
$M_{x6} =$	0,01386	$*0,45*12^2 +$	0,00380	$* 1,05 * 12^2 =$	1,47 kNm/m
$M_{y22} =$	-0,15151	$*0,45*4,4^2 +$	-0,03925	$* 1,05 * 4,4^2 =$	-2,11 kNm/m
$M_{y28} =$	-0,31085	$*0,45*4,4^2 +$	-0,11483	$* 1,05 * 4,4^2 =$	-5,03 kNm/m

- reacciones:

$R_{x1} =$	0,5595	$* 0,45 * 12 +$	0,1028	$* 1,05 * 12 =$	4,31 kN/m
$R_{x7} =$	0,3940	$* 0,45 * 12 +$	0,1059	$* 1,05 * 12 =$	3,46 kN/m
$R_{x11} =$	0,2276	$* 0,45 * 12 +$	0,0909	$* 1,05 * 12 =$	2,37 kN/m
$R_{x15} =$	0,1311	$* 0,45 * 12 +$	0,0849	$* 1,05 * 12 =$	1,77 kN/m
$R_{x19} =$	0,0190	$* 0,45 * 12 +$	0,0369	$* 1,05 * 12 =$	0,56 kN/m
$R_{y28} =$	0,9667	$* 0,45 * 4,4 +$	0,4921	$* 1,05 * 4,4 =$	4,18 kN/m

b) empuje exterior

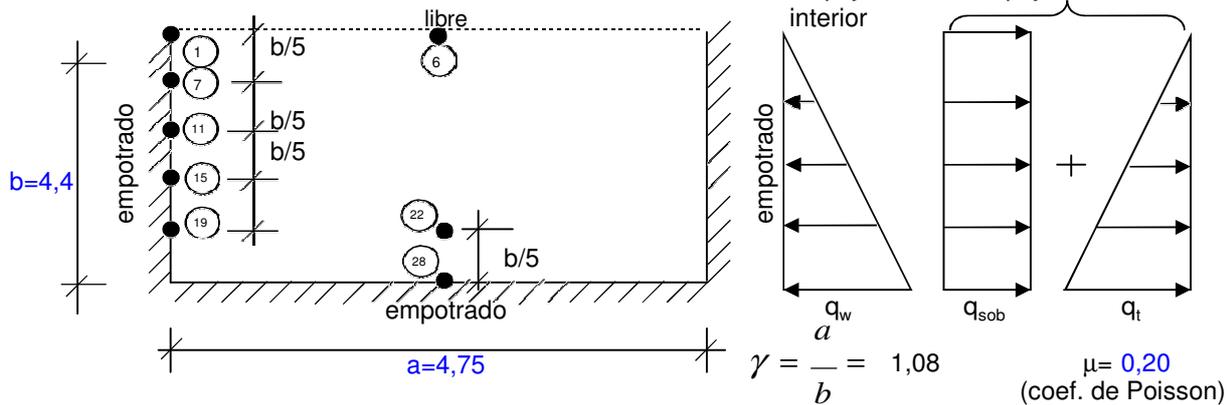
- momentos flectores

$M_{x1} =$	-0,04451	$*2,52*12^2 +$	-0,01131	$* 41,62 * 12^2 =$	-83,97 kNm/m
$M_{x7} =$	-0,03572	$*2,52*12^2 +$	-0,00999	$* 41,62 * 12^2 =$	-72,87 kNm/m
$M_{x11} =$	-0,02491	$*2,52*12^2 +$	-0,00804	$* 41,62 * 12^2 =$	-57,21 kNm/m
$M_{x15} =$	-0,01417	$*2,52*12^2 +$	-0,00544	$* 41,62 * 12^2 =$	-37,74 kNm/m
$M_{x19} =$	-0,00450	$*2,52*12^2 +$	-0,00212	$* 41,62 * 12^2 =$	-14,34 kNm/m
$M_{x6} =$	0,01386	$*2,52*12^2 +$	0,00380	$* 41,62 * 12^2 =$	27,82 kNm/m
$M_{y22} =$	-0,15151	$*2,52*4,4^2 +$	-0,03925	$* 41,62 * 4,4^2 =$	-39,02 kNm/m
$M_{y28} =$	-0,31085	$*2,52*4,4^2 +$	-0,11483	$* 41,62 * 4,4^2 =$	-107,70 kNm/m

- reacciones:

$R_{x1} =$	0,5595	$* 2,52 * 12 +$	0,1028	$* 41,62 * 12 =$	68,25 kN/m
$R_{x7} =$	0,3940	$* 2,52 * 12 +$	0,1059	$* 41,62 * 12 =$	64,80 kN/m
$R_{x11} =$	0,2276	$* 2,52 * 12 +$	0,0909	$* 41,62 * 12 =$	52,28 kN/m
$R_{x15} =$	0,1311	$* 2,52 * 12 +$	0,0849	$* 41,62 * 12 =$	46,35 kN/m
$R_{x19} =$	0,0190	$* 2,52 * 12 +$	0,0369	$* 41,62 * 12 =$	18,98 kN/m
$R_{y28} =$	0,9667	$* 2,52 * 4,4 +$	0,4921	$* 41,62 * 4,4 =$	100,84 kN/m

Esquema de cálculo: muro de $l = 4,75 \text{ m}$



Cálculos de esfuerzos:

En este caso, el coeficiente de empuje resulta, según el valor de w_6 , el siguiente:

$$w_6 = (0,00960 * 52,63 + 0,04605 * 5,00) * F = 1,508E-04 \text{ m} < w_{lim} \Rightarrow \text{emp. al reposo}$$

A) Situación persistente o transitoria

a) empuje hidrostático

- momentos flectores

$M_{x1} =$	-0,01556	$* 1,00 * 4,75^2 =$	-0,35 kNm/m
$M_{x7} =$	-0,02122	$* 1,00 * 4,75^2 =$	-0,48 kNm/m
$M_{x11} =$	-0,02596	$* 1,00 * 4,75^2 =$	-0,59 kNm/m
$M_{x15} =$	-0,02576	$* 1,00 * 4,75^2 =$	-0,58 kNm/m
$M_{x19} =$	-0,01460	$* 1,00 * 4,75^2 =$	-0,33 kNm/m
$M_{x6} =$	0,00967	$* 1,00 * 4,75^2 =$	0,22 kNm/m
$M_{y22} =$	0,00443	$* 1,00 * 4,4^2 =$	0,09 kNm/m
$M_{y28} =$	-0,03662	$* 1,00 * 4,4^2 =$	-0,71 kNm/m

- reacciones:

$R_{x1} =$	0,0387	$* 1,00 * 4,75 =$	0,18 kN/m
$R_{x7} =$	0,1326	$* 1,00 * 4,75 =$	0,63 kN/m
$R_{x11} =$	0,1913	$* 1,00 * 4,75 =$	0,91 kN/m
$R_{x15} =$	0,2306	$* 1,00 * 4,75 =$	1,10 kN/m
$R_{x19} =$	0,1493	$* 1,00 * 4,75 =$	0,71 kN/m
$R_{y28} =$	0,3366	$* 1,00 * 4,4 =$	1,48 kN/m

b) empuje terreno+sobrecarga

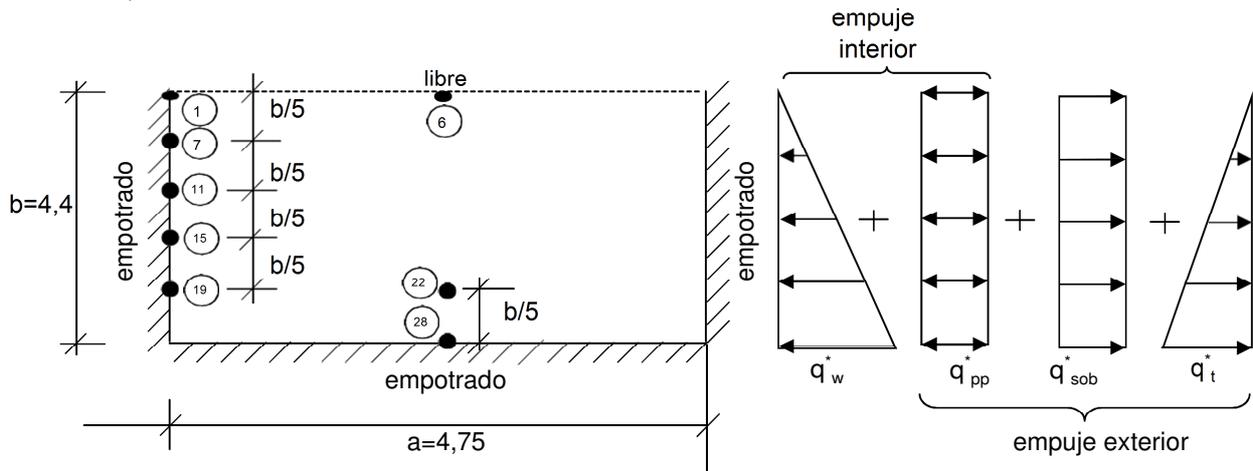
- momentos flectores

$M_{x1} =$	-0,08429	$* 5,00 * 4,75^2 +$	-0,01556	$* 52,63 * 4,75^2 =$	-27,99 kNm/m
$M_{x7} =$	-0,07883	$* 5,00 * 4,75^2 +$	-0,02122	$* 52,63 * 4,75^2 =$	-34,09 kNm/m
$M_{x11} =$	-0,06841	$* 5,00 * 4,75^2 +$	-0,02596	$* 52,63 * 4,75^2 =$	-38,55 kNm/m
$M_{x15} =$	-0,05139	$* 5,00 * 4,75^2 +$	-0,02576	$* 52,63 * 4,75^2 =$	-36,38 kNm/m
$M_{x19} =$	-0,02307	$* 5,00 * 4,75^2 +$	-0,01460	$* 52,63 * 4,75^2 =$	-19,94 kNm/m
$M_{x6} =$	0,04203	$* 5,00 * 4,75^2 +$	0,00967	$* 52,63 * 4,75^2 =$	16,22 kNm/m
$M_{y22} =$	-0,00358	$* 5,00 * 4,4^2 +$	0,00443	$* 52,63 * 4,4^2 =$	4,16 kNm/m
$M_{y28} =$	-0,06419	$* 5,00 * 4,4^2 +$	-0,03662	$* 52,63 * 4,4^2 =$	-43,52 kNm/m

- reacciones:

$R_{x1} =$	0,5201	$* 5,00 * 4,75 +$	0,0387	$* 52,63 * 4,75 =$	22,02 kN/m
$R_{x7} =$	0,5317	$* 5,00 * 4,75 +$	0,1326	$* 52,63 * 4,75 =$	45,77 kN/m
$R_{x11} =$	0,4676	$* 5,00 * 4,75 +$	0,1913	$* 52,63 * 4,75 =$	58,94 kN/m
$R_{x15} =$	0,3952	$* 5,00 * 4,75 +$	0,2306	$* 52,63 * 4,75 =$	67,02 kN/m
$R_{x19} =$	0,1747	$* 5,00 * 4,75 +$	0,1493	$* 52,63 * 4,75 =$	41,47 kN/m
$R_{y28} =$	0,4915	$* 5,00 * 4,4 +$	0,3366	$* 52,63 * 4,4 =$	88,76 kN/m

B) Situación sísmica



- momentos flectores

$M_{x1} =$	-0,08429	$* 0,45 * 4,75^2 +$	-0,01556	$* 1,05 * 4,75^2 =$	-1,22 kNm/m
$M_{x7} =$	-0,07883	$* 0,45 * 4,75^2 +$	-0,02122	$* 1,05 * 4,75^2 =$	-1,30 kNm/m
$M_{x11} =$	-0,06841	$* 0,45 * 4,75^2 +$	-0,02596	$* 1,05 * 4,75^2 =$	-1,31 kNm/m
$M_{x15} =$	-0,05139	$* 0,45 * 4,75^2 +$	-0,02576	$* 1,05 * 4,75^2 =$	-1,13 kNm/m
$M_{x19} =$	-0,02307	$* 0,45 * 4,75^2 +$	-0,01460	$* 1,05 * 4,75^2 =$	-0,58 kNm/m
$M_{x6} =$	0,04203	$* 0,45 * 4,75^2 +$	0,00967	$* 1,05 * 4,75^2 =$	0,65 kNm/m
$M_{y22} =$	-0,00358	$* 0,45 * 4,4^2 +$	0,00443	$* 1,05 * 4,4^2 =$	0,06 kNm/m
$M_{y28} =$	-0,06419	$* 0,45 * 4,4^2 +$	-0,03662	$* 1,05 * 4,4^2 =$	-1,30 kNm/m

- reacciones:

$R_{x1} =$	0,5201	$* 0,45 * 4,75 +$	0,0387	$* 1,05 * 4,75 =$	1,30 kN/m
$R_{x7} =$	0,5317	$* 0,45 * 4,75 +$	0,1326	$* 1,05 * 4,75 =$	1,79 kN/m
$R_{x11} =$	0,4676	$* 0,45 * 4,75 +$	0,1913	$* 1,05 * 4,75 =$	1,95 kN/m
$R_{x15} =$	0,3952	$* 0,45 * 4,75 +$	0,2306	$* 1,05 * 4,75 =$	1,99 kN/m
$R_{x19} =$	0,1747	$* 0,45 * 4,75 +$	0,1493	$* 1,05 * 4,75 =$	1,11 kN/m
$R_{y28} =$	0,4915	$* 0,45 * 4,4 +$	0,3366	$* 1,05 * 4,4 =$	2,52 kN/m

b) empuje exterior

- momentos flectores

$M_{x1} =$	-0,08429	$* 2,52 * 4,75^2 +$	-0,01556	$* 41,62 * 4,75^2 =$	-19,41 kNm/m
$M_{x7} =$	-0,07883	$* 2,52 * 4,75^2 +$	-0,02122	$* 41,62 * 4,75^2 =$	-24,41 kNm/m
$M_{x11} =$	-0,06841	$* 2,52 * 4,75^2 +$	-0,02596	$* 41,62 * 4,75^2 =$	-28,27 kNm/m
$M_{x15} =$	-0,05139	$* 2,52 * 4,75^2 +$	-0,02576	$* 41,62 * 4,75^2 =$	-27,11 kNm/m
$M_{x19} =$	-0,02307	$* 2,52 * 4,75^2 +$	-0,01460	$* 41,62 * 4,75^2 =$	-15,02 kNm/m
$M_{x6} =$	0,04203	$* 2,52 * 4,75^2 +$	0,00967	$* 41,62 * 4,75^2 =$	11,47 kNm/m
$M_{y22} =$	-0,00358	$* 2,52 * 4,4^2 +$	0,00443	$* 41,62 * 4,4^2 =$	3,39 kNm/m
$M_{y28} =$	-0,06419	$* 2,52 * 4,4^2 +$	-0,03662	$* 41,62 * 4,4^2 =$	-32,64 kNm/m

- reacciones:

$R_{x1} =$	0,5201	$* 2,52 * 4,75 +$	0,0387	$* 41,62 * 4,75 =$	13,87 kN/m
$R_{x7} =$	0,5317	$* 2,52 * 4,75 +$	0,1326	$* 41,62 * 4,75 =$	32,58 kN/m
$R_{x11} =$	0,4676	$* 2,52 * 4,75 +$	0,1913	$* 41,62 * 4,75 =$	43,43 kN/m
$R_{x15} =$	0,3952	$* 2,52 * 4,75 +$	0,2306	$* 41,62 * 4,75 =$	50,31 kN/m
$R_{x19} =$	0,1747	$* 2,52 * 4,75 +$	0,1493	$* 41,62 * 4,75 =$	31,61 kN/m
$R_{y28} =$	0,4915	$* 2,52 * 4,4 +$	0,3366	$* 41,62 * 4,4 =$	67,10 kN/m

2. Datos de la sección bruta

Canto h:	40	(cm)
Ancho b:	100	(cm)
Recubrimiento c:	5	(cm)

Armadura de tracción A_{S1} :

- nº de barras de la capa 1 n_1 :	5,00	
- diámetro de barras de la capa 1 \varnothing_1 :	16	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	0	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 \varnothing_2 :	0	(mm)
- área de armadura de tracción A_{S1} :	10,05	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{S1} a borde sección d':	5,80	(cm)
- canto útil de armadura A_{S1} d:	34,20	(cm)

Armadura de compresión A_{S2} :	5,65	(cm ²)
-----------------------------------	------	--------------------

Cuantía geométrica de A_{S1} ρ_1 :	2,940E-03	
---	-----------	--

Cuantía geométrica de A_{S2} ρ_2 :	1,652E-03	
---	-----------	--

3. Esfuerzos de servicio

Momento M_0 :	2,22	(kNm)
-----------------	------	-------

4. Datos de la sección fisurada

Profundidad de fibra neutra X:	6,24	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	63.110	(cm ⁴)
Momento de fisuración M_{fis} :	92.687	(Nm)

Tensiones en la armadura de tracción:

- en el instante de fisuración σ_{sr} :	287,35	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	6,89	(N/mm ²)

5. Abertura característica de fisura

a) Separación media entre fisuras

Distancia entre barras longitudinales s_0 :

- tipo de elemento (viga=1, muro o losa=2):	2	
- valor por geometría:	200,00	(mm)
- valor en fórmula:	200,00	(mm)

Coeficiente de la ley de tracciones k_1 :

0,125

Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:

1000

(cm²)

Separación media entre fisuras s_m :

219,58

(mm)

b) Alargamiento medio de la armadura

Coeficiente de carga k_2 :

0,5

Alargamiento medio ϵ_{sm} :

- valor por fórmula:	-2,992E-02	
----------------------	------------	--

- valor mínimo:	1,378E-05	
-----------------	-----------	--

c) Abertura característica de fisura w_k :

0,0051

(mm)

$w_k < w_{adm} = 0,30 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

Pasamos a una armadura realmente dispuesta $A_{s,real} = \emptyset 16 \text{ a } 20 = 10,05 \text{ cm}^2/\text{m}$ obteniendo los nuevos valores siguientes:

Armadura de tracción A_{s1} :		
- nº de barras de la capa 1 n_1 :	5,00	
- diámetro de barras de la capa 1 \emptyset_1 :	16	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	0	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 \emptyset_2 :	0	(mm)
- área de armadura de tracción A_{s1} :	10,05	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{s1} a borde sección d' :	5,80	(cm)
- canto útil de armadura A_{s1} d :	34,20	(cm)
Armadura de compresión A_{s2} :	5,65	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{s1} ρ_1 :	2,940E-03	
Cuantía geométrica de A_{s2} ρ_2 :	1,652E-03	

Sección fisurada:		
Profundidad de fibra neutra X:	6,24	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	63.110	(cm ⁴)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	287,35	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	6,89	(N/mm ²)

Abertura característica de fisura		
Distancia entre barras longitudinales s_o :		
- valor por geometría:	200,00	(mm)
- valor en fórmula:	200,00	(mm)
Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	1000	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_m :	219,58	(mm)
Alargamiento medio ϵ_{sm} :		
- valor por fórmula:	-2,992E-02	
- valor mínimo:	1,378E-05	
Abertura característica de fisura w_k :	0,0051	(mm)

$w_k < w_{adm} = 0,30 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

• Comprobación a cortante:

situación normal $V_o = R_{y28} = 2,17 \text{ kN/m}$
 $V_d = 3,25 \text{ kN/m}$

situación sísmica $V_o = R_{y28} = 4,18 \text{ kN/m}$
 $V_d = 4,18 \text{ kN/m}$

Armadura de tracción A_s : 10,05 cm²/m

canto útil de armadura A_s : 34,20 cm

$$\xi = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1,76$$

$$\rho_l = \frac{A_s}{b \cdot d} = 2,940E-03$$

$$Vu2 = 149,07 \text{ kN/m} < Vu2, \text{min} = 218,69 \text{ kN/m}$$

$Vu2, \text{min} > Vd$

2. Datos de la sección bruta

Canto h:	40	(cm)
Ancho b:	100	(cm)
Recubrimiento c:	5	(cm)
Armadura de tracción A_{S1} :		
- nº de barras de la capa 1 n_1 :	6,67	
- diámetro de barras de la capa 1 \varnothing_1 :	12	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	0	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 \varnothing_2 :	0	(mm)
- área de armadura de tracción A_{S1} :	7,54	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{S1} a borde sección d' :	5,60	(cm)
- canto útil de armadura A_{S1} d:	34,40	(cm)
Armadura de compresión A_{S2} :	5,24	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{S1} ρ_1 :	2,193E-03	
Cuantía geométrica de A_{S2} ρ_2 :	1,523E-03	

3. Esfuerzos de servicio

Tracción N_o :	0,27	(kN)
Momento M_o :	0,29	(kNm)

4. Dimensionamiento a tracción:

Tensión de trabajo en tracción σ_{st} :	100,00	(N/mm ²)
Armadura de tracción $A_{s,t}$:	0,01	(cm ²)

5. Datos de la sección fisurada

Armadura disponible a flexión $A_{disp1,f}$:	7,53	(cm ²)
Armadura disponible a flexión $A_{disp2,f}$:	5,23	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{disp1} ρ_1 :	2,189E-03	
Cuantía geométrica de A_{disp2} ρ_2 :	1,519E-03	
Profundidad de fibra neutra X:	5,52	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	49.562	(cm ⁴)
Momento de fisuración M_{fis} :	92.687	(N·m)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	377,96	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	1,18	(N/mm ²)

6. Abertura característica de fisura

a) Separación media entre fisuras

Distancia entre barras longitudinales s_o :		
- tipo de elemento (viga=1, muro o losa=2):	2	
- valor por geometría:	149,93	(mm)
- valor en fórmula:	149,93	(mm)
Coefficiente de la ley de tracciones k_1 :	0,125	
Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	1000	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_m :	209,67	(mm)

b) Alargamiento medio de la armadura

Coefficiente de carga k_2 :	0,5	
Alargamiento medio ϵ_{sm} :		
- valor por fórmula:	-3,020E-01	
- valor mínimo:	2,365E-06	

c) Abertura característica de fisura w_k :	0,0008	(mm)
--	--------	------

$w_k < w_{adm} = 0,30 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

Pasamos a una armadura realmente dispuesta $A_{s,real} = \emptyset 16 \text{ a } 20 = 10,05 \text{ cm}^2/\text{m}$ obteniendo los nuevos valores siguientes:

Armadura de tracción A_{s1} :		
- nº de barras de la capa 1 n_1 :	5,00	
- diámetro de barras de la capa 1 \emptyset_1 :	16	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	0	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 \emptyset_2 :	0	(mm)
- área de armadura de tracción A_{s1} :	10,05	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{s1} a borde sección d' :	5,80	(cm)
- canto útil de armadura A_{s1} d :	34,20	(cm)
Armadura de compresión A_{s2} :	5,24	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{s1} ρ_1 :	2,940E-03	
Cuantía geométrica de A_{s2} ρ_2 :	1,532E-03	

Sección fisurada		
Armadura disponible a flexión $A_{disp1,f}$:	10,04	(cm ²)
Armadura disponible a flexión $A_{disp2,f}$:	5,23	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{disp1} ρ_1 :	2,936E-03	
Cuantía geométrica de A_{disp2} ρ_2 :	1,528E-03	
Profundidad de fibra neutra X :	6,24	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	63.036	(cm ⁴)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	287,71	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	0,90	(N/mm ²)

Abertura característica de fisura		
Distancia entre barras longitudinales s_o :		
- valor por geometría:	200,00	(mm)
- valor en fórmula:	200,00	(mm)
Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	1000	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_m :	219,68	(mm)
Alargamiento medio ϵ_{sm} :		
- valor por fórmula:	-2,299E-01	
- valor mínimo:	1,800E-06	
c) Abertura característica de fisura w_k :	0,0007	(mm)

$w_k < w_{adm} = 0,30 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

• Comprobación a cortante:

situación normal $V_o = R_{x7} = 1,27 \text{ kN/m}$
 $V_d = 1,91 \text{ kN/m}$

situación sísmica $V_o = R_{x1} = 4,31 \text{ kN/m}$
 $V_d = 4,31 \text{ kN/m}$

Armadura de tracción $A_s: 7,54 \text{ cm}^2/\text{m}$

canto útil de armadura $A_s: 34,40 \text{ cm}$

$$\xi = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1,76$$

$$\rho_l = \frac{A_s}{b \cdot d} = 2,193E-03$$

$$V_{u2} = 136,07 \text{ kN/m} < V_{u2,min} = 219,97 \text{ kN/m}$$

$$V_{u2,min} > V_d$$

Arqueta desagüe Ebro

- distancia de c.d.g. de A_{s1} a borde sección d' :	6,80	(cm)
- canto útil de armadura A_{s1} d :	33,20	(cm)
Armadura de compresión A_{s2} :	5,65	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{s1} ρ_1 :	6,056E-03	
Cuantía geométrica de A_{s2} ρ_2 :	1,702E-03	

3. Esfuerzos de servicio

Momento M_0 :	100,47	(kNm)
-----------------	--------	-------

4. Datos de la sección fisurada

Profundidad de fibra neutra X :	8,30	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	106.395	(cm ⁴)
Momento de fisuración M_{fis} :	92.687	(N·m)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	151,81	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	164,56	(N/mm ²)

5. Abertura característica de fisura

a) Separación media entre fisuras

Distancia entre barras longitudinales s_0 :

- tipo de elemento (viga=1, muro o losa=2):	2	
- valor por geometría:	200,00	(mm)
- valor en fórmula:	200,00	(mm)
Coeficiente de la ley de tracciones k_1 :	0,125	
Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	1000	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_m :	179,79	(mm)

b) Alargamiento medio de la armadura

Coeficiente de carga k_2 :	0,5	
Alargamiento medio ϵ_{sm} :		
- valor por fórmula:	4,726E-04	
- valor mínimo:	3,291E-04	
c) Abertura característica de fisura w_k :	0,0945	(mm)

$w_k < w_{adm} = 0,10 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

• Comprobación a cortante:

situación normal $V_o = R_{y28} = 100,28 \text{ kN/m}$
 $V_d = 150,42 \text{ kN/m}$

situación sísmica $V_o = R_{y28} = 100,84 \text{ kN/m}$
 $V_d = 100,84 \text{ kN/m}$

Armadura de tracción A_s : 20,11 cm²/m

canto útil de armadura A_s : 33,20 cm

$$\xi = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1,78$$

$$\rho_t = \frac{A_s}{b \cdot d} = 6,056E-03$$

$$Vu2 = 186,37 \text{ kN/m} < Vu2, \text{min} = 215,92 \text{ kN/m}$$

$Vu2, \text{min} > Vd$

- Armadura horizontal en cara exterior:

Esfuerzos de servicio: empuje exterior

situación normal: sección: nudo 1 $M_o = Mx1 = 86,05 \text{ kNm/m}$

situación sísmica: sección: nudo 1 $M_o = Mx1 = 83,97 \text{ kNm/m}$

- Por rotura a flexión: dimensiones sección de hormigón: ancho $b = 1,00 \text{ m}$
canto $h = 0,40 \text{ m}$
canto útil $d = 0,34 \text{ m}$

A) Situación persistente o transitoria

Esfuerzo mayorado $M_d = 129,08 \text{ kNm/m}$ $\Rightarrow \mu_d = 0,056$
 $\omega = 0,059$ $\Rightarrow A_{s,f} = 9,23 \text{ cm}^2/\text{m}$

B) Situación sísmica

Esfuerzo mayorado $M_d = 83,97 \text{ kNm/m}$ $\Rightarrow \mu_d = 0,031$
 $\omega = 0,033$ $\Rightarrow A_s = 5,18 \text{ cm}^2/\text{m}$

Armadura mínima mecánica = $0,04 * b * h * f_{cd}/f_{yd} = 7,36 \text{ cm}^2/\text{m}$ (cara tracción)

Armadura mínima geométrica = $0,0032 * b * h = 12,80 \text{ cm}^2/\text{m}$ (dos caras)

Se dispone una armadura dada por: $A_s = \text{Ø}12 \text{ a } 0,20$

- Por fisuración: $w_{adm} = 0,10 \text{ mm}$ recub. $c = 0,050 \text{ m}$

$M'_o = M'_x1 = 12,52 \text{ kNm/m}$ (se considera sobrec. cuasipermanente el 50,00% de la sobrecarga total)

Partiendo de una armadura realmente dispuesta $A_{s,real} = \text{Ø}16 \text{ a } 20 = 10,05 \text{ cm}^2/\text{m}$ obtenemos:

1. Datos de los materiales

Módulo deformación longitudinal del acero E_s : 200.000 (N/mm²)
Resistencia característica del hormigón f_{ck} : 30 (N/mm²)
Resistencia media del hormigón f_{cm} : 38 (N/mm²)
Módulo deformación longitudinal del hormigón E_c : 28.577 (N/mm²)
Coeficiente de equivalencia n : 7,00
Resistencia media del hormigón a tracción $f_{ct,m}$: 2,90 (N/mm²)
Resistencia media del hormigón a flexotracción $f_{ct,m,fl}$: 3,48 (N/mm²)

2. Datos de la sección bruta

Canto h : 40 (cm)
Ancho b : 100 (cm)
Recubrimiento c : 5 (cm)
Armadura de tracción A_{s1} :
- nº de barras de la capa 1 n_1 : 5,00
- diámetro de barras de la capa 1 Ø_1 : 16 (mm)

Arqueta desagüe Ebro

- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	0	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 \varnothing_2 :	0	(mm)
- área de armadura de tracción A_{s1} :	10,05	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{s1} a borde sección d' :	5,80	(cm)
- canto útil de armadura A_{s1} d :	34,20	(cm)
Armadura de compresión A_{s2} :	7,54	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{s1} ρ_1 :	2,940E-03	
Cuantía geométrica de A_{s2} ρ_2 :	2,205E-03	

3. Esfuerzos de servicio

Momento M_o :	12,52	(kNm)
-----------------	-------	-------

4. Datos de la sección fisurada

Profundidad de fibra neutra X :	6,24	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	63.113	(cm ⁴)
Momento de fisuración M_{fis} :	92.687	(Nm)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	287,42	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	38,82	(N/mm ²)

5. Abertura característica de fisura

a) Separación media entre fisuras

Distancia entre barras longitudinales s_o :

- tipo de elemento (viga=1, muro o losa=2):	2	
- valor por geometría:	200,00	(mm)
- valor en fórmula:	200,00	(mm)

Coeficiente de la ley de tracciones k_1 :

	0,125	
--	-------	--

Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:

	1000	(cm ²)
--	------	--------------------

Separación media entre fisuras s_m :

	219,58	(mm)
--	--------	------

b) Alargamiento medio de la armadura

Coeficiente de carga k_2 :

	0,5	
--	-----	--

Alargamiento medio ϵ_{sm} :

- valor por fórmula:	-5,125E-03	
----------------------	------------	--

- valor mínimo:	7,765E-05	
-----------------	-----------	--

c) Abertura característica de fisura w_k :

	0,0290	(mm)
--	--------	------

$w_k < w_{adm} = 0,10 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

• Comprobación a cortante:

situación normal $V_o = R_{x1} = 71,28 \text{ kN/m}$
 $V_d = 106,92 \text{ kN/m}$

situación sísmica $V_o = R_{x1} = 68,25 \text{ kN/m}$
 $V_d = 68,25 \text{ kN/m}$

Armadura de tracción A_s : 10,05 cm²/m

canto útil de armadura A_s : 34,20 cm

$$\xi = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1,76$$

$$\rho_l = \frac{A_s}{b \cdot d} = 2,940E-03$$

$$V_{u2} = 149,07 \text{ kN/m} < V_{u2,min} = 218,69 \text{ kN/m}$$

$V_{u2,min} > V_d$

LOSA DE CIMENTACIÓN

El cálculo de esfuerzos en la losa de cimentación se realiza asimilándola a una placa rectangular empotrada en su contorno y sometida a una carga uniforme perpendicular a su plano de valor igual a la diferencia entre la reacción del terreno (en sentido ascendente) y la carga hidrostática del interior (en sentido descendente).

Cargas sobre la cimentación:

A) Situación persistente o transitoria

1. Peso propio (sin contar la losa de cimentación)

	unidades	largo (m)	ancho (m)	espesor (m)	densidad (kN/m ³)	carga (kN)
muros:	2	12,80	4,80	0,40	25,00	1228,80
	2	4,75	4,80	0,40	25,00	456,00
						$P_1 = 1.684,80 \text{ kN}$

2. Cargas permanentes

terreno s/tacón	2	13,30	4,40	0,25	20,00	585,20
	2	5,55	4,40	0,25	20,00	244,20
equipos	1	2,70	2,50		5,00	33,75
trámex	1	2,70	2,50	1,00	4,00	27,00
						$P_2 = 890,15 \text{ kN}$

3. Sobrecargas

sob.uso s/terr.	2	13,30		0,25	10,00	66,50
	2	5,55		0,25	10,00	27,75
sob.uso s/tr.	1	12,00	4,75		5,00	285,00
						$Q_1 = 379,25 \text{ kN}$

4. Líquido interior

líquido	1	12,00	4,75	0,10	10,00	57,00 kN
						$Q_2 = 57,00 \text{ kN}$

Hipótesis I: depósito vacío

$$\text{peso propio + cargas permanentes} = P_1 + P_2 = 2.574,95 \text{ kN}$$

$$\text{sobrecargas } Q = 379,25 \text{ kN}$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{carga total} = 2.954,20 \text{ kN} \\ \text{carga perm.} = 2.574,95 \text{ kN} \\ \text{sobrecarga} = 379,25 \text{ kN} \end{array} \right\}$$

$$\text{superficie de apoyo} = 80,47 \text{ m}^2$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{tensión sobre el terreno } \sigma_t = 36,71 \text{ kN/m}^2 \\ \sigma_{cp} = 32,00 \text{ kN/m}^2 \\ \sigma_{sob} = 4,71 \text{ kN/m}^2 \end{array} \right\}$$

$$\text{carga hidrostática} = 0,00 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{carga sobre la placa } q = 36,71 \text{ kN/m}^2$$

Hipótesis II: depósito lleno

$$\text{peso del líquido} = 57,00 \text{ kN}$$

$$\text{Incremento de tensión del terreno debido al peso del líquido: } \Delta\sigma_t = 0,71 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{tensión sobre el terreno } \sigma_t = 37,42 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{carga hidrostática } \sigma_w = 1,00 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{carga sobre la placa } q = 36,42 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{tensión s/ terreno con cimentación } \sigma_{tot} = 47,42 \text{ kN/m}^2$$

$$< \sigma_{adm} = 150,00 \text{ kN/m}^2$$

B) Situación sísmica

coeficiente sísmico vertical: $v = 0,70 \cdot s = 0,032$ (70% del coef. sísm. horiz.)

1. Peso propio (sin contar la losa de cimentación)

$$P_1^* = P_1 \cdot (1 + v) = 1.738,71 \text{ kN}$$

2. Cargas permanentes

$$P_2^* = P_2 \cdot (1 + v) = 918,63 \text{ kN}$$

3. Sobrecargas

coef. simultaneidad $\psi_2 = 0,60$

$$Q_1^* = Q_1 \cdot \psi_2 \cdot (1 + v) = 234,83 \text{ kN}$$

4. Líquido interior

$$Q_2^* = Q_2 \cdot (1 + v) = 58,82 \text{ kN}$$

Hipótesis I: depósito vacío

peso propio + cargas permanentes = $P_1^* + P_2^* = 2.657,35 \text{ kN}$
 sobrecargas $Q^* = 234,83 \text{ kN}$

carga total = 2.892,18 kN } carga perm. = 2.657,35 kN
 } sobrecarga = 234,83 kN

superficie de apoyo = 80,47 m²
 tensión sobre el terreno $\sigma_t = 35,94 \text{ kN/m}^2$ } $\sigma_{\text{cp}}^* = 33,02 \text{ kN/m}^2$
 } $\sigma_{\text{sob}}^* = 2,92 \text{ kN/m}^2$

carga hidrostática = 0,00 kN/m²
 carga sobre la placa $q^* = 35,94 \text{ kN/m}^2$

Hipótesis II: depósito lleno

peso del líquido $Q_2^* = 58,82 \text{ kN}$

Incremento de tensión del terreno debido al peso del líquido:

$$\Delta\sigma_t = 0,73 \text{ kN/m}^2$$

tensión sobre el terreno $\sigma_t = 36,67 \text{ kN/m}^2$

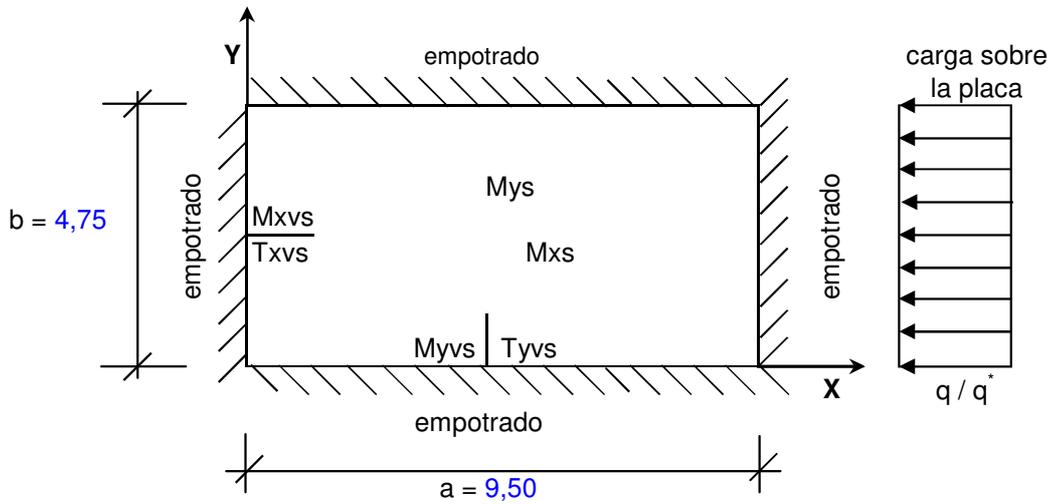
carga hidrostática $\sigma_w = 1,03 \text{ kN/m}^2$

carga sobre la placa $q^* = 35,64 \text{ kN/m}^2$

tensión s/ terreno con cimentación $\sigma_{\text{tcf}}^* = 46,99 \text{ kN/m}^2$

< $\sigma^*_{\text{adm}} = 225,00 \text{ kN/m}^2$

Esquema de cálculo:



$$\gamma = \frac{a}{b} = 2,00 \quad \mu = 0,25 \text{ (coef. de Poisson)}$$

Cálculos de esfuerzos:

Los esfuerzos en las secciones señaladas son los siguientes:

A) Situación persistente o transitoria

a) depósito vacío

- momentos flectores

$$M_{xs} = 0,00340 * 36,71 * 9,50^2 = 11,27 \text{ kNm/m}$$

$$M_{xvs} = -0,01430 * 36,71 * 9,50^2 = -47,38 \text{ kNm/m}$$

$$M_{ys} = 0,04090 * 36,71 * 4,75^2 = 33,88 \text{ kNm/m}$$

$$M_{yvs} = -0,08330 * 36,71 * 4,75^2 = -69,00 \text{ kNm/m}$$

inferior en emp

- reacciones:

$$T_{xvs} = 0,2350 * 36,71 * 9,50 = 81,96 \text{ kN/m}$$

$$T_{yvs} = 0,5240 * 36,71 * 4,75 = 91,38 \text{ kN/m}$$

b) depósito lleno

- momentos flectores

$$M_{xs} = 0,00340 * 36,42 * 9,50^2 = 11,18 \text{ kNm/m}$$

$$M_{xvs} = -0,01430 * 36,42 * 9,50^2 = -47,01 \text{ kNm/m}$$

$$M_{ys} = 0,04090 * 36,42 * 4,75^2 = 33,61 \text{ kNm/m}$$

$$M_{yvs} = -0,08330 * 36,42 * 4,75^2 = -68,45 \text{ kNm/m}$$

- reacciones:

$$T_{xvs} = 0,2350 * 36,42 * 9,50 = 81,31 \text{ kN/m}$$

$$T_{yvs} = 0,5240 * 36,42 * 4,75 = 90,66 \text{ kN/m}$$

B) Situación sísmica

a) depósito vacío

- momentos flectores

$$M_{xs} = 0,00340 * 35,94 * 9,50^2 = 11,03 \text{ kNm/m}$$

$$M_{xvs} = -0,01430 * 35,94 * 9,50^2 = -46,39 \text{ kNm/m}$$

$$M_{ys} = 0,04090 * 35,94 * 4,75^2 = 33,17 \text{ kNm/m}$$

$$M_{yvs} = -0,08330 * 35,94 * 4,75^2 = -67,55 \text{ kNm/m}$$

- reacciones:

$$T_{xvs} = 0,2350 * 35,94 * 9,50 = 80,24 \text{ kN/m}$$

$$T_{yvs} = 0,5240 * 35,94 * 4,75 = 89,46 \text{ kN/m}$$

b) depósito lleno

- momentos flectores

$$M_{xs} = 0,00340 * 35,64 * 9,50^2 = 10,94 \text{ kNm/m}$$

$$M_{xvs} = -0,01430 * 35,64 * 9,50^2 = -46,00 \text{ kNm/m}$$

$$M_{ys} = 0,04090 * 35,64 * 4,75^2 = 32,89 \text{ kNm/m}$$

$$M_{yvs} = -0,08330 * 35,64 * 4,75^2 = -66,99 \text{ kNm/m}$$

- reacciones:

$$T_{xvs} = 0,2350 * 35,64 * 9,50 = 79,57 \text{ kN/m}$$

$$T_{yvs} = 0,5240 * 35,64 * 4,75 = 88,71 \text{ kN/m}$$

Dimensionamiento de armaduras:

- Materiales y coeficientes de seguridad:

		Situación normal	Situación accidental
• Materiales:	Hormigón $f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$	$\gamma_c = 1,50$	$\gamma_c = 1,30$
	Acero $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$	$\gamma_s = 1,15$	$\gamma_s = 1,00$
• Acciones:	cargas permanentes	$\gamma_{fG} = 1,35$	$\gamma_{fG} = 1,00$
	sobrecargas	$\gamma_{fQ} = 1,50$	$\gamma_{fQ} = 1,00$

- Armadura inferior paralela al eje Y:

sección: centro empotramiento lado X

Esfuerzos de servicio: depósito vacío

situación normal: $M_0 = M_{yvs} = 69,00 \text{ kNm/m}$

situación sísmica: $M_0 = M_{yvs} = 67,55 \text{ kNm/m}$

- Por rotura a flexión: dimensiones sección de hormigón: ancho $b = 1,00 \text{ m}$
canto $h = 0,40 \text{ m}$
canto útil $d = 0,34 \text{ m}$

A) Situación persistente o transitoria

Esfuerzo mayorado $M_d = 94,48 \text{ kNm/m} \Rightarrow \mu_d = 0,041$
 $\omega = 0,043 \Rightarrow A_s = 6,73 \text{ cm}^2/\text{m}$

B) Situación sísmica

Esfuerzo mayorado $M_d = 67,55 \text{ kNm/m} \Rightarrow \mu_d = 0,025$
 $\omega = 0,027 \Rightarrow A_s = 4,29 \text{ cm}^2/\text{m}$

Armadura mínima mecánica $= \alpha \cdot A_s = 1,043 \cdot 6,73 = 7,02 \text{ cm}^2/\text{m}$ (cara tracción)

Armadura mínima geométrica $= 0,0009 \cdot b \cdot h = 3,60 \text{ cm}^2/\text{m}$ (cara tracción)

Se dispone una armadura dada por: $A_s = \text{Ø}25 \text{ a } 0,20$

- Por fisuración: $w_{adm} = 0,10 \text{ mm}$ recub. $c = 0,050 \text{ m}$

$K_{sob} = (\sigma_{cp} + 0,25 \cdot \sigma_{sob}) / \sigma_t = 0,90$ (se considera sobrec. cuasipermanente el 25,00% de la sobrecarga total)

$M'_o = M_o \cdot K_{sob} = 62,36 \text{ kNm/m}$

Partiendo de una armadura realmente dispuesta $A_{s,real} = \text{Ø}16 \text{ a } 20 = 10,05 \text{ cm}^2/\text{m}$ obtenemos:

1. Datos de los materiales

Módulo deformación longitudinal del acero E_s :	200.000	(N/mm ²)
Resistencia característica del hormigón f_{ck} :	30	(N/mm ²)
Resistencia media del hormigón f_{cm} :	38	(N/mm ²)
Módulo deformación longitudinal del hormigón E_c :	28.577	(N/mm ²)
Coficiente de equivalencia n :	7,00	
Resistencia media del hormigón a tracción $f_{ct,m}$:	2,90	(N/mm ²)
Resistencia media del hormigón a flexotracción $f_{ct,m,fl}$:	3,48	(N/mm ²)

2. Datos de la sección bruta

Canto h :	40	(cm)
Ancho b :	100	(cm)
Recubrimiento c :	5	(cm)
Armadura de tracción A_{s1} :		
- nº de barras de la capa 1 n_1 :	5,00	

Arqueta desagüe Ebro

- diámetro de barras de la capa 1 \varnothing_1 :	16	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	2	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 \varnothing_2 :	16	(mm)
- área de armadura de tracción A_{s1} :	10,05	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{s1} a borde sección d' :	5,80	(cm)
- canto útil de armadura A_{s1} d :	34,20	(cm)
Armadura de compresión A_{s2} :	10,05	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{s1} ρ_1 :	2,940E-03	
Cuantía geométrica de A_{s2} ρ_2 :	2,939E-03	

3. Esfuerzos de servicio

Momento M_0 :	62,36	(kNm)
-----------------	-------	-------

4. Datos de la sección fisurada

Profundidad de fibra neutra X :	6,23	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	63.116	(cm ⁴)
Momento de fisuración M_{fis} :	92.687	(Nm)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	287,51	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	193,43	(N/mm ²)

5. Abertura característica de fisura

a) Separación media entre fisuras

Distancia entre barras longitudinales s_0 :

- tipo de elemento (viga=1, muro o losa=2):	2	
- valor por geometría:	200,00	(mm)
- valor en fórmula:	200,00	(mm)

Coeficiente de la ley de tracciones k_1 :	0,125	
Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	1000	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_m :	219,58	(mm)

b) Alargamiento medio de la armadura

Coeficiente de carga k_2 :	0,5	
Alargamiento medio ϵ_{sm} :		
- valor por fórmula:	-1,012E-04	
- valor mínimo:	3,869E-04	

c) Abertura característica de fisura w_k :	0,1444	(mm)
--	--------	------

$w_k > w_{adm} = 0,10 \text{ mm} \Rightarrow$ Aumentar armadura

En hipótesis de depósito lleno, los esfuerzos para la comprobación de fisuración son los siguientes:

Como $M_{servicio} < M_{fisuración\ no\ fisura}$

$$M_o = M_{yvs} \square K'_{sob} = 61,81 \text{ kNm/m}$$

$$N_o = R_{y28} = 2,17 \text{ kN/m}$$

$$K'_{sob} = (\sigma_{cp} + 0,25 \cdot \sigma_{sob} + \Delta\sigma_t - \sigma_w) / q = 0,90 \quad (\text{se considera sobrec. cuasipermanente el } 25,00\% \text{ de la sobrecarga total})$$

Y para la misma armadura obtenida anteriormente $A_{s,real} = \emptyset 16 \text{ a } 20 + \emptyset 16 \text{ a } 20 = 20,11 \text{ cm}^2/\text{m}$ obtenemos los siguientes resultados:

Dimensionamiento a tracción:

Tensión de trabajo en tracción σ_{st} :	150,00	(N/mm ²)
Armadura de tracción $A_{s,t}$:	0,07	(cm ²)

Datos de la sección fisurada

Armadura disponible a flexión $A_{disp1,f}$:	20,03	(cm ²)
Armadura disponible a flexión $A_{disp2,f}$:	7,47	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{disp1} ρ_1 :	6,320E-03	
Cuantía geométrica de A_{disp2} ρ_2 :	2,356E-03	
Profundidad de fibra neutra X:	8,14	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	95.808	(cm ⁴)

Tensiones en la armadura de tracción:

- en el instante de fisuración σ_{sr} :	159,53	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	106,38	(N/mm ²)

Abertura característica de fisura

Distancia entre barras longitudinales s_o :		
- valor por geometría:	200,00	(mm)
- valor en fórmula:	200,00	(mm)
Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	1000	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_m :	179,93	(mm)
Alargamiento medio ϵ_{sm} :		
- valor por fórmula:	-6,611E-05	
- valor mínimo:	2,128E-04	
c) Abertura característica de fisura w_k :	0,0651	(mm)

$w_k < w_{adm} = 0,10 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

• Comprobación a cortante:

situación normal: $V_o = T_{yvs} = 91,38 \text{ kN/m}$
 $V_d = 125,12 \text{ kN/m}$

situación sísmica: $V_o = T_{yvs} = 89,46 \text{ kN/m}$
 $V_d = 89,46 \text{ kN/m}$

Armadura de tracción A_s : 20,11 cm²/m

canto útil de armadura A_s : 31,70 cm

$$\xi = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1,79$$

$$\rho_l = \frac{A_s}{b \cdot d} = 6,343E-03$$

$$Vu2 = 181,76 \text{ kN/m} < Vu2,\text{min} = 207,91 \text{ kN/m}$$

$$Vu2,\text{min} > Vd$$

- Armadura superior paralela al eje Y:

Se dimensiona con los mismos esfuerzos obtenidos en el arranque del muro, por el necesario equilibrio del nudo en la unión muro-losa:

sección: centro empotramiento lado X

Hipótesis: depósito lleno

A) Situación persistente o transitoria

Esfuerzos de servicio: $M_o = M_{y28} = 2,22 \text{ kNm/m}$
 $N_o = R_{y28} = 2,17 \text{ kN/m}$

B) Situación sísmica

Esfuerzos de servicio: $M_o = M_{y28} = 5,03 \text{ kNm/m}$
 $N_o = R_{y28} = 4,18 \text{ kN/m}$

• Por tracción:

Con una tensión de trabajo del acero de $\sigma_s = 100 \text{ N/mm}^2$, tenemos:

$$A_{s,t} = 0,11 \text{ cm}^2/\text{m} \quad (\text{situación normal})$$

$$A_{s,t} = 0,21 \text{ cm}^2/\text{m} \quad (\text{nivel sísmica})$$

• Por rotura a flexión:

dimensiones sección de hormigón:

ancho $b = 1,00 \text{ m}$
 canto $h = 0,40 \text{ m}$
 canto útil $d = 0,34 \text{ m}$

A) Situación persistente o transitoria

Esfuerzo mayorado $M_d = 3,33 \text{ kNm/m} \Rightarrow \mu_d = 0,001$
 $\omega = 0,003 \Rightarrow A_{s,f} = ,54 \text{ cm}^2/\text{m}$

B) Situación sísmica

Esfuerzo mayorado $M_d = 5,03 \text{ kNm/m} \Rightarrow \mu_d = 0,002$
 $\omega = 0,004 \Rightarrow A_{s,f} = ,61 \text{ cm}^2/\text{m}$

Armadura total = $A_{s,t} + A_{s,f} = ,65 \text{ cm}^2/\text{m}$ (situación normal)
 Armadura total = $A_{s,t} + A_{s,f} = ,82 \text{ cm}^2/\text{m}$ (situación sísmica)

Armadura mínima mecánica = $\alpha * A_s = 1,444 * 0,82 = 1,18 \text{ cm}^2/\text{m}$ (cara tracción)

Armadura mínima geométrica = $0,0009 * b * h = 3,60 \text{ cm}^2/\text{m}$ (cara tracción)

Se dispone una armadura dada por: $A_{s,\text{tot}} = \text{Ø}16 \text{ a } 0,125$

• Por fisuración:

$w_{\text{adm}} = 0,30 \text{ mm}$ recub.c = $0,050 \text{ m}$

Partiendo de una armadura realmente dispuesta $A_{s,\text{real}} = \text{Ø}16 \text{ a } 20 = 10,05 \text{ cm}^2/\text{m}$ obtenemos:

1. Datos de los materiales

Módulo deformación longitudinal del acero E_s : $200.000 \text{ (N/mm}^2)$
 Resistencia característica del hormigón f_{ck} : $30 \text{ (N/mm}^2)$

Arqueta desagüe Ebro

Resistencia media del hormigón f_{cm} :	38	(N/mm ²)
Módulo deformación longitudinal del hormigón E_c :	28.577	(N/mm ²)
Coefficiente de equivalencia n :	7,00	
Resistencia media del hormigón a tracción $f_{ct,m}$:	2,90	(N/mm ²)
Resistencia media del hormigón a flexotracción $f_{ct,m,fl}$:	3,48	(N/mm ²)

2. Datos de la sección bruta

Canto h:	40	(cm)
Ancho b:	100	(cm)
Recubrimiento c:	5	(cm)
Armadura de tracción A_{s1} :		
- nº de barras de la capa 1 n_1 :	5,00	
- diámetro de barras de la capa 1 \varnothing_1 :	16	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	0	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 \varnothing_2 :	0	(mm)
- área de armadura de tracción A_{s1} :	10,05	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{s1} a borde sección d' :	5,80	(cm)
- canto útil de armadura A_{s1} d:	34,20	(cm)
Armadura de compresión A_{s2} :	5,65	(cm ²)
Cuántía geométrica de A_{s1} ρ_1 :	2,940E-03	
Cuántía geométrica de A_{s2} ρ_2 :	1,652E-03	

3. Esfuerzos de servicio

Tracción N_o :	2,17	(kN)
Momento M_o :	2,22	(kNm)

4. Dimensionamiento a tracción:

Tensión de trabajo en tracción σ_{st} :	100,00	(N/mm ²)
Armadura de tracción $A_{s,t}$:	0,11	(cm ²)

5. Datos de la sección fisurada

Armadura disponible a flexión $A_{disp1,f}$:	9,94	(cm ²)
Armadura disponible a flexión $A_{disp2,f}$:	5,54	(cm ²)
Cuántía geométrica de A_{disp1} ρ_1 :	2,908E-03	
Cuántía geométrica de A_{disp2} ρ_2 :	1,620E-03	
Profundidad de fibra neutra X:	6,22	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	62.517	(cm ⁴)
Momento de fisuración M_{fis} :	92.687	(N·m)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	290,37	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	6,96	(N/mm ²)

6. Abertura característica de fisura

a) Separación media entre fisuras

Distancia entre barras longitudinales s_o :		
- tipo de elemento (viga=1, muro o losa=2):	2	
- valor por geometría:	200,00	(mm)
- valor en fórmula:	200,00	(mm)
Coefficiente de la ley de tracciones k_1 :	0,125	
Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	1000	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_m :	220,44	(mm)

b) Alargamiento medio de la armadura

Coefficiente de carga k_2 :	0,5	
Alargamiento medio ϵ_{sm} :		
- valor por fórmula:	-3,023E-02	
- valor mínimo:	1,393E-05	

c) Abertura característica de fisura w_k :	0,0052	(mm)
--	--------	------

$w_k < w_{adm} = 0,30 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

Pasamos a una armadura realmente dispuesta $A_{s,real} = \emptyset 16 \text{ a } 20 = 10,05 \text{ cm}^2/\text{m}$ obteniendo los nuevos valores siguientes:

Armadura de tracción A_{s1} :		
- nº de barras de la capa 1 n_1 :	5,00	
- diámetro de barras de la capa 1 \emptyset_1 :	16	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	5	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 \emptyset_2 :	16	(mm)
- área de armadura de tracción A_{s1} :	10,05	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{s1} a borde sección d' :	5,80	(cm)
- canto útil de armadura A_{s1} d :	34,20	(cm)
Armadura de compresión A_{s2} :	5,65	(cm ²)
Cuántía geométrica de A_{s1} ρ_1 :	2,940E-03	
Cuántía geométrica de A_{s2} ρ_2 :	1,652E-03	
Sección fisurada		
Armadura disponible a flexión $A_{disp1,f}$:	9,94	(cm ²)
Armadura disponible a flexión $A_{disp2,f}$:	5,54	(cm ²)
Cuántía geométrica de A_{disp1} ρ_1 :	2,908E-03	
Cuántía geométrica de A_{disp2} ρ_2 :	1,620E-03	
Profundidad de fibra neutra X :	6,22	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	62.517	(cm ⁴)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	290,37	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	6,96	(N/mm ²)
Abertura característica de fisura		
Distancia entre barras longitudinales s_o :		
- valor por geometría:	200,00	(mm)
- valor en fórmula:	200,00	(mm)
Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	1000	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_m :	220,44	(mm)
Alargamiento medio ε_{sm} :		
- valor por fórmula:	-3,023E-02	
- valor mínimo:	1,393E-05	
c) Abertura característica de fisura w_k :	0,0052	(mm)

$w_k < w_{adm} = 0,30 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

Arqueta desagüe Ebro

- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	5	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	5,00	
- diámetro de barras de la capa 2 \varnothing_2 :	16	(mm)
- área de armadura de tracción A_{s1} :	20,11	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{s1} a borde sección d' :	8,30	(cm)
- canto útil de armadura A_{s1} d :	31,70	(cm)
Armadura de compresión A_{s2} :	5,65	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{s1} ρ_1 :	6,343E-03	
Cuantía geométrica de A_{s2} ρ_2 :	1,782E-03	

3. Esfuerzos de servicio

Momento M_0 :	44,34	(kNm)
-----------------	-------	-------

4. Datos de la sección fisurada

Profundidad de fibra neutra X :	8,15	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	96.088	(cm ⁴)
Momento de fisuración M_{fis} :	92.687	(Nm)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	158,99	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	76,06	(N/mm ²)

5. Abertura característica de fisura

a) Separación media entre fisuras

Distancia entre barras longitudinales s_0 :

- tipo de elemento (viga=1, muro o losa=2):	2	
- valor por geometría:	200,00	(mm)
- valor en fórmula:	200,00	(mm)

Coeficiente de la ley de tracciones k_1 :

Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	1000	(cm ²)
	179,79	(mm)

Separación media entre fisuras s_m :

b) Alargamiento medio de la armadura

Coeficiente de carga k_2 :	0,5	
Alargamiento medio ϵ_{sm} :		
- valor por fórmula:	-4,506E-04	
- valor mínimo:	1,521E-04	

c) Abertura característica de fisura w_k :

	0,0465	(mm)
--	--------	------

$w_k < w_{adm} = 0,10 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

En hipótesis de depósito lleno, los esfuerzos para la comprobación de fisuración son los siguientes:

$$M_o = M_{xvs} \square K'_{sob} = 42,75 \text{ kNm/m}$$

$$N_o = R_{y28} = 1,48 \text{ kN/m}$$

$$K'_{sob} = (\sigma_{cp} + 0,30 \square \sigma_{sob} + \Delta_{ot} - \sigma_w) / q = 0,91 \quad \text{(se considera sobrec. cuasipermanente el 30,00% de la sobrecarga total)}$$

Y para la misma armadura obtenida anteriormente $A_{s,real} = \emptyset 16 \text{ a } 20 + \emptyset 16 \text{ a } 20 = 20,11 \text{ cm}^2/\text{m}$ obtenemos los siguientes resultados:

Dimensionamiento a tracción:		
Tensión de trabajo en tracción σ_{st} :	150,00	(N/mm ²)
Armadura de tracción $A_{s,t}$:	0,05	(cm ²)

Datos de la sección fisurada		
Armadura disponible a flexión $A_{disp1,f}$:	20,06	(cm ²)
Armadura disponible a flexión $A_{disp2,f}$:	9,95	(cm ²)
Cuántía geométrica de A_{disp1} ρ_1 :	6,041E-03	
Cuántía geométrica de A_{disp2} ρ_2 :	2,997E-03	
Profundidad de fibra neutra X:	8,25	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	106.245	(cm ⁴)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	152,34	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	70,26	(N/mm ²)

Abertura característica de fisura		
Distancia entre barras longitudinales s_o :		
- valor por geometría:	200,00	(mm)
- valor en fórmula:	200,00	(mm)
Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	1000	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_m :	179,89	(mm)
Alargamiento medio ϵ_{sm} :		
- valor por fórmula:	-4,745E-04	
- valor mínimo:	1,405E-04	
c) Abertura característica de fisura w_k :	0,0430	(mm)

$w_k < w_{adm} = 0,10 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

• Comprobación a cortante:

situación normal: $V_o = T_{xvs} = 81,96 \text{ kN/m}$
 $V_d = 112,23 \text{ kN/m}$

situación sísmica: $V_o = T_{xvs} = 80,24 \text{ kN/m}$
 $V_d = 80,24 \text{ kN/m}$

Armadura de tracción A_s : 20,11 cm²/m

canto útil de armadura A_s : 31,70 cm

$$\xi = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1,79$$

$$\rho_l = \frac{A_s}{b \cdot d} = 6,343E-03$$

$$Vu2 = 181,76 \text{ kN/m} < Vu2,min = 207,91 \text{ kN/m}$$

$Vu2,min > Vd$

- Armadura superior paralela al eje X:

Se dimensiona con los mismos esfuerzos obtenidos en el arranque del muro, por el necesario equilibrio del nudo en la unión muro-losa:

sección: centro empotramiento lado Y

Hipótesis: depósito lleno

A) Situación persistente o transitoria

Esfuerzos de servicio: $M_o = M_{y28} = 0,71 \text{ kNm/m}$
 $N_o = R_{y28} = 1,48 \text{ kN/m}$

B) Situación sísmica

Esfuerzos de servicio: $M_o = M_{y28} = 1,30 \text{ kNm/m}$
 $N_o = R_{y28} = 2,52 \text{ kN/m}$

• Por tracción:

Con una tensión de trabajo del acero de $\sigma_s = 100 \text{ N/mm}^2$, tenemos:

$A_{s,t} = 0,07 \text{ cm}^2/\text{m}$ (situación normal)
 $A_{s,t} = 0,13 \text{ cm}^2/\text{m}$ (situación sísmica)

• Por rotura a flexión:

dimensiones sección de hormigón:

ancho $b = 1,00 \text{ m}$
 canto $h = 0,40 \text{ m}$
 canto útil $d = 0,34 \text{ m}$

A) Situación persistente o transitoria

Esfuerzo mayorado $M_d = 1,06 \text{ kNm/m}$ $\Rightarrow \mu_d = 0,000$
 $\omega = 0,002$ $\Rightarrow A_{s,f} = 0,38 \text{ cm}^2/\text{m}$

B) Situación sísmica

Esfuerzo mayorado $M_d = 1,30 \text{ kNm/m}$ $\Rightarrow \mu_d = 0,001$
 $\omega = 0,003$ $\Rightarrow A_{s,f} = 0,40 \text{ cm}^2/\text{m}$

Armadura total = $A_{s,t} + A_{s,f} = ,46 \text{ cm}^2/\text{m}$ (situación normal)
 Armadura total = $A_{s,t} + A_{s,f} = ,53 \text{ cm}^2/\text{m}$ (situación sísmica)

Armadura mínima mecánica = $\alpha * A_s = 1,464 * 0,53 = 0,77 \text{ cm}^2/\text{m}$ (cara tracción)

Armadura mínima geométrica = $0,0009 * b * h = 3,60 \text{ cm}^2/\text{m}$ (cara tracción)

Se dispone una armadura dada por: $A_{s,tot} = \text{Ø}20 \text{ a } 0,20$

• Por fisuración:

$w_{adm} = 0,30 \text{ mm}$

recub. $c = 0,050 \text{ m}$

Partiendo de una armadura realmente dispuesta $A_{s,real} = \text{Ø}16 \text{ a } 20 = 10,05 \text{ cm}^2/\text{m}$ obtenemos:

1. Datos de los materiales

Módulo deformación longitudinal del acero E_s :	200.000	(N/mm ²)
Resistencia característica del hormigón f_{ck} :	30	(N/mm ²)
Resistencia media del hormigón f_{cm} :	38	(N/mm ²)
Módulo deformación longitudinal del hormigón E_c :	28.577	(N/mm ²)
Coefficiente de equivalencia n :	7,00	
Resistencia media del hormigón a tracción $f_{ct,m}$:	2,90	(N/mm ²)
Resistencia media del hormigón a flexotracción $f_{ct,m,fl}$:	3,48	(N/mm ²)

Arqueta desagüe Ebro

2. Datos de la sección bruta

Canto h:	40	(cm)
Ancho b:	100	(cm)
Recubrimiento c:	5	(cm)
Armadura de tracción A_{S1} :		
- nº de barras de la capa 1 n_1 :	5,00	
- diámetro de barras de la capa 1 \varnothing_1 :	16	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	0	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 \varnothing_2 :	0	(mm)
- área de armadura de tracción A_{S1} :	10,05	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{S1} a borde sección d':	5,80	(cm)
- canto útil de armadura A_{S1} d:	34,20	(cm)
Armadura de compresión A_{S2} :	5,65	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{S1} ρ_1 :	2,940E-03	
Cuantía geométrica de A_{S2} ρ_2 :	1,652E-03	

3. Esfuerzos de servicio

Tracción N_o :	1,48	(kN)
Momento M_o :	0,71	(kNm)

4. Dimensionamiento a tracción:

Tensión de trabajo en tracción σ_{st} :	100,00	(N/mm ²)
Armadura de tracción $A_{s,t}$:	0,07	(cm ²)

5. Datos de la sección fisurada

Armadura disponible a flexión $A_{disp1,f}$:	9,98	(cm ²)
Armadura disponible a flexión $A_{disp2,f}$:	5,58	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{disp1} ρ_1 :	2,918E-03	
Cuantía geométrica de A_{disp2} ρ_2 :	1,630E-03	
Profundidad de fibra neutra X:	6,22	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	62.705	(cm ⁴)
Momento de fisuración M_{fis} :	92.687	(Nm)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	289,41	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	2,21	(N/mm ²)

6. Abertura característica de fisura

a) Separación media entre fisuras

Distancia entre barras longitudinales s_o :		
- tipo de elemento (viga=1, muro o losa=2):	2	
- valor por geometría:	200,00	(mm)
- valor en fórmula:	200,00	(mm)
Coefficiente de la ley de tracciones k_1 :	0,125	
Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	1000	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_m :	220,17	(mm)

b) Alargamiento medio de la armadura

Coefficiente de carga k_2 :	0,5	
Alargamiento medio ϵ_{sm} :		
- valor por fórmula:	-9,458E-02	
- valor mínimo:	4,427E-06	

c) Abertura característica de fisura w_k :	0,0017	(mm)
--	--------	------

$w_k < w_{adm} = 0,30 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

JUSTIFICACIÓN DE CUANTÍAS DE ACERO

Elemento estructural: Muro perimetral

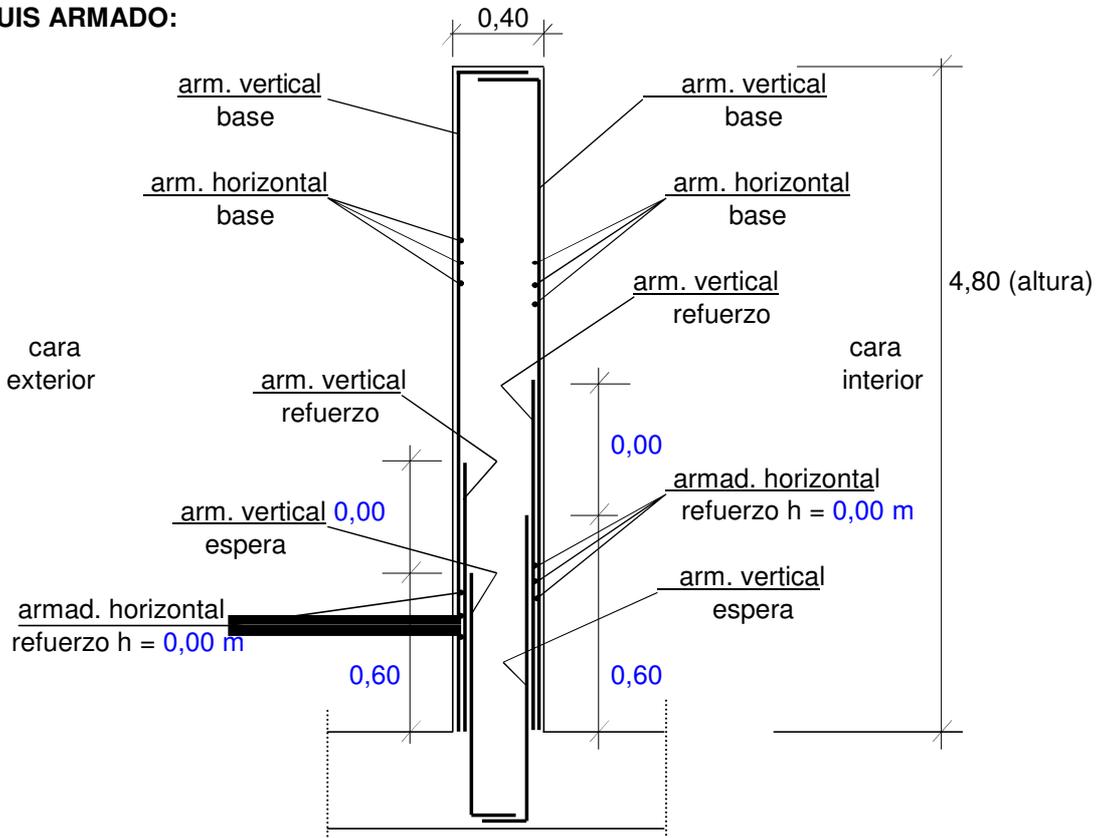
Dimensiones del elemento de hormigón: canto: 0,40 m
 ancho: 1,00 m } volumen = 1,920 m³
 alto: 4,80 m

DESPIECE DE ACERO:

grupo de barras descripción	diámetro Ø (mm)	separación (m)	número de barras	longitud barra (m)	peso unitario	peso parcial
cara interior						
armadura vertical						
espera (1ª capa)	16	0,200	5,00	1,05	1,58	8,30
2ª capa	-	-	-	-	-	-
armad. base	16	0,200	5,00	5,10	1,58	40,29
armadura horizontal						
armad. base	16	0,200	24,00	1,00	1,58	37,92
refuerzo	-	-	-	-	-	-
cara exterior						
armadura vertical						
espera	16	0,200	5,00	1,05	1,58	8,30
armad. base	16	0,200	5,00	5,10	1,58	40,29
armadura horizontal						
armad. base	16	0,200	24,00	1,00	1,58	37,92
refuerzo	-	-	-	-	-	-
Total Kg Acero						173,01

Quantía nominal (Kg/m³) ... 90,11
 patillas, solapes y despuntes ... 10,00%
 Quantía real (Kg/m³) ... 99,12

CROQUIS ARMADO:



COMPROBACIÓN FRENTE A LA FLOTACIÓN

En este apartado se comprueba la seguridad del elemento frente al riesgo de flotación del mismo bajo la acción de la subpresión originada por encontrarse el nivel freático por encima de la cota de apoyo de la losa inferior. Para ello se calcula la relación entre la suma de los pesos del propio aparato y del terreno situado sobre el tacón exterior de la zapata del muro perimetral y la reacción ascendente correspondiente a la subpresión actuante en toda la superficie de apoyo.

Coefficiente mínimo de seguridad a flotación considerado:

$$\gamma_{\text{flot}} = 1,20$$

1. Peso propio

$$\gamma_c = 25,00 \text{ KN/m}^3$$

	unidades	largo (m)	ancho (m)	espesor (m)	densidad (kN/m ³)	peso (kN)
muros:	2	12,80	4,80	0,40	25,00	1228,80
	2	4,75	4,80	0,40	25,00	456,00
losa cimentación:	1	13,30	6,05	0,40	25,00	804,65
						2.489,45 kN

2. Peso del terreno sobre tacón exterior de losa de cimentación

$$\gamma_{\text{tseco}} = 20,00 \text{ KN/m}^3$$

$$\gamma_{\text{sumergido}} = 21,50 \text{ KN/m}^3$$

	unidades	largo	alto	espesor	densidad	peso
terreno seco:	2	13,30	2,90	0,25	20,00	385,70
	2	5,55	2,90	0,25	20,00	160,95
terr. sumergido:	2	13,30	1,50	0,25	21,50	214,46
	2	5,55	1,50	0,25	21,50	89,49
						850,61 kN

3. Subpresión bajo la losa de cimentación

$$\gamma_w = 10,00 \text{ KN/m}^3$$

	unidades	largo	ancho	alt.hidrost.	densidad	fuerza
subpresión:	1	13,30	6,05	1,90	10,00	1.528,84 kN

A partir de los valores obtenidos se obtiene el siguiente coeficiente de seguridad frente a la flotación:

$$\gamma_{\text{flotación}} = \frac{2.489,45 + 850,61}{1.528,84} = 2,18 > 1,20$$

Comprobándose que el elemento presenta un nivel de seguridad frente al riesgo de flotación que es **suficiente**.

Dado el insuficiente nivel de seguridad frente a la flotación, se aumenta el peso del elemento disponiendo un lastre de hormigón de canto constante bajo la losa de cimentación y con las mismas dimensiones que ésta.

4. Peso del hormigón de lastre bajo la losa de cimentación

	unidades	largo	ancho	espesor	densidad	peso
lastre:	1	13,30	6,05	0,60	23,00	1.110,42 kN

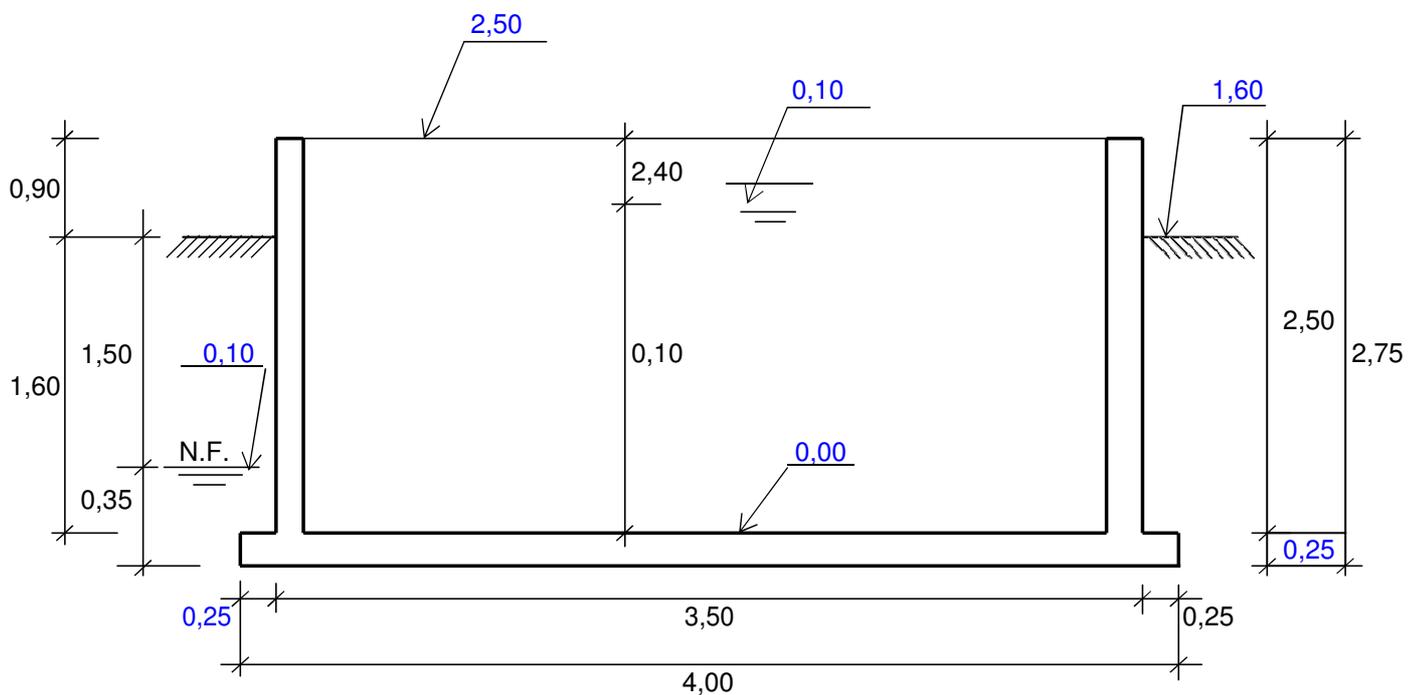
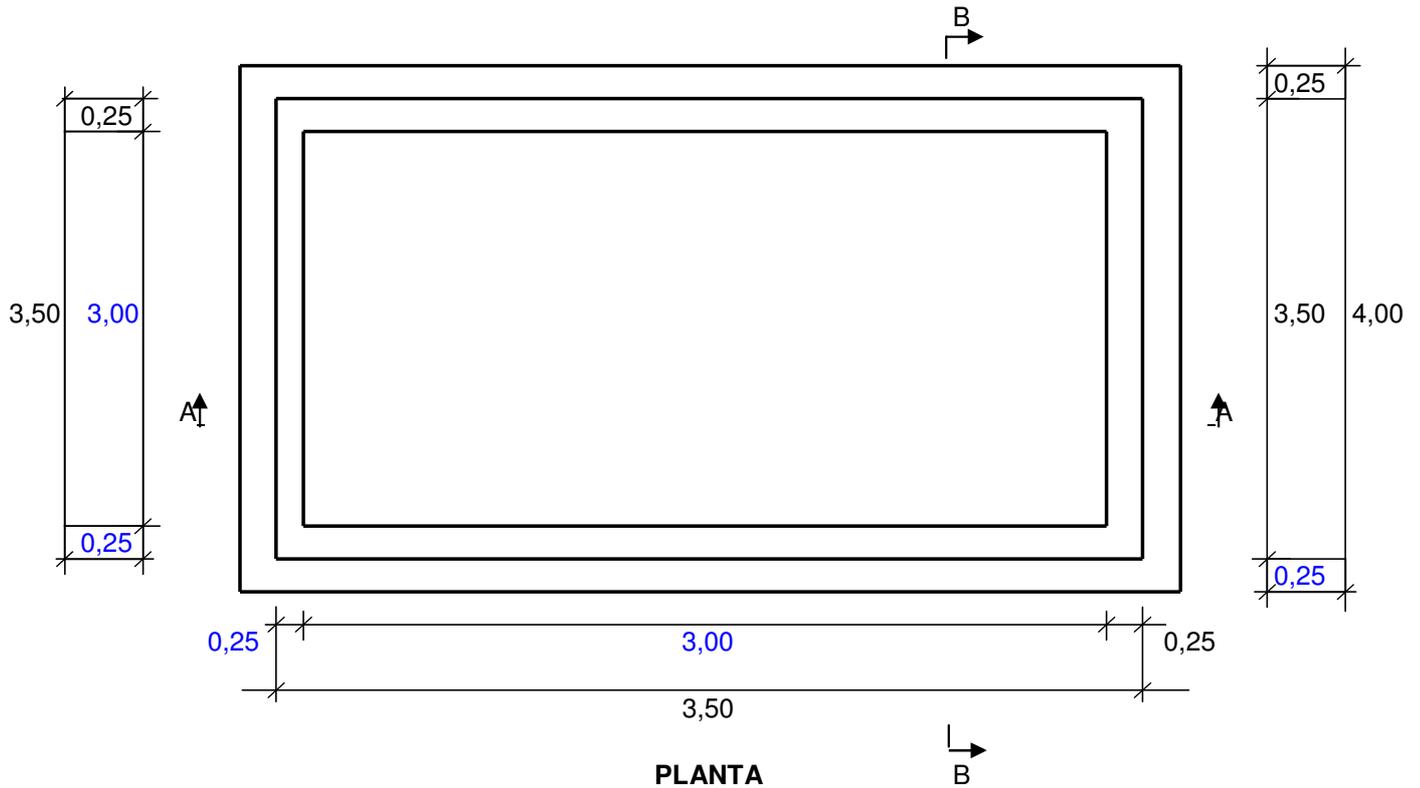
5. Subpresión bajo el lastre de hormigón

$$\gamma_{\text{cm}} = 23,00 \text{ KN/m}^3$$

	unidades	largo	ancho	alt.hidrost.	densidad	fuerza
subpresión:	1	13,30	6,05	2,50	10,00	2.011,63 kN

Obteniéndose como nuevo valor del coeficiente de seguridad frente a la flotación el siguiente:

$$\gamma_{\text{flotación}} = \frac{2.489,45 + 850,61 + 1.110,42}{2.011,63} = 2,21 > 1,20$$

DEFINICIÓN GEOMÉTRICA**PARÁMETROS GEOTÉCNICOS DEL TERRENO DE CIMENTACIÓN**

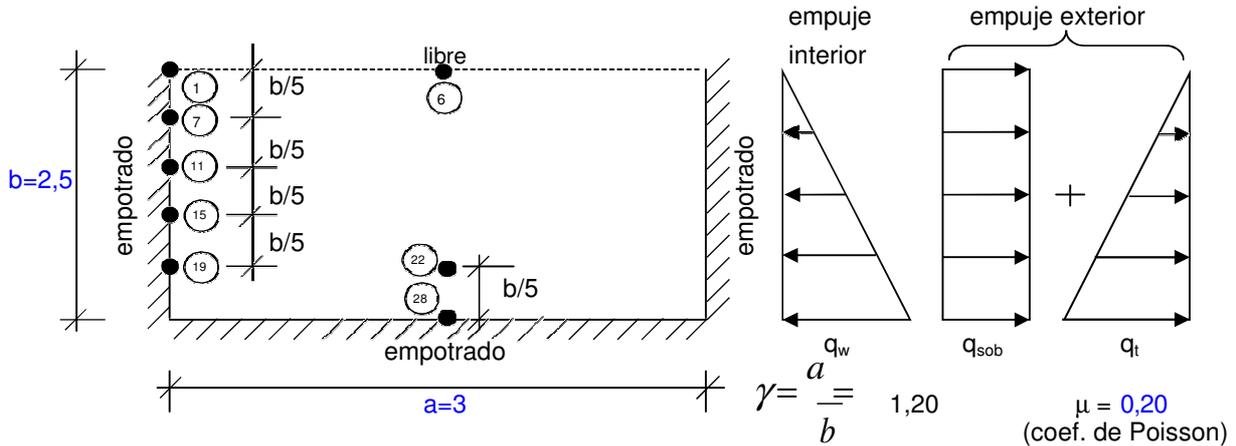
Sondeo de referencia:	S-2
Estrato de apoyo:	nivel 2/3 (suelos coluvial/aluvial)
Tensión admisible:	$\sigma_{adm} = 150,0 \text{ kN/m}^2$ (sin sismo)
	$\sigma_{adm}^* = 225,0 \text{ kN/m}^2$ (con sismo)
	$(\sigma_{adm}^* = 1,50 \square \sigma_{adm})$

MUROS

El dimensionamiento de los muros se realiza a partir de su asimilación a placas rectangulares, supuestas empotradas en tres de sus bordes y libres en el borde superior.

Las acciones consideradas son la presión hidrostática del líquido interior y el empuje producido por el terreno exterior más una sobrecarga superficial de valor igual a 10,00 kN/m². Del lado de la seguridad, en el cálculo de los esfuerzos originados por ambos empujes, éstos se consideran extendidos a toda la altura de la placa.

Esquema de cálculo: muro de l = 3,00 m



Cargas consideradas:

A) Situación persistente o transitoria

- empuje interior (hidrostático):

$$\left. \begin{aligned} \gamma_w &= 10,00 \text{ kN/m}^3 \\ h_{\text{agua}} &= 0,10 \text{ m} \end{aligned} \right\} \Rightarrow q_w = 1,00 \text{ kN/m}^2$$

- empuje exterior (terreno+sobrecarga):

El valor del coeficiente de empuje del terreno, bien activo o bien al reposo, se selecciona a partir del valor del desplazamiento relativo de la coronación del muro, considerando que el empuje activo se moviliza cuando este desplazamiento es del orden de 0,0005H, siendo H la altura del muro.

Como hipótesis de partida, se considera que se moviliza el empuje al reposo, carga exterior con la que se calcula el desplazamiento de la coronación. Si se comprueba que este no alcanza el valor límite antes mencionado, la hipótesis se considera correcta; en caso contrario, será el valor del coeficiente activo el utilizado para evaluar el empuje exterior.

coeficiente de empuje al reposo $K_0 = 0,50$

$$\left. \begin{aligned} \gamma_{t,\text{seco}} &= 20,00 \text{ kN/m}^3 \\ h_{\text{tierras}} &= 1,50 \text{ m} \\ \gamma_{t,\text{sumergido}} &= 21,50 \text{ kN/m}^3 \\ h_{\text{tierras}} &= 0,10 \text{ m} \end{aligned} \right\} \Rightarrow q_t = 16,58 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{sob} = 10,00 \text{ kN/m}^2 \Rightarrow q_{\text{sob}} = 5,00 \text{ kN/m}^2$$

• Flecha en el centro del borde libre (nudo 6):

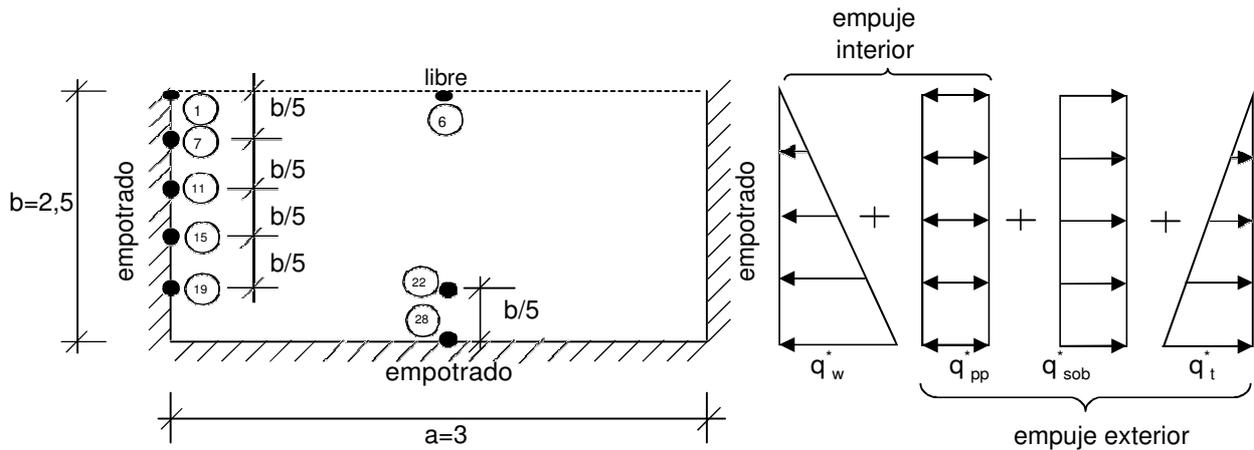
$$\text{factor multiplicador } F = b^4 / (E_c \cdot h^3) = 8,7484\text{E-}05$$

$$w_6 = (0,01476 \cdot 16,58 + 0,06672 \cdot 5,00) \cdot F = 5,059\text{E-}05 \text{ m}$$

$$\text{valor límite } w_{\text{lim}} = 0,0005 \cdot b = 1,250\text{E-}03 \text{ m} > w_6 \Rightarrow \text{empuje al reposo } K_0 = 0,50$$

Resultando los valores q_t y q_{sob} inicialmente supuestos.

B) Situación sísmica



- aceleración sísmica básica: $a_b / g = 0,04$
- coeficiente de contribución: $K = 1,00$
- coeficiente de riesgo: $\rho = 1,00$ (construcción de importancia normal)
- coeficiente del terreno: $C = 1,40$
- coef. amplificación del terreno: $S = 1,120$
- aceleración sísmica de cálculo: $a_c / g = 0,045$
- coeficiente sísmico horizontal: $s = a_c / g = 0,045$

- empuje interior:

a) por peso propio del muro:

$$\left. \begin{array}{l} \gamma_c = 25,00 \text{ kN/m}^3 \\ e_{\text{muro}} = 0,25 \text{ m} \end{array} \right\} \Rightarrow q_{pp}^* = s \cdot \gamma_c \cdot e_{\text{muro}} = 0,28 \text{ kN/m}^2$$

b) empuje hidrostático:

$$q_w^* = (1 + s) \cdot q_w = 1,05 \text{ kN/m}^2$$

- empuje exterior:

a) por peso propio del muro:

$$q_{pp}^* = 0,29 \text{ kN/m}^2$$

b) empuje tierras+sobrecarga:

- tierras: $q_t^* = (1 + s) \cdot q_t = 17,32 \text{ kN/m}^2$

- sobrecarga: coef. simultaneidad $\psi_2 = 0,60$

$$q_{sob}^* = (1 + s) \cdot \psi_2 \cdot q_{sob} = 3,14 \text{ kN/m}^2$$

carga uniforme total en cara exterior: $q_{pp}^* + q_{sob}^* = 3,43 \text{ kN/m}^2$

Cálculos de esfuerzos:

Los esfuerzos en las secciones señaladas son los siguientes:

A) Situación persistente o transitoria

a) empuje interior

- momentos flectores

$$\begin{aligned}
 M_{x1} &= -0,01626 \quad *1,00*3^2 = & -0,15 \text{ kNm/m} \\
 M_{x7} &= -0,02064 \quad *1,00*3^2 = & -0,19 \text{ kNm/m} \\
 M_{x11} &= -0,02394 \quad *1,00*3^2 = & -0,22 \text{ kNm/m} \\
 M_{x15} &= -0,02282 \quad *1,00*3^2 = & -0,21 \text{ kNm/m} \\
 M_{x19} &= -0,01248 \quad *1,00*3^2 = & -0,11 \text{ kNm/m} \\
 M_{x6} &= 0,00962 \quad *1,00*3^2 = & 0,09 \text{ kNm/m} \\
 M_{y22} &= 0,00416 \quad *1,00*2,5^2 = & 0,03 \text{ kNm/m} \\
 M_{y28} &= -0,04286 \quad *1,00*2,5^2 = & -0,27 \text{ kNm/m}
 \end{aligned}$$

- reacciones:

$$\begin{aligned}
 R_{x1} &= 0,0478 \quad * 1,00 * 3 = & 0,14 \text{ kN/m} \\
 R_{x7} &= 0,1342 \quad * 1,00 * 3 = & 0,40 \text{ kN/m} \\
 R_{x11} &= 0,1825 \quad * 1,00 * 3 = & 0,55 \text{ kN/m} \\
 R_{x15} &= 0,2131 \quad * 1,00 * 3 = & 0,64 \text{ kN/m} \\
 R_{x19} &= 0,1321 \quad * 1,00 * 3 = & 0,40 \text{ kN/m} \\
 R_{y28} &= 0,3564 \quad * 1,00 * 2,5 = & 0,89 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

b) empuje exterior

- momentos flectores

$$\begin{aligned}
 M_{x1} &= -0,08290 \quad *5,00*3^2 + & -0,01626 \quad * 16,58 * 3^2 = & -6,16 \text{ kNm/m} \\
 M_{x7} &= -0,07601 \quad *5,00*3^2 + & -0,02064 \quad * 16,58 * 3^2 = & -6,50 \text{ kNm/m} \\
 M_{x11} &= -0,06418 \quad *5,00*3^2 + & -0,02394 \quad * 16,58 * 3^2 = & -6,46 \text{ kNm/m} \\
 M_{x15} &= -0,04667 \quad *5,00*3^2 + & -0,02282 \quad * 16,58 * 3^2 = & -5,50 \text{ kNm/m} \\
 M_{x19} &= -0,02014 \quad *5,00*3^2 + & -0,01248 \quad * 16,58 * 3^2 = & -2,77 \text{ kNm/m} \\
 M_{x6} &= 0,04026 \quad *5,00*3^2 + & 0,00962 \quad * 16,58 * 3^2 = & 3,25 \text{ kNm/m} \\
 M_{y22} &= -0,01006 \quad *5,00*2,5^2 + & 0,00416 \quad * 16,58 * 2,5^2 = & 0,12 \text{ kNm/m} \\
 M_{y28} &= -0,08052 \quad *5,00*2,5^2 + & -0,04286 \quad * 16,58 * 2,5^2 = & -6,96 \text{ kNm/m}
 \end{aligned}$$

- reacciones:

$$\begin{aligned}
 R_{x1} &= 0,5351 \quad * 5,00 * 3 + & 0,0478 \quad * 16,58 * 3 = & 10,41 \text{ kN/m} \\
 R_{x7} &= 0,5295 \quad * 5,00 * 3 + & 0,1342 \quad * 16,58 * 3 = & 14,62 \text{ kN/m} \\
 R_{x11} &= 0,4480 \quad * 5,00 * 3 + & 0,1825 \quad * 16,58 * 3 = & 15,79 \text{ kN/m} \\
 R_{x15} &= 0,3656 \quad * 5,00 * 3 + & 0,2131 \quad * 16,58 * 3 = & 16,08 \text{ kN/m} \\
 R_{x19} &= 0,1473 \quad * 5,00 * 3 + & 0,1321 \quad * 16,58 * 3 = & 8,78 \text{ kN/m} \\
 R_{y28} &= 0,5433 \quad * 5,00 * 2,5 + & 0,3564 \quad * 16,58 * 2,5 = & 21,56 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

B) Situación sísmica

a) empuje interior

- momentos flectores

$M_{x1} =$	-0,08290	$* 0,28 * 3^2 +$	-0,01626	$* 1,05 * 3^2 =$	-0,36 kNm/m
$M_{x7} =$	-0,07601	$* 0,28 * 3^2 +$	-0,02064	$* 1,05 * 3^2 =$	-0,39 kNm/m
$M_{x11} =$	-0,06418	$* 0,28 * 3^2 +$	-0,02394	$* 1,05 * 3^2 =$	-0,39 kNm/m
$M_{x15} =$	-0,04667	$* 0,28 * 3^2 +$	-0,02282	$* 1,05 * 3^2 =$	-0,33 kNm/m
$M_{x19} =$	-0,02014	$* 0,28 * 3^2 +$	-0,01248	$* 1,05 * 3^2 =$	-0,17 kNm/m
$M_{x6} =$	0,04026	$* 0,28 * 3^2 +$	0,00962	$* 1,05 * 3^2 =$	0,19 kNm/m
$M_{y22} =$	-0,01006	$* 0,28 * 2,5^2 +$	0,00416	$* 1,05 * 2,5^2 =$	0,01 kNm/m
$M_{y28} =$	-0,08052	$* 0,28 * 2,5^2 +$	-0,04286	$* 1,05 * 2,5^2 =$	-0,42 kNm/m

- reacciones:

$R_{x1} =$	0,5351	$* 0,28 * 3 +$	0,0478	$* 1,05 * 3 =$	0,60 kN/m
$R_{x7} =$	0,5295	$* 0,28 * 3 +$	0,1342	$* 1,05 * 3 =$	0,87 kN/m
$R_{x11} =$	0,4480	$* 0,28 * 3 +$	0,1825	$* 1,05 * 3 =$	0,95 kN/m
$R_{x15} =$	0,3656	$* 0,28 * 3 +$	0,2131	$* 1,05 * 3 =$	0,98 kN/m
$R_{x19} =$	0,1473	$* 0,28 * 3 +$	0,1321	$* 1,05 * 3 =$	0,54 kN/m
$R_{y28} =$	0,5433	$* 0,28 * 2,5 +$	0,3564	$* 1,05 * 2,5 =$	1,31 kN/m

b) empuje exterior

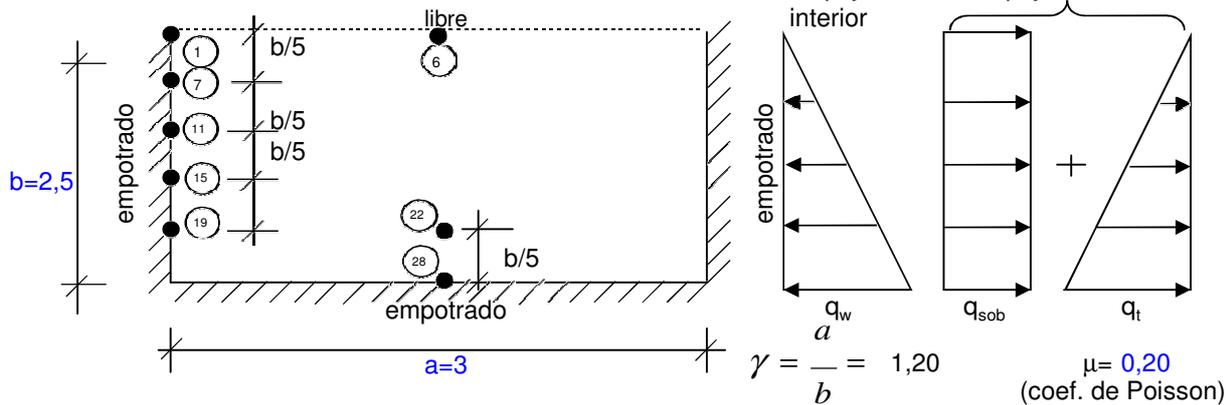
- momentos flectores

$M_{x1} =$	-0,08290	$* 3,43 * 3^2 +$	-0,01626	$* 17,32 * 3^2 =$	-5,09 kNm/m
$M_{x7} =$	-0,07601	$* 3,43 * 3^2 +$	-0,02064	$* 17,32 * 3^2 =$	-5,56 kNm/m
$M_{x11} =$	-0,06418	$* 3,43 * 3^2 +$	-0,02394	$* 17,32 * 3^2 =$	-5,71 kNm/m
$M_{x15} =$	-0,04667	$* 3,43 * 3^2 +$	-0,02282	$* 17,32 * 3^2 =$	-5,00 kNm/m
$M_{x19} =$	-0,02014	$* 3,43 * 3^2 +$	-0,01248	$* 17,32 * 3^2 =$	-2,57 kNm/m
$M_{x6} =$	0,04026	$* 3,43 * 3^2 +$	0,00962	$* 17,32 * 3^2 =$	2,74 kNm/m
$M_{y22} =$	-0,01006	$* 3,43 * 2,5^2 +$	0,00416	$* 17,32 * 2,5^2 =$	0,23 kNm/m
$M_{y28} =$	-0,08052	$* 3,43 * 2,5^2 +$	-0,04286	$* 17,32 * 2,5^2 =$	-6,37 kNm/m

- reacciones:

$R_{x1} =$	0,5351	$* 3,43 * 3 +$	0,0478	$* 17,32 * 3 =$	7,99 kN/m
$R_{x7} =$	0,5295	$* 3,43 * 3 +$	0,1342	$* 17,32 * 3 =$	12,42 kN/m
$R_{x11} =$	0,4480	$* 3,43 * 3 +$	0,1825	$* 17,32 * 3 =$	14,09 kN/m
$R_{x15} =$	0,3656	$* 3,43 * 3 +$	0,2131	$* 17,32 * 3 =$	14,83 kN/m
$R_{x19} =$	0,1473	$* 3,43 * 3 +$	0,1321	$* 17,32 * 3 =$	8,38 kN/m
$R_{y28} =$	0,5433	$* 3,43 * 2,5 +$	0,3564	$* 17,32 * 2,5 =$	20,09 kN/m

Esquema de cálculo: muro de l = 3,00 m



Cálculos de esfuerzos:

En este caso, el coeficiente de empuje resulta, según el valor de w_6 , el siguiente:

$$w_6 = (0,01476 * 16,58 + 0,06672 * 5,00) * F = 5,059E-05 \text{ m} < w_{lim} \Rightarrow \text{emp. al reposo}$$

A) Situación persistente o transitoria

a) empuje hidrostático

- momentos flectores

$M_{x1} =$	-0,01626	$* 1,00 * 3^2 =$	-0,15	kNm/m
$M_{x7} =$	-0,02064	$* 1,00 * 3^2 =$	-0,19	kNm/m
$M_{x11} =$	-0,02394	$* 1,00 * 3^2 =$	-0,22	kNm/m
$M_{x15} =$	-0,02282	$* 1,00 * 3^2 =$	-0,21	kNm/m
$M_{x19} =$	-0,01248	$* 1,00 * 3^2 =$	-0,11	kNm/m
$M_{x6} =$	0,00962	$* 1,00 * 3^2 =$	0,09	kNm/m
$M_{y22} =$	0,00416	$* 1,00 * 2,5^2 =$	0,03	kNm/m
$M_{y28} =$	-0,04286	$* 1,00 * 2,5^2 =$	-0,27	kNm/m

- reacciones:

$R_{x1} =$	0,0478	$* 1,00 * 3 =$	0,14	kN/m
$R_{x7} =$	0,1342	$* 1,00 * 3 =$	0,40	kN/m
$R_{x11} =$	0,1825	$* 1,00 * 3 =$	0,55	kN/m
$R_{x15} =$	0,2131	$* 1,00 * 3 =$	0,64	kN/m
$R_{x19} =$	0,1321	$* 1,00 * 3 =$	0,40	kN/m
$R_{y28} =$	0,3564	$* 1,00 * 2,5 =$	0,89	kN/m

b) empuje terreno+sobrecarga

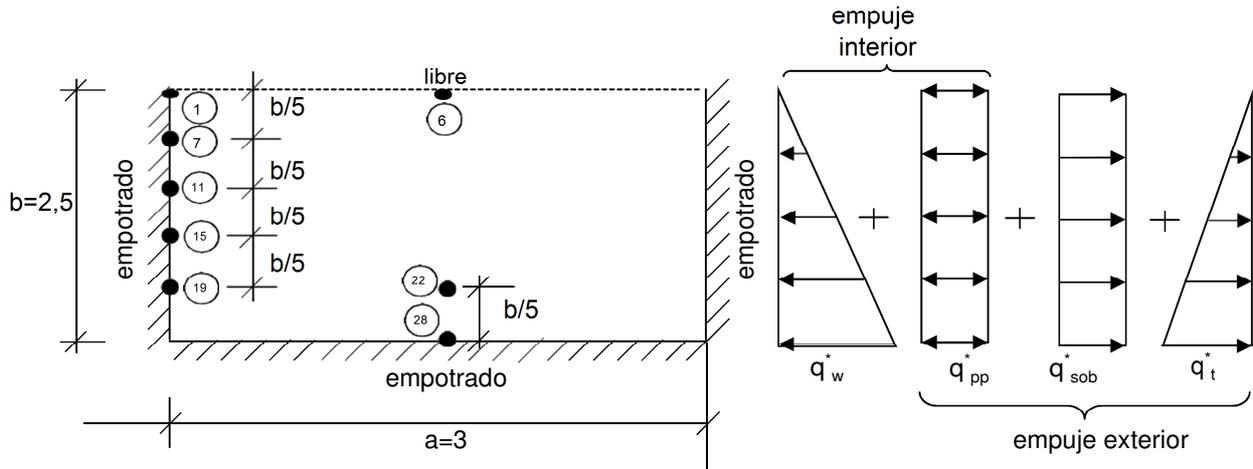
- momentos flectores

$M_{x1} =$	-0,08290	$* 5,00 * 3^2 +$	-0,01626	$* 16,58 * 3^2 =$	-6,16	kNm/m
$M_{x7} =$	-0,07601	$* 5,00 * 3^2 +$	-0,02064	$* 16,58 * 3^2 =$	-6,50	kNm/m
$M_{x11} =$	-0,06418	$* 5,00 * 3^2 +$	-0,02394	$* 16,58 * 3^2 =$	-6,46	kNm/m
$M_{x15} =$	-0,04667	$* 5,00 * 3^2 +$	-0,02282	$* 16,58 * 3^2 =$	-5,50	kNm/m
$M_{x19} =$	-0,02014	$* 5,00 * 3^2 +$	-0,01248	$* 16,58 * 3^2 =$	-2,77	kNm/m
$M_{x6} =$	0,04026	$* 5,00 * 3^2 +$	0,00962	$* 16,58 * 3^2 =$	3,25	kNm/m
$M_{y22} =$	-0,01006	$* 5,00 * 2,5^2 +$	0,00416	$* 16,58 * 2,5^2 =$	0,12	kNm/m
$M_{y28} =$	-0,08052	$* 5,00 * 2,5^2 +$	-0,04286	$* 16,58 * 2,5^2 =$	-6,96	kNm/m

- reacciones:

$R_{x1} =$	0,5351	$* 5,00 * 3 +$	0,0478	$* 16,58 * 3 =$	10,41	kN/m
$R_{x7} =$	0,5295	$* 5,00 * 3 +$	0,1342	$* 16,58 * 3 =$	14,62	kN/m
$R_{x11} =$	0,4480	$* 5,00 * 3 +$	0,1825	$* 16,58 * 3 =$	15,79	kN/m
$R_{x15} =$	0,3656	$* 5,00 * 3 +$	0,2131	$* 16,58 * 3 =$	16,08	kN/m
$R_{x19} =$	0,1473	$* 5,00 * 3 +$	0,1321	$* 16,58 * 3 =$	8,78	kN/m
$R_{y28} =$	0,5433	$* 5,00 * 2,5 +$	0,3564	$* 16,58 * 2,5 =$	21,56	kN/m

B) Situación sísmica



- momentos flectores

$M_{x1} =$	-0,08290	$* 0,28 * 3^2 +$	-0,01626	$* 1,05 * 3^2 =$	-0,36 kNm/m
$M_{x7} =$	-0,07601	$* 0,28 * 3^2 +$	-0,02064	$* 1,05 * 3^2 =$	-0,39 kNm/m
$M_{x11} =$	-0,06418	$* 0,28 * 3^2 +$	-0,02394	$* 1,05 * 3^2 =$	-0,39 kNm/m
$M_{x15} =$	-0,04667	$* 0,28 * 3^2 +$	-0,02282	$* 1,05 * 3^2 =$	-0,33 kNm/m
$M_{x19} =$	-0,02014	$* 0,28 * 3^2 +$	-0,01248	$* 1,05 * 3^2 =$	-0,17 kNm/m
$M_{x6} =$	0,04026	$* 0,28 * 3^2 +$	0,00962	$* 1,05 * 3^2 =$	0,19 kNm/m
$M_{y22} =$	-0,01006	$* 0,28 * 2,5^2 +$	0,00416	$* 1,05 * 2,5^2 =$	0,01 kNm/m
$M_{y28} =$	-0,08052	$* 0,28 * 2,5^2 +$	-0,04286	$* 1,05 * 2,5^2 =$	-0,42 kNm/m

- reacciones:

$R_{x1} =$	0,5351	$* 0,28 * 3 +$	0,0478	$* 1,05 * 3 =$	0,60 kN/m
$R_{x7} =$	0,5295	$* 0,28 * 3 +$	0,1342	$* 1,05 * 3 =$	0,87 kN/m
$R_{x11} =$	0,4480	$* 0,28 * 3 +$	0,1825	$* 1,05 * 3 =$	0,95 kN/m
$R_{x15} =$	0,3656	$* 0,28 * 3 +$	0,2131	$* 1,05 * 3 =$	0,98 kN/m
$R_{x19} =$	0,1473	$* 0,28 * 3 +$	0,1321	$* 1,05 * 3 =$	0,54 kN/m
$R_{y28} =$	0,5433	$* 0,28 * 2,5 +$	0,3564	$* 1,05 * 2,5 =$	1,31 kN/m

b) empuje exterior

- momentos flectores

$M_{x1} =$	-0,08290	$* 3,43 * 3^2 +$	-0,01626	$* 17,32 * 3^2 =$	-5,09 kNm/m
$M_{x7} =$	-0,07601	$* 3,43 * 3^2 +$	-0,02064	$* 17,32 * 3^2 =$	-5,56 kNm/m
$M_{x11} =$	-0,06418	$* 3,43 * 3^2 +$	-0,02394	$* 17,32 * 3^2 =$	-5,71 kNm/m
$M_{x15} =$	-0,04667	$* 3,43 * 3^2 +$	-0,02282	$* 17,32 * 3^2 =$	-5,00 kNm/m
$M_{x19} =$	-0,02014	$* 3,43 * 3^2 +$	-0,01248	$* 17,32 * 3^2 =$	-2,57 kNm/m
$M_{x6} =$	0,04026	$* 3,43 * 3^2 +$	0,00962	$* 17,32 * 3^2 =$	2,74 kNm/m
$M_{y22} =$	-0,01006	$* 3,43 * 2,5^2 +$	0,00416	$* 17,32 * 2,5^2 =$	0,23 kNm/m
$M_{y28} =$	-0,08052	$* 3,43 * 2,5^2 +$	-0,04286	$* 17,32 * 2,5^2 =$	-6,37 kNm/m

- reacciones:

$R_{x1} =$	0,5351	$* 3,43 * 3 +$	0,0478	$* 17,32 * 3 =$	7,99 kN/m
$R_{x7} =$	0,5295	$* 3,43 * 3 +$	0,1342	$* 17,32 * 3 =$	12,42 kN/m
$R_{x11} =$	0,4480	$* 3,43 * 3 +$	0,1825	$* 17,32 * 3 =$	14,09 kN/m
$R_{x15} =$	0,3656	$* 3,43 * 3 +$	0,2131	$* 17,32 * 3 =$	14,83 kN/m
$R_{x19} =$	0,1473	$* 3,43 * 3 +$	0,1321	$* 17,32 * 3 =$	8,38 kN/m
$R_{y28} =$	0,5433	$* 3,43 * 2,5 +$	0,3564	$* 17,32 * 2,5 =$	20,09 kN/m

Arqueta de descarga en tomas

2. Datos de la sección bruta

Canto h:	25	(cm)
Ancho b:	100	(cm)
Recubrimiento c:	5	(cm)

Armadura de tracción A_{S1} :

- nº de barras de la capa 1 n_1 :	6,67	
- diámetro de barras de la capa 1 \varnothing_1 :	12	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	0	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 \varnothing_2 :	0	(mm)
- área de armadura de tracción A_{S1} :	7,54	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{S1} a borde sección d':	5,60	(cm)
- canto útil de armadura A_{S1} d:	19,40	(cm)

Armadura de compresión A_{S2} :

Cuantía geométrica de A_{S1} ρ_1 :	3,886E-03	
Cuantía geométrica de A_{S2} ρ_2 :	2,912E-03	

3. Esfuerzos de servicio

Momento M_0 :	0,27	(kNm)
-----------------	------	-------

4. Datos de la sección fisurada

Profundidad de fibra neutra X:	4,15	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	14.738	(cm ⁴)
Momento de fisuración M_{fis} :	40.732	(Nm)

Tensiones en la armadura de tracción:

- en el instante de fisuración σ_{sr} :	294,94	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	1,94	(N/mm ²)

5. Abertura característica de fisura

a) Separación media entre fisuras

Distancia entre barras longitudinales s_0 :

- tipo de elemento (viga=1, muro o losa=2):	2	
- valor por geometría:	150,00	(mm)
- valor en fórmula:	150,00	(mm)

Coeficiente de la ley de tracciones k_1 :

	0,125	
--	-------	--

Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:

	625	(cm ²)
--	-----	--------------------

Separación media entre fisuras s_m :

	179,74	(mm)
--	--------	------

b) Alargamiento medio de la armadura

Coeficiente de carga k_2 :	0,5	
------------------------------	-----	--

Alargamiento medio ϵ_{sm} :

- valor por fórmula:	-1,121E-01	
- valor mínimo:	3,879E-06	

c) Abertura característica de fisura w_k :	0,0012	(mm)
--	--------	------

$w_k < w_{adm} = 0,30 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

Arqueta de descarga en tomas

Pasamos a una armadura realmente dispuesta $A_{s,real} = \emptyset 12 \text{ a } 15 = 7,54 \text{ cm}^2/\text{m}$ obteniendo los nuevos valores siguientes:

Armadura de tracción A_{s1}:		
- nº de barras de la capa 1 n_1 :	6,67	
- diámetro de barras de la capa 1 \emptyset_1 :	12	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	0	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 \emptyset_2 :	0	(mm)
- área de armadura de tracción A_{s1} :	7,54	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{s1} a borde sección d' :	5,60	(cm)
- canto útil de armadura A_{s1} d :	19,40	(cm)
Armadura de compresión A_{s2}:	5,65	(cm²)
Cuantía geométrica de A_{s1} ρ_1 :	3,887E-03	
Cuantía geométrica de A_{s2} ρ_2 :	2,912E-03	

Sección fisurada:		
Profundidad de fibra neutra X:	4,15	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	14.738	(cm ⁴)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	294,93	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	1,94	(N/mm ²)

Abertura característica de fisura		
Distancia entre barras longitudinales s_o :		
- valor por geometría:	149,99	(mm)
- valor en fórmula:	149,99	(mm)
Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	625	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_m :	179,73	(mm)
Alargamiento medio ϵ_{sm} :		
- valor por fórmula:	-1,121E-01	
- valor mínimo:	3,879E-06	
Abertura característica de fisura w_k :	0,0012	(mm)

$w_k < w_{adm} = 0,30 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

• Comprobación a cortante:

situación normal $V_o = R_{y28} = ,89 \text{ kN/m}$
 $V_d = 1,34 \text{ kN/m}$

situación sísmica $V_o = R_{y28} = 1,31 \text{ kN/m}$
 $V_d = 1,31 \text{ kN/m}$

Armadura de tracción A_s : 7,54 cm²/m

canto útil de armadura A_s : 19,40 cm

$$\xi = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 2,00 \text{ (máximo)} \quad \rho_l = \frac{A_s}{b \cdot d} = 3,886E-03$$

$$Vu2 = 105,52 \text{ kN/m} < Vu2, \text{min} = 150,27 \text{ kN/m}$$

$Vu2, \text{min} > Vd$

Arqueta de descarga en tomas

2. Datos de la sección bruta

Canto h:	25	(cm)
Ancho b:	100	(cm)
Recubrimiento c:	5	(cm)
Armadura de tracción A_{S1} :		
- nº de barras de la capa 1 n_1 :	6,67	
- diámetro de barras de la capa 1 \varnothing_1 :	12	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	0	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 \varnothing_2 :	0	(mm)
- área de armadura de tracción A_{S1} :	7,54	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{S1} a borde sección d':	5,60	(cm)
- canto útil de armadura A_{S1} d:	19,40	(cm)
Armadura de compresión A_{S2} :	5,24	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{S1} ρ_1 :	3,888E-03	
Cuantía geométrica de A_{S2} ρ_2 :	2,701E-03	

3. Esfuerzos de servicio

Tracción N_o :	0,27	(kN)
Momento M_o :	0,29	(kNm)

4. Dimensionamiento a tracción:

Tensión de trabajo en tracción σ_{st} :	100,00	(N/mm ²)
Armadura de tracción $A_{s,t}$:	0,01	(cm ²)

5. Datos de la sección fisurada

Armadura disponible a flexión $A_{disp1,f}$:	7,53	(cm ²)
Armadura disponible a flexión $A_{disp2,f}$:	5,23	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{disp1} ρ_1 :	3,881E-03	
Cuantía geométrica de A_{disp2} ρ_2 :	2,694E-03	
Profundidad de fibra neutra X:	4,14	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	14.716	(cm ⁴)
Momento de fisuración M_{fis} :	40.732	(N·m)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	295,59	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	2,10	(N/mm ²)

6. Abertura característica de fisura

a) Separación media entre fisuras

Distancia entre barras longitudinales s_o :

- tipo de elemento (viga=1, muro o losa=2):	2	
- valor por geometría:	149,93	(mm)
- valor en fórmula:	149,93	(mm)

Coefficiente de la ley de tracciones k_1 :	0,125	
Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	625	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_m :	179,79	(mm)

b) Alargamiento medio de la armadura

Coefficiente de carga k_2 :	0,5	
Alargamiento medio ϵ_{sm} :		
- valor por fórmula:	-1,038E-01	
- valor mínimo:	4,209E-06	

c) Abertura característica de fisura w_k :	0,0013	(mm)
--	--------	------

$w_k < w_{adm} = 0,30 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

Arqueta de descarga en tomas

Pasamos a una armadura realmente dispuesta $A_{s,real} = \emptyset 12 \text{ a } 15 = 7,54 \text{ cm}^2/\text{m}$ obteniendo los nuevos valores siguientes:

Armadura de tracción A_{s1} :		
- nº de barras de la capa 1 n_1 :	6,67	
- diámetro de barras de la capa 1 \emptyset_1 :	12	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	0	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 \emptyset_2 :	0	(mm)
- área de armadura de tracción A_{s1} :	7,54	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{s1} a borde sección d' :	5,60	(cm)
- canto útil de armadura A_{s1} d :	19,40	(cm)
Armadura de compresión A_{s2} :	5,24	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{s1} ρ_1 :	3,888E-03	
Cuantía geométrica de A_{s2} ρ_2 :	2,701E-03	

Sección fisurada		
Armadura disponible a flexión $A_{disp1,f}$:	7,53	(cm ²)
Armadura disponible a flexión $A_{disp2,f}$:	5,23	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{disp1} ρ_1 :	3,881E-03	
Cuantía geométrica de A_{disp2} ρ_2 :	2,694E-03	
Profundidad de fibra neutra X :	4,14	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	14.716	(cm ⁴)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	295,59	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	2,10	(N/mm ²)

Abertura característica de fisura		
Distancia entre barras longitudinales s_o :		
- valor por geometría:	149,93	(mm)
- valor en fórmula:	149,93	(mm)
Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	625	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_m :	179,79	(mm)
Alargamiento medio ϵ_{sm} :		
- valor por fórmula:	-1,038E-01	
- valor mínimo:	4,209E-06	
c) Abertura característica de fisura w_k :	0,0013	(mm)

$w_k < w_{adm} = 0,30 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

• Comprobación a cortante:

situación normal $V_o = R_x 15 = ,64 \text{ kN/m}$
 $V_d = ,96 \text{ kN/m}$

situación sísmica $V_o = R_x 15 = ,98 \text{ kN/m}$
 $V_d = ,98 \text{ kN/m}$

Armadura de tracción $A_s: 7,54 \text{ cm}^2/\text{m}$

canto útil de armadura $A_s: 19,40 \text{ cm}$

$$\xi = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 2,00 \text{ (máximo)} \quad \rho_l = \frac{A_s}{b \cdot d} = 3,888E-03$$

$$V_{u2} = 105,52 \text{ kN/m} < V_{u2,min} = 150,27 \text{ kN/m}$$

$V_{u2,min} > V_d$

Arqueta de descarga en tomas

- distancia de c.d.g. de A_{s1} a borde sección d' :	5,60	(cm)
- canto útil de armadura A_{s1} d :	19,40	(cm)
Armadura de compresión A_{s2} :	5,65	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{s1} ρ_1 :	3,886E-03	
Cuantía geométrica de A_{s2} ρ_2 :	2,912E-03	

3. Esfuerzos de servicio

Momento M_o :	6,96	(kNm)
-----------------	------	-------

4. Datos de la sección fisurada

Profundidad de fibra neutra X :	4,15	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	14.736	(cm ⁴)
Momento de fisuración M_{fis} :	40.732	(N·m)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	294,97	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	50,38	(N/mm ²)

5. Abertura característica de fisura

a) Separación media entre fisuras

Distancia entre barras longitudinales s_o :		
- tipo de elemento (viga=1, muro o losa=2):	2	
- valor por geometría:	150,02	(mm)
- valor en fórmula:	150,02	(mm)
Coeficiente de la ley de tracciones k_1 :	0,125	
Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	625	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_m :	179,74	(mm)

b) Alargamiento medio de la armadura

Coeficiente de carga k_2 :	0,5	
Alargamiento medio ϵ_{sm} :		
- valor por fórmula:	-4,066E-03	
- valor mínimo:	1,008E-04	
c) Abertura característica de fisura w_k :	0,0308	(mm)

$w_k < w_{adm} = 0,10 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

• Comprobación a cortante:

situación normal $V_o = R_{y28} = 21,56 \text{ kN/m}$
 $V_d = 32,34 \text{ kN/m}$

situación sísmica $V_o = R_{y28} = 20,09 \text{ kN/m}$
 $V_d = 20,09 \text{ kN/m}$

Armadura de tracción $A_s: 7,54 \text{ cm}^2/\text{m}$

canto útil de armadura $A_s: 19,40 \text{ cm}$

$$\xi = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 2,00 \text{ (máximo)} \quad \rho_l = \frac{A_s}{b \cdot d} = 3,886E-03$$

$$Vu2 = 105,52 \text{ kN/m} < Vu2, \text{min} = 150,27 \text{ kN/m}$$

$Vu2, \text{min} > Vd$

Arqueta de descarga en tomas

- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	0	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 \varnothing_2 :	0	(mm)
- área de armadura de tracción A_{s1} :	7,54	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{s1} a borde sección d' :	5,60	(cm)
- canto útil de armadura A_{s1} d :	19,40	(cm)
Armadura de compresión A_{s2} :	7,54	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{s1} ρ_1 :	3,886E-03	
Cuantía geométrica de A_{s2} ρ_2 :	3,887E-03	

3. Esfuerzos de servicio

Momento M_o :	12,52	(kNm)
-----------------	-------	-------

4. Datos de la sección fisurada

Profundidad de fibra neutra X :	4,19	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	14.765	(cm ⁴)
Momento de fisuración M_{fis} :	40.732	(Nm)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	293,70	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	90,28	(N/mm ²)

5. Abertura característica de fisura

a) Separación media entre fisuras

Distancia entre barras longitudinales s_o :

- tipo de elemento (viga=1, muro o losa=2):	2	
- valor por geometría:	150,00	(mm)
- valor en fórmula:	150,00	(mm)

Coeficiente de la ley de tracciones k_1 :

	0,125	
--	-------	--

Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:

	625	(cm ²)
--	-----	--------------------

Separación media entre fisuras s_m :

	179,74	(mm)
--	--------	------

b) Alargamiento medio de la armadura

Coeficiente de carga k_2 :

Alargamiento medio ϵ_{sm} :

- valor por fórmula:	-1,937E-03	
----------------------	------------	--

- valor mínimo:	1,806E-04	
-----------------	-----------	--

c) Abertura característica de fisura w_k :

	0,0552	(mm)
--	--------	------

$w_k < w_{adm} = 0,10 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

• Comprobación a cortante:

situación normal $V_o = R_x15 = 16,08 \text{ kN/m}$
 $V_d = 24,12 \text{ kN/m}$

situación sísmica $V_o = R_x15 = 14,83 \text{ kN/m}$
 $V_d = 14,83 \text{ kN/m}$

Armadura de tracción A_s : 7,54 cm²/m

canto útil de armadura A_s : 19,40 cm

$$\xi = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 2,00 \text{ (máximo)} \quad \rho_l = \frac{A_s}{b \cdot d} = 3,886E-03$$

$$V_u2 = 105,52 \text{ kN/m} < V_{u2,min} = 150,27 \text{ kN/m}$$

$V_{u2,min} > V_d$

LOSA DE CIMENTACIÓN

El cálculo de esfuerzos en la losa de cimentación se realiza asimilándola a una placa rectangular empotrada en su contorno y sometida a una carga uniforme perpendicular a su plano de valor igual a la diferencia entre la reacción del terreno (en sentido ascendente) y la carga hidrostática del interior (en sentido descendente).

Cargas sobre la cimentación:

A) Situación persistente o transitoria

1. Peso propio (sin contar la losa de cimentación)

	unidades	largo (m)	ancho (m)	espesor (m)	densidad (kN/m ³)	carga (kN)
muros:	2	3,50	2,50	0,25	25,00	109,38
	2	3,00	2,50	0,25	25,00	93,75
						$P_1 = 203,13 \text{ kN}$

2. Cargas permanentes

terreno s/tacón	2	4,00	1,60	0,25	20,00	64,00
	2	3,50	1,60	0,25	20,00	56,00
equipos	1	2,70	2,50		5,00	33,75
trámex	1	2,70	2,50	1,00	4,00	27,00
						$P_2 = 180,75 \text{ kN}$

3. Sobrecargas

sob.uso s/terr.	2	4,00		0,25	10,00	20,00
	2	3,50		0,25	10,00	17,50
sob.uso s/tr.	1	2,70	2,50		5,00	33,75
						$Q_1 = 71,25 \text{ kN}$

4. Líquido interior

líquido	1	3,00	3,00	0,10	10,00	9,00 kN
						$Q_2 = 9,00 \text{ kN}$

Hipótesis I: depósito vacío

$$\text{peso propio} + \text{cargas permanentes} = P_1 + P_2 = 383,88 \text{ kN}$$

$$\text{sobrecargas } Q = 71,25 \text{ kN}$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{carga total} = 455,13 \text{ kN} \\ \text{carga perm.} = 383,88 \text{ kN} \\ \text{sobrecarga} = 71,25 \text{ kN} \end{array} \right\}$$

$$\text{superficie de apoyo} = 16,00 \text{ m}^2$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{tensión sobre el terreno } \sigma_t = 28,45 \text{ kN/m}^2 \\ \sigma_{cp} = 23,99 \text{ kN/m}^2 \\ \sigma_{sob} = 4,45 \text{ kN/m}^2 \end{array} \right\}$$

$$\text{carga hidrostática} = 0,00 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{carga sobre la placa } q = 28,45 \text{ kN/m}^2$$

Hipótesis II: depósito lleno

$$\text{peso del líquido} = 9,00 \text{ kN}$$

$$\text{Incremento de tensión del terreno debido al peso del líquido: } \Delta\sigma_t = 0,56 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{tensión sobre el terreno } \sigma_t = 29,01 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{carga hidrostática } \sigma_w = 1,00 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{carga sobre la placa } q = 28,01 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{tensión s/ terreno con cimentación } \sigma_{tot} = 35,26 \text{ kN/m}^2$$

$$< \sigma_{adm} = 150,00 \text{ kN/m}^2$$

B) Situación sísmica

coeficiente sísmico vertical: $v = 0,70 \cdot s = 0,032$ (70% del coef. sísm. horiz.)

1. Peso propio (sin contar la losa de cimentación)

$$P_1^* = P_1 \cdot (1 + v) = 209,63 \text{ kN}$$

2. Cargas permanentes

$$P_2^* = P_2 \cdot (1 + v) = 186,53 \text{ kN}$$

3. Sobrecargas

coef. simultaneidad $\psi_2 = 0,60$

$$Q_1^* = Q_1 \cdot \psi_2 \cdot (1 + v) = 44,12 \text{ kN}$$

4. Líquido interior

$$Q_2^* = Q_2 \cdot (1 + v) = 9,29 \text{ kN}$$

Hipótesis I: depósito vacío

peso propio + cargas permanentes = $P_1^* + P_2^* = 396,16 \text{ kN}$
 sobrecargas $Q^* = 44,12 \text{ kN}$

carga total = 440,28 kN } carga perm. = 396,16 kN
 } sobrecarga = 44,12 kN

superficie de apoyo = 16,00 m²
 tensión sobre el terreno $\sigma_t = 27,52 \text{ kN/m}^2$ } $\sigma_{\text{cp}}^* = 24,76 \text{ kN/m}^2$
 } $\sigma_{\text{sob}}^* = 2,76 \text{ kN/m}^2$

carga hidrostática = 0,00 kN/m²
 carga sobre la placa $q^* = 27,52 \text{ kN/m}^2$

Hipótesis II: depósito lleno

peso del líquido $Q_2^* = 9,29 \text{ kN}$

Incremento de tensión del terreno debido al peso del líquido:

$$\Delta\sigma_t = 0,58 \text{ kN/m}^2$$

tensión sobre el terreno $\sigma_t = 28,10 \text{ kN/m}^2$

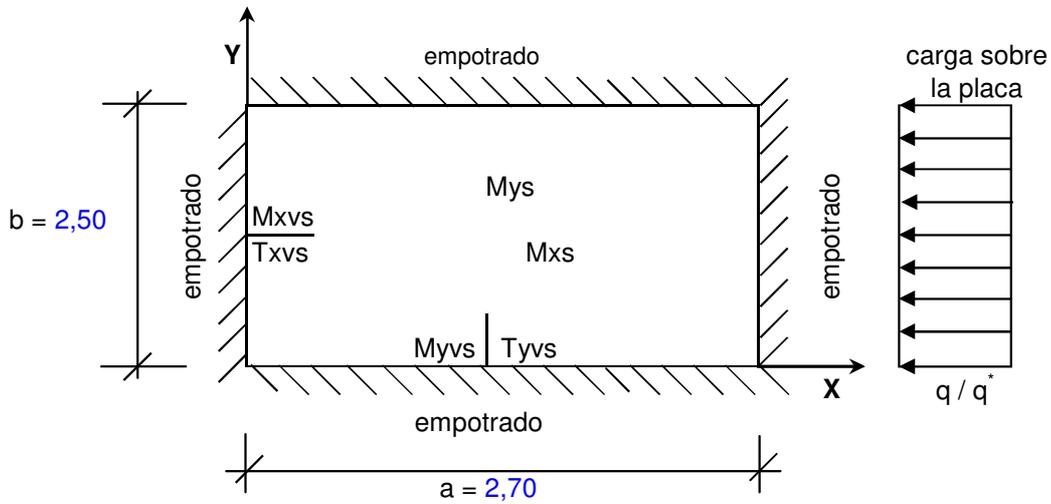
carga hidrostática $\sigma_w = 1,03 \text{ kN/m}^2$

carga sobre la placa $q^* = 27,07 \text{ kN/m}^2$

tensión s/ terreno con cimentación $\sigma_{\text{tcf}}^* = 34,55 \text{ kN/m}^2$

< $\sigma^*_{\text{adm}} = 225,00 \text{ kN/m}^2$

Esquema de cálculo:



$$\gamma = \frac{a}{b} = 1,08 \quad \mu = 0,25 \quad (\text{coef. de Poisson})$$

Cálculos de esfuerzos:

Los esfuerzos en las secciones señaladas son los siguientes:

A) Situación persistente o transitoria

a) depósito vacío

- momentos flectores

$$M_{xs} = 0,01896 * 28,45 * 2,70^2 = 3,93 \text{ kNm/m}$$

$$M_{xvs} = -0,04622 * 28,45 * 2,70^2 = -9,58 \text{ kNm/m}$$

$$M_{ys} = 0,02504 * 28,45 * 2,50^2 = 4,45 \text{ kNm/m}$$

$$M_{yvs} = -0,05710 * 28,45 * 2,50^2 = -10,15 \text{ kNm/m}$$

- reacciones:

$$T_{xvs} = 0,4252 * 28,45 * 2,70 = 32,66 \text{ kN/m}$$

$$T_{yvs} = 0,4700 * 28,45 * 2,50 = 33,42 \text{ kN/m}$$

b) depósito lleno

- momentos flectores

$$M_{xs} = 0,01896 * 28,01 * 2,70^2 = 3,87 \text{ kNm/m}$$

$$M_{xvs} = -0,04622 * 28,01 * 2,70^2 = -9,44 \text{ kNm/m}$$

$$M_{ys} = 0,02504 * 28,01 * 2,50^2 = 4,38 \text{ kNm/m}$$

$$M_{yvs} = -0,05710 * 28,01 * 2,50^2 = -10,00 \text{ kNm/m}$$

- reacciones:

$$T_{xvs} = 0,4252 * 28,01 * 2,70 = 32,15 \text{ kN/m}$$

$$T_{yvs} = 0,4700 * 28,01 * 2,50 = 32,91 \text{ kN/m}$$

B) Situación sísmica

a) depósito vacío

- momentos flectores

$$M_{xs} = 0,01896 * 27,52 * 2,70^2 = 3,80 \text{ kNm/m}$$

$$M_{xvs} = -0,04622 * 27,52 * 2,70^2 = -9,27 \text{ kNm/m}$$

$$M_{ys} = 0,02504 * 27,52 * 2,50^2 = 4,31 \text{ kNm/m}$$

$$M_{yvs} = -0,05710 * 27,52 * 2,50^2 = -9,82 \text{ kNm/m}$$

- reacciones:

$$T_{xvs} = 0,4252 * 27,52 * 2,70 = 31,59 \text{ kN/m}$$

$$T_{yvs} = 0,4700 * 27,52 * 2,50 = 32,33 \text{ kN/m}$$

b) depósito lleno

- momentos flectores

$$M_{xs} = 0,01896 * 27,07 * 2,70^2 = 3,74 \text{ kNm/m}$$

$$M_{xvs} = -0,04622 * 27,07 * 2,70^2 = -9,12 \text{ kNm/m}$$

$$M_{ys} = 0,02504 * 27,07 * 2,50^2 = 4,24 \text{ kNm/m}$$

$$M_{yvs} = -0,05710 * 27,07 * 2,50^2 = -9,66 \text{ kNm/m}$$

- reacciones:

$$T_{xvs} = 0,4252 * 27,07 * 2,70 = 31,07 \text{ kN/m}$$

$$T_{yvs} = 0,4700 * 27,07 * 2,50 = 31,80 \text{ kN/m}$$

Dimensionamiento de armaduras:

- Materiales y coeficientes de seguridad:

		Situación normal	Situación accidental
• Materiales:	Hormigón $f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$	$\gamma_c = 1,50$	$\gamma_c = 1,30$
	Acero $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$	$\gamma_s = 1,15$	$\gamma_s = 1,00$
• Acciones:	cargas permanentes	$\gamma_{FG} = 1,35$	$\gamma_{FG} = 1,00$
	sobrecargas	$\gamma_{FQ} = 1,50$	$\gamma_{FQ} = 1,00$

- Armadura inferior paralela al eje Y:

sección: centro empotramiento lado X

Esfuerzos de servicio: depósito vacío

situación normal: $M_0 = M_{yvs} = 10,15 \text{ kNm/m}$

situación sísmica: $M_0 = M_{yvs} = 9,82 \text{ kNm/m}$

- Por rotura a flexión: dimensiones sección de hormigón: ancho $b = 1,00 \text{ m}$
canto $h = 0,25 \text{ m}$
canto útil $d = 0,19 \text{ m}$

A) Situación persistente o transitoria

Esfuerzo mayorado $M_d = 13,94 \text{ kNm/m} \Rightarrow \mu_d = 0,019$
 $\omega = 0,021 \Rightarrow A_s = 1,86 \text{ cm}^2/\text{m}$

B) Situación sísmica

Esfuerzo mayorado $M_d = 9,82 \text{ kNm/m} \Rightarrow \mu_d = 0,012$
 $\omega = 0,014 \Rightarrow A_s = 1,21 \text{ cm}^2/\text{m}$

Armadura mínima mecánica $= \alpha * A_s = 1,298 * 1,86 = 2,42 \text{ cm}^2/\text{m}$ (cara tracción)

Armadura mínima geométrica $= 0,0009 * b * h = 2,25 \text{ cm}^2/\text{m}$ (cara tracción)

Se dispone una armadura dada por: $A_s = \text{Ø}25 \text{ a } 0,20$

- Por fisuración: $w_{adm} = 0,10 \text{ mm}$ recub. $c = 0,050 \text{ m}$

$K_{sob} = (\sigma_{cp} + 0,50 \sigma_{sob}) / \sigma_t = 0,92$ (se considera sobrec. cuasipermanente el 50,00% de la sobrecarga total)

$M'_o = M_o \square K_{sob} = 9,36 \text{ kNm/m}$

Partiendo de una armadura realmente dispuesta $A_{s,real} = \text{Ø}12 \text{ a } 15 = 7,54 \text{ cm}^2/\text{m}$ obtenemos:

1. Datos de los materiales

Módulo deformación longitudinal del acero E_s :	200.000	(N/mm ²)
Resistencia característica del hormigón f_{ck} :	30	(N/mm ²)
Resistencia media del hormigón f_{cm} :	38	(N/mm ²)
Módulo deformación longitudinal del hormigón E_c :	28.577	(N/mm ²)
Coefficiente de equivalencia n :	7,00	
Resistencia media del hormigón a tracción $f_{ct,m}$:	2,90	(N/mm ²)
Resistencia media del hormigón a flexotracción $f_{ct,m,fl}$:	3,91	(N/mm ²)

2. Datos de la sección bruta

Canto h :	25	(cm)
Ancho b :	100	(cm)
Recubrimiento c :	5	(cm)
Armadura de tracción A_{s1} :		
- nº de barras de la capa 1 n_1 :	6,67	

Arqueta de descarga en tomas

- diámetro de barras de la capa 1 \varnothing_1 :	12	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	0	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 \varnothing_2 :	0	(mm)
- área de armadura de tracción A_{s1} :	7,54	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{s1} a borde sección d' :	5,60	(cm)
- canto útil de armadura A_{s1} d :	19,40	(cm)
Armadura de compresión A_{s2} :	10,05	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{s1} ρ_1 :	3,886E-03	
Cuantía geométrica de A_{s2} ρ_2 :	5,180E-03	

Arqueta de descarga en tomas

3. Esfuerzos de servicio		
Momento M_o :	9,36	(kNm)
4. Datos de la sección fisurada		
Profundidad de fibra neutra X:	4,23	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	14.798	(cm ⁴)
Momento de fisuración M_{fis} :	40.732	(N·m)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	292,15	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	67,11	(N/mm ²)
5. Abertura característica de fisura		
a) Separación media entre fisuras		
Distancia entre barras longitudinales s_o :		
- tipo de elemento (viga=1, muro o losa=2):	2	
- valor por geometría:	150,00	(mm)
- valor en fórmula:	150,00	(mm)
Coeficiente de la ley de tracciones k_1 :	0,125	
Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	625	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_m :	179,74	(mm)
b) Alargamiento medio de la armadura		
Coeficiente de carga k_2 :	0,5	
Alargamiento medio ϵ_{sm} :		
- valor por fórmula:	-2,844E-03	
- valor mínimo:	1,342E-04	
c) Abertura característica de fisura w_k :	0,0410	(mm)
$w_k < w_{adm} = 0,10 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido		

Arqueta de descarga en tomas

En hipótesis de depósito lleno, los esfuerzos para la comprobación de fisuración son los siguientes:

$$M_o = M_{yvs} \square K'_{sob} = 9,20 \text{ kNm/m}$$

$$N_o = R_{y28} = 0,89 \text{ kN/m}$$

$$K'_{sob} = (\sigma_{cp} + 0,50 \square \sigma_{sob} + \Delta\sigma_t - \sigma_w) / q = 0,92 \quad \text{(se considera sobrec. cuasipermanente el 50,00% de la sobrecarga total)}$$

Y para la misma armadura obtenida anteriormente $A_{s,real} = \emptyset 12 \text{ a } 15 + \emptyset 25 \text{ a } 12,5 = 46,81 \text{ cm}^2/\text{m}$ obtenemos los siguientes resultados:

Dimensionamiento a tracción:

Tensión de trabajo en tracción σ_{st} :	150,00	(N/mm ²)
Armadura de tracción $A_{s,t}$:	0,03	(cm ²)

Datos de la sección fisurada

Armadura disponible a flexión $A_{disp1,f}$:	46,78	(cm ²)
---	-------	--------------------

Armadura disponible a flexión $A_{disp2,f}$:	7,51	(cm ²)
---	------	--------------------

Cuantía geométrica de A_{disp1} ρ_1 :	3,077E-02	
--	-----------	--

Cuantía geométrica de A_{disp2} ρ_2 :	4,939E-03	
--	-----------	--

Profundidad de fibra neutra X:	7,35	(cm)
--------------------------------	------	------

Inercia fisurada I_{fis} :	33.753	(cm ⁴)
------------------------------	--------	--------------------

Tensiones en la armadura de tracción:

- en el instante de fisuración σ_{sr} :	66,35	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	14,99	(N/mm ²)

Abertura característica de fisura

Distancia entre barras longitudinales s_o :

- valor por geometría:	149,99	(mm)
------------------------	--------	------

- valor en fórmula:	149,99	(mm)
---------------------	--------	------

Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	625	(cm ²)
--------------------------------------	-----	--------------------

Separación media entre fisuras s_m :	138,01	(mm)
--	--------	------

Alargamiento medio ϵ_{sm} :

- valor por fórmula:	-6,594E-04	
----------------------	------------	--

- valor mínimo:	2,998E-05	
-----------------	-----------	--

c) Abertura característica de fisura w_k :	0,0070	(mm)
--	--------	------

$w_k < w_{adm} = 0,10 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

• Comprobación a cortante:

situación normal: $V_o = T_{yvs} = 33,42 \text{ kN/m}$

$V_d = 45,91 \text{ kN/m}$

situación sísmica: $V_o = T_{yvs} = 32,33 \text{ kN/m}$

$V_d = 32,33 \text{ kN/m}$

Armadura de tracción A_s : 7,54 cm²/m

canto útil de armadura A_s : 19,40 cm

$$\xi = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 2,00 \text{ (máximo)} \quad \rho_l = \frac{A_s}{b \cdot d} = 3,886E-03$$

$$Vu2 = 105,52 \text{ kN/m} < Vu2, \text{min} = 150,27 \text{ kN/m}$$

$Vu2, \text{min} > Vd$

- Armadura superior paralela al eje Y:

Se dimensiona con los mismos esfuerzos obtenidos en el arranque del muro, por el necesario equilibrio del nudo en la unión muro-losa:

sección: centro empotramiento lado X

Hipótesis: depósito lleno

A) Situación persistente o transitoria

$$\begin{aligned} \text{Esfuerzos de servicio: } M_o &= M_{y28} = 0,27 \text{ kNm/m} \\ N_o &= R_{y28} = 0,89 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

B) Situación sísmica

$$\begin{aligned} \text{Esfuerzos de servicio: } M_o &= M_{y28} = 0,42 \text{ kNm/m} \\ N_o &= R_{y28} = 1,31 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

• Por tracción:

Con una tensión de trabajo del acero de $\sigma_s = 100 \text{ N/mm}^2$, tenemos:

$$\begin{aligned} A_{s,t} &= 0,04 \text{ cm}^2/\text{m} && \text{(situación normal)} \\ A_{s,t} &= 0,07 \text{ cm}^2/\text{m} && \text{(nivel sísmica)} \end{aligned}$$

• Por rotura a flexión:

dimensiones sección de hormigón:

$$\begin{aligned} \text{ancho } b &= 1,00 \text{ m} \\ \text{canto } h &= 0,25 \text{ m} \\ \text{canto útil } d &= 0,19 \text{ m} \end{aligned}$$

A) Situación persistente o transitoria

$$\begin{aligned} \text{Esfuerzo mayorado } M_d &= ,40 \text{ kNm/m} && \Rightarrow && \mu_d = 0,001 \\ \omega &= 0,003 && \Rightarrow && A_{s,f} = ,22 \text{ cm}^2/\text{m} \end{aligned}$$

B) Situación sísmica

$$\begin{aligned} \text{Esfuerzo mayorado } M_d &= ,42 \text{ kNm/m} && \Rightarrow && \mu_d = 0,001 \\ \omega &= 0,003 && \Rightarrow && A_{s,f} = ,22 \text{ cm}^2/\text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Armadura total} &= A_{s,t} + A_{s,f} = ,27 \text{ cm}^2/\text{m} && \text{(situación normal)} \\ \text{Armadura total} &= A_{s,t} + A_{s,f} = ,29 \text{ cm}^2/\text{m} && \text{(situación sísmica)} \end{aligned}$$

$$\text{Armadura mínima mecánica} = \alpha * A_s = 1,469 * 0,29 = 0,42 \text{ cm}^2/\text{m} \quad \text{(cara tracción)}$$

$$\text{Armadura mínima geométrica} = 0,0009 * b * h = 2,25 \text{ cm}^2/\text{m} \quad \text{(cara tracción)}$$

$$\text{Se dispone una armadura dada por: } A_{s,tot} = \text{Ø16 a } 0,125$$

• Por fisuración:

$$w_{adm} = 0,30 \text{ mm}$$

$$\text{recub.c} = 0,050 \text{ m}$$

Partiendo de una armadura realmente dispuesta $A_{s,real} = \text{Ø12 a } 15 = 7,54 \text{ cm}^2/\text{m}$ obtenemos:

1. Datos de los materiales

Módulo deformación longitudinal del acero E_s :	200.000	(N/mm ²)
Resistencia característica del hormigón f_{ck} :	30	(N/mm ²)
Resistencia media del hormigón f_{cm} :	38	(N/mm ²)
Módulo deformación longitudinal del hormigón E_c :	28.577	(N/mm ²)
Coefficiente de equivalencia n:	7,00	
Resistencia media del hormigón a tracción $f_{ct,m}$:	2,90	(N/mm ²)
Resistencia media del hormigón a flexotracción $f_{ct,m,fl}$:	3,91	(N/mm ²)

Arqueta de descarga en tomas

2. Datos de la sección bruta

Canto h:	25	(cm)
Ancho b:	100	(cm)
Recubrimiento c:	5	(cm)
Armadura de tracción A_{S_1} :		
- nº de barras de la capa 1 n_1 :	6,67	
- diámetro de barras de la capa 1 \varnothing_1 :	12	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	0	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 \varnothing_2 :	0	(mm)
- área de armadura de tracción A_{S_1} :	7,54	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{S_1} a borde sección d' :	5,60	(cm)
- canto útil de armadura A_{S_1} d:	19,40	(cm)
Armadura de compresión A_{S_2} :	5,65	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{S_1} ρ_1 :	3,886E-03	
Cuantía geométrica de A_{S_2} ρ_2 :	2,912E-03	

3. Esfuerzos de servicio

Tracción N_o :	0,89	(kN)
Momento M_o :	0,27	(kNm)

4. Dimensionamiento a tracción:

Tensión de trabajo en tracción σ_{st} :	100,00	(N/mm ²)
Armadura de tracción $A_{S,t}$:	0,04	(cm ²)

5. Datos de la sección fisurada

Armadura disponible a flexión $A_{disp1,f}$:	7,50	(cm ²)
Armadura disponible a flexión $A_{disp2,f}$:	5,61	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{disp1} ρ_1 :	3,864E-03	
Cuantía geométrica de A_{disp2} ρ_2 :	2,889E-03	
Profundidad de fibra neutra X:	4,14	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	14.664	(cm ⁴)
Momento de fisuración M_{fis} :	40.732	(N·m)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	296,62	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	1,95	(N/mm ²)

6. Abertura característica de fisura

a) Separación media entre fisuras

Distancia entre barras longitudinales s_o :		
- tipo de elemento (viga=1, muro o losa=2):	2	
- valor por geometría:	150,00	(mm)
- valor en fórmula:	150,00	(mm)
Coeficiente de la ley de tracciones k_1 :	0,125	
Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	625	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_m :	180,03	(mm)

b) Alargamiento medio de la armadura

Coeficiente de carga k_2 :		
0,5		
Alargamiento medio ϵ_{sm} :		
- valor por fórmula:	-1,127E-01	
- valor mínimo:	3,901E-06	

c) Abertura característica de fisura w_k :	0,0012	(mm)
--	--------	------

$w_k < w_{adm} = 0,30 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

Arqueta de descarga en tomas

Pasamos a una armadura realmente dispuesta $A_{s,real} = \emptyset 12 \text{ a } 15 + \emptyset 16 \text{ a } 12,5 = 23,63 \text{ cm}^2/\text{m}$ obteniendo los nuevos valores siguientes:

Armadura de tracción A_{s1}:		
- nº de barras de la capa 1 n_1 :	6,67	
- diámetro de barras de la capa 1 \emptyset_1 :	12	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	5	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	8,00	
- diámetro de barras de la capa 2 \emptyset_2 :	16	(mm)
- área de armadura de tracción A_{s1} :	23,63	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{s1} a borde sección d' :	9,00	(cm)
- canto útil de armadura A_{s1} d :	16,00	(cm)
Armadura de compresión A_{s2}:	5,65	(cm²)
Cuántía geométrica de A_{s1} ρ_1 :	1,477E-02	
Cuántía geométrica de A_{s2} ρ_2 :	3,532E-03	
Sección fisurada		
Armadura disponible a flexión $A_{disp1,f}$:	23,58	(cm ²)
Armadura disponible a flexión $A_{disp2,f}$:	5,61	(cm ²)
Cuántía geométrica de A_{disp1} ρ_1 :	1,474E-02	
Cuántía geométrica de A_{disp2} ρ_2 :	3,504E-03	
Profundidad de fibra neutra X :	5,96	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	24.042	(cm ⁴)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	119,00	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	0,78	(N/mm ²)
Abertura característica de fisura		
Distancia entre barras longitudinales s_o :		
- valor por geometría:	149,99	(mm)
- valor en fórmula:	149,99	(mm)
Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	625	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_m :	145,90	(mm)
Alargamiento medio ϵ_{sm} :		
- valor por fórmula:	-4,523E-02	
- valor mínimo:	1,565E-06	
c) Abertura característica de fisura w_k :	0,0004	(mm)

$w_k < w_{adm} = 0,30 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

Arqueta de descarga en tomas

- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	0	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 \varnothing_2 :	0	(mm)
- área de armadura de tracción A_{s_1} :	7,54	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{s_1} a borde sección d' :	5,60	(cm)
- canto útil de armadura A_{s_1} d :	19,40	(cm)
Armadura de compresión A_{s_2} :	5,65	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{s_1} ρ_1 :	3,886E-03	
Cuantía geométrica de A_{s_2} ρ_2 :	2,912E-03	

Arqueta de descarga en tomas

3. Esfuerzos de servicio		
Momento M_o :	8,83	(kNm)
4. Datos de la sección fisurada		
Profundidad de fibra neutra X:	4,15	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	14.736	(cm ⁴)
Momento de fisuración M_{fis} :	40.732	(N·m)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	294,97	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	63,98	(N/mm ²)
5. Abertura característica de fisura		
a) Separación media entre fisuras		
Distancia entre barras longitudinales s_o :		
- tipo de elemento (viga=1, muro o losa=2):	2	
- valor por geometría:	150,02	(mm)
- valor en fórmula:	150,02	(mm)
Coeficiente de la ley de tracciones k_1 :	0,125	
Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	625	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_m :	179,74	(mm)
b) Alargamiento medio de la armadura		
Coeficiente de carga k_2 :	0,5	
Alargamiento medio ε_{sm} :		
- valor por fórmula:	-3,080E-03	
- valor mínimo:	1,280E-04	
c) Abertura característica de fisura w_k :	0,0391	(mm)

$w_k < w_{adm} = 0,10 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

Arqueta de descarga en tomas

En hipótesis de depósito lleno, los esfuerzos para la comprobación de fisuración son los siguientes:

$$M_o = M_{xvs} \square K'_{sob} = 8,69 \text{ kNm/m}$$

$$N_o = R_{y28} = ,89 \text{ kN/m}$$

$$K'_{sob} = (\sigma_{cp} + 0,50 \square \sigma_{sob} + \Delta_{ot} - \sigma_w) / q = 0,92 \quad \text{(se considera sobrec. cuasipermanente el 50,00% de la sobrecarga total)}$$

Y para la misma armadura obtenida anteriormente $A_{s,real} = \emptyset 12 \text{ a } 15 = 7,54 \text{ cm}^2/\text{m}$ obtenemos los siguientes resultados:

Dimensionamiento a tracción:

Tensión de trabajo en tracción σ_{st} :	150,00	(N/mm ²)
Armadura de tracción $A_{s,t}$:	0,03	(cm ²)

Datos de la sección fisurada

Armadura disponible a flexión $A_{disp1,f}$:	7,51	(cm ²)
---	------	--------------------

Armadura disponible a flexión $A_{disp2,f}$:	7,51	(cm ²)
---	------	--------------------

Cuantía geométrica de A_{disp1} ρ_1 :	3,871E-03	
--	-----------	--

Cuantía geométrica de A_{disp2} ρ_2 :	3,871E-03	
--	-----------	--

Profundidad de fibra neutra X:	4,18	(cm)
--------------------------------	------	------

Inercia fisurada I_{fis} :	14.717	(cm ⁴)
------------------------------	--------	--------------------

Tensiones en la armadura de tracción:

- en el instante de fisuración σ_{sr} :	294,78	(N/mm ²)
--	--------	----------------------

- en servicio σ_s :	62,87	(N/mm ²)
----------------------------	-------	----------------------

Abertura característica de fisura

Distancia entre barras longitudinales s_o :

- valor por geometría:	149,99	(mm)
------------------------	--------	------

- valor en fórmula:	149,99	(mm)
---------------------	--------	------

Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	625	(cm ²)
--------------------------------------	-----	--------------------

Separación media entre fisuras s_m :	179,93	(mm)
--	--------	------

Alargamiento medio ϵ_{sm} :

- valor por fórmula:	-3,141E-03	
----------------------	------------	--

- valor mínimo:	1,257E-04	
-----------------	-----------	--

c) Abertura característica de fisura w_k :	0,0385	(mm)
--	--------	------

$w_k < w_{adm} = 0,10 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

• Comprobación a cortante:

situación normal: $V_o = T_{xvs} = 32,66 \text{ kN/m}$
 $V_d = 44,85 \text{ kN/m}$

situación sísmica: $V_o = T_{xvs} = 31,59 \text{ kN/m}$
 $V_d = 31,59 \text{ kN/m}$

Armadura de tracción A_s : 7,54 cm²/m

canto útil de armadura A_s : 19,40 cm

$$\xi = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 2,00 \text{ (máximo)} \quad \rho_l = \frac{A_s}{b \cdot d} = 3,886E-03$$

$$Vu2 = 105,52 \text{ kN/m} < Vu2,min = 150,27 \text{ kN/m}$$

$$Vu2,min > Vd$$

- Armadura superior paralela al eje X:

Se dimensiona con los mismos esfuerzos obtenidos en el arranque del muro, por el necesario equilibrio del nudo en la unión muro-losa:

sección: centro empotramiento lado Y

Hipótesis: depósito lleno

A) Situación persistente o transitoria

Esfuerzos de servicio: $M_o = M_{y28} = 0,27 \text{ kNm/m}$
 $N_o = R_{y28} = ,89 \text{ kN/m}$

B) Situación sísmica

Esfuerzos de servicio: $M_o = M_{y28} = 0,42 \text{ kNm/m}$
 $N_o = R_{y28} = 1,31 \text{ kN/m}$

• Por tracción:

Con una tensión de trabajo del acero de $\sigma_s = 100 \text{ N/mm}^2$, tenemos:

$A_{s,t} = 0,04 \text{ cm}^2/\text{m}$ (situación normal)
 $A_{s,t} = 0,07 \text{ cm}^2/\text{m}$ (situación sísmica)

• Por rotura a flexión:

dimensiones sección de hormigón:

ancho $b = 1,00 \text{ m}$
 canto $h = 0,25 \text{ m}$
 canto útil $d = 0,19 \text{ m}$

A) Situación persistente o transitoria

Esfuerzo mayorado $M_d = ,40 \text{ kNm/m}$ $\Rightarrow \mu_d = 0,001$
 $\omega = 0,003$ $\Rightarrow A_{s,f} = 0,22 \text{ cm}^2/\text{m}$

B) Situación sísmica

Esfuerzo mayorado $M_d = ,42 \text{ kNm/m}$ $\Rightarrow \mu_d = 0,001$
 $\omega = 0,003$ $\Rightarrow A_{s,f} = 0,23 \text{ cm}^2/\text{m}$

Armadura total = $A_{s,t} + A_{s,f} = ,27 \text{ cm}^2/\text{m}$ (situación normal)
 Armadura total = $A_{s,t} + A_{s,f} = ,29 \text{ cm}^2/\text{m}$ (situación sísmica)

Armadura mínima mecánica = $\alpha * A_s = 1,468 * 0,29 = 0,43 \text{ cm}^2/\text{m}$ (cara tracción)

Armadura mínima geométrica = $0,0009 * b * h = 2,25 \text{ cm}^2/\text{m}$ (cara tracción)

Se dispone una armadura dada por: $A_{s,tot} = \text{Ø}20 \text{ a } 0,20$

• Por fisuración:

$w_{adm} = 0,30 \text{ mm}$

recub. $c = 0,050 \text{ m}$

Partiendo de una armadura realmente dispuesta $A_{s,real} = \text{Ø}12 \text{ a } 15 = 7,54 \text{ cm}^2/\text{m}$ obtenemos:

1. Datos de los materiales

Módulo deformación longitudinal del acero E_s :	200.000	(N/mm ²)
Resistencia característica del hormigón f_{ck} :	30	(N/mm ²)
Resistencia media del hormigón f_{cm} :	38	(N/mm ²)
Módulo deformación longitudinal del hormigón E_c :	28.577	(N/mm ²)
Coefficiente de equivalencia n :	7,00	
Resistencia media del hormigón a tracción $f_{ct,m}$:	2,90	(N/mm ²)
Resistencia media del hormigón a flexotracción $f_{ct,m,fl}$:	3,91	(N/mm ²)

Arqueta de descarga en tomas

2. Datos de la sección bruta

Canto h:	25	(cm)
Ancho b:	100	(cm)
Recubrimiento c:	5	(cm)
Armadura de tracción A_{S1} :		
- nº de barras de la capa 1 n_1 :	6,67	
- diámetro de barras de la capa 1 \varnothing_1 :	12	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	0	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 \varnothing_2 :	0	(mm)
- área de armadura de tracción A_{S1} :	7,54	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{S1} a borde sección d':	5,60	(cm)
- canto útil de armadura A_{S1} d:	19,40	(cm)
Armadura de compresión A_{S2} :	5,65	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{S1} ρ_1 :	3,886E-03	
Cuantía geométrica de A_{S2} ρ_2 :	2,912E-03	

3. Esfuerzos de servicio

Tracción N_o :	0,89	(kN)
Momento M_o :	0,27	(kNm)

4. Dimensionamiento a tracción:

Tensión de trabajo en tracción σ_{st} :	100,00	(N/mm ²)
Armadura de tracción $A_{s,t}$:	0,04	(cm ²)

5. Datos de la sección fisurada

Armadura disponible a flexión $A_{disp1,f}$:	7,50	(cm ²)
Armadura disponible a flexión $A_{disp2,f}$:	5,61	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{disp1} ρ_1 :	3,864E-03	
Cuantía geométrica de A_{disp2} ρ_2 :	2,889E-03	
Profundidad de fibra neutra X:	4,14	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	14.664	(cm ⁴)
Momento de fisuración M_{fis} :	40.732	(N·m)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	296,62	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	1,95	(N/mm ²)

6. Abertura característica de fisura

a) Separación media entre fisuras

Distancia entre barras longitudinales s_o :		
- tipo de elemento (viga=1, muro o losa=2):	2	
- valor por geometría:	150,00	(mm)
- valor en fórmula:	150,00	(mm)
Coefficiente de la ley de tracciones k_1 :	0,125	
Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	625	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_m :	180,03	(mm)

b) Alargamiento medio de la armadura

Coefficiente de carga k_2 :	0,5	
Alargamiento medio ϵ_{sm} :		
- valor por fórmula:	-1,127E-01	
- valor mínimo:	3,901E-06	

c) Abertura característica de fisura w_k :

0,0012	(mm)
--------	------

$w_k < w_{adm} = 0,30 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

Dimensionamiento de armaduras:

- Materiales y coeficientes de seguridad:

		Situación normal	Situación accidental
• Materiales:	Hormigón $f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$	$\gamma_c = 1,50$	$\gamma_c = 1,30$
	Acero $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$	$\gamma_s = 1,15$	$\gamma_s = 1,00$
• Acciones:	cargas permanentes	$\gamma_{FG} = 1,35$	$\gamma_{FG} = 1,00$
	sobrecargas	$\gamma_{FQ} = 1,50$	$\gamma_{FQ} = 1,00$

- Armadura inferior paralela al eje Y:

sección: centro empotramiento lado X

Esfuerzos de servicio: depósito vacío

situación normal: $M_0 = M_{yvs} = 10,15 \text{ kNm/m}$

situación sísmica: $M_0 = M_{yvs} = 9,82 \text{ kNm/m}$

- Por rotura a flexión: dimensiones sección de hormigón: ancho $b = 1,00 \text{ m}$
canto $h = 0,25 \text{ m}$
canto útil $d = 0,19 \text{ m}$

A) Situación persistente o transitoria

Esfuerzo mayorado $M_d = 13,94 \text{ kNm/m} \Rightarrow \mu_d = 0,019$
 $\omega = 0,021 \Rightarrow A_s = 1,86 \text{ cm}^2/\text{m}$

B) Situación sísmica

Esfuerzo mayorado $M_d = 9,82 \text{ kNm/m} \Rightarrow \mu_d = 0,012$
 $\omega = 0,014 \Rightarrow A_s = 1,21 \text{ cm}^2/\text{m}$

Armadura mínima mecánica $= \alpha * A_s = 1,298 * 1,86 = 2,42 \text{ cm}^2/\text{m}$ (cara tracción)

Armadura mínima geométrica $= 0,0009 * b * h = 2,25 \text{ cm}^2/\text{m}$ (cara tracción)

Se dispone una armadura dada por: $A_s = \text{Ø}25 \text{ a } 0,20$

- Por fisuración: $w_{adm} = 0,10 \text{ mm}$ recub. $c = 0,050 \text{ m}$

$K_{sob} = (\sigma_{cp} + 0,50 \sigma_{sob}) / \sigma_t = 0,92$ (se considera sobrec. cuasipermanente el 50,00% de la sobrecarga total)

$M'_o = M_o \square K_{sob} = 9,36 \text{ kNm/m}$

Partiendo de una armadura realmente dispuesta $A_{s,real} = \text{Ø}12 \text{ a } 15 = 7,54 \text{ cm}^2/\text{m}$ obtenemos:

1. Datos de los materiales

Módulo deformación longitudinal del acero E_s :	200.000	(N/mm ²)
Resistencia característica del hormigón f_{ck} :	30	(N/mm ²)
Resistencia media del hormigón f_{cm} :	38	(N/mm ²)
Módulo deformación longitudinal del hormigón E_c :	28.577	(N/mm ²)
Coefficiente de equivalencia n :	7,00	
Resistencia media del hormigón a tracción $f_{ct,m}$:	2,90	(N/mm ²)
Resistencia media del hormigón a flexotracción $f_{ct,m,fl}$:	3,91	(N/mm ²)

2. Datos de la sección bruta

Canto h :	25	(cm)
Ancho b :	100	(cm)
Recubrimiento c :	5	(cm)
Armadura de tracción A_{s1} :		
- nº de barras de la capa 1 n_1 :	6,67	

Arqueta de descarga en tomas

- diámetro de barras de la capa 1 \varnothing_1 :	12	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	0	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 \varnothing_2 :	0	(mm)
- área de armadura de tracción A_{s1} :	7,54	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{s1} a borde sección d' :	5,60	(cm)
- canto útil de armadura A_{s1} d :	19,40	(cm)
Armadura de compresión A_{s2} :	10,05	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{s1} ρ_1 :	3,886E-03	
Cuantía geométrica de A_{s2} ρ_2 :	5,180E-03	

Arqueta de descarga en tomas

3. Esfuerzos de servicio		
Momento M_o :	9,36	(kNm)
4. Datos de la sección fisurada		
Profundidad de fibra neutra X:	4,23	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	14.798	(cm ⁴)
Momento de fisuración M_{fis} :	40.732	(N·m)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	292,15	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	67,11	(N/mm ²)
5. Abertura característica de fisura		
a) Separación media entre fisuras		
Distancia entre barras longitudinales s_o :		
- tipo de elemento (viga=1, muro o losa=2):	2	
- valor por geometría:	150,00	(mm)
- valor en fórmula:	150,00	(mm)
Coeficiente de la ley de tracciones k_1 :	0,125	
Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	625	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_m :	179,74	(mm)
b) Alargamiento medio de la armadura		
Coeficiente de carga k_2 :	0,5	
Alargamiento medio ϵ_{sm} :		
- valor por fórmula:	-2,844E-03	
- valor mínimo:	1,342E-04	
c) Abertura característica de fisura w_k :	0,0410	(mm)
$w_k < w_{adm} = 0,10 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido		

Arqueta de descarga en tomas

En hipótesis de depósito lleno, los esfuerzos para la comprobación de fisuración son los siguientes:

$$M_o = M_{yvs} \square K'_{sob} = 9,20 \text{ kNm/m}$$

$$N_o = R_{y28} = 0,89 \text{ kN/m}$$

$$K'_{sob} = (\sigma_{cp} + 0,50 \square \sigma_{sob} + \Delta\sigma_t - \sigma_w) / q = 0,92 \quad \text{(se considera sobrec. cuasipermanente el 50,00% de la sobrecarga total)}$$

Y para la misma armadura obtenida anteriormente $A_{s,real} = \emptyset 12 \text{ a } 15 + \emptyset 25 \text{ a } 12,5 = 46,81 \text{ cm}^2/\text{m}$ obtenemos los siguientes resultados:

Dimensionamiento a tracción:

Tensión de trabajo en tracción σ_{st} :	150,00	(N/mm ²)
Armadura de tracción $A_{s,t}$:	0,03	(cm ²)

Datos de la sección fisurada

Armadura disponible a flexión $A_{disp1,f}$:	46,78	(cm ²)
---	-------	--------------------

Armadura disponible a flexión $A_{disp2,f}$:	7,51	(cm ²)
---	------	--------------------

Cuantía geométrica de A_{disp1} ρ_1 :	3,077E-02	
--	-----------	--

Cuantía geométrica de A_{disp2} ρ_2 :	4,939E-03	
--	-----------	--

Profundidad de fibra neutra X:	7,35	(cm)
--------------------------------	------	------

Inercia fisurada I_{fis} :	33.753	(cm ⁴)
------------------------------	--------	--------------------

Tensiones en la armadura de tracción:

- en el instante de fisuración σ_{sr} :	66,35	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	14,99	(N/mm ²)

Abertura característica de fisura

Distancia entre barras longitudinales s_o :

- valor por geometría:	149,99	(mm)
------------------------	--------	------

- valor en fórmula:	149,99	(mm)
---------------------	--------	------

Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	625	(cm ²)
--------------------------------------	-----	--------------------

Separación media entre fisuras s_m :	138,01	(mm)
--	--------	------

Alargamiento medio ϵ_{sm} :

- valor por fórmula:	-6,594E-04	
----------------------	------------	--

- valor mínimo:	2,998E-05	
-----------------	-----------	--

c) Abertura característica de fisura w_k :	0,0070	(mm)
--	--------	------

$w_k < w_{adm} = 0,10 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

• Comprobación a cortante:

situación normal: $V_o = T_{yvs} = 33,42 \text{ kN/m}$

$V_d = 45,91 \text{ kN/m}$

situación sísmica: $V_o = T_{yvs} = 32,33 \text{ kN/m}$

$V_d = 32,33 \text{ kN/m}$

Armadura de tracción A_s : 7,54 cm²/m

canto útil de armadura A_s : 19,40 cm

$$\xi = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 2,00 \text{ (máximo)} \quad \rho_l = \frac{A_s}{b \cdot d} = 3,886E-03$$

$$Vu2 = 105,52 \text{ kN/m} < Vu2, \text{min} = 150,27 \text{ kN/m}$$

$Vu2, \text{min} > Vd$

- Armadura superior paralela al eje Y:

Se dimensiona con los mismos esfuerzos obtenidos en el arranque del muro, por el necesario equilibrio del nudo en la unión muro-losa:

sección: centro empotramiento lado X

Hipótesis: depósito lleno

A) Situación persistente o transitoria

$$\begin{aligned} \text{Esfuerzos de servicio: } M_o &= M_{y28} = 0,27 \text{ kNm/m} \\ N_o &= R_{y28} = 0,89 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

B) Situación sísmica

$$\begin{aligned} \text{Esfuerzos de servicio: } M_o &= M_{y28} = 0,42 \text{ kNm/m} \\ N_o &= R_{y28} = 1,31 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

• Por tracción:

Con una tensión de trabajo del acero de $\sigma_s = 100 \text{ N/mm}^2$, tenemos:

$$\begin{aligned} A_{s,t} &= 0,04 \text{ cm}^2/\text{m} && \text{(situación normal)} \\ A_{s,t} &= 0,07 \text{ cm}^2/\text{m} && \text{(nivel sísmica)} \end{aligned}$$

• Por rotura a flexión:

dimensiones sección de hormigón:

$$\begin{aligned} \text{ancho } b &= 1,00 \text{ m} \\ \text{canto } h &= 0,25 \text{ m} \\ \text{canto útil } d &= 0,19 \text{ m} \end{aligned}$$

A) Situación persistente o transitoria

$$\begin{aligned} \text{Esfuerzo mayorado } M_d &= ,40 \text{ kNm/m} && \Rightarrow && \mu_d = 0,001 \\ \omega &= 0,003 && \Rightarrow && A_{s,f} = ,22 \text{ cm}^2/\text{m} \end{aligned}$$

B) Situación sísmica

$$\begin{aligned} \text{Esfuerzo mayorado } M_d &= ,42 \text{ kNm/m} && \Rightarrow && \mu_d = 0,001 \\ \omega &= 0,003 && \Rightarrow && A_{s,f} = ,22 \text{ cm}^2/\text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Armadura total} &= A_{s,t} + A_{s,f} = ,27 \text{ cm}^2/\text{m} && \text{(situación normal)} \\ \text{Armadura total} &= A_{s,t} + A_{s,f} = ,29 \text{ cm}^2/\text{m} && \text{(situación sísmica)} \end{aligned}$$

$$\text{Armadura mínima mecánica} = \alpha * A_s = 1,469 * 0,29 = 0,42 \text{ cm}^2/\text{m} \quad \text{(cara tracción)}$$

$$\text{Armadura mínima geométrica} = 0,0009 * b * h = 2,25 \text{ cm}^2/\text{m} \quad \text{(cara tracción)}$$

$$\text{Se dispone una armadura dada por: } A_{s,tot} = \text{Ø16 a 0,125}$$

• Por fisuración:

$$w_{adm} = 0,30 \text{ mm}$$

$$\text{recub.c} = 0,050 \text{ m}$$

Partiendo de una armadura realmente dispuesta $A_{s,real} = \text{Ø12 a 15} = 7,54 \text{ cm}^2/\text{m}$ obtenemos:

1. Datos de los materiales

Módulo deformación longitudinal del acero E_s :	200.000	(N/mm ²)
Resistencia característica del hormigón f_{ck} :	30	(N/mm ²)
Resistencia media del hormigón f_{cm} :	38	(N/mm ²)
Módulo deformación longitudinal del hormigón E_c :	28.577	(N/mm ²)
Coefficiente de equivalencia n:	7,00	
Resistencia media del hormigón a tracción $f_{ct,m}$:	2,90	(N/mm ²)
Resistencia media del hormigón a flexotracción $f_{ct,m,fl}$:	3,91	(N/mm ²)

Arqueta de descarga en tomas

2. Datos de la sección bruta

Canto h:	25	(cm)
Ancho b:	100	(cm)
Recubrimiento c:	5	(cm)
Armadura de tracción A_{S_1} :		
- nº de barras de la capa 1 n_1 :	6,67	
- diámetro de barras de la capa 1 \varnothing_1 :	12	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	0	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 \varnothing_2 :	0	(mm)
- área de armadura de tracción A_{S_1} :	7,54	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{S_1} a borde sección d' :	5,60	(cm)
- canto útil de armadura A_{S_1} d:	19,40	(cm)
Armadura de compresión A_{S_2} :	5,65	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{S_1} ρ_1 :	3,886E-03	
Cuantía geométrica de A_{S_2} ρ_2 :	2,912E-03	

3. Esfuerzos de servicio

Tracción N_o :	0,89	(kN)
Momento M_o :	0,27	(kNm)

4. Dimensionamiento a tracción:

Tensión de trabajo en tracción σ_{st} :	100,00	(N/mm ²)
Armadura de tracción $A_{s,t}$:	0,04	(cm ²)

5. Datos de la sección fisurada

Armadura disponible a flexión $A_{disp_1,f}$:	7,50	(cm ²)
Armadura disponible a flexión $A_{disp_2,f}$:	5,61	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{disp_1} ρ_1 :	3,864E-03	
Cuantía geométrica de A_{disp_2} ρ_2 :	2,889E-03	
Profundidad de fibra neutra X:	4,14	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	14.664	(cm ⁴)
Momento de fisuración M_{fis} :	40.732	(N·m)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	296,62	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	1,95	(N/mm ²)

6. Abertura característica de fisura

a) Separación media entre fisuras

Distancia entre barras longitudinales s_o :		
- tipo de elemento (viga=1, muro o losa=2):	2	
- valor por geometría:	150,00	(mm)
- valor en fórmula:	150,00	(mm)
Coeficiente de la ley de tracciones k_1 :	0,125	
Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	625	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_m :	180,03	(mm)

b) Alargamiento medio de la armadura

Coeficiente de carga k_2 :	0,5	
Alargamiento medio ϵ_{sm} :		
- valor por fórmula:	-1,127E-01	
- valor mínimo:	3,901E-06	

c) Abertura característica de fisura w_k :	0,0012	(mm)
--	--------	------

$w_k < w_{adm} = 0,30 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

Arqueta de descarga en tomas

Pasamos a una armadura realmente dispuesta $A_{s,real} = \emptyset 12 \text{ a } 15 + \emptyset 16 \text{ a } 12,5 = 23,63 \text{ cm}^2/\text{m}$ obteniendo los nuevos valores siguientes:

Armadura de tracción A_{s1}:		
- nº de barras de la capa 1 n_1 :	6,67	
- diámetro de barras de la capa 1 \emptyset_1 :	12	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	5	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	8,00	
- diámetro de barras de la capa 2 \emptyset_2 :	16	(mm)
- área de armadura de tracción A_{s1} :	23,63	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{s1} a borde sección d' :	9,00	(cm)
- canto útil de armadura A_{s1} d :	16,00	(cm)
Armadura de compresión A_{s2}:	5,65	(cm²)
Cuántía geométrica de A_{s1} ρ_1 :	1,477E-02	
Cuántía geométrica de A_{s2} ρ_2 :	3,532E-03	
Sección fisurada		
Armadura disponible a flexión $A_{disp1,f}$:	23,58	(cm ²)
Armadura disponible a flexión $A_{disp2,f}$:	5,61	(cm ²)
Cuántía geométrica de A_{disp1} ρ_1 :	1,474E-02	
Cuántía geométrica de A_{disp2} ρ_2 :	3,504E-03	
Profundidad de fibra neutra X :	5,96	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	24.042	(cm ⁴)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	119,00	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	0,78	(N/mm ²)
Abertura característica de fisura		
Distancia entre barras longitudinales s_o :		
- valor por geometría:	149,99	(mm)
- valor en fórmula:	149,99	(mm)
Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	625	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_m :	145,90	(mm)
Alargamiento medio ϵ_{sm} :		
- valor por fórmula:	-4,523E-02	
- valor mínimo:	1,565E-06	
c) Abertura característica de fisura w_k :	0,0004	(mm)

$w_k < w_{adm} = 0,30 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

Arqueta de descarga en tomas

- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	0	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 \varnothing_2 :	0	(mm)
- área de armadura de tracción A_{s1} :	7,54	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{s1} a borde sección d' :	5,60	(cm)
- canto útil de armadura A_{s1} d :	19,40	(cm)
Armadura de compresión A_{s2} :	5,65	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{s1} ρ_1 :	3,886E-03	
Cuantía geométrica de A_{s2} ρ_2 :	2,912E-03	

Arqueta de descarga en tomas

3. Esfuerzos de servicio		
Momento M_o :	8,83	(kNm)
4. Datos de la sección fisurada		
Profundidad de fibra neutra X:	4,15	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	14.736	(cm ⁴)
Momento de fisuración M_{fis} :	40.732	(N·m)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	294,97	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	63,98	(N/mm ²)
5. Abertura característica de fisura		
a) Separación media entre fisuras		
Distancia entre barras longitudinales s_o :		
- tipo de elemento (viga=1, muro o losa=2):	2	
- valor por geometría:	150,02	(mm)
- valor en fórmula:	150,02	(mm)
Coeficiente de la ley de tracciones k_1 :	0,125	
Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	625	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_m :	179,74	(mm)
b) Alargamiento medio de la armadura		
Coeficiente de carga k_2 :	0,5	
Alargamiento medio ε_{sm} :		
- valor por fórmula:	-3,080E-03	
- valor mínimo:	1,280E-04	
c) Abertura característica de fisura w_k :	0,0391	(mm)

$w_k < w_{adm} = 0,10 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

Arqueta de descarga en tomas

En hipótesis de depósito lleno, los esfuerzos para la comprobación de fisuración son los siguientes:

$$M_o = M_{xvs} \square K'_{sob} = 8,69 \text{ kNm/m}$$

$$N_o = R_{y28} = ,89 \text{ kN/m}$$

$$K'_{sob} = (\sigma_{cp} + 0,50 \square \sigma_{sob} + \Delta_{ot} - \sigma_w) / q = 0,92 \quad \text{(se considera sobrec. cuasipermanente el 50,00% de la sobrecarga total)}$$

Y para la misma armadura obtenida anteriormente $A_{s,real} = \text{Ø}12 \text{ a } 15 = 7,54 \text{ cm}^2/\text{m}$ obtenemos los siguientes resultados:

Dimensionamiento a tracción:

Tensión de trabajo en tracción σ_{st} :	150,00	(N/mm ²)
Armadura de tracción $A_{s,t}$:	0,03	(cm ²)

Datos de la sección fisurada

Armadura disponible a flexión $A_{disp1,f}$:	7,51	(cm ²)
---	------	--------------------

Armadura disponible a flexión $A_{disp2,f}$:	7,51	(cm ²)
---	------	--------------------

Cuantía geométrica de A_{disp1} ρ_1 :	3,871E-03	
--	-----------	--

Cuantía geométrica de A_{disp2} ρ_2 :	3,871E-03	
--	-----------	--

Profundidad de fibra neutra X:	4,18	(cm)
--------------------------------	------	------

Inercia fisurada I_{fis} :	14.717	(cm ⁴)
------------------------------	--------	--------------------

Tensiones en la armadura de tracción:

- en el instante de fisuración σ_{sr} :	294,78	(N/mm ²)
--	--------	----------------------

- en servicio σ_s :	62,87	(N/mm ²)
----------------------------	-------	----------------------

Abertura característica de fisura

Distancia entre barras longitudinales s_o :

- valor por geometría:	149,99	(mm)
------------------------	--------	------

- valor en fórmula:	149,99	(mm)
---------------------	--------	------

Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	625	(cm ²)
--------------------------------------	-----	--------------------

Separación media entre fisuras s_m :	179,93	(mm)
--	--------	------

Alargamiento medio ϵ_{sm} :

- valor por fórmula:	-3,141E-03	
----------------------	------------	--

- valor mínimo:	1,257E-04	
-----------------	-----------	--

c) Abertura característica de fisura w_k :	0,0385	(mm)
--	--------	------

$w_k < w_{adm} = 0,10 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

• Comprobación a cortante:

situación normal: $V_o = T_{xvs} = 32,66 \text{ kN/m}$
 $V_d = 44,85 \text{ kN/m}$

situación sísmica: $V_o = T_{xvs} = 31,59 \text{ kN/m}$
 $V_d = 31,59 \text{ kN/m}$

Armadura de tracción A_s : 7,54 cm²/m

canto útil de armadura A_s : 19,40 cm

$$\xi = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 2,00 \text{ (máximo)} \quad \rho_l = \frac{A_s}{b \cdot d} = 3,886E-03$$

$$Vu2 = 105,52 \text{ kN/m} < Vu2,min = 150,27 \text{ kN/m}$$

$$Vu2,min > Vd$$

- Armadura superior paralela al eje X:

Se dimensiona con los mismos esfuerzos obtenidos en el arranque del muro, por el necesario equilibrio del nudo en la unión muro-losa:

sección: centro empotramiento lado Y

Hipótesis: depósito lleno

A) Situación persistente o transitoria

Esfuerzos de servicio: $M_o = M_{y28} = 0,27 \text{ kNm/m}$
 $N_o = R_{y28} = ,89 \text{ kN/m}$

B) Situación sísmica

Esfuerzos de servicio: $M_o = M_{y28} = 0,42 \text{ kNm/m}$
 $N_o = R_{y28} = 1,31 \text{ kN/m}$

• Por tracción:

Con una tensión de trabajo del acero de $\sigma_s = 100 \text{ N/mm}^2$, tenemos:

$A_{s,t} = 0,04 \text{ cm}^2/\text{m}$ (situación normal)
 $A_{s,t} = 0,07 \text{ cm}^2/\text{m}$ (situación sísmica)

• Por rotura a flexión:

dimensiones sección de hormigón:

ancho $b = 1,00 \text{ m}$
 canto $h = 0,25 \text{ m}$
 canto útil $d = 0,19 \text{ m}$

A) Situación persistente o transitoria

Esfuerzo mayorado $M_d = ,40 \text{ kNm/m}$ \Rightarrow $\mu_d = 0,001$
 $\omega = 0,003$ \Rightarrow $A_{s,f} = 0,22 \text{ cm}^2/\text{m}$

B) Situación sísmica

Esfuerzo mayorado $M_d = ,42 \text{ kNm/m}$ \Rightarrow $\mu_d = 0,001$
 $\omega = 0,003$ \Rightarrow $A_{s,f} = 0,23 \text{ cm}^2/\text{m}$

Armadura total = $A_{s,t} + A_{s,f} = ,27 \text{ cm}^2/\text{m}$ (situación normal)
 Armadura total = $A_{s,t} + A_{s,f} = ,29 \text{ cm}^2/\text{m}$ (situación sísmica)

Armadura mínima mecánica = $\alpha * A_s = 1,468 * 0,29 = 0,43 \text{ cm}^2/\text{m}$ (cara tracción)

Armadura mínima geométrica = $0,0009 * b * h = 2,25 \text{ cm}^2/\text{m}$ (cara tracción)

Se dispone una armadura dada por: $A_{s,tot} = \text{Ø}20 \text{ a } 0,20$

• Por fisuración:

$w_{adm} = 0,30 \text{ mm}$

recub. $c = 0,050 \text{ m}$

Partiendo de una armadura realmente dispuesta $A_{s,real} = \text{Ø}12 \text{ a } 15 = 7,54 \text{ cm}^2/\text{m}$ obtenemos:

1. Datos de los materiales

Módulo deformación longitudinal del acero E_s :	200.000	(N/mm ²)
Resistencia característica del hormigón f_{ck} :	30	(N/mm ²)
Resistencia media del hormigón f_{cm} :	38	(N/mm ²)
Módulo deformación longitudinal del hormigón E_c :	28.577	(N/mm ²)
Coefficiente de equivalencia n :	7,00	
Resistencia media del hormigón a tracción $f_{ct,m}$:	2,90	(N/mm ²)
Resistencia media del hormigón a flexotracción $f_{ct,m,fl}$:	3,91	(N/mm ²)

Arqueta de descarga en tomas

2. Datos de la sección bruta

Canto h:	25	(cm)
Ancho b:	100	(cm)
Recubrimiento c:	5	(cm)
Armadura de tracción A_{S1} :		
- nº de barras de la capa 1 n_1 :	6,67	
- diámetro de barras de la capa 1 \varnothing_1 :	12	(mm)
- separación entre ejes de capas 1 y 2 s_v :	0	(cm)
- nº de barras de la capa 2 n_2 :	0,00	
- diámetro de barras de la capa 2 \varnothing_2 :	0	(mm)
- área de armadura de tracción A_{S1} :	7,54	(cm ²)
- distancia de c.d.g. de A_{S1} a borde sección d':	5,60	(cm)
- canto útil de armadura A_{S1} d:	19,40	(cm)
Armadura de compresión A_{S2} :	5,65	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{S1} ρ_1 :	3,886E-03	
Cuantía geométrica de A_{S2} ρ_2 :	2,912E-03	

3. Esfuerzos de servicio

Tracción N_o :	0,89	(kN)
Momento M_o :	0,27	(kNm)

4. Dimensionamiento a tracción:

Tensión de trabajo en tracción σ_{st} :	100,00	(N/mm ²)
Armadura de tracción $A_{s,t}$:	0,04	(cm ²)

5. Datos de la sección fisurada

Armadura disponible a flexión $A_{disp1,f}$:	7,50	(cm ²)
Armadura disponible a flexión $A_{disp2,f}$:	5,61	(cm ²)
Cuantía geométrica de A_{disp1} ρ_1 :	3,864E-03	
Cuantía geométrica de A_{disp2} ρ_2 :	2,889E-03	
Profundidad de fibra neutra X:	4,14	(cm)
Inercia fisurada I_{fis} :	14.664	(cm ⁴)
Momento de fisuración M_{fis} :	40.732	(N·m)
Tensiones en la armadura de tracción:		
- en el instante de fisuración σ_{sr} :	296,62	(N/mm ²)
- en servicio σ_s :	1,95	(N/mm ²)

6. Abertura característica de fisura

a) Separación media entre fisuras

Distancia entre barras longitudinales s_o :		
- tipo de elemento (viga=1, muro o losa=2):	2	
- valor por geometría:	150,00	(mm)
- valor en fórmula:	150,00	(mm)
Coefficiente de la ley de tracciones k_1 :	0,125	
Área eficaz de hormigón $A_{c,ef}$:	625	(cm ²)
Separación media entre fisuras s_m :	180,03	(mm)

b) Alargamiento medio de la armadura

Coefficiente de carga k_2 :	0,5	
Alargamiento medio ϵ_{sm} :		
- valor por fórmula:	-1,127E-01	
- valor mínimo:	3,901E-06	

c) Abertura característica de fisura w_k :	0,0012	(mm)
--	--------	------

$w_k < w_{adm} = 0,30 \text{ mm} \Rightarrow$ Dimensionamiento válido

JUSTIFICACIÓN DE CUANTÍAS DE ACERO

Elemento estructural: Muro perimetral

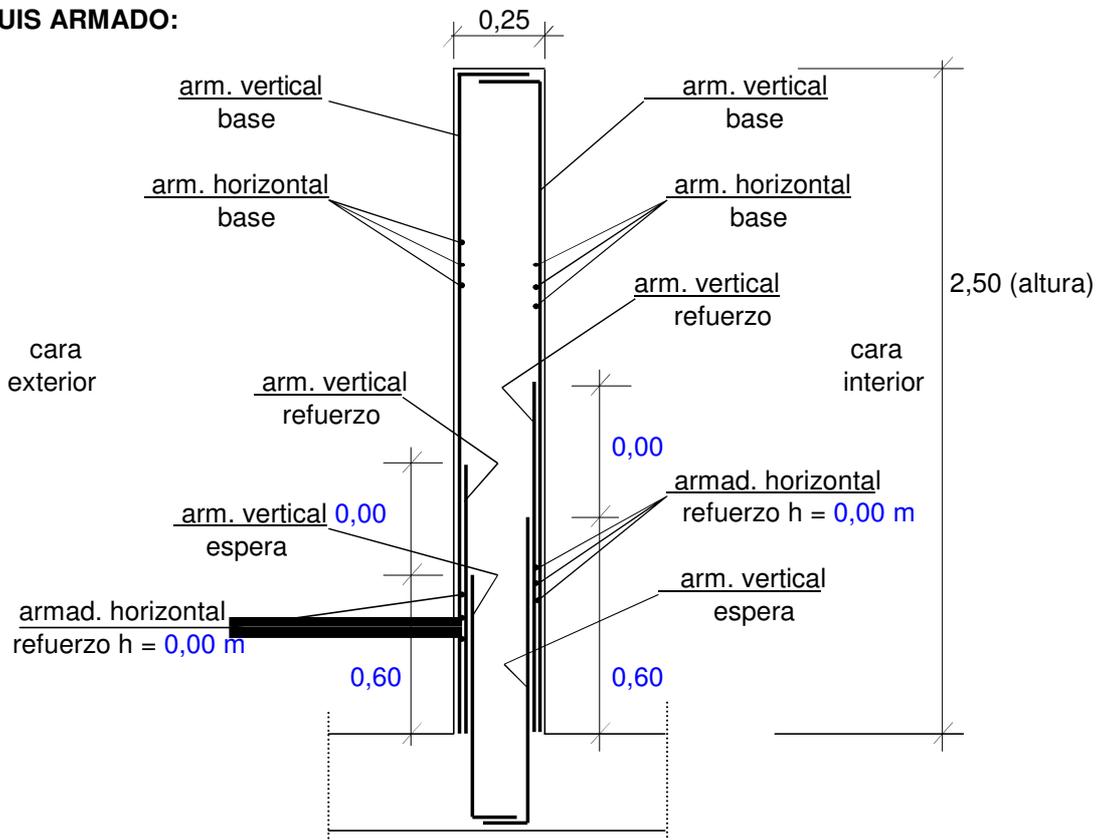
Dimensiones del elemento de hormigón: canto: 0,25 m
 ancho: 1,00 m } volumen = 0,625 m³
 alto: 2,50 m

DESPIECE DE ACERO:

grupo de barras descripción	diámetro Ø (mm)	separación (m)	número de barras	longitud barra (m)	peso unitario	peso parcial
cara interior						
armadura vertical						
espera (1ª capa)	12	0,150	6,67	0,90	0,89	5,34
2ª capa	-	-	-	-	-	-
armad. base	12	0,150	6,67	2,65	0,89	15,72
armadura horizontal						
armad. base	12	0,150	17,00	1,00	0,89	15,13
refuerzo	-	-	-	-	-	-
cara exterior						
armadura vertical						
espera	12	0,150	6,67	0,90	0,89	5,34
armad. base	12	0,150	6,67	2,65	0,89	15,72
armadura horizontal						
armad. base	12	0,150	17,00	1,00	0,89	15,13
refuerzo	-	-	-	-	-	-
Total Kg Acero						72,39

Cuantía nominal (Kg/m³) ... 115,82
 patillas, solapes y despuntes ... 10,00%
 Cuantía real (Kg/m³) ... 127,40

CROQUIS ARMADO:



ÍNDICE

1. DATOS DE OBRA.....	2
2. DESCRIPCIÓN DE LOSAS.....	2
3. MEDICIÓN DETALLADA.....	2
4. COMPROBACIÓN.....	3



Losas macizas apoyadas

Losas Arqueta Canal de Navarra

Fecha:24/12/2024

1. DATOS DE OBRA

Hormigón: HA-30, Yc=1.5

Acero: B 500 S, Ys=1.15

Recubrimiento: 5.00 cm

Tamaño máximo del árido: 20.0 mm

Estados límite

E.L.U. de rotura. Hormigón	CTE
	Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

2. DESCRIPCIÓN DE LOSAS

Referencias	Geometría	Apoyos	Armado base X	Armado base Y	Refuerzo Y
L-1	Espesor: 0.30 m Luz libre X: 2.00 m Luz libre Y: 4.75 m	Izquierda: Libre Derecha: Libre Abajo: Apoyado Arriba: Apoyado	Armado base inferior: Ø12c/20 Armado base superior: Ø6c/10	Armado base inferior: Ø12c/15 Armado base superior: Ø6c/10	Central inferior: Ø12 L(240)

Tabla de cargas

Referencias	Peso propio	Q 1	Q 2	Q 3	N 1
L-1	Con peso propio	Carga uniforme: 0.20 t/m ²	Carga uniforme: 0.20 t/m ²	Carga uniforme: 0.50 t/m ²	Carga uniforme: 0.10 t/m ²

3. MEDICIÓN DETALLADA

Referencia: L-1		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø6	Ø12	
Armadura X - Armado base inferior	Longitud (m)		29x2.07	60.03
	Peso (kg)		29x1.84	53.30
Armadura Y - Armado base inferior	Longitud (m)		14x6.08	85.12
	Peso (kg)		14x5.40	75.57
Armadura X - Armado base superior	Longitud (m)	56x2.19		122.64
	Peso (kg)	56x0.49		27.22
Armadura Y - Armado base superior	Longitud (m)	20x5.54		110.80
	Peso (kg)	20x1.23		24.59
Armadura Y - Refuerzo central inferior	Longitud (m)		13x2.40	31.20
	Peso (kg)		13x2.13	27.70
Totales	Longitud (m)	233.44	176.35	
	Peso (kg)	51.81	156.57	208.38
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	256.78	193.99	
	Peso (kg)	56.99	172.23	229.22

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

Elemento	B 500 S, Ys=1.15 (kg)			Hormigón (m ³)
	Ø6	Ø12	Total	HA-30, Yc=1.5
Referencia: L-1	56.99	172.23	229.22	3.33
Totales	56.99	172.23	229.22	3.33



4. COMPROBACIÓN

Referencia: L-1		
Comprobación	Valores	Estado
Armadura inferior dirección X: <i>Armadura superior dirección Y</i> - Armadura superior dirección X: - Armadura inferior dirección Y:	Mínimo: 11.9 cm Calculado: 30 cm Mínimo: 120 cm Calculado: 475 cm	Cumple Cumple
Recubrimiento máximo compatible con ancho de apoyo existente: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 20 cm Calculado: 5 cm	Cumple
Separación máxima entre barras: - Armadura inferior dirección X: - Armadura superior dirección X: - Armadura inferior dirección Y: - Armadura superior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm Calculado: 10 cm Calculado: 7.5 cm Calculado: 10 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima de armaduras: - Armadura inferior dirección X: - Armadura superior dirección X: - Armadura inferior dirección Y: - Armadura superior dirección Y:	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 18.8 cm Calculado: 9.4 cm Calculado: 6.3 cm Calculado: 9.4 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Armadura por mínimos geométricos: - Armadura inferior dirección X: - Armadura superior dirección X: - Armadura inferior dirección Y: - Armadura superior dirección Y:	Mínimo: 2.7 cm ² /m Calculado: 5.7 cm ² /m Calculado: 2.9 cm ² /m Calculado: 7.6 cm ² /m Calculado: 2.9 cm ² /m	Cumple Cumple Cumple Cumple
Armadura por mínimos mecánicos: - Armadura inferior dirección X: - Armadura superior dirección X: - Armadura inferior dirección Y: - Armadura superior dirección Y:	Mínimo: 5.6 cm ² /m Calculado: 5.7 cm ² /m Mínimo: 0 cm ² /m Calculado: 2.9 cm ² /m Mínimo: 5.6 cm ² /m Calculado: 7.6 cm ² /m Mínimo: 0 cm ² /m Calculado: 2.9 cm ² /m	Cumple Cumple Cumple Cumple
Armadura en dirección X: - Prolongación de la armadura de positivos: <i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 2.9 cm ² /m Calculado: 5.7 cm ² /m	Cumple
Armadura en dirección Y: - Prolongación de la armadura de positivos: <i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 7 cm ² /m Calculado: 7.6 cm ² /m	Cumple
Comprobación de cuantías por flexión con acciones estáticas: - Comprobación de la armadura de positivos dirección X: - Comprobación de la armadura de negativos dirección X: - Comprobación de la armadura de positivos dirección Y:	Mínimo: 0.6 cm ² /m Calculado: 5.7 cm ² /m Mínimo: 0.4 cm ² /m Calculado: 2.9 cm ² /m Mínimo: 6 cm ² /m Calculado: 7.6 cm ² /m	Cumple Cumple Cumple



Losas macizas apoyadas

Losas Arqueta Canal de Navarra

Fecha:24/12/2024

Referencia: L-1		
Comprobación	Valores	Estado
- Comprobación de la armadura de negativos dirección Y:	Mínimo: 0.5 cm ² /m Calculado: 2.9 cm ² /m	Cumple
Comprobación del cortante con acciones estáticas: - Cortante en la dirección X: - Cortante en la dirección Y:	Máximo: 24.9357 t/m Calculado: 5.09888 t/m Calculado: 5.09888 t/m	Cumple Cumple
Anclaje armado base con acciones estáticas: - Longitud patilla en armado base inferior inicial dirección X: - Longitud patilla en armado base inferior final dirección X: - Longitud patilla en armado base superior inicial dirección X: - Longitud patilla en armado base superior final dirección X: - Longitud patilla en armado base inferior inicial dirección Y: - Longitud patilla en armado base inferior final dirección Y: - Longitud patilla en armado base superior inicial dirección Y: - Longitud patilla en armado base superior final dirección Y:	 Mínimo: 9 cm Calculado: 9 cm Mínimo: 9 cm Calculado: 9 cm Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm Mínimo: 24 cm Calculado: 33 cm Mínimo: 24 cm Calculado: 33 cm Mínimo: 0 cm Calculado: 5 cm Mínimo: 0 cm Calculado: 5 cm	 Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple
Anclaje refuerzo central con acciones estáticas: - Refuerzo central dirección Y:	Mínimo: 240 cm Calculado: 240 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

5. APÉNDICE 7.3.2. CÁLCULO ESTRUCTURAL DE PANTALLAS

5.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS HINCAS

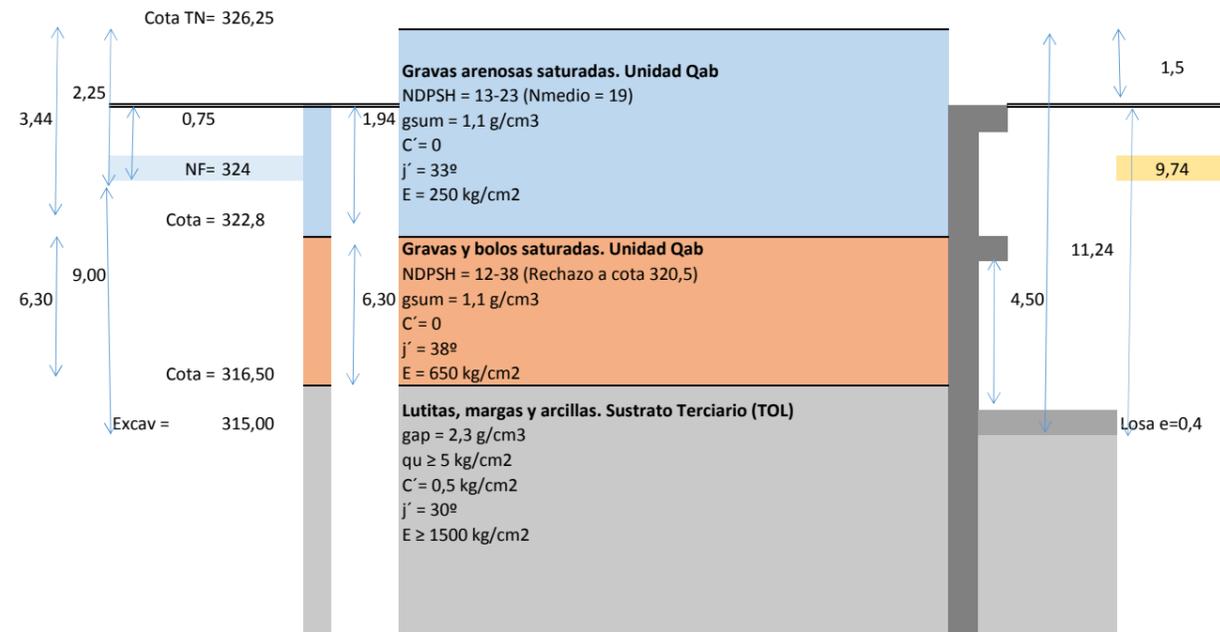
HINCA																													
Nº HINCA	TRAMO	ELEMENTO DE CRUCE	PK INICIO-Tramo	Pozo	Cota terreno PKi	Cota rasante PKi	Altura excavación s/TN (m)=	PK FINAL-Tramo	Pozo	Cota terreno PKf	Cota rasante PKf	Altura excavación s/TN (m)=	LONGITUD HINCA (m)	Nº de tubos	DN TUBO ACERO (mm)	DN ext TUBO ACERO (mm)	DN TUBO HINCA MIN (mm)	TIPO TUBO HINCA	DN EXT. TUBO HINCA (mm)	Clase tubo hınca	A=Espesor tubo hınca (mm)	B= Espacio disponible (m)	S=Separación entre carass exteriores tubos hincados >= (m)	Coef cobertura min.	Cobertura mínima (m)	Altura máxima (m)	Radio mínimo (m)	Pte %	Tipo de hınca-escudo
1	CN-T11	Río Aragón	5.513	Salida	332,08	318,19	14,74	5.666	Ataque	326,25	315,85	11,24	153	2	2.000	2.032	2.500	HA	3.000	180	0,25	0,23	5,00	1,50	5,25	11,09	>600	Variable	Cerrado
2	CN-T11	NA-128	7.435	Ataque	325,17	317,37	8,90	7.470	Salida	325,40	317,55	8,70	35	2	2.000	2.032	2.500	HA	3.000	135	0,25	0,23	5,00	1,50	5,25	5,95	N/A	0,5%	Cerrado
3	T12-13	CERRO	760	Salida	429,45	423,00	7,05	960	Ataque	430,19	422,00	9,04	200	2	1.800	1.829	2.500	HA	3.000	180	0,25	0,34	5,00	1,50	5,25	14,88	N/A	-0,5%	Abierto
4	T12-13	NA-134	5.701	Salida	260,48	253,08	8,00	5.751	Ataque	260,48	253,08	8,25	50	2	1.800	1.829	2.500	HA	3.000	135	0,25	0,34	5,00	1,50	5,25	7,13	N/A	-0,5%	Cerrado
5	T12-13	RÍO EBRO	8.890	Ataque	259,93	250,65	10,48	9.390	Salida	259,88	250,65	10,08	500	2	1.800	1.829	2.500	HA	3.000	180	0,25	0,34	5,00	1,50	5,25	15,72	>1000	Variable	Cerrado
6	T12-13	F.F.C.C. ALSASUA ZARAGOZA	9.570	Ataque	262,56	254,73	8,93	9.620	Salida	268,12	259,73	9,24	50	2	1.800	1.829	2.500	HA	3.000	180	0,25	0,34	5,00	1,50	5,25	10,73	N/A	10,0%	Cerrado
7	T13BIS-BALSA TUSDELA	AP-68	5.394	Salida	364,31	353,95	10,97	5.509	ataque	359,75	351,65	8,96	115	2	1.600	1.626	2.000	HA	2.400	135	0,25	0,19	5,00	1,50	4,35	9,28	N/A	-2,0%	Abierto
8	D.C. -T17	NA-160	40	Salida	372,67	363,63	9,63	80	ataque	369,50	362,53	7,82	40	2	1.800	1.829	2.500	HA	3.000	135	0,25	0,34	5,00	1,50	5,25	6,45	N/A	-2,0%	Abierto
9	T16 - T14 y T15	N-113	3.082	Ataque	377,78	371,05	7,82	3.132	Salida	377,50	371,55	6,79	50	1	1.600	1.626	2.000	HA	2.400	135	0,24	0,19	0,00	1,50	4,32	6,02	N/A	1,0%	Abierto

Nº HINCA	TRAMO	ELEMENTO DE CRUCE	POZO DE ATAQUE														POZO DE EXTRACCIÓN														
			Tipo de recinto del pozo de ataque	Espesor o DN pantalla (m)	Profundidad pantalla (m)	Altura de excavación desde TN (m)	Rebaje de tierras (m)	Altura de excavación en pantalla (m)	Talud H/V mínimo	Ancho berma (m) XI=X2	Altura de berma (m)	Ancho interior recinto (m)	Largo interior recinto (m)	Espesor losa (e1) (m)	Espesor muro perimetral(e2) (m)	Espesor muro frontal (e3) (m)	Espesor muro reacción (e4) (m)	Nivel geotécnico	Observación-I	Tipo de recinto de extracción	Espesor o DN pantalla (m)	Profundidad pantalla (m)	Longitud pantalla (m)	Nivel geotécnico	Observación-I	Altura de excavación desde TN (m)	Talud H/V mínimo	Ancho berma (m)	Altura de berma desde excavación (m)	Ancho interior recinto (m)	Largo interior recinto (m)
1	CN-T11	Río Aragón	Pantalla continua en pozo	1,00	18,00	11,24	1,50	9,74	N/A	N/A	N/A	13,00	15,00	0,40	N/A	N/A	0,60	QYa1-Tol	Arcillas y arenas. Unidad Qab. NF a cota 324	Pantalla continua en pozo sin frente	1,00	22,50	44,00	QYa1-Tol	Arcillas y arenas. Unidad Qab. NF a cota 324	11,24	2,00	1,50	6,00	13,00	15,00
2	CN-T11	NA-128	Pantalla continua en pozo	1,00	16,00	8,90	1,50	7,40	N/A	N/A	N/A	13,00	15,00	0,40	N/A	N/A	0,60	QYa1-Tol	N.F. Somero (3,07m). Bombeo continuado	Pantalla continua lineal	1,00	17,50	48,00	QYa1-Tol	N.F. Somero (3,07m). Bombeo continuado	8,70	2,00	1,50	6,00	13,00	15,00
3	T12-13	CERRO	Excavado	N/A	N/A	9,04	N/A	N/A	1H/1V	1,50	6,00	13,00	15,00	0,40	0,30	0,30	0,60	Qg+Ty	Nivel freático aproximadamente entre cotas 420-422 m. Contacto Qg-Ty. Afloran Gravas con frecuentes bolos en toda la hinca (GM). Unidad Qg	Excavado	N/A	N/A	N/A	Qg+Ty	Nivel freático aproximadamente entre cotas 420-422 m. Contacto Qg-Ty. Afloran Gravas con frecuentes bolos en toda la hinca (GM). Unidad Qg	7,05	1,00	1,50	6,00	13,00	15,00
4	T12-13	NA-134	Pantalla continua en pozo	1,00	16,00	8,25	1,50	6,75	2H/1V	N/A	N/A	13,00	15,00	0,40	N/A	N/A	0,60	Qte	N.F. Somero (2,4m). Bombeo continuado	Pantalla continua en pozo sin frente	1,00	16,00	44,00	Qte	N.F. Somero (2,4m). Bombeo continuado	8,00	2,00	1,50	6,00	13,00	15,00
5	T12-13	RÍO EBRO	Pantalla continua en pozo	1,00	18,00	10,48	1,50	8,98	N/A	N/A	N/A	13,00	15,00	0,50	N/A	N/A	1,00	Qal	Aluvial con presencia freática función del nivel del río Ebro . Tratamiento del terreno junto a pozo de ataque en los primeros 10,0m para evitar arrastres con pilotes DN 650 mm de mortero e inyecciones con lechada de silicatos o cemento a lo largo de la hinca s/ necesidad	Pantalla continua lineal	1,00	20,50	34,00	Qal	Aluvial con presencia freática función del nivel del río Ebro . Tratamiento del terreno junto a pozo de ataque en los primeros 10,0m para evitar arrastres con pilotes DN 650 mm de mortero e inyecciones con lechada de silicatos o cemento a lo largo de la hinca s/ necesidad	10,08	1,00	1,50	6,00	13,00	15,00
6	T12-13	F.F.C.C. ALSASUA ZARAGOZA	Pantalla continua en pozo	1,00	18,00	8,93	1,50	7,43	1H/1V	N/A	N/A	13,00	15,00	0,40	N/A	N/A	0,60	Qte	Presencia de bolos. Hinca con tratamiento localizado de lechada de cemento.	Pantalla continua lineal	1,00	18,50	32,00	Qte	Presencia de bolos. Hinca con tratamiento localizado de lechada de cemento.	9,24	1,00	1,50	6,00	13,00	15,00
7	T13BIS-BALSA TUSDELA	AP-68	Excavado	N/A	N/A	8,96	N/A	N/A	1H/3V	1,50	6,00	13,00	15,00	0,40	0,30	0,30	0,60	Tal	Lutitas con frecuentes intercalaciones de areniscas. Sustrato Terciario (TAL). No hay freático. Niveles de areniscas con resistencia a compresión simple > 150 kg/cm2	Excavado	N/A	N/A	N/A	Tal	Lutitas con frecuentes intercalaciones de areniscas. Sustrato Terciario (TAL). No hay freático. Niveles de areniscas con resistencia a compresión simple > 150 kg/cm2	10,97	0,33	1,50	6,00	13,00	15,00
8	D.C. -T17	NA-160	Excavado	N/A	N/A	7,82	N/A	N/A	1H/3V	N/A	N/A	13,00	15,00	0,40	N/A	N/A	0,60	Tc	Alternancia de areniscas y lutitas, predominio areniscoso. Sustrato Terciario (TC). resencia de niveles de areniscas con resistencia a compresión simple > 150 kg/cm2.	Excavado	N/A	N/A	N/A	Tc	Alternancia de areniscas y lutitas, predominio areniscoso. Sustrato Terciario (TC). resencia de niveles de areniscas con resistencia a compresión simple > 150 kg/cm2.	9,63	0,33	1,50	6,00	13,00	15,00
9	T16 - T14 y T15	N-113	Pantalla continua en pozo	1,00	16,00	7,82	1,50	6,32	1H/1V	N/A	N/A	6,80	15,00	0,40	N/A	N/A	0,60	Tc	Bombeos a partir de la cota 372,5. Afloran gravas y bolos a tramos fuertemente cementados. En la hinca se requerirá inyecciones de consolidación en avance	Pantalla continua lineal	1,00	14,00	28,00	Qg	Bombeos a partir de la cota 372,5. Afloran gravas y bolos a tramos fuertemente cementados. En la hinca se requerirá inyecciones de consolidación en avance	6,79	1,50	1,50	6,00	6,80	15,00

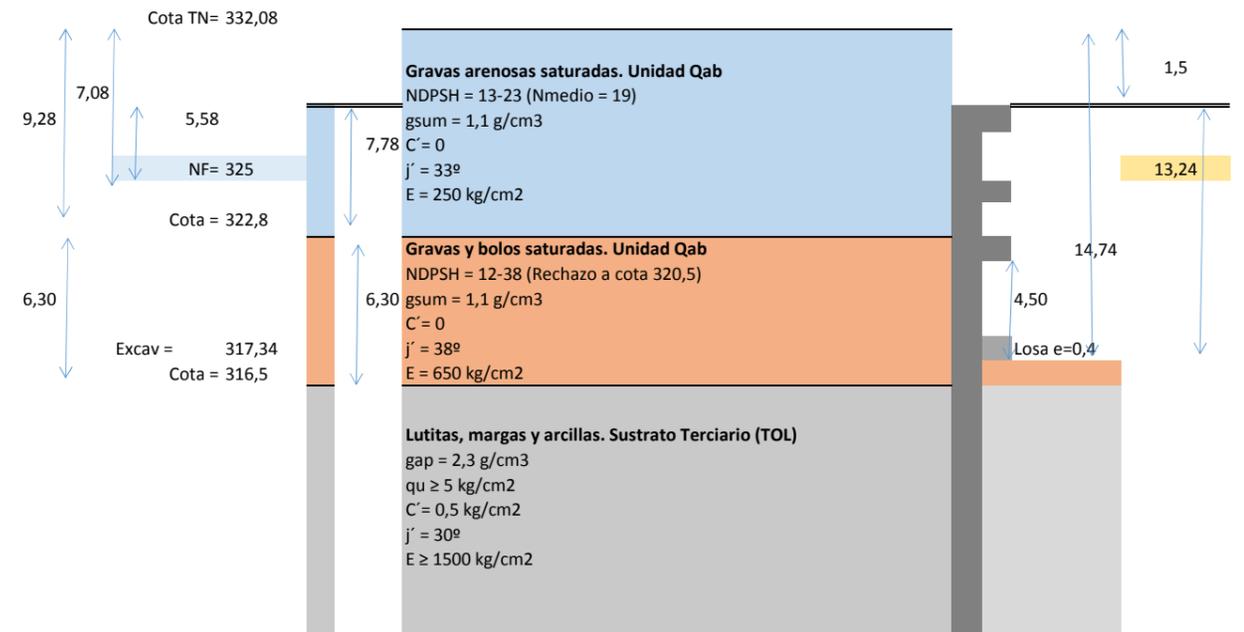
5.2. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DE LOS POZOS DE HINCA

ESQUEMA DE POZOS DE HINCAS

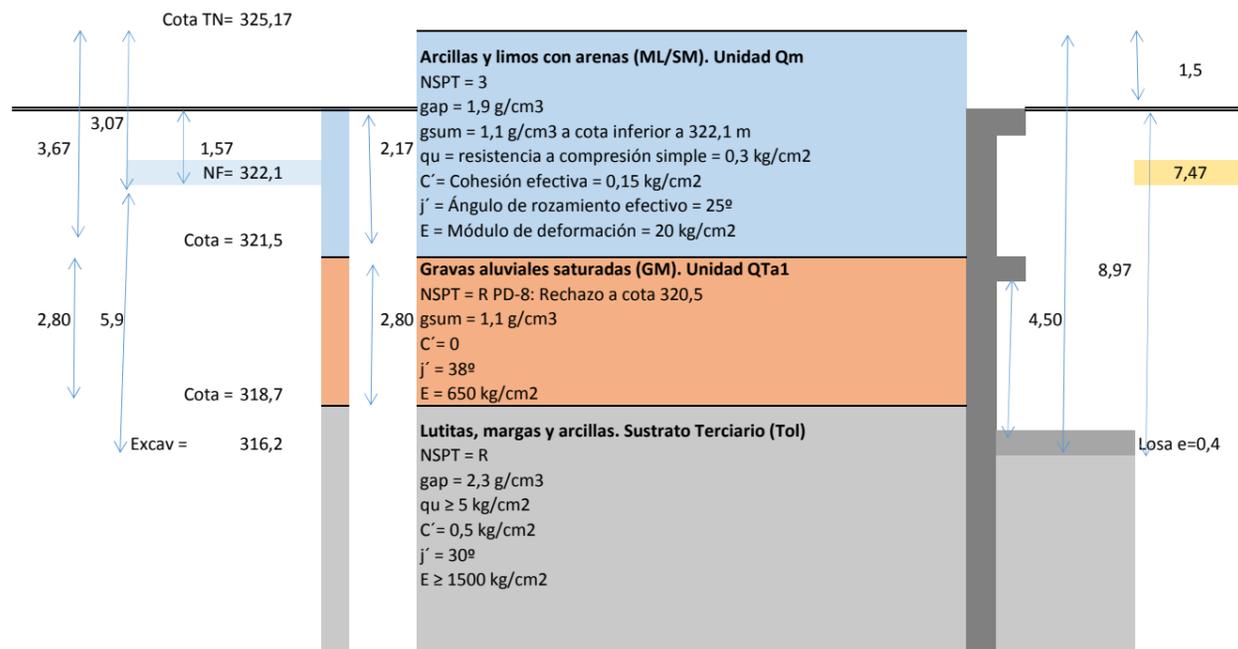
HINCA RIO ARAGÓN (POZO DE ATAQUE)



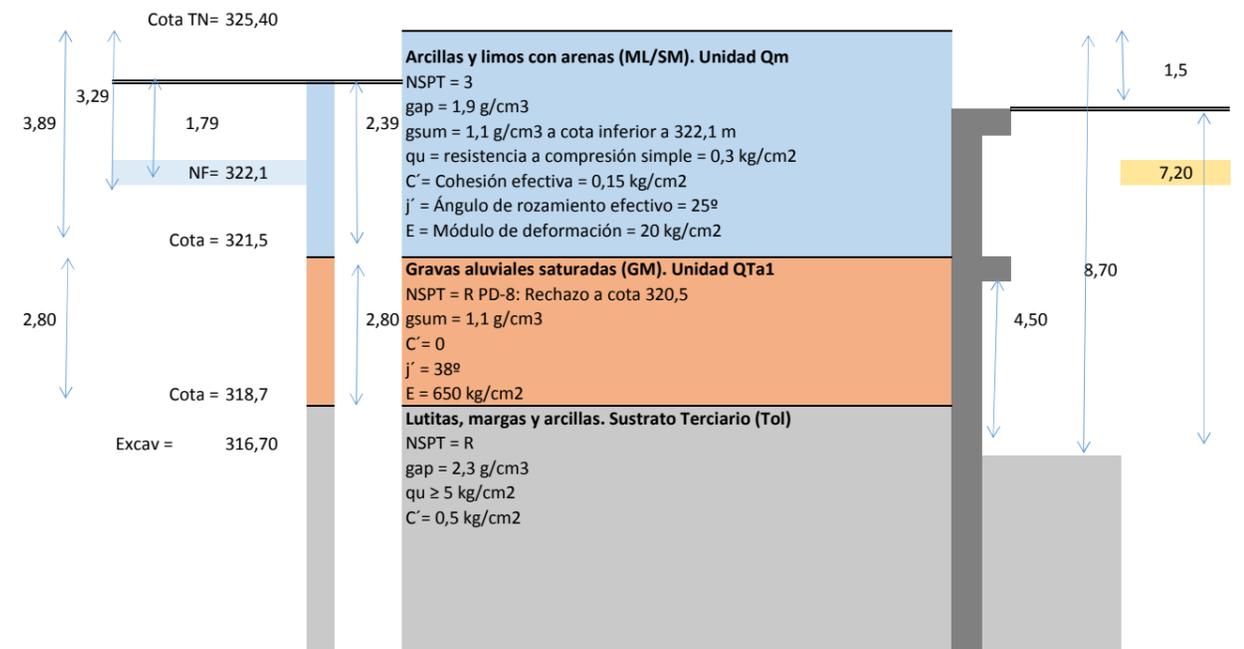
HINCA RIO ARAGÓN (POZO DE SALIDA)



HINCA NA-128 (POZO DE ATAQUE)

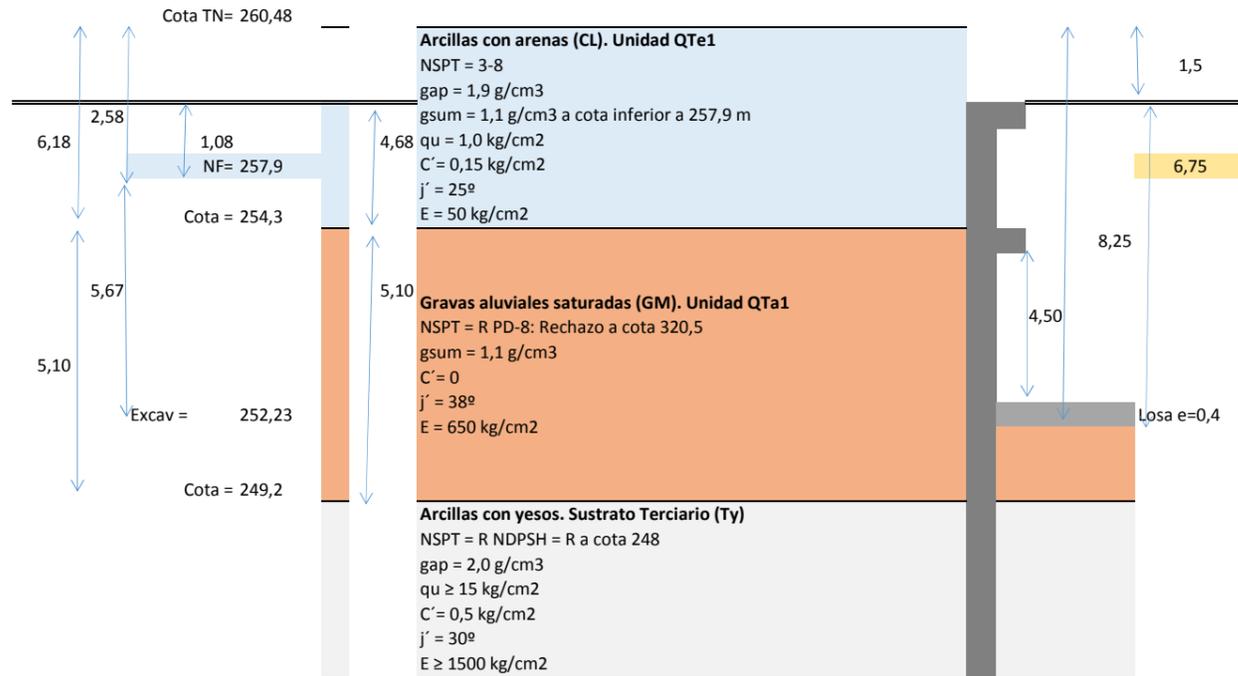


HINCA NA-128 (POZO DE SALIDA)

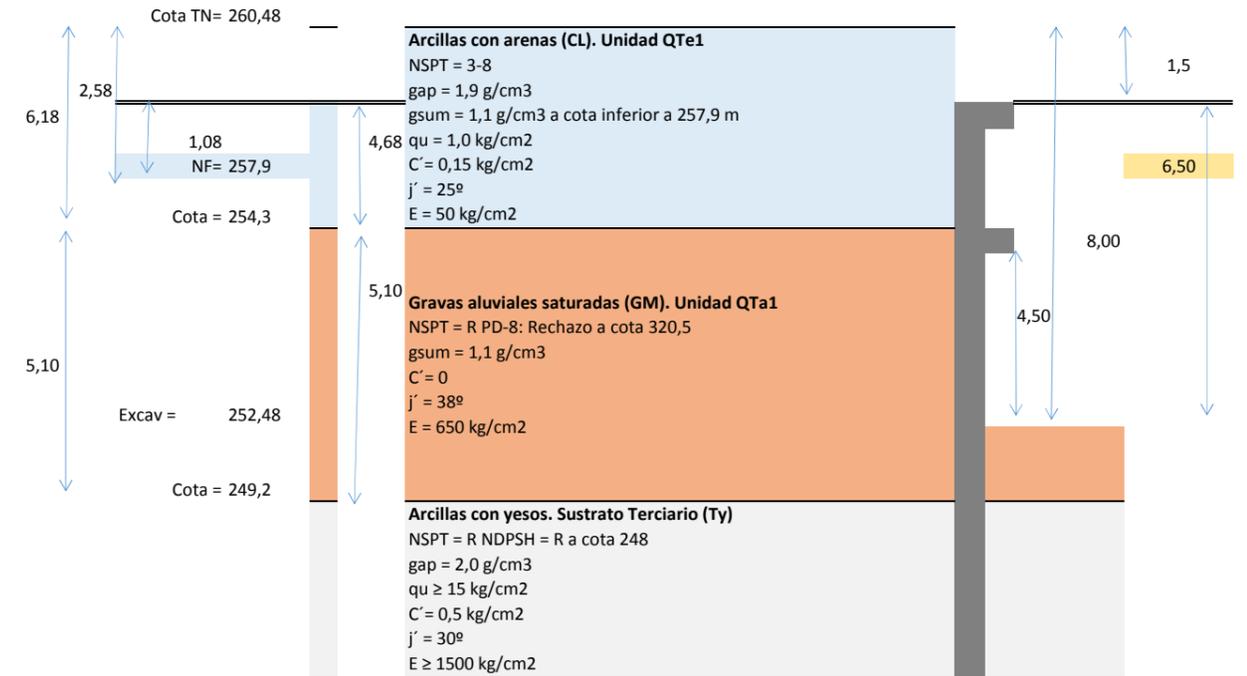


ESQUEMA DE POZOS DE HINCAS

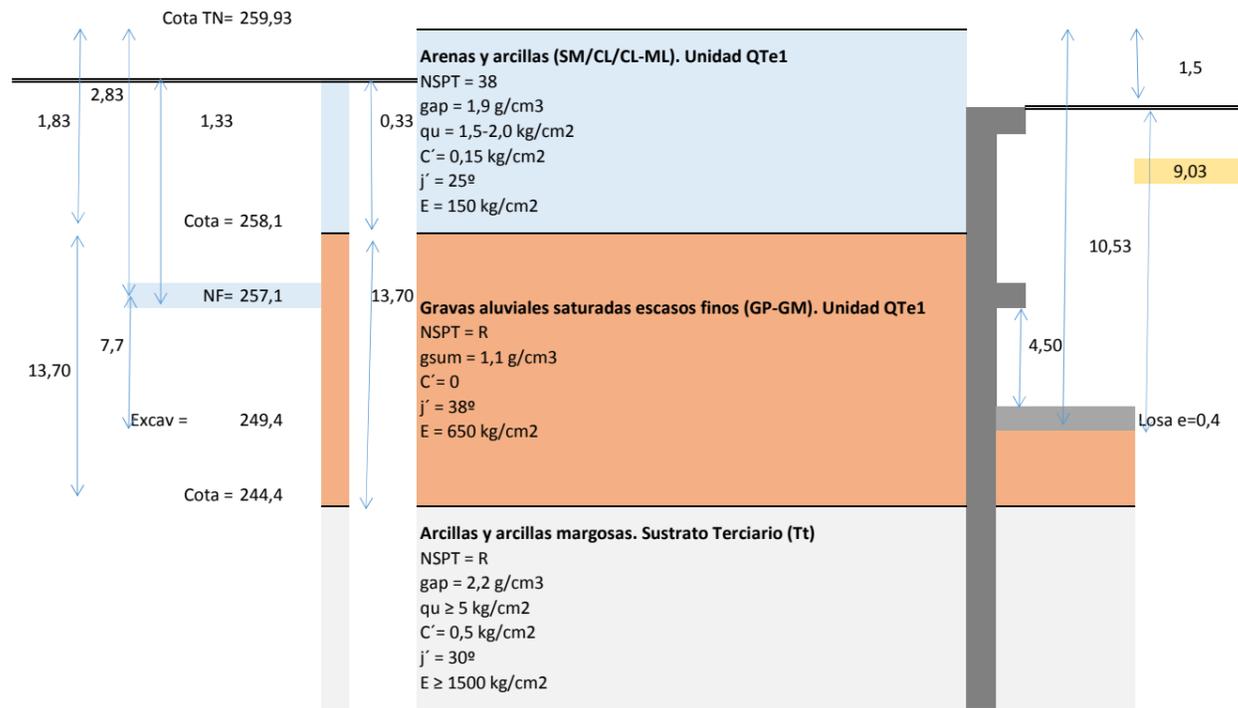
HINCA NA-134 (POZO DE ATAQUE)



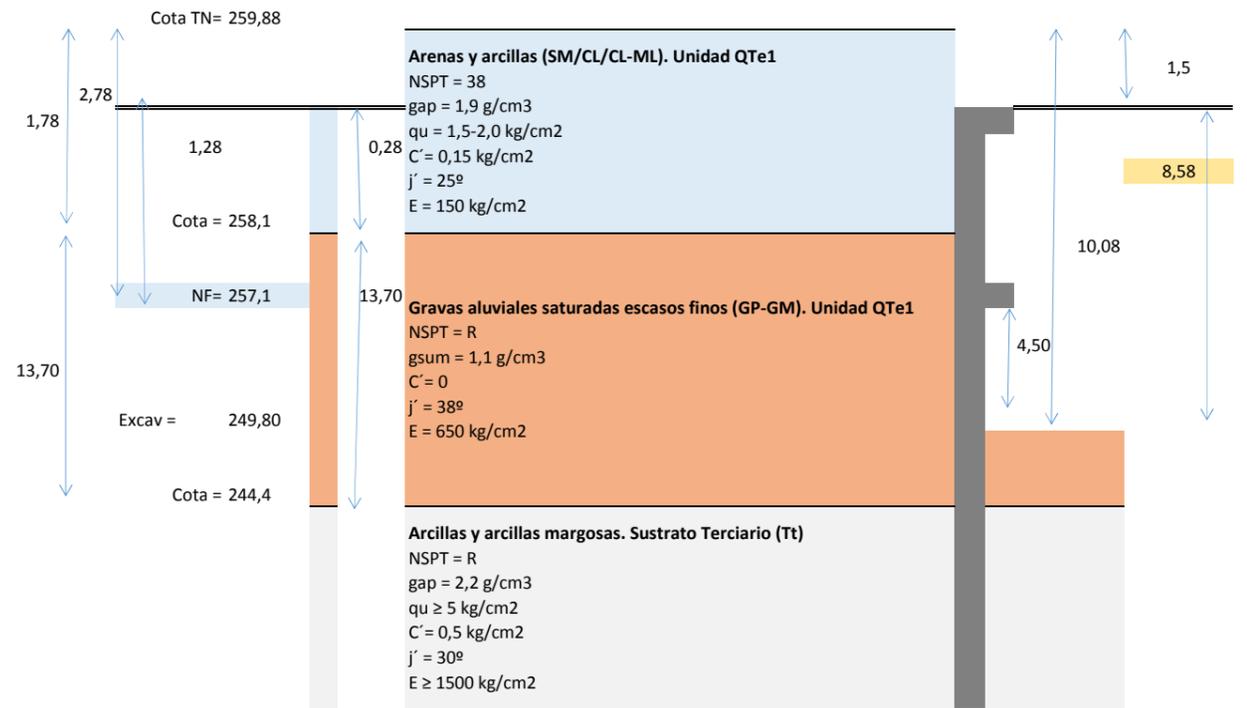
HINCA NA-134 (POZO DE SALIDA)



HINCA río Ebro (POZO DE ATAQUE)

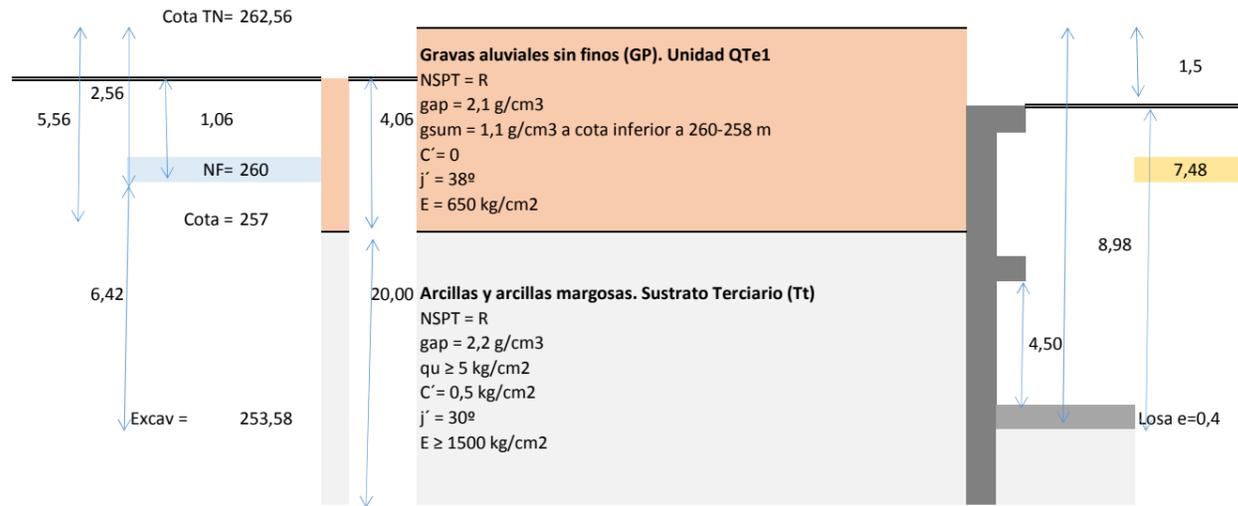


HINCA río Ebro (POZO DE SALIDA)

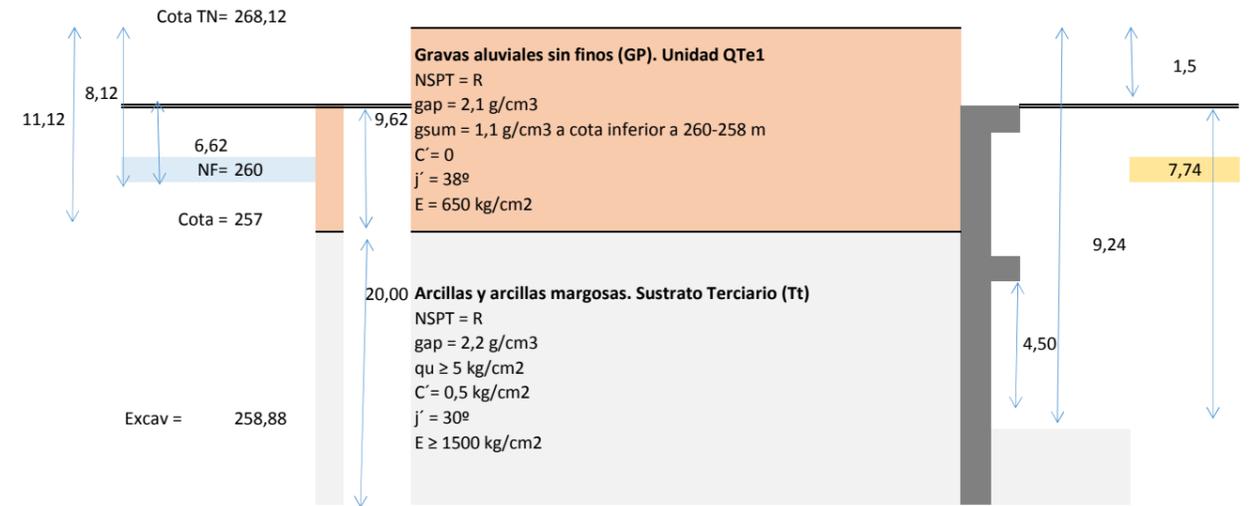


ESQUEMA DE POZOS DE HINCAS

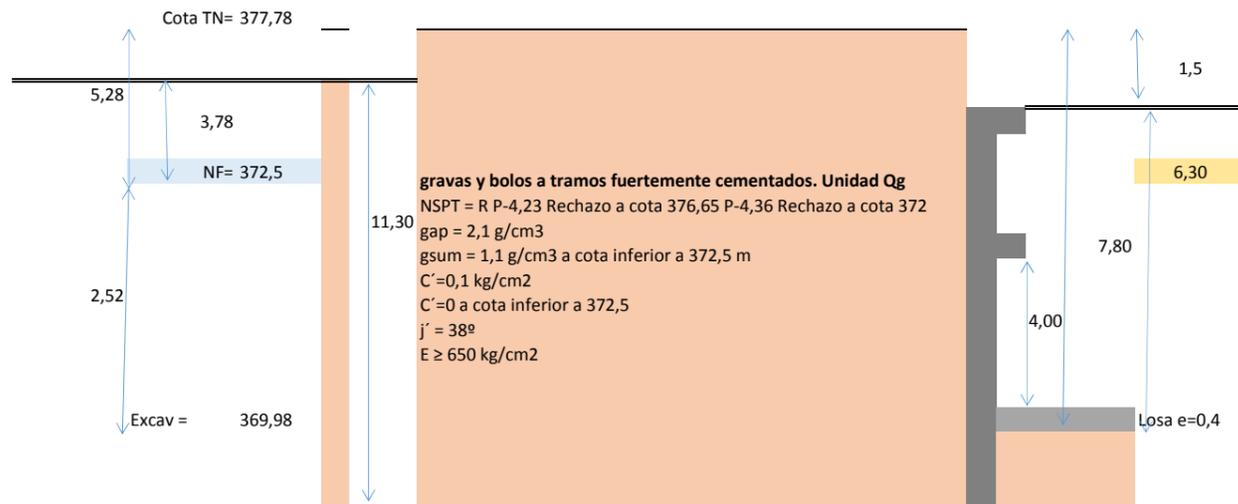
HINCA FFCC ALSÁSUA-ZARAGOZA (POZO DE ATAQUE)



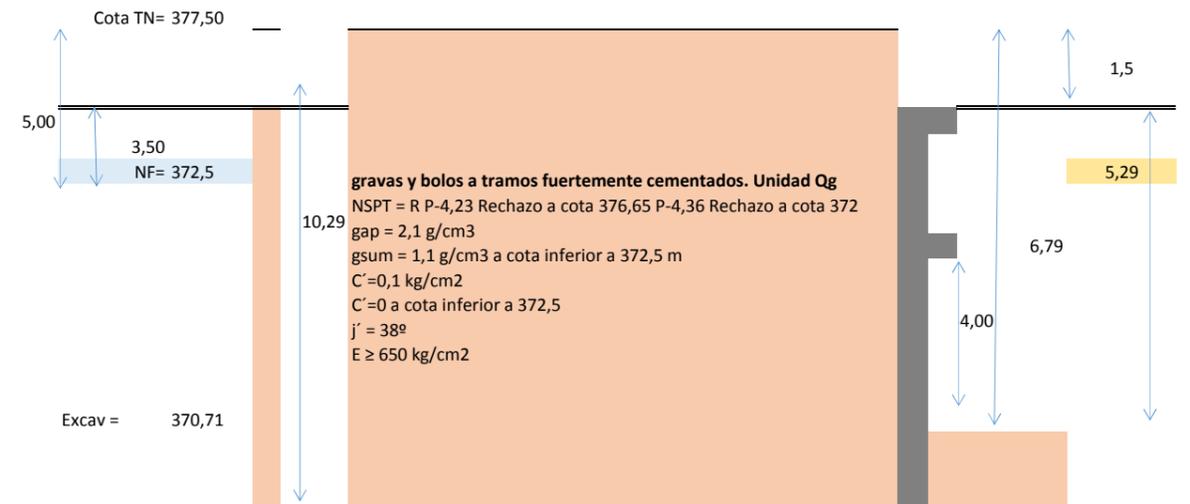
HINCA FFCC ALSÁSUA-ZARAGOZA (POZO DE SALIDA)



HINCA N-113 (POZO DE ATAQUE)



HINCA N-113 (POZO DE SALIDA)



5.3. PANTALLAS DE LA HINCA RÍO ARAGÓN

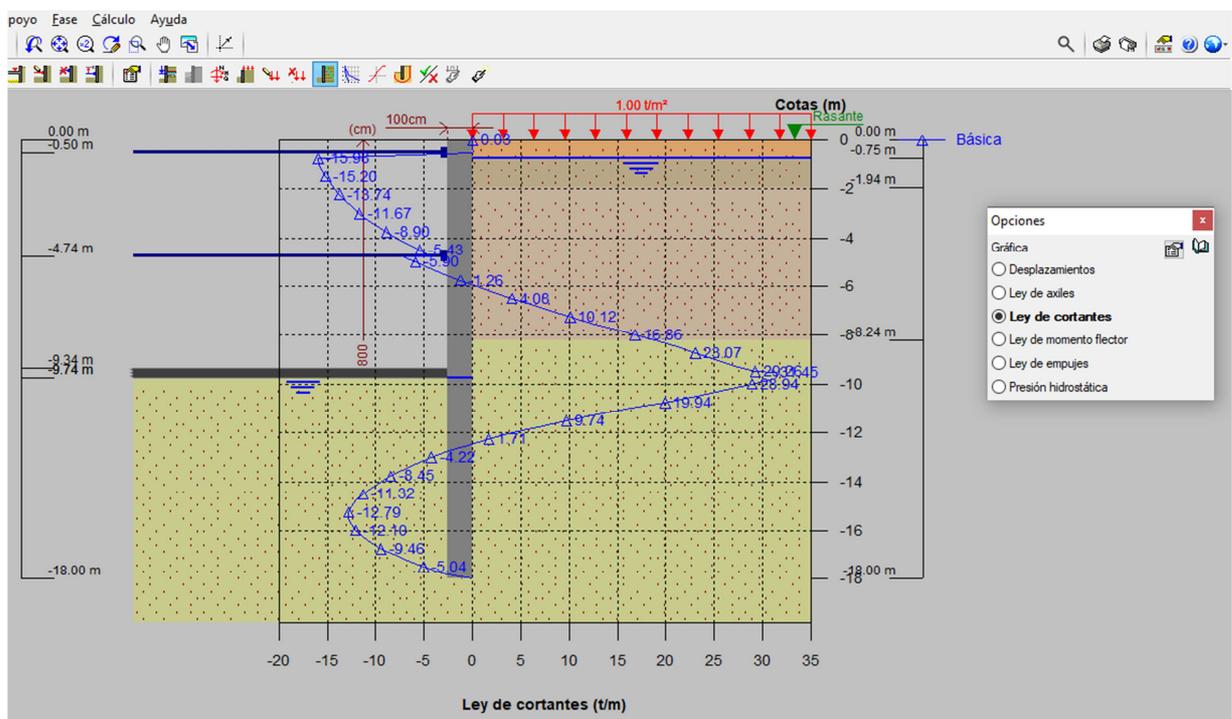
5.3.1. Pozo de ataque (Río Aragón)

5.3.1.1. Cálculo de la pantalla

El cálculo del pozo de ataque se ha realizado contemplando las características geotécnicas del terreno y presencia freática, cuyos valores se adjuntan en los listados posteriores.

Para la pantalla se dimensiona con un espesor de 1,0 m y una profundidad de 18,0 m.

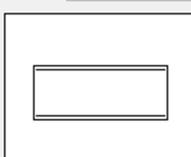
Se observa que la comprobación a cortante en el entronque con el terciario no cumple, por lo que analizamos el cortante por separado y reforzamos la pantalla en la zona de encuentro correspondiente.



El cortante pésimo es de 29 t que mayorado y por metro lineal de pantalla tiene un valor de 116 t.

Para ello se entra con las cargas mayoradas en un coeficiente de 1,6 en el prontuario de el C.E. siendo necesario armar con refuerzo de cercos de $\Phi 12$ cada 15 cm.

Sección: PANTALLA100



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

Inclinación de las bielas
 ctg θ : 1.0 θ [°]: 45

Inclinación de las armaduras
 α [°]: 90.0

Axil de cálculo (compresión +)
 Nd [kN]: 0.0
 σ'_{cd} [MPa]: 0.0
 Pcomprimida [%]: 0.0

Tensiones elásticas de cálculo (compresión +)
 σ_{xd} [MPa]: 0.0
 σ_{yd} [MPa]: 0.0
 θ_e [°]: 45.0

Comprobación Dimensionamiento

ϕ [mm]	$\phi 6$	$\phi 8$	$\phi 10$	$\phi 12$
s [m]	—	—	0.10	0.15
n ^º ramas	—	—	4	4
A _s [cm ² /m]	—	—	31.4	30.2
TIPO	—	—	2	2
V _{su} [kN]	—	—	1051.8	1009.7
V _{u2} [kN]	—	—	—	—

TIPO 1 TIPO 2


Vu1 [kN]: 13950.0 A_s [cm²/m]: 24.1
 Vcu [kN]: 707.9 Cuantía mínima

Vd [kN]: 1160

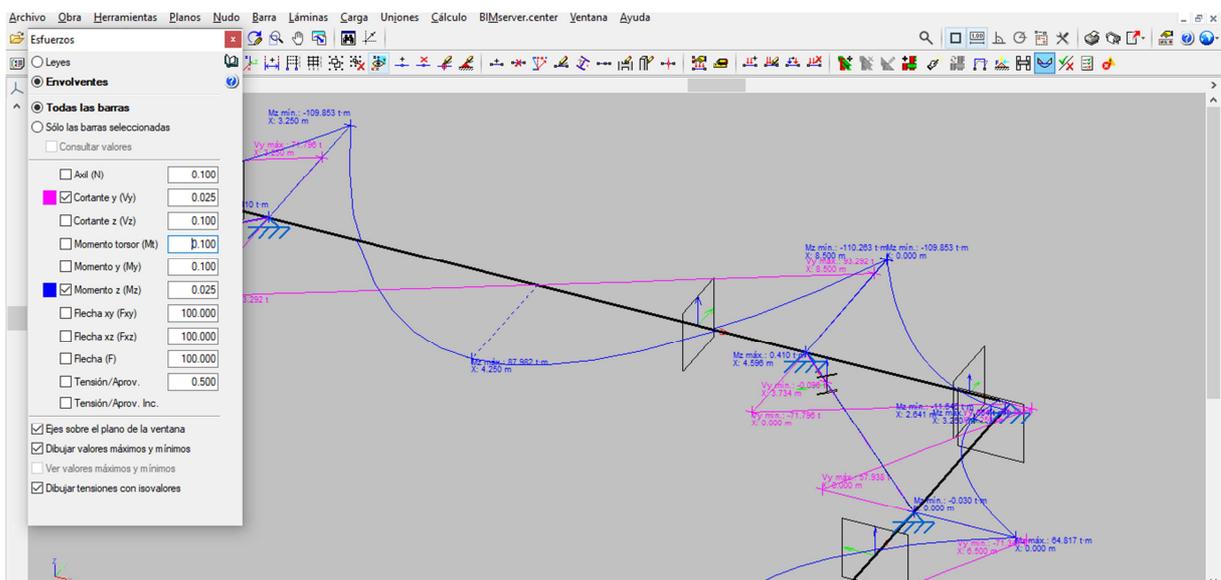
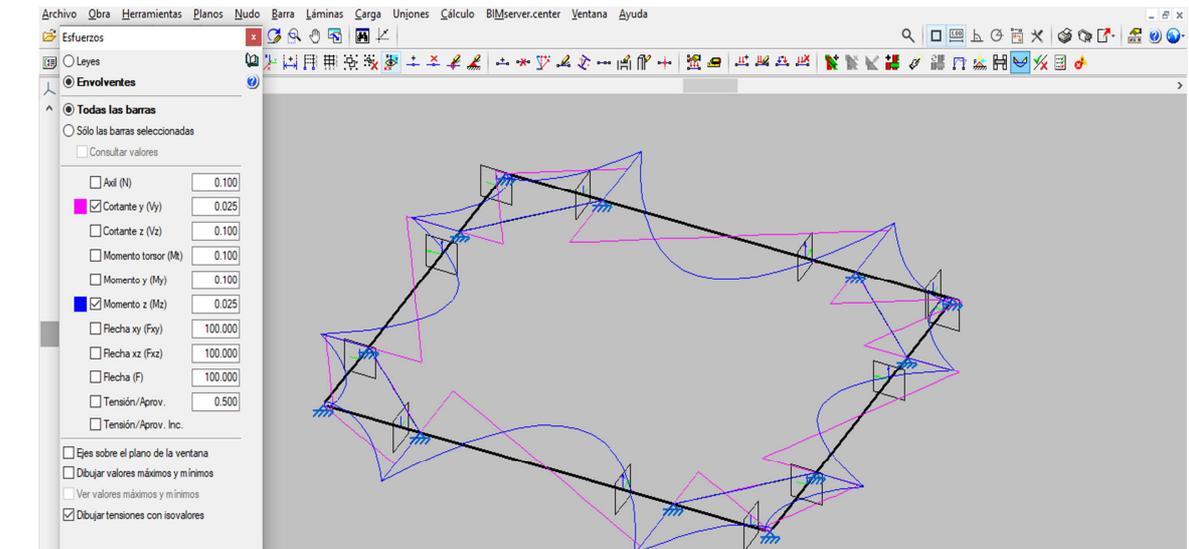
Vemos que el armado por cortante deja de hacer falta cuando alcanzamos el $V_{cu}=71$ t, mayorado y por batache de 2,5 m que traducido en la gráfica de cortantes se produce más o menos entre las cotas -8,5 a -11,0. Fuera de estas cotas no hace falta reforzar a cortante.

El refuerzo a cortante será de 24,1 cm²/m que se da con 4 ramas de $\phi 10$ a 10 cm ó 4 ramas de $\phi 12$ a 15 cm.

5.3.1.2. Cálculo de la viga de coronación (puntal-1)

Para el armado de la viga de atado superior de sección 1,05 x 1,0 y una longitud de 15,0 m en su tramo más largo por lo tanto pésimo. Adicionalmente se dispondrá de codales EHB-300 a una distancia de 3,25 m del extremo.

Esta viga se considera que está apoyada en los codales y apoyada en los externos con una carga lineal del terreno de 16,26 t m conforme los listados del cálculo de la pantalla y la rigidez del puntal.



Se calculan los momentos y cortante:

$$M_d \text{ en extremo} = 110 \text{ t m}$$

$$M_d \text{ en centro de vano} = 88 \text{ t m}$$

$$\text{Cortante} = 93,5 \text{ t}$$

Calculando para el Momento pésimo:

b = ancho de la sección de la viga

r = recubrimiento

f_{yd} = resistencia del acero

Se entra en el prontuario de el C.E. donde se obtiene el siguiente armado a flexión en el lado pésimo que adoptaremos para el cálculo de toda la viga de atado.

Sección: VIGASUP

Comprobación Dimensionamiento Diagrama de Flexión

Propuesta de armado Plano de agotamiento

At [cm²] = 29.4

	ø 12	ø 14	ø 16	ø 20	ø 25
nº total de Ø	26	20	15	10	6
nº de capas	2	2	1	1	1
At[cm²]	29.4	30.8	30.2	31.4	29.5
wk [mm]*	0.24	0.24	0.27	0.29	0.39

Ac [cm²] = 0.0

	ø 12	ø 14	ø 16	ø 20	ø 25
nº total de Ø					
nº de capas					
Ac[cm²]					

(*) Los valores de la abertura característica de fisura son meramente orientativos. Se han calculado suponiendo un coeficiente global de mayoración de 1.50 y una proporción carga cuasi-permanente / carga total= 80%

Md [kN·m]

Sección: VIGASUP

Comprobación Dimensionamiento Diagrama de Flexión

Propuesta de armado Plano de agotamiento

At [cm²] = 29.4

	ø 12	ø 14	ø 16	ø 20	ø 25
nº total de Ø	26	20	15	10	6
nº de capas	2	2	1	1	1
At[cm²]	29.4	30.8	30.2	31.4	29.5
wk [mm]*	0.13	0.13	0.14	0.15	0.20

Ac [cm²] = 0.0

	ø 12	ø 14	ø 16	ø 20	ø 25
nº total de Ø					
nº de capas					
Ac[cm²]					

(*) Los valores de la abertura característica de fisura son meramente orientativos. Se han calculado suponiendo un coeficiente global de mayoración de 1.50 y una proporción carga cuasi-permanente / carga total= 80%

Md [kN·m]

Sección: VIGASUP

Comprobación Dimensionamiento

Inclinación de las bielas
ctg θ = 1.0 θ [°] 45

Inclinación de las armaduras
α [°] 90.0

ρ [%] 3
b0 [m] 1.00
d [m] 0.98
z [m] 0.88

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 +)
σ_{xd} [MPa] 0.0
σ_{yd} [MPa] 0.0
θ_e [°] 45.0

φ [mm]	φ 6	φ 8	φ 10	φ 12
s [m]	—	0.10	0.15	0.20
nº ramas	—	4	4	4
A _w [cm²/m]	—	20.1	20.9	22.6
TIPO	—	2	2	2
V _{su} [kN]	—	709.3	738.9	798.0
V _{u2} [kN]	—	1005.28	1034.84	1093.95

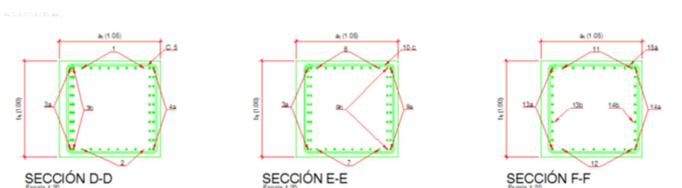
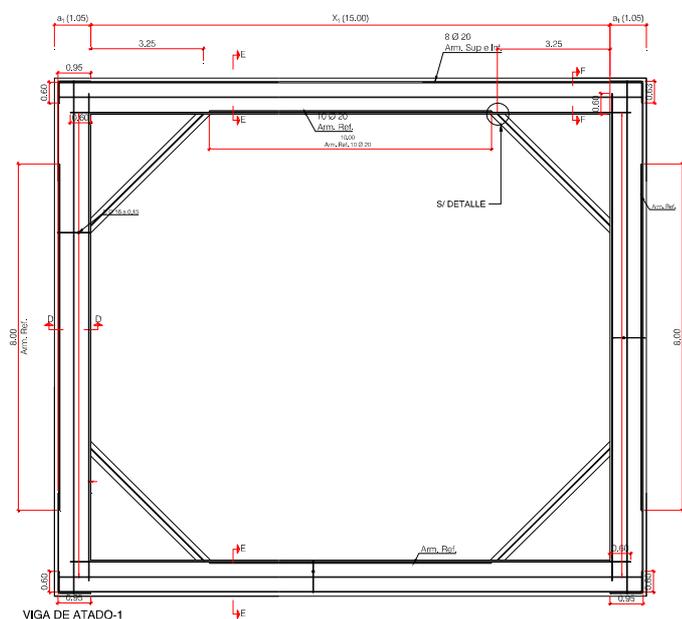
TIPO 1 TIPO 2

Vu1 [kN] 5880.0 A_α [cm²/m] 18.2
Vcu [kN] 295.9

Vd [kN]

A la vista de los resultados se opta por los siguientes valores:

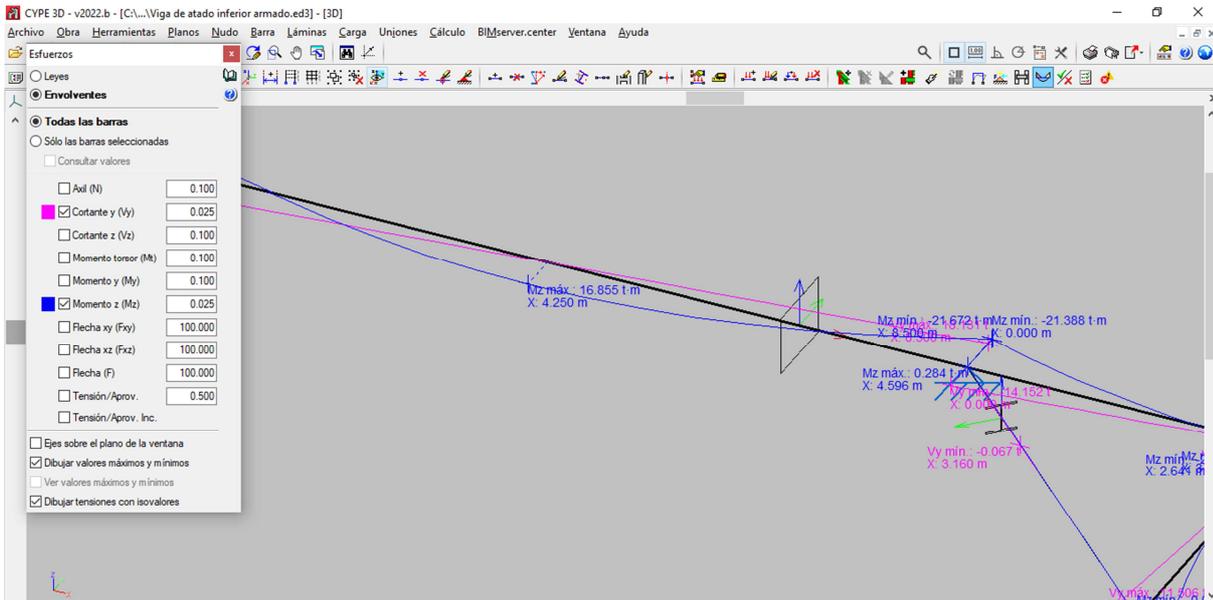
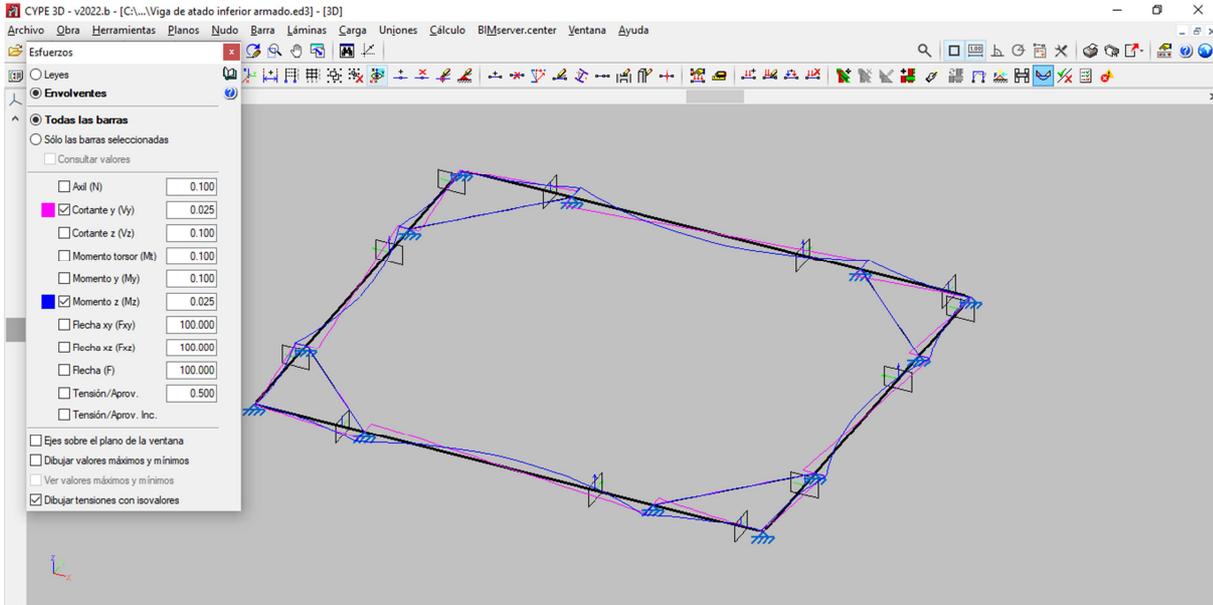
Armadura sección DD (centro de viga corta eje Y)		
1	Armado superior	8 Ø20
2	Armado inferior	8 Ø20
3a	Armado exterior	10 Ø20
3b	Armado exterior refuerzo	N/A
4a	Armado interior	10 Ø20
4b	Armado interior refuerzo	N/A
5	Cercos	4r Ø12 a 20
Armadura sección EE (centro de viga larga eje X)		
6	Armado superior	8 Ø20
7	Armado inferior	8 Ø20
8a	Armado exterior	10 Ø20
8b	Armado exterior refuerzo	N/A
9a	Armado interior	10 Ø20
9b	Armado interior refuerzo	N/A
10	Cercos	4r Ø12 a 20
Armadura sección FF (extremos de viga larga eje X)		
11	Armado superior	8 Ø20
12	Armado inferior	8 Ø20
13a	Armado exterior	10 Ø20
13b	Armado exterior refuerzo	N/A
14a	Armado interior	10 Ø20
14b	Armado interior refuerzo	N/A
15	Cercos	4r Ø12 a 20



5.3.1.3. Cálculo de la viga intermedia(puntal-2)

Para el armado de la viga de atado superior de 0,80 m de ancho y 0,6 m de alto en una longitud máxima de 15,0 m. Se dispone de codales HEB-300 a una distancia de 3,25 m.

Se considera una viga biempotrada de 15 m con una carga lineal del terreno de 3,16 t m.



Se calculan los momentos y cortante:

$$M_d \text{ de viga en extremos} = 22 \text{ t m}$$

$$M_d \text{ de viga biempotrada en centro de vano} = 17 \text{ t m Cortante} = 22 \text{ t}$$

Se entra en el prontuario de el C.E. y se adoptan los siguientes valores:

Comprobación Dimensionamiento Diagrama de Flexión

Sección: VIGAINF

Propuesta de armado Plano de agotamiento

	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	Ø 25
nº total de Ø	12	9	7	5	3
nº de capas	1	1	1	1	1
At [cm²]	13.6	13.9	14.1	15.7	14.7
wk [mm]*	0.15	0.15	0.16	0.16	0.24

	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	Ø 25
nº total de Ø					
nº de capas					
Ac [cm²]					

(*) Los valores de la abertura característica de fisura son meramente orientativos. Se han calculado suponiendo un coeficiente global de mayoración de 1.50 y una proporción carga cuasi-permanente / carga total= 80%

Md [kN·m]

Comprobación Dimensionamiento Diagrama de Flexión

Sección: VIGAINF

Propuesta de armado Plano de agotamiento

	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	Ø 25
nº total de Ø	12	9	7	5	3
nº de capas	1	1	1	1	1
At [cm²]	13.6	13.9	14.1	15.7	14.7
wk [mm]*	0.11	0.12	0.12	0.12	0.18

	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	Ø 25
nº total de Ø					
nº de capas					
Ac [cm²]					

(*) Los valores de la abertura característica de fisura son meramente orientativos. Se han calculado suponiendo un coeficiente global de mayoración de 1.50 y una proporción carga cuasi-permanente / carga total= 80%

Md [kN·m]

Sección: VIGASUP

Inclinación de las bielas
ctg θ = 1.0 θ [°] 45

Inclinación de las armaduras
α [°] 90.0

Axl de cálculo (compresión +)
Nd [kN] 0.0
σ_{cd} [MPa] 0.0
Pcompresión [%] 0.0

Tensiones elásticas de cálculo (compresión +)
σ_{xd} [MPa] 0.0
σ_{yd} [MPa] 0.0
θ_e [°] 45.0

φ [mm]	φ 6	φ 8	φ 10	φ 12
s [m]	0.10	0.20	0.30	0.30
nº ramas	4	4	4	4
A _s [cm²/m]	11.3	10.1	10.5	15.1
TIPO	2	2	2	2
V _{su} [kN]	399.0	354.7	369.5	532.0
V _{u2} [kN]	—	—	—	—

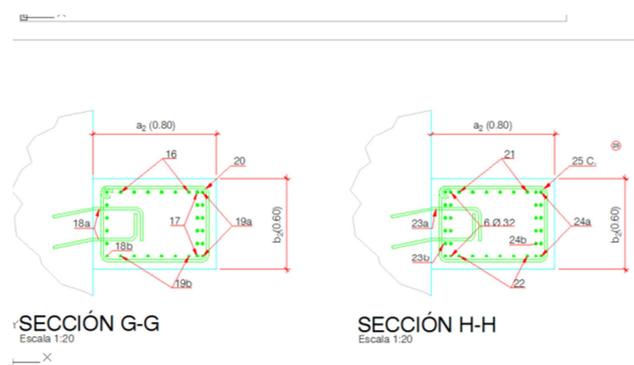
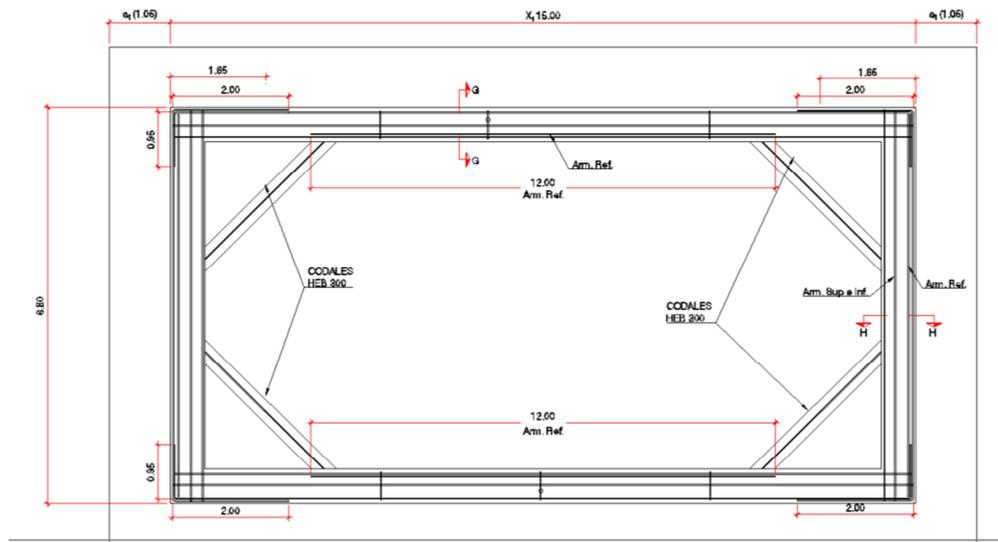
TIPO 1 TIPO 2

V_{u1} [kN] 5880.0 A_α [cm²/m] 9.7
V_{cu} [kN] 295.9 Cuantía mínima

V_d [kN]

Adoptándose el siguiente armado:

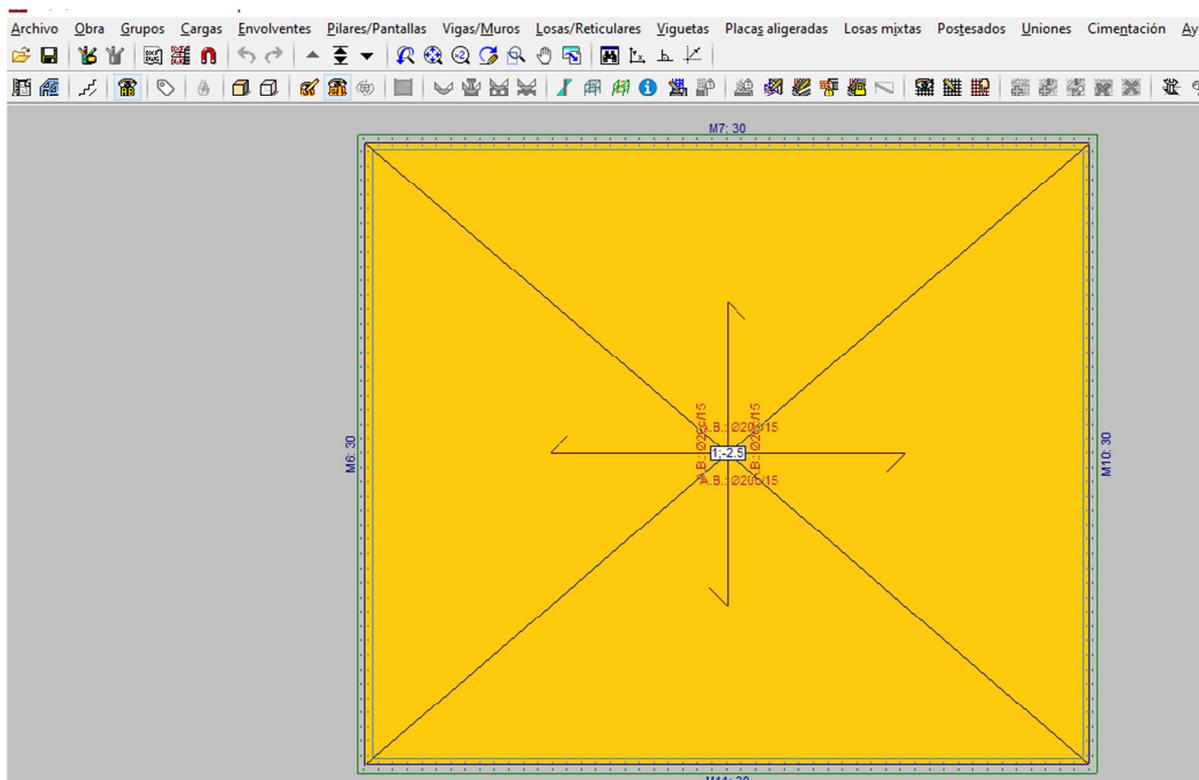
Armadura sección GG(centro viga larga eje X)		
16	Armado superior	8 Ø20
17	Armado inferior	8 Ø20
18a	Armado exterior	10 Ø20
18b	Armado exterior refuerzo	N/A
19a	Armado interior	10 Ø20
19b	Armado interior refuerzo	N/A
20	Cercos	4r Ø12 c 0,3
Armadura sección HH(centro viga corta eje Y)		
21	Armado superior	8 Ø20
22	Armado inferior	8 Ø20
23a	Armado exterior	10 Ø20
23b	Armado exterior refuerzo	N/A
24a	Armado interior	10 Ø20
24b	Armado interior refuerzo	N/A
25	Cercos	4r Ø12 c 0,3



5.3.1.4. Cálculo de la losa

A efectos de cálculo y conforme a la información geotécnica, se verifica que la pantalla empotra en margas o lutitas con muy baja permeabilidad por lo que la subpresión que se generará en la fase de construcción para la ejecución de las hincas será muy baja. A efectos de cálculo resultaría muy conservador considerar la subpresión generada por la diferencia de cota con el nivel freático y por lo tanto sólo se considerará una posible subpresión de 2,5 t/m², en vez de la que saldría del cálculo en suelos permeables.

Se procee al cálculo de una losa empotrada de dimensión interior 15,0 x 13,0 m y espesor 0,4 m a la que se aplica una carga de 2,5 t/m².



Se adopta la siguiente armadura para estar del lado de la seguridad.

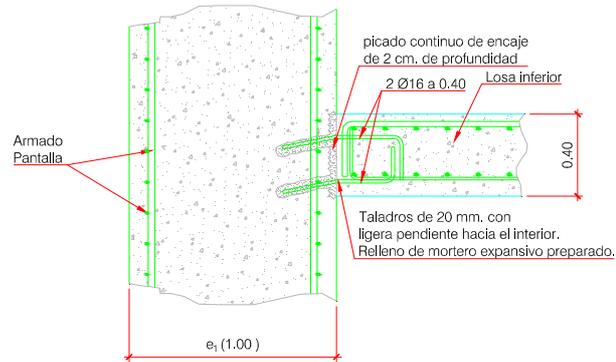
26	Armado superior	# Ø20/15
27	Armado inferior	# Ø20/15

El detalle de los cálculos se adjunta en el apartado "listados de cálculo".

Para determinar la barra de atado se calcula el esfuerzo a cortante entre la losa y pantalla y se calcula el número de redondos necesarios mínimos:

Cortante (t/m ²)	2,5
Ancho (m)	15
Cortante en extremos	18,75
Coef acero	1,15
fy (acero) t/m ²	51000
redondo (mm)	16

Ac = área del redondo	0,00020096
Resistencia del redondo (t)	5,145425926
Nº redondos mínimos por metro	4
Nº redondos por sección	2
Separación min. entre redondos (m)	0,5
Separación adoptada (m)	0,4

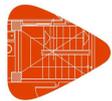


5.3.1.5. Listados de cálculo: Pantalla de pozo de ataque (hinca río Aragón)

A continuación se adjuntan los listados del cálculo de la pantalla, losa y codales.

ÍNDICE

1. NORMA Y MATERIALES	2
2. ACCIONES	2
3. DATOS GENERALES	2
4. DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	2
5. SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO	3
6. GEOMETRÍA	3
7. ESQUEMA DE LAS FASES	4
8. CARGAS	7
9. ELEMENTOS DE APOYO	7
10. RESULTADOS DE LAS FASES	7
11. RESULTADOS PARA LOS ELEMENTOS DE APOYO	9
12. DESCRIPCIÓN DEL ARMADO	10
13. COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA	10
14. COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (COEFICIENTES DE SEGURIDAD)	12
15. MEDICIÓN	12



Selección de listados

Pozo ataque Hince Aragón

Fecha: 26/12/24

1. NORMA Y MATERIALES

Norma de hormigón: Código Estructural

Hormigón: HA-30, $Y_c=1.5$

Acero: B 500 S, $Y_s=1.15$

Recubrimiento geométrico: 7.0 cm

Tamaño máximo del árido: 20 mm

2. ACCIONES

Mayoración esfuerzos en construcción: 1.60

Mayoración esfuerzos en servicio: 1.60

Sin análisis sísmico

Sin considerar acciones térmicas en puntales

3. DATOS GENERALES

Cota de la rasante: 0.00 m

Altura del muro sobre la rasante: 0.00 m

Tipología: Muro pantalla de hormigón armado

4. DESCRIPCIÓN DEL TERRENO

Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el trasdós del muro pantalla: 20.0 %

Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el intradós del muro pantalla: 20.0 %

Profundidad del nivel freático: 0.75 m

ESTRATOS

Referencias	Cota superior	Descripción	Coefficientes de empuje
1 - gravas arenosas	0.00 m	Densidad aparente: 2.1 kg/dm ³ Densidad sumergida: 1.1 kg/dm ³ Ángulo rozamiento interno: 33 grados Cohesión: 0.00 t/m ² Módulo de balasto empuje activo: 3800.0 t/m ³ Módulo de balasto empuje pasivo: 3800.0 t/m ³ Gradiente módulo de balasto: 0.0 t/m ⁴	Activo trasdós: 0.28 Reposo trasdós: 0.46 Pasivo trasdós: 4.21 Activo intradós: 0.28 Reposo intradós: 0.46 Pasivo intradós: 4.21
2 - gravas y bolos	-1.94 m	Densidad aparente: 2.1 kg/dm ³ Densidad sumergida: 1.1 kg/dm ³ Ángulo rozamiento interno: 38 grados Cohesión: 0.00 t/m ² Módulo de balasto empuje activo: 5800.0 t/m ³ Módulo de balasto empuje pasivo: 5800.0 t/m ³ Gradiente módulo de balasto: 0.0 t/m ⁴	Activo trasdós: 0.22 Reposo trasdós: 0.38 Pasivo trasdós: 5.57 Activo intradós: 0.22 Reposo intradós: 0.38 Pasivo intradós: 5.57
3 - Terciario	-8.24 m	Densidad aparente: 2.3 kg/dm ³ Densidad sumergida: 1.1 kg/dm ³ Ángulo rozamiento interno: 30 grados Cohesión: 5.00 t/m ² Módulo de balasto empuje activo: 4500.0 t/m ³ Módulo de balasto empuje pasivo: 4500.0 t/m ³ Gradiente módulo de balasto: 0.0 t/m ⁴	Activo trasdós: 0.31 Reposo trasdós: 0.50 Pasivo trasdós: 3.60 Activo intradós: 0.31 Reposo intradós: 0.50 Pasivo intradós: 3.60

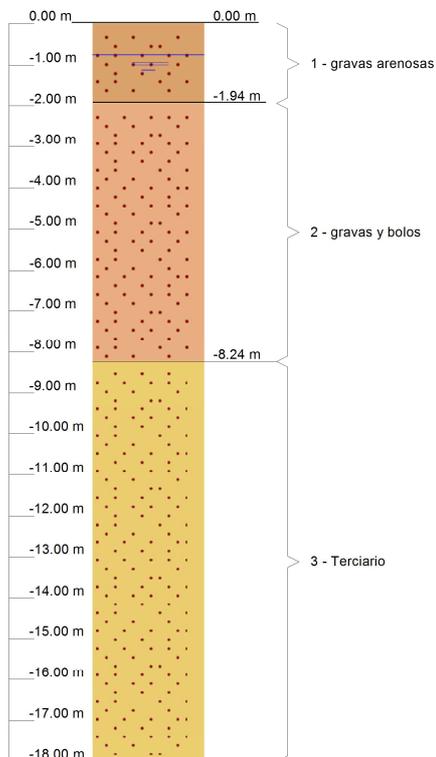


Selección de listados

Pozo ataque Hinca Aragón

Fecha: 26/12/24

5. SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO



6. GEOMETRÍA

Altura total: 18.00 m
Espesor: 100 cm
Longitud tramo: 2.50 m

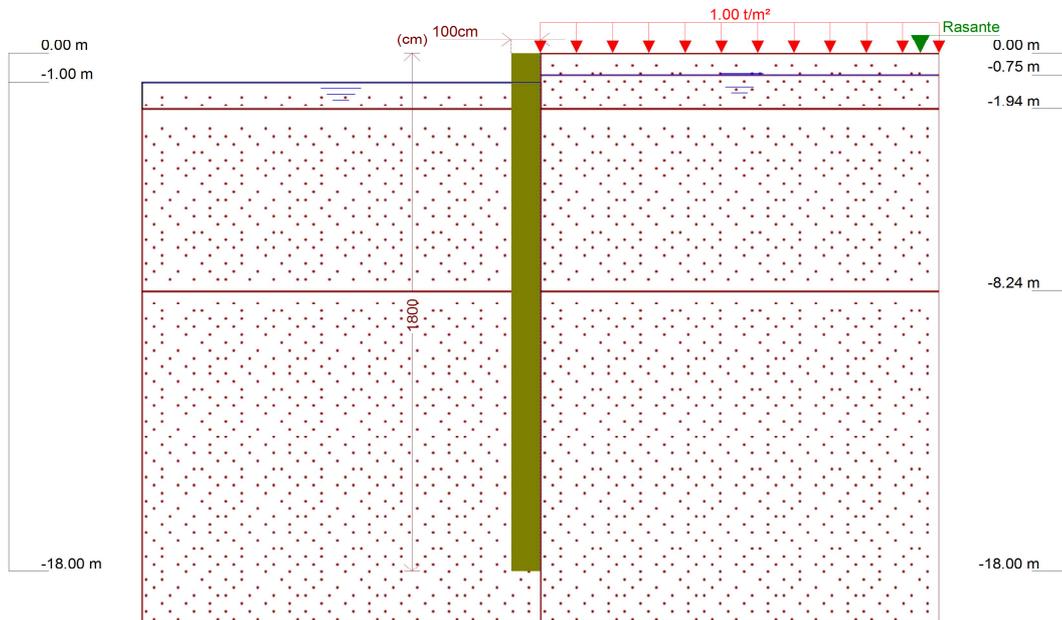


Selección de listados

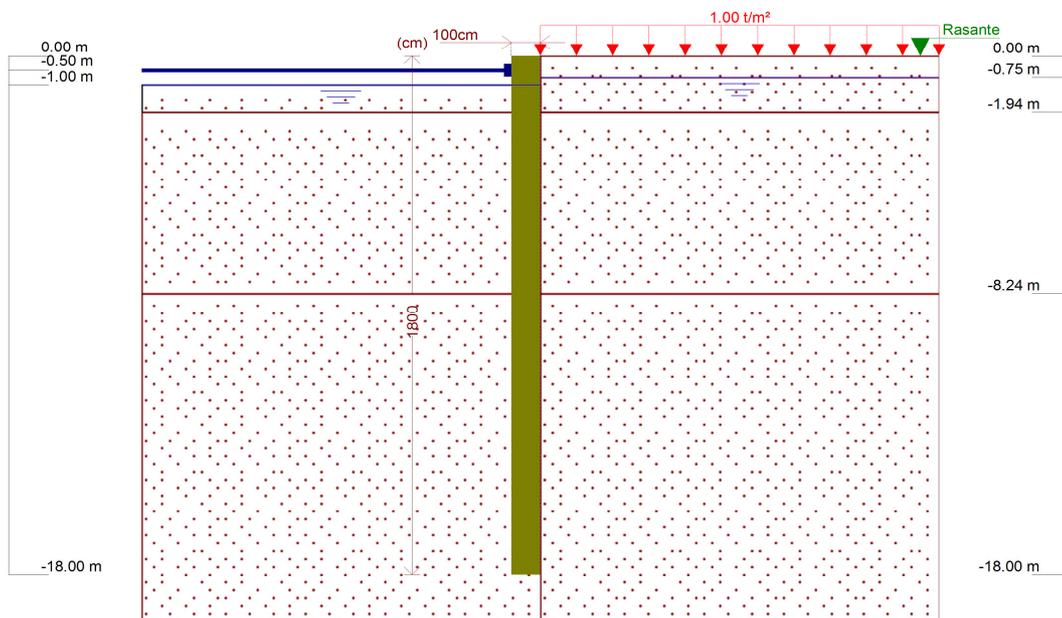
Pozo ataque Hınca Aragón

Fecha: 26/12/24

7. ESQUEMA DE LAS FASES



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 1	Excavación 1 puntal	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -1.00 m Con nivel freático trasdós hasta la cota: -0.75 m Con nivel freático intradós hasta la cota: -1.00 m



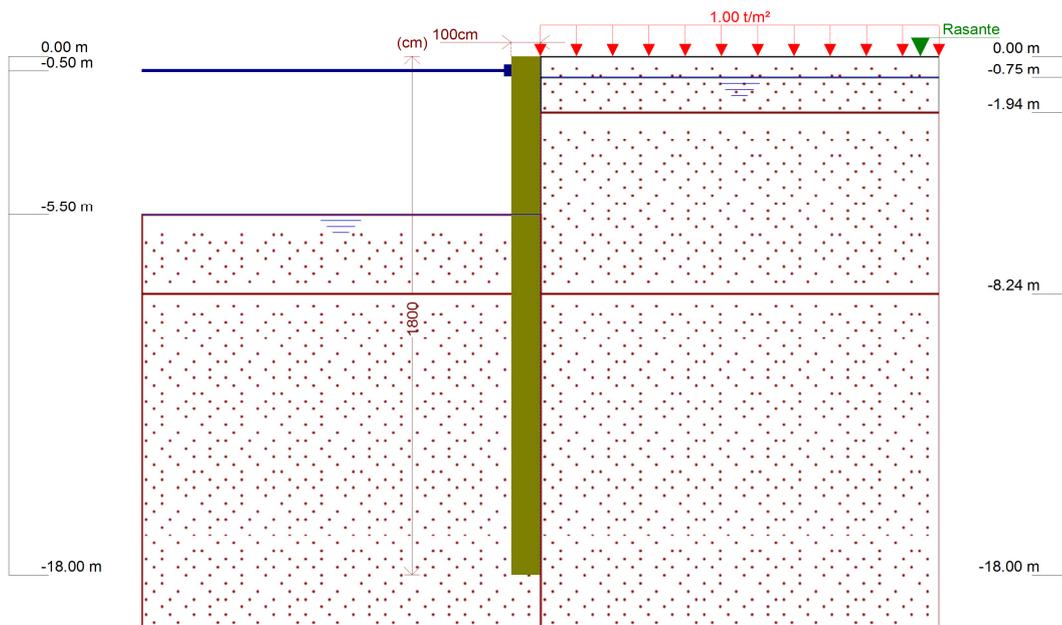
Referencias	Nombre	Descripción
Fase 2	Colocación primer puntal	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -1.00 m Con nivel freático trasdós hasta la cota: -0.75 m Con nivel freático intradós hasta la cota: -1.00 m



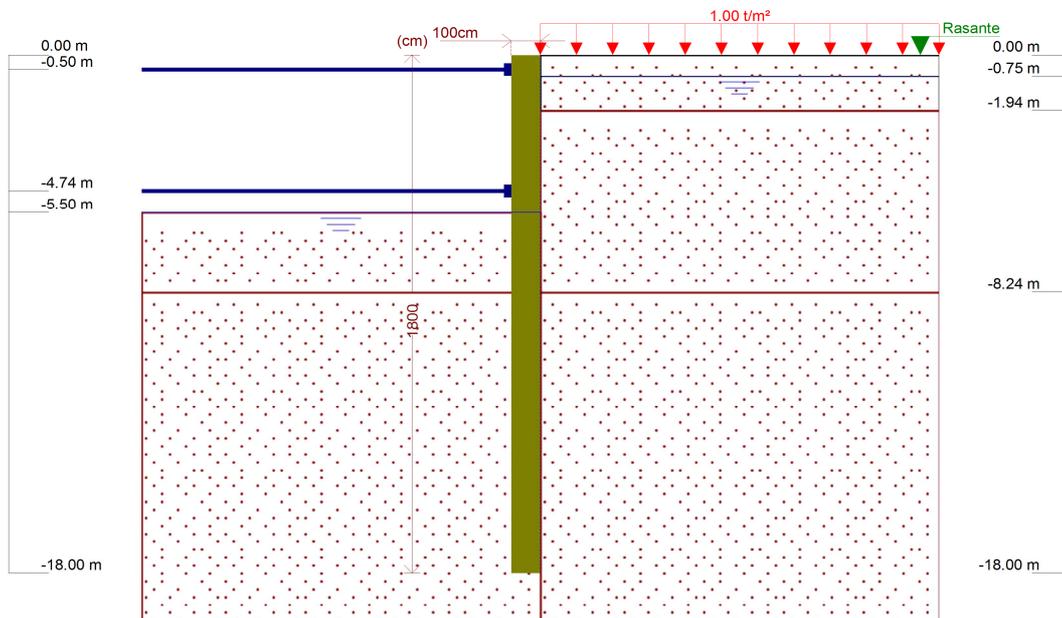
Selección de listados

Pozo ataque Hınca Aragón

Fecha: 26/12/24



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 3	Excavación 2 puntal	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -5.50 m Con nivel freático trasdós hasta la cota: -0.75 m Con nivel freático intradós hasta la cota: -5.50 m



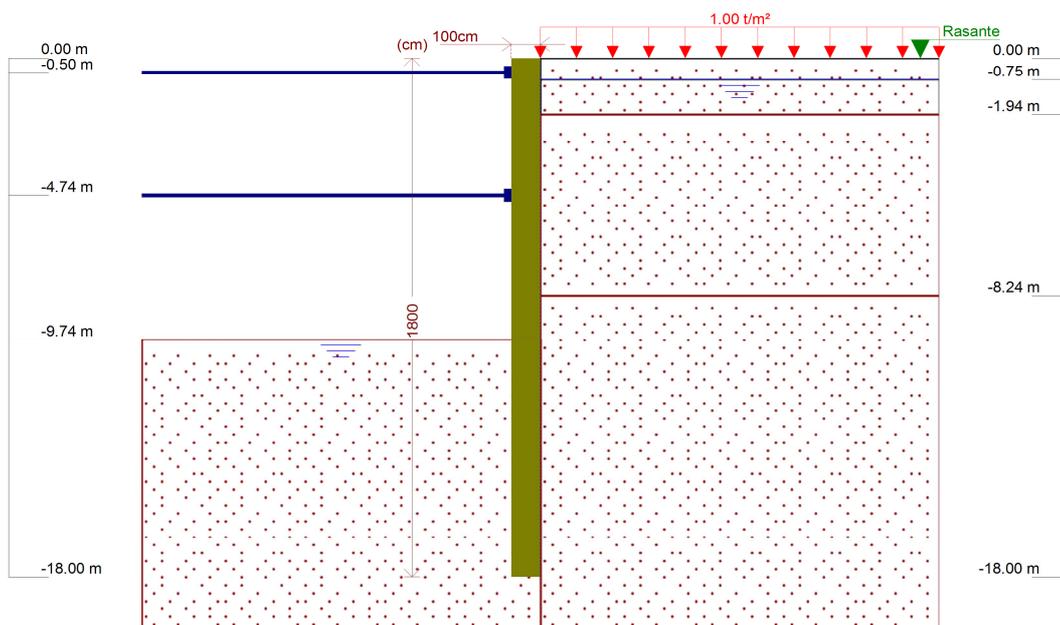
Referencias	Nombre	Descripción
Fase 4	Colocación 2 puntal	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -5.50 m Con nivel freático trasdós hasta la cota: -0.75 m Con nivel freático intradós hasta la cota: -5.50 m



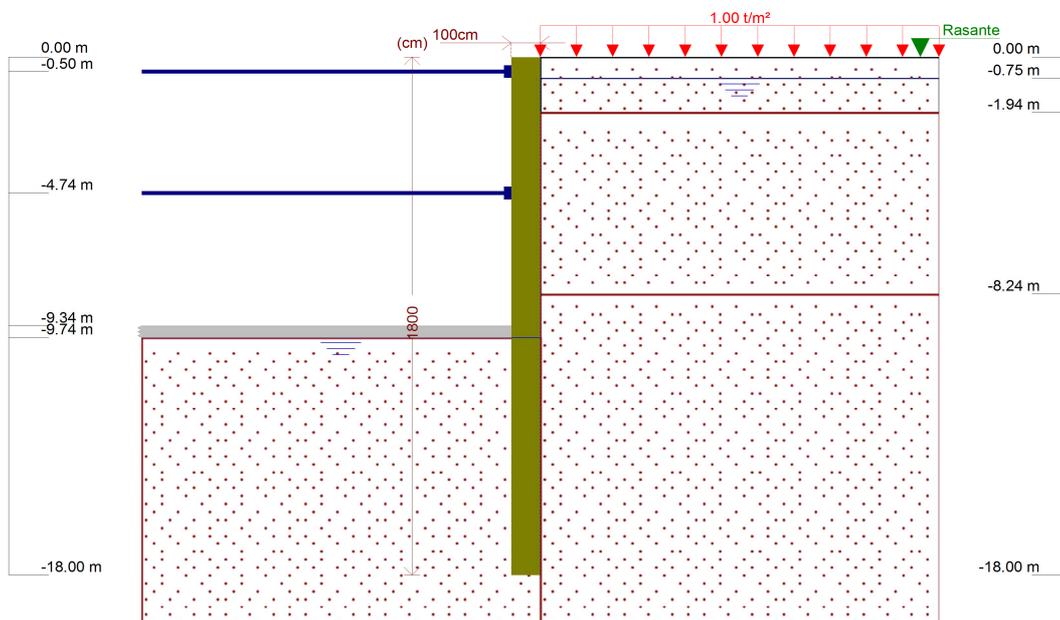
Selección de listados

Pozo ataque Hinca Aragón

Fecha: 26/12/24



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 5	Excavación total	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -9.74 m Con nivel freático trasdós hasta la cota: -0.75 m Con nivel freático intradós hasta la cota: -9.74 m



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 6	Colocación losa	Tipo de fase: Servicio Cota de excavación: -9.74 m Con nivel freático trasdós hasta la cota: -0.75 m Con nivel freático intradós hasta la cota: -9.74 m



Selección de listados

Pozo ataque Hinca Aragón

Fecha: 26/12/24

8. CARGAS

CARGAS EN EL TRASDÓS

Tipo	Cota	Datos	Fase inicial	Fase final
Uniforme	En superficie	Valor: 1 t/m ²	Excavación 1 puntal	Colocación losa

9. ELEMENTOS DE APOYO

PUNTALES

Descripción	Fase inicial	Fase final
Cota: -0.50 m Rigidez axil: 11000 t/m Separación: 8.3 m	Colocación primer puntal	Colocación losa
Cota: -4.74 m Rigidez axil: 3500 t/m Separación: 8.3 m	Colocación 2 puntal	Colocación losa

FORJADOS

Descripción	Fase de construcción	Fase de servicio
Cota: -9.34 m Canto: 40 cm Cortante fase constructiva: 0 t/m Cortante fase de servicio: 0 t/m Rigidez axil: 100000 t/m ²	Colocación losa	Colocación losa

10. RESULTADOS DE LAS FASES

Esfuerzos sin mayorar.

FASE 1: EXCAVACIÓN 1 PUNTAL

BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t-m/m)	Ley de empujes (t/m ²)	Presión hidrostática (t/m ²)
0.00	-0.25	-0.00	0.03	-0.00	0.28	0.00
-1.75	-0.19	4.37	0.82	0.81	-0.09	0.25
-3.50	-0.15	8.75	0.28	1.82	-0.65	0.25
-5.25	-0.13	13.12	-0.19	1.78	-0.41	0.25
-7.00	-0.13	17.50	-0.47	1.17	-0.44	0.25
-8.75	-0.15	21.87	-0.58	0.06	0.08	0.25
-10.50	-0.17	26.25	-0.13	-0.46	-0.08	0.25
-12.25	-0.18	30.62	0.07	-0.47	-0.19	0.25
-14.00	-0.19	35.00	0.12	-0.28	-0.25	0.25
-15.75	-0.19	39.37	0.09	-0.10	-0.28	0.25
-17.50	-0.19	43.75	0.03	-0.01	-0.29	0.25
Máximos	-0.13 Cota: -6.00 m	45.00 Cota: -18.00 m	0.86 Cota: -2.00 m	1.90 Cota: -4.25 m	0.79 Cota: -1.00 m	0.25 Cota: -1.00 m
Mínimos	-0.25 Cota: 0.00 m	-0.00 Cota: 0.00 m	-0.77 Cota: -8.25 m	-0.50 Cota: -11.25 m	-0.66 Cota: -3.25 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 2: COLOCACIÓN PRIMER PUNTAL

BÁSICA



Selección de listados

Pozo ataque HincA Aragón

Fecha: 26/12/24

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m ²)	Presión hidrostática (t/m ²)
0.00	-0.25	-0.00	0.03	-0.00	0.28	0.00
-1.75	-0.19	4.37	0.82	0.81	-0.09	0.25
-3.50	-0.15	8.75	0.28	1.82	-0.65	0.25
-5.25	-0.13	13.12	-0.19	1.78	-0.41	0.25
-7.00	-0.13	17.50	-0.47	1.17	-0.44	0.25
-8.75	-0.15	21.87	-0.58	0.06	0.08	0.25
-10.50	-0.17	26.25	-0.13	-0.46	-0.08	0.25
-12.25	-0.18	30.62	0.07	-0.47	-0.19	0.25
-14.00	-0.19	35.00	0.12	-0.28	-0.25	0.25
-15.75	-0.19	39.37	0.09	-0.10	-0.28	0.25
-17.50	-0.19	43.75	0.03	-0.01	-0.29	0.25
Máximos	-0.13 Cota: -6.00 m	45.00 Cota: -18.00 m	0.86 Cota: -2.00 m	1.90 Cota: -4.25 m	0.79 Cota: -1.00 m	0.25 Cota: -1.00 m
Mínimos	-0.25 Cota: 0.00 m	-0.00 Cota: 0.00 m	-0.77 Cota: -8.25 m	-0.50 Cota: -11.25 m	-0.66 Cota: -3.25 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 3: EXCAVACIÓN 2 PUNTAL

BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m ²)	Presión hidrostática (t/m ²)
0.00	-6.24	-0.00	0.03	-0.00	0.28	0.00
-1.75	-5.58	4.37	-6.23	-8.60	1.02	1.00
-3.50	-4.81	8.75	-1.35	-15.13	1.25	2.75
-5.25	-3.84	13.12	7.29	-9.41	1.68	4.50
-7.00	-2.77	17.50	13.06	11.36	-7.08	4.75
-8.75	-1.83	21.87	3.91	26.06	-10.04	4.75
-10.50	-1.23	26.25	-3.57	24.79	-7.15	4.75
-12.25	-0.93	30.62	-5.44	15.97	-4.49	4.75
-14.00	-0.84	35.00	-4.17	7.49	-3.65	4.75
-15.75	-0.84	39.37	-2.19	2.17	-3.67	4.75
-17.50	-0.87	43.75	-0.49	0.09	-3.93	4.75
Máximos	-0.83 Cota: -14.75 m	45.00 Cota: -18.00 m	13.27 Cota: -6.75 m	27.09 Cota: -9.50 m	1.74 Cota: -5.50 m	4.75 Cota: -5.50 m
Mínimos	-6.24 Cota: 0.00 m	-0.00 Cota: 0.00 m	-7.43 Cota: -0.75 m	-15.22 Cota: -3.75 m	-11.49 Cota: -7.75 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 4: COLOCACIÓN 2 PUNTAL

BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m ²)	Presión hidrostática (t/m ²)
0.00	-6.24	-0.00	0.03	-0.00	0.28	0.00
-1.75	-5.58	4.37	-6.23	-8.60	1.02	1.00
-3.50	-4.81	8.75	-1.35	-15.13	1.25	2.75
-5.00	-3.99	12.50	5.82	-11.23	1.62	4.25
-6.75	-2.92	16.88	13.27	8.09	-5.61	4.75
-8.50	-1.95	21.25	5.32	25.08	-10.42	4.75
-10.25	-1.29	25.63	-2.83	25.68	-7.74	4.75
-12.00	-0.96	30.00	-5.44	17.33	-4.73	4.75
-13.75	-0.84	34.38	-4.43	8.53	-3.70	4.75
-15.50	-0.84	38.75	-2.47	2.71	-3.64	4.75
-17.25	-0.87	43.13	-0.71	0.22	-3.89	4.75
Máximos	-0.83 Cota: -14.75 m	45.00 Cota: -18.00 m	13.27 Cota: -6.75 m	27.09 Cota: -9.50 m	1.74 Cota: -5.50 m	4.75 Cota: -5.50 m
Mínimos	-6.24 Cota: 0.00 m	-0.00 Cota: 0.00 m	-7.43 Cota: -0.75 m	-15.22 Cota: -3.75 m	-11.49 Cota: -7.75 m	0.00 Cota: 0.00 m



Selección de listados

Pozo ataque Hinca Aragón

Fecha: 26/12/24

FASE 5: EXCAVACIÓN TOTAL

BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m ²)	Presión hidrostática (t/m ²)
0.00	-12.52	-0.00	0.03	0.00	0.28	0.00
-1.75	-12.46	4.37	-14.78	-19.28	1.02	1.00
-3.50	-12.16	8.75	-9.90	-40.77	1.25	2.75
-5.00	-11.50	12.50	-5.90	-50.52	1.62	4.25
-6.75	-10.14	16.88	6.02	-49.47	2.05	6.00
-8.50	-8.15	21.25	21.14	-23.91	0.00	7.75
-10.25	-5.87	25.63	26.19	23.87	-21.00	8.99
-12.00	-3.88	30.00	4.14	47.17	-18.69	8.99
-13.75	-2.48	34.38	-8.45	40.45	-13.35	8.99
-15.50	-1.59	38.75	-12.79	20.07	-8.05	8.99
-17.25	-0.95	43.13	-6.70	2.33	-2.32	8.99
Máximos	-0.69 Cota: -18.00 m	45.00 Cota: -18.00 m	31.45 Cota: -9.75 m	47.60 Cota: -12.25 m	2.36 Cota: -8.00 m	8.99 Cota: -9.75 m
Mínimos	-12.52 Cota: 0.00 m	-0.00 Cota: 0.00 m	-15.98 Cota: -0.75 m	-52.66 Cota: -5.75 m	-22.98 Cota: -10.75 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 6: COLOCACIÓN LOSA

BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m ²)	Presión hidrostática (t/m ²)
0.00	-12.52	-0.00	0.03	-0.00	0.28	0.00
-1.75	-12.46	4.37	-14.78	-19.28	1.02	1.00
-3.50	-12.16	8.75	-9.90	-40.77	1.25	2.75
-5.00	-11.50	12.50	-5.90	-50.52	1.62	4.25
-6.75	-10.14	16.88	6.02	-49.47	2.05	6.00
-8.50	-8.15	21.25	21.14	-23.91	0.00	7.75
-10.00	-6.19	25.00	28.94	17.33	-20.01	8.99
-11.75	-4.13	29.38	6.81	46.14	-19.68	8.99
-13.50	-2.64	33.75	-7.21	42.56	-13.95	8.99
-15.25	-1.69	38.13	-12.79	23.27	-8.99	8.99
-17.00	-1.04	42.50	-8.18	4.01	-3.09	8.99
Máximos	-0.69 Cota: -18.00 m	45.00 Cota: -18.00 m	31.45 Cota: -9.54 m	47.60 Cota: -12.25 m	2.36 Cota: -8.00 m	8.99 Cota: -9.75 m
Mínimos	-12.52 Cota: 0.00 m	-0.00 Cota: 0.00 m	-15.98 Cota: -0.75 m	-52.66 Cota: -5.75 m	-22.98 Cota: -10.75 m	0.00 Cota: 0.00 m

11. RESULTADOS PARA LOS ELEMENTOS DE APOYO

Esfuerzos sin mayorar.



Selección de listados

Pozo ataque Hince Aragón

Fecha: 26/12/24

Puntales

Cota: -0.50 m	
Fase	Resultado
Colocación primer puntal	Carga puntual: 0.00 t Carga lineal: 0.00 t/m
Excavación 2 puntal	Carga puntual: 64.04 t Carga lineal: 7.72 t/m
Colocación 2 puntal	Carga puntual: 64.04 t Carga lineal: 7.72 t/m
Excavación total	Carga puntual: 135.00 t Carga lineal: 16.26 t/m
Colocación losa	Carga puntual: 135.00 t Carga lineal: 16.26 t/m

Cota: -4.74 m	
Fase	Resultado
Colocación 2 puntal	Carga puntual: 0.00 t Carga lineal: 0.00 t/m
Excavación total	Carga puntual: 26.27 t Carga lineal: 3.16 t/m
Colocación losa	Carga puntual: 26.27 t Carga lineal: 3.16 t/m

Forjados

Cota: -9.34 m	
Fase	Resultado
Colocación losa	Carga lineal: 0.00 t/m

12. DESCRIPCIÓN DEL ARMADO

Armado vertical trasdós	Armado vertical intradós	Armado base horizontal	Rigidizador vertical	Rigidizador horizontal
Ø16c/15 Refuerzos: - Ø20 L(980), D(685) D: Distancia desde coronación	Ø16c/15 Refuerzos: - Ø25 L(990), D(30) D: Distancia desde coronación	Ø16c/20	2Ø16	8Ø16

13. COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA

Referencia: Pozo ataque Hince Aragón		
Comprobación	Valores	Estado
Recubrimiento:	Mínimo: 7 cm Calculado: 7 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales:	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 18.4 cm	Cumple
Separación máxima armaduras horizontales:	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara:	Mínimo: 0.001 Calculado: 0.00201	Cumple
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara: <i>Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano". (Cuantía horizontal > 20% Cuantía vertical)</i>	Mínimo: 0.00092 Calculado: 0.001	Cumple
Longitud de patilla horizontal: <i>La longitud de la patilla debe ser, como mínimo, 12 veces el diámetro. Criterio de J. Calavera, "Manual de Detalles Constructivos en Obras de Hormigón Armado".</i>	Mínimo: 19 cm Calculado: 62 cm	Cumple



Selección de listados

Pozo ataque Hince Aragón

Fecha: 26/12/24

Referencia: Pozo ataque Hince Aragón		
Comprobación	Valores	Estado
Cantidad mínima geométrica vertical cara traccionada: - Trasdós: - Intradós:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.00134 Calculado: 0.00134	Cumple Cumple
Cantidad mínima geométrica vertical cara comprimida: - Trasdós: - Intradós:	Mínimo: 0.00027 Calculado: 0.00134 Calculado: 0.00134	Cumple Cumple
Cantidad mínima mecánica vertical cara traccionada: - Trasdós: - Intradós:	Mínimo: 0.0011 Calculado: 0.00343 Calculado: 0.00461	Cumple Cumple
Cantidad mínima mecánica vertical cara comprimida: - Trasdós: - Intradós:	Mínimo: 0.0001 Calculado: 0.00134 Calculado: 0.00134	Cumple Cumple
Separación libre mínima armaduras verticales: - Trasdós, vertical: - Intradós, vertical:	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 5.7 cm Calculado: 5.4 cm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: - Armadura vertical Trasdós, vertical: - Armadura vertical Intradós, vertical:	Máximo: 30 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple Cumple
Comprobación a flexión compuesta: <i>Comprobación realizada por módulo de pantalla</i>		Cumple
Comprobación a cortante:	Máximo: 130.75 t Calculado: 125.79 t	Cumple
Comprobación de fisuración:	Máximo: 0.3 mm Calculado: 0.3 mm	Cumple
Longitud de solapes: - Base trasdós: - Base intradós:	Mínimo: 0.8 m Calculado: 0.8 m Calculado: 0.8 m	Cumple Cumple
Rigidizadores horizontales: - Diámetro mínimo: <i>Criterio de CYPE. El diámetro del rigidizador debe ser como mínimo igual al mayor diámetro de la armadura base vertical.</i> - Separación máxima: <i>Criterio NTE. Acondicionamiento del Terreno. Cimentaciones.</i>	Mínimo: 16 mm Calculado: 16 mm Máximo: 2.5 m Calculado: 2.25 m	Cumple Cumple
Rigidizadores verticales: - Diámetro mínimo: <i>Criterio de CYPE. El diámetro del rigidizador debe ser como mínimo igual al mayor diámetro de la armadura base vertical.</i> - Separación máxima: <i>Criterio NTE. Acondicionamiento del Terreno. Cimentaciones.</i>	Mínimo: 16 mm Calculado: 16 mm Máximo: 1.5 m Calculado: 1.25 m	Cumple Cumple
Información adicional: - Sección crítica a flexión compuesta: Cota: -7.75 m, Md: 79.64 t·m, Nd: 0.00 t, Vd: 40.83 t, Tensión máxima del acero: 3.373 t/cm ² - Sección crítica a cortante: Cota: -9.75 m - Sección con la máxima abertura de fisuras: Cota: -12.25 m, M: 119.01 t·m, N: 0.00 t		



Selección de listados

Pozo ataque Hince Aragón

Fecha: 26/12/24

Referencia: Pozo ataque Hince Aragón		
Comprobación	Valores	Estado
- Los esfuerzos están mayorados y corresponden al ancho total del tramo definido. (Longitud tramo: 2.50 m)		

14. COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (COEFICIENTES DE SEGURIDAD)

Referencia: Comprobaciones de estabilidad (Coeficientes de seguridad): Pozo ataque Hince Aragón		
Comprobación	Valores	Estado
Relación entre el momento originado por los empujes pasivos en el intradós y el momento originado por los empujes activos en el trasdós: - Hipótesis básica: <i>Valor introducido por el usuario.</i> - Excavación 1 puntal: - Colocación primer puntal: - Excavación 2 puntal: - Colocación 2 puntal: - Excavación total: - Colocación losa: ⁽¹⁾ Existe más de un apoyo.	Mínimo: 1.67 Calculado: 25.599 Calculado: 77.015 Calculado: 8.26	Cumple Cumple Cumple No procede ⁽¹⁾ No procede ⁽¹⁾ No procede ⁽¹⁾
Relación entre el empuje pasivo total en el intradós y el empuje realmente movilizado en el intradós: <i>Valor introducido por el usuario.</i> Hipótesis básica: - Excavación 1 puntal: - Colocación primer puntal: - Excavación 2 puntal: - Colocación 2 puntal: - Excavación total: - Colocación losa:	Mínimo: 1.67 Calculado: 9.053 Calculado: 9.053 Calculado: 4.598 Calculado: 4.598 Calculado: 2.444 Calculado: 2.448	Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

15. MEDICIÓN

Referencia: Muro pantalla de hormigón armado		B 500 S, Ys=1.15			Total
Nombre de armado		Ø16	Ø20	Ø25	
Armado vertical trasdós	Longitud (m)	14x7.92			110.88
	Peso (kg)	14x12.50			175.00
Armado vertical trasdós	Longitud (m)	14x11.53			161.42
	Peso (kg)	14x18.20			254.77
Armado vertical trasdós - Refuerzos	Longitud (m)		13x9.80		127.40
	Peso (kg)		13x24.17		314.19
Armado vertical intradós	Longitud (m)	14x7.92			110.88
	Peso (kg)	14x12.50			175.00
Armado vertical intradós	Longitud (m)	14x11.53			161.42
	Peso (kg)	14x18.20			254.77
Armado vertical intradós - Refuerzos	Longitud (m)			13x9.90	128.70
	Peso (kg)			13x38.15	495.93
Junta lateral positiva	Longitud (m)	8x7.91			63.28
	Peso (kg)	8x12.48			99.88
Junta lateral positiva	Longitud (m)	8x11.53			92.24
	Peso (kg)	8x18.20			145.58



Selección de listados

Pozo ataque Hince Aragón

Fecha: 26/12/24

Referencia: Muro pantalla de hormigón armado		B 500 S, Ys=1.15			Total
Nombre de armado		Ø16	Ø20	Ø25	
Junta lateral negativa	Longitud (m)	5x7.91			39.55
	Peso (kg)	5x12.48			62.42
Junta lateral negativa	Longitud (m)	5x11.53			57.65
	Peso (kg)	5x18.20			90.99
Armado horizontal	Longitud (m)	90x6.79			611.10
	Peso (kg)	90x10.72			964.51
Armado rigidizadores verticales	Longitud (m)	2x9.54			19.08
	Peso (kg)	2x15.06			30.11
Armado rigidizadores verticales	Longitud (m)	2x10.40			20.80
	Peso (kg)	2x16.41			32.83
Armado rigidizadores verticales	Longitud (m)	2x3.75			7.50
	Peso (kg)	2x5.92			11.84
Armado rigidizadores verticales	Longitud (m)	2x9.54			19.08
	Peso (kg)	2x15.06			30.11
Armado rigidizadores verticales	Longitud (m)	2x10.40			20.80
	Peso (kg)	2x16.41			32.83
Armado rigidizadores verticales	Longitud (m)	2x3.75			7.50
	Peso (kg)	2x5.92			11.84
Armado rigidizadores horizontales	Longitud (m)	16x4.09			65.44
	Peso (kg)	16x6.46			103.29
Totales	Longitud (m)	1568.62	127.40	128.70	3285.89
	Peso (kg)	2475.77	314.19	495.93	
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	1725.48	140.14	141.57	3614.48
	Peso (kg)	2723.35	345.61	545.52	

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

Elemento	B 500 S, Ys=1.15 (kg)				Hormigón (m ³)
	Ø16	Ø20	Ø25	Total	HA-30, Yc=1.5
Referencia: Muro pantalla de hormigón armado	2723.35	345.61	545.52	3614.48	45.00
Totales	2723.35	345.61	545.52	3614.48	45.00

COMPROBACIÓN DE CODALES

ÍNDICE

1. DATOS DE OBRA	2
1.1. Normas consideradas	2
1.2. Estados límite	2
1.2.1. Situaciones de proyecto	2
1.2.2. Combinaciones	4
1.3. Resistencia al fuego	4
2. ESTRUCTURA	4
2.1. Geometría	4
2.1.1. Nudos.....	4
2.1.2. Barras	5
2.2. Resultados	8
2.2.1. Barras	8



1. DATOS DE OBRA

1.1. Normas consideradas

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

Hormigón: Código Estructural

1.2. Estados límite

E.L.U. de rotura. Hormigón	CTE
E.L.U. de rotura. Acero laminado	Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Desplazamientos	Acciones características

1.2.1. Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

G_k Acción permanente

P_k Acción de pretensado

Q_k Acción variable

γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

γ_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado

$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

$\Psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$\Psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón:

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.350	-	-



Listados

para pozo de hinca Río Aragón

Fecha: 26/12/24

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.350	-	-

E.L.U. de rotura. Acero laminado: CTE DB SE-A

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Empujes del terreno (H)	0.700	1.350	-	-

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Empujes del terreno (H)	0.700	1.350	-	-

Accidental de incendio				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.000	-	-

Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.000	-	-

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.000	-	-

**1.2.2. Combinaciones****• Nombres de las hipótesis**

PP Peso propio

H 1 H 1

• E.L.U. de rotura. Hormigón

Comb.	PP	H 1
1	1.000	1.000
2	1.350	1.000
3	1.000	1.350
4	1.350	1.350

• E.L.U. de rotura. Acero laminado**1. Coeficientes para situaciones persistentes o transitorias**

Comb.	PP	H 1
1	0.800	0.700
2	1.350	0.700
3	0.800	1.350
4	1.350	1.350

2. Coeficientes para situaciones accidentales de incendio

Comb.	PP	H 1
1	1.000	1.000

• Desplazamientos

Comb.	PP	H 1
1	1.000	1.000

1.3. Resistencia al fuego**Perfiles de acero**

Norma: CTE DB SI. Anejo D: Resistencia al fuego de los elementos de acero.

Resistencia requerida: R 15

2. ESTRUCTURA**2.1. Geometría****2.1.1. Nudos**

Referencias:

 $\Delta_x, \Delta_y, \Delta_z$: Desplazamientos prescritos en ejes globales. $\theta_x, \theta_y, \theta_z$: Giros prescritos en ejes globales.

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.



Listados

para pozo de hinca Río Aragón

Fecha: 26/12/24

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N1	0.000	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N2	0.000	13.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N3	15.000	13.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N4	15.000	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N5	0.000	9.750	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N6	3.250	13.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N7	11.750	13.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N8	15.000	9.750	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N9	11.750	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N10	15.000	3.250	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N11	0.000	3.250	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N12	3.250	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado

2.1.2. Barras

2.1.2.1. Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E (kp/cm ²)	ν	G (kp/cm ²)	f_y (kp/cm ²)	α_t (m/m°C)	γ (t/m ³)
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275	2140672.8	0.300	825688.1	2803.3	0.000012	7.850
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	291304.8	0.200	121377.0	-	0.000010	2.500

Notación:
E: Módulo de elasticidad
 ν : Módulo de Poisson
G: Módulo de cortadura
 f_y : Límite elástico
 α_t : Coeficiente de dilatación
 γ : Peso específico



Listados

para pozo de hinca Río Aragón

Fecha: 26/12/24

2.1.2.2. Descripción

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.} (m)	Lb _{Inf.} (m)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	N4/N10	N4/N3	HE 500 B (HEB)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N10/N8	N4/N3	HE 500 B (HEB)	6.500	1.00	1.00	-	-
		N8/N3	N4/N3	HE 500 B (HEB)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N5/N6	N5/N6	HE 300 B (HEB)	4.596	1.00	1.00	-	-
		N8/N7	N8/N7	HE 300 B (HEB)	4.596	1.00	1.00	-	-
		N9/N10	N9/N10	HE 300 B (HEB)	4.596	1.00	1.00	-	-
		N12/N11	N12/N11	HE 300 B (HEB)	4.596	1.00	1.00	-	-
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	N1/N11	N1/N2	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N11/N5	N1/N2	105x100 (Viga descolgada rectangular)	6.500	1.00	1.00	-	-
		N5/N2	N1/N2	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N2/N6	N2/N3	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N6/N7	N2/N3	105x100 (Viga descolgada rectangular)	8.500	1.00	1.00	-	-
		N7/N3	N2/N3	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N1/N12	N1/N4	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N12/N9	N1/N4	105x100 (Viga descolgada rectangular)	8.500	1.00	1.00	-	-
		N9/N4	N1/N4	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-

Notación:
Ni: Nudo inicial
Nf: Nudo final
 β_{xy} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'
 β_{xz} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'
Lb_{Sup.}: Separación entre arriostramientos del ala superior
Lb_{Inf.}: Separación entre arriostramientos del ala inferior

2.1.2.3. Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N4/N3
2	N5/N6, N8/N7, N9/N10 y N12/N11
3	N1/N2, N2/N3 y N1/N4



Listados

para pozo de hinca Río Aragón

Fecha: 26/12/24

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	Avy (cm ²)	Avz (cm ²)	Iyy (cm ⁴)	Izz (cm ⁴)	It (cm ⁴)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	HE 500 B, (HEB)	238.60	126.00	57.94	107200.00	12620.00	548.14
		2	HE 300 B, (HEB)	149.10	85.50	25.94	25170.00	8563.00	189.18
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	3	105x100, (Viga descolgada rectangular)	10500.00	8750.00	8750.00	8750000.00	9646875.00	15351000.00

Notación:
 Ref.: Referencia
 A: Área de la sección transversal
 Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'
 Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'
 Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'
 Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'
 It: Inercia a torsión
 Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

2.1.2.4. Tabla de medición

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m ³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
Acero laminado	S275	N4/N3	HE 500 B (HEB)	13.000	0.310	2434.91
		N5/N6	HE 300 B (HEB)	4.596	0.069	537.95
		N8/N7	HE 300 B (HEB)	4.596	0.069	537.95
		N9/N10	HE 300 B (HEB)	4.596	0.069	537.95
		N12/N11	HE 300 B (HEB)	4.596	0.069	537.95
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	N1/N2	105x100 (Viga descolgada rectangular)	13.000	13.650	34125.00
		N2/N3	105x100 (Viga descolgada rectangular)	15.000	15.750	39375.00
		N1/N4	105x100 (Viga descolgada rectangular)	15.000	15.750	39375.00

Notación:
 Ni: Nudo inicial
 Nf: Nudo final

2.1.2.5. Resumen de medición

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m ³)	Serie (m ³)	Material (m ³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
Acero laminado	S275	HEB	HE 500 B	13.000			0.310			2434.91		
			HE 300 B	18.385			0.274			2151.82		
					31.385		0.584			4586.73		
						31.385		0.584				4586.73
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	Viga descolgada rectangular	105x100	43.000			45.150			112875.00		
					43.000		45.150			112875.00		
					43.000		45.150			112875.00		112875.00

2.1.2.6. Medición de superficies

Acero laminado: Medición de las superficies a pintar				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m ² /m)	Longitud (m)	Superficie (m ²)
HEB	HE 500 B	2.171	13.000	28.223
	HE 300 B	1.778	18.385	32.688
Total				60.911



Listados

para pozo de hinca Río Aragón

Fecha: 26/12/24

Hormigón: Medición de las superficies de encofrado				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m ² /m)	Longitud (m)	Superficie (m ²)
Viga descolgada rectangular	105x100	4.100	43.000	176.300
Total				176.300

2.2. Resultados

2.2.1. Barras

2.2.1.1. Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE													Estado		
	λ	λ_{lim}	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$NM_y M_z$	$NM_y M_z V_y V_z$	M_t		$M_y V_z$	$M_z V_y$
N4/N10	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_{lim} \leq \lambda_{lim, max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	x: 3.25 m $\eta = 0,6$	x: 0 m $\eta = 1,5$	x: 3.25 m $\eta = 0,5$	$\eta = 0,1$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 3.25 m $\eta = 1,8$	$\eta < 0,1$	$\eta = 0,1$	x: 3.25 m $\eta = 0,5$	$\eta = 0,1$	CUMPLE $\rho_t = 1,8$
N10/N8	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_{lim} \leq \lambda_{lim, max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 0,6$	$\eta = 0,1$	x: 0 m $\eta = 0,6$	$V_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0 m $\eta < 0,1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m $\eta = 0,7$	x: 0 m $\eta < 0,1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁷⁾	CUMPLE $\rho_t = 0,7$
N8/N3	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_{lim} \leq \lambda_{lim, max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 0,6$	x: 3.25 m $\eta = 1,5$	x: 0 m $\eta = 0,5$	$\eta = 0,1$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 0 m $\eta = 1,8$	$\eta < 0,1$	$\eta = 0,1$	x: 0 m $\eta = 0,5$	$\eta = 0,1$	CUMPLE $\rho_t = 1,8$
N5/N6	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_{lim} \leq \lambda_{lim, max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	x: 4.596 m $\eta = 0,8$	x: 4.596 m $\eta = 3,6$	x: 4.596 m $\eta = 0,5$	$\eta = 0,1$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 4.596 m $\eta = 4,4$	$\eta < 0,1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁷⁾	CUMPLE $\rho_t = 4,4$
N8/N7	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_{lim} \leq \lambda_{lim, max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	x: 4.596 m $\eta = 1,0$	x: 4.596 m $\eta = 4,5$	x: 4.596 m $\eta = 0,7$	$\eta = 0,2$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 4.596 m $\eta = 5,5$	$\eta < 0,1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁷⁾	CUMPLE $\rho_t = 5,5$
N9/N10	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_{lim} \leq \lambda_{lim, max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 1,0$	x: 0 m $\eta = 4,5$	x: 0 m $\eta = 0,7$	$\eta = 0,2$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 0 m $\eta = 5,5$	$\eta < 0,1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁷⁾	CUMPLE $\rho_t = 5,5$
N12/N11	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_{lim} \leq \lambda_{lim, max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 0,8$	x: 0 m $\eta = 3,6$	x: 0 m $\eta = 0,5$	$\eta = 0,1$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 0 m $\eta = 4,4$	$\eta < 0,1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁷⁾	CUMPLE $\rho_t = 4,4$

Notación:
 λ : Limitación de esbeltez
 λ_{lim} : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
 N_t : Resistencia a tracción
 N_c : Resistencia a compresión
 M_y : Resistencia a flexión eje Y
 M_z : Resistencia a flexión eje Z
 V_y : Resistencia a corte Y
 V_z : Resistencia a corte Z
 $M_y V_z$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
 $M_z V_y$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
 $NM_y M_z$: Resistencia a flexión y axil combinados
 $NM_y M_z V_y V_z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
 M_t : Resistencia a torsión
 $M_y V_z$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
 $M_z V_y$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
 η : Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.
⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.
⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.
⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
⁽⁵⁾ No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
⁽⁶⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
⁽⁷⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO													Estado
	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$NM_y M_z$	$NM_y M_z V_y V_z$	M_t	$M_y V_z$	$M_z V_y$	
N4/N10	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	x: 3.25 m $\eta = 0,5$	x: 0 m $\eta = 1,3$	x: 3.25 m $\eta = 0,4$	$\eta = 0,1$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 3.25 m $\eta = 1,5$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 3.25 m $\eta = 0,4$	$\eta = 0,1$	CUMPLE $\rho_t = 1,5$
N10/N8	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 0,5$	$\eta = 0,1$	x: 0 m $\eta = 0,5$	$V_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0 m $\eta < 0,1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m $\eta = 0,6$	x: 0 m $\eta < 0,1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\rho_t = 0,6$
N8/N3	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 0,5$	x: 3.25 m $\eta = 1,3$	x: 0 m $\eta = 0,4$	$\eta = 0,1$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 0 m $\eta = 1,5$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 0 m $\eta = 0,4$	$\eta = 0,1$	CUMPLE $\rho_t = 1,5$
N5/N6	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	x: 4.596 m $\eta = 0,9$	x: 4.596 m $\eta = 4,2$	x: 4.596 m $\eta = 0,6$	$\eta = 0,1$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 4.596 m $\eta = 5,2$	$\eta < 0,1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\rho_t = 5,2$
N8/N7	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	x: 4.596 m $\eta = 1,2$	x: 4.596 m $\eta = 5,3$	x: 4.596 m $\eta = 0,8$	$\eta = 0,2$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 4.596 m $\eta = 6,5$	$\eta < 0,1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\rho_t = 6,5$
N9/N10	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 1,2$	x: 0 m $\eta = 5,3$	x: 0 m $\eta = 0,8$	$\eta = 0,2$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 0 m $\eta = 6,5$	$\eta < 0,1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\rho_t = 6,5$
N12/N11	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 0,9$	x: 0 m $\eta = 4,2$	x: 0 m $\eta = 0,6$	$\eta = 0,1$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 0 m $\eta = 5,2$	$\eta < 0,1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\rho_t = 5,2$

Notación:
 N_t : Resistencia a tracción
 N_c : Resistencia a compresión
 M_y : Resistencia a flexión eje Y
 M_z : Resistencia a flexión eje Z
 V_y : Resistencia a corte Y
 V_z : Resistencia a corte Z
 $M_y V_z$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
 $M_z V_y$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
 $NM_y M_z$: Resistencia a flexión y axil combinados
 $NM_y M_z V_y V_z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
 M_t : Resistencia a torsión
 $M_y V_z$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
 $M_z V_y$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
 η : Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.
⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.
⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.
⁽⁴⁾ No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
⁽⁵⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
⁽⁶⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

ÍNDICE

1. DATOS DE OBRA	2
1.1. Normas consideradas	2
1.2. Estados límite	2
1.2.1. Situaciones de proyecto.....	2
1.2.2. Combinaciones	4
1.3. Resistencia al fuego	4
2. ESTRUCTURA	4
2.1. Geometría	4
2.1.1. Nudos.....	4
2.1.2. Barras	5
2.2. Resultados	8
2.2.1. Barras	8



1. DATOS DE OBRA

1.1. Normas consideradas

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

Hormigón: Código Estructural

1.2. Estados límite

E.L.U. de rotura. Hormigón	CTE
E.L.U. de rotura. Acero laminado	Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Desplazamientos	Acciones características

1.2.1. Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

G_k Acción permanente

P_k Acción de pretensado

Q_k Acción variable

γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

γ_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado

$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

$\Psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$\Psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón:

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.350	-	-



Listados

para pozo de hinca Río Aragón

Fecha: 26/12/24

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.350	-	-

E.L.U. de rotura. Acero laminado: CTE DB SE-A

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Empujes del terreno (H)	0.700	1.350	-	-

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Empujes del terreno (H)	0.700	1.350	-	-

Accidental de incendio				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.000	-	-

Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.000	-	-

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.000	-	-



1.2.2. Combinaciones

▪ Nombres de las hipótesis

PP Peso propio

H 1 H 1

▪ E.L.U. de rotura. Hormigón

Comb.	PP	H 1
1	1.000	1.000
2	1.350	1.000
3	1.000	1.350
4	1.350	1.350

▪ E.L.U. de rotura. Acero laminado

1. Coeficientes para situaciones persistentes o transitorias

Comb.	PP	H 1
1	0.800	0.700
2	1.350	0.700
3	0.800	1.350
4	1.350	1.350

2. Coeficientes para situaciones accidentales de incendio

Comb.	PP	H 1
1	1.000	1.000

▪ Desplazamientos

Comb.	PP	H 1
1	1.000	1.000

1.3. Resistencia al fuego

Perfiles de acero

Norma: CTE DB SI. Anejo D: Resistencia al fuego de los elementos de acero.

Resistencia requerida: R 15

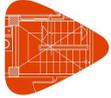
2. ESTRUCTURA

2.1. Geometría

2.1.1. Nudos

Referencias:

 $\Delta_x, \Delta_y, \Delta_z$: Desplazamientos prescritos en ejes globales. $\theta_x, \theta_y, \theta_z$: Giros prescritos en ejes globales.Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.



Listados

para pozo de hinca Río Aragón

Fecha: 26/12/24

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N1	0.000	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N2	0.000	13.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N3	15.000	13.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N4	15.000	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N5	0.000	9.750	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N6	3.250	13.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N7	11.750	13.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N8	15.000	9.750	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N9	11.750	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N10	15.000	3.250	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N11	0.000	3.250	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N12	3.250	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado

2.1.2. Barras

2.1.2.1. Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E (kp/cm ²)	ν	G (kp/cm ²)	f_y (kp/cm ²)	α_t (m/m°C)	γ (t/m ³)
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275	2140672.8	0.300	825688.1	2803.3	0.000012	7.850
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	291304.8	0.200	121377.0	-	0.000010	2.500

Notación:
E: Módulo de elasticidad
 ν : Módulo de Poisson
G: Módulo de cortadura
 f_y : Límite elástico
 α_t : Coeficiente de dilatación
 γ : Peso específico



Listados

para pozo de hinca Río Aragón

Fecha: 26/12/24

2.1.2.2. Descripción

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.} (m)	Lb _{Inf.} (m)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	N4/N10	N4/N3	HE 500 B (HEB)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N10/N8	N4/N3	HE 500 B (HEB)	6.500	1.00	1.00	-	-
		N8/N3	N4/N3	HE 500 B (HEB)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N5/N6	N5/N6	HE 300 B (HEB)	4.596	1.00	1.00	-	-
		N8/N7	N8/N7	HE 300 B (HEB)	4.596	1.00	1.00	-	-
		N9/N10	N9/N10	HE 300 B (HEB)	4.596	1.00	1.00	-	-
		N12/N11	N12/N11	HE 300 B (HEB)	4.596	1.00	1.00	-	-
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	N1/N11	N1/N2	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N11/N5	N1/N2	105x100 (Viga descolgada rectangular)	6.500	1.00	1.00	-	-
		N5/N2	N1/N2	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N2/N6	N2/N3	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N6/N7	N2/N3	105x100 (Viga descolgada rectangular)	8.500	1.00	1.00	-	-
		N7/N3	N2/N3	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N1/N12	N1/N4	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N12/N9	N1/N4	105x100 (Viga descolgada rectangular)	8.500	1.00	1.00	-	-
		N9/N4	N1/N4	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-

Notación:
Ni: Nudo inicial
Nf: Nudo final
 β_{xy} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'
 β_{xz} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'
Lb_{Sup.}: Separación entre arriostramientos del ala superior
Lb_{Inf.}: Separación entre arriostramientos del ala inferior

2.1.2.3. Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N4/N3
2	N5/N6, N8/N7, N9/N10 y N12/N11
3	N1/N2, N2/N3 y N1/N4



Listados

para pozo de hinca Río Aragón

Fecha: 26/12/24

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	Avy (cm ²)	Avz (cm ²)	Iyy (cm ⁴)	Izz (cm ⁴)	It (cm ⁴)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	HE 500 B, (HEB)	238.60	126.00	57.94	107200.00	12620.00	548.14
		2	HE 300 B, (HEB)	149.10	85.50	25.94	25170.00	8563.00	189.18
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	3	105x100, (Viga descolgada rectangular)	10500.00	8750.00	8750.00	8750000.00	9646875.00	15351000.00

Notación:
 Ref.: Referencia
 A: Área de la sección transversal
 Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'
 Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'
 Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'
 Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'
 It: Inercia a torsión
 Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

2.1.2.4. Tabla de medición

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m ³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
Acero laminado	S275	N4/N3	HE 500 B (HEB)	13.000	0.310	2434.91
		N5/N6	HE 300 B (HEB)	4.596	0.069	537.95
		N8/N7	HE 300 B (HEB)	4.596	0.069	537.95
		N9/N10	HE 300 B (HEB)	4.596	0.069	537.95
		N12/N11	HE 300 B (HEB)	4.596	0.069	537.95
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	N1/N2	105x100 (Viga descolgada rectangular)	13.000	13.650	34125.00
		N2/N3	105x100 (Viga descolgada rectangular)	15.000	15.750	39375.00
		N1/N4	105x100 (Viga descolgada rectangular)	15.000	15.750	39375.00

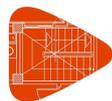
Notación:
 Ni: Nudo inicial
 Nf: Nudo final

2.1.2.5. Resumen de medición

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m ³)	Serie (m ³)	Material (m ³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
Acero laminado	S275	HEB	HE 500 B	13.000			0.310			2434.91		
			HE 300 B	18.385			0.274			2151.82		
					31.385		0.584			4586.73		
						31.385		0.584				4586.73
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	Viga descolgada rectangular	105x100	43.000			45.150			112875.00		
					43.000		45.150			112875.00		112875.00
					43.000		45.150					112875.00

2.1.2.6. Medición de superficies

Acero laminado: Medición de las superficies a pintar				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m ² /m)	Longitud (m)	Superficie (m ²)
HEB	HE 500 B	2.171	13.000	28.223
	HE 300 B	1.778	18.385	32.688
Total				60.911



Listados

para pozo de hinca Río Aragón

Fecha: 26/12/24

Hormigón: Medición de las superficies de encofrado				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m ² /m)	Longitud (m)	Superficie (m ²)
Viga descolgada rectangular	105x100	4.100	43.000	176.300
Total				176.300

2.2. Resultados

2.2.1. Barras

2.2.1.1. Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE													Estado		
	λ	λ_{lim}	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	M_yV_z	M_zV_y	NM_yM_z	$NM_yV_zV_y$	M_t		M_yV_z	M_zV_y
N4/N10	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_{lim} \leq \lambda_{lim,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	x: 3.25 m $\eta = 0,6$	x: 0 m $\eta = 0,6$	x: 3.25 m $\eta = 0,5$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 3.25 m $\eta = 1,0$	$\eta < 0,1$	$\eta = 0,1$	x: 3.25 m $\eta = 0,5$	$\eta < 0,1$	CUMPLE $\rho_t = 1,0$
N10/N8	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_{lim} \leq \lambda_{lim,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 0,6$	$\eta = 0,1$	x: 0 m $\eta = 0,6$	$V_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0 m $\eta < 0,1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m $\eta = 0,7$	x: 0 m $\eta < 0,1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁷⁾	CUMPLE $\rho_t = 0,7$
N8/N3	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_{lim} \leq \lambda_{lim,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 0,6$	x: 3.25 m $\eta = 0,6$	x: 0 m $\eta = 0,5$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 0 m $\eta = 1,0$	$\eta < 0,1$	$\eta = 0,1$	x: 0 m $\eta = 0,5$	$\eta < 0,1$	CUMPLE $\rho_t = 1,0$
N5/N6	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_{lim} \leq \lambda_{lim,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	x: 4.596 m $\eta = 0,8$	x: 4.596 m $\eta = 1,4$	x: 4.596 m $\eta = 0,5$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 4.596 m $\eta = 2,2$	$\eta < 0,1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁷⁾	CUMPLE $\rho_t = 2,2$
N8/N7	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_{lim} \leq \lambda_{lim,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	x: 4.596 m $\eta = 1,0$	x: 4.596 m $\eta = 1,7$	x: 4.596 m $\eta = 0,7$	$\eta = 0,1$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 4.596 m $\eta = 2,8$	$\eta < 0,1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁷⁾	CUMPLE $\rho_t = 2,8$
N9/N10	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_{lim} \leq \lambda_{lim,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 1,0$	x: 0 m $\eta = 1,7$	x: 0 m $\eta = 0,7$	$\eta = 0,1$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 0 m $\eta = 2,8$	$\eta < 0,1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁷⁾	CUMPLE $\rho_t = 2,8$
N12/N11	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_{lim} \leq \lambda_{lim,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 0,8$	x: 0 m $\eta = 1,4$	x: 0 m $\eta = 0,5$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 0 m $\eta = 2,2$	$\eta < 0,1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁷⁾	CUMPLE $\rho_t = 2,2$

Notación:
 λ : Limitación de esbeltez
 λ_{lim} : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
 N_t : Resistencia a tracción
 N_c : Resistencia a compresión
 M_y : Resistencia a flexión eje Y
 M_z : Resistencia a flexión eje Z
 V_y : Resistencia a corte Y
 V_z : Resistencia a corte Z
 M_yV_z : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
 M_zV_y : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
 NM_yM_z : Resistencia a flexión y axil combinados
 $NM_yV_zV_y$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
 M_t : Resistencia a torsión
 M_yV_z : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
 M_zV_y : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
 η : Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.
⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.
⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.
⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
⁽⁵⁾ No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
⁽⁶⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
⁽⁷⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO													Estado
	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	M_yV_z	M_zV_y	NM_yM_z	$NM_yV_zV_y$	M_t	M_yV_z	M_zV_y	
N4/N10	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	x: 3.25 m $\eta = 0,5$	x: 0 m $\eta = 0,5$	x: 3.25 m $\eta = 0,4$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 3.25 m $\eta = 0,9$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 3.25 m $\eta = 0,4$	$\eta < 0,1$	CUMPLE $\rho_t = 0,9$
N10/N8	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 0,5$	$\eta < 0,1$	x: 0 m $\eta = 0,5$	$V_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0 m $\eta < 0,1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m $\eta = 0,5$	x: 0 m $\eta < 0,1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\rho_t = 0,5$
N8/N3	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 0,5$	x: 3.25 m $\eta = 0,5$	x: 0 m $\eta = 0,4$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 0 m $\eta = 0,9$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 0 m $\eta = 0,4$	$\eta < 0,1$	CUMPLE $\rho_t = 0,9$
N5/N6	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	x: 4.596 m $\eta = 0,9$	x: 4.596 m $\eta = 1,6$	x: 4.596 m $\eta = 0,6$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 4.596 m $\eta = 2,5$	$\eta < 0,1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\rho_t = 2,5$
N8/N7	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	x: 4.596 m $\eta = 1,2$	x: 4.596 m $\eta = 2,0$	x: 4.596 m $\eta = 0,8$	$\eta = 0,1$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 4.596 m $\eta = 3,2$	$\eta < 0,1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\rho_t = 3,2$
N9/N10	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 1,2$	x: 0 m $\eta = 2,0$	x: 0 m $\eta = 0,8$	$\eta = 0,1$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 0 m $\eta = 3,2$	$\eta < 0,1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\rho_t = 3,2$
N12/N11	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 0,9$	x: 0 m $\eta = 1,6$	x: 0 m $\eta = 0,6$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 0 m $\eta = 2,5$	$\eta < 0,1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\rho_t = 2,5$

Notación:
 N_t : Resistencia a tracción
 N_c : Resistencia a compresión
 M_y : Resistencia a flexión eje Y
 M_z : Resistencia a flexión eje Z
 V_y : Resistencia a corte Y
 V_z : Resistencia a corte Z
 M_yV_z : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
 M_zV_y : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
 NM_yM_z : Resistencia a flexión y axil combinados
 $NM_yV_zV_y$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
 M_t : Resistencia a torsión
 M_yV_z : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
 M_zV_y : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
 η : Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.
⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.
⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.
⁽⁴⁾ No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
⁽⁵⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
⁽⁶⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

ÍNDICE

1. DATOS DE OBRA	2
1.1. Normas consideradas	2
1.2. Estados límite	2
1.2.1. Situaciones de proyecto.....	2
1.2.2. Combinaciones	4
1.3. Resistencia al fuego	4
2. ESTRUCTURA	4
2.1. Geometría	4
2.1.1. Nudos.....	4
2.1.2. Barras	5
2.2. Cargas	8
2.2.1. Barras	8
2.3. Resultados	9
2.3.1. Barras	9



1. DATOS DE OBRA

1.1. Normas consideradas

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

Hormigón: Código Estructural

1.2. Estados límite

E.L.U. de rotura. Hormigón	CTE
E.L.U. de rotura. Acero laminado	Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Desplazamientos	Acciones características

1.2.1. Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

G_k Acción permanente

P_k Acción de pretensado

Q_k Acción variable

γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

γ_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado

$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

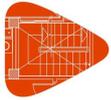
$\Psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$\Psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón:

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.350	-	-



Listados

para pozo de hinca Río Aragón

Fecha:26/12/24

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.350	-	-

E.L.U. de rotura. Acero laminado: CTE DB SE-A

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Empujes del terreno (H)	0.700	1.350	-	-

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Empujes del terreno (H)	0.700	1.350	-	-

Accidental de incendio				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.000	-	-

Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.000	-	-

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.000	-	-

**1.2.2. Combinaciones****▪ Nombres de las hipótesis**

PP Peso propio

H 1 H 1

▪ E.L.U. de rotura. Hormigón

Comb.	PP	H 1
1	1.000	1.000
2	1.350	1.000
3	1.000	1.350
4	1.350	1.350

▪ E.L.U. de rotura. Acero laminado**1. Coeficientes para situaciones persistentes o transitorias**

Comb.	PP	H 1
1	0.800	0.700
2	1.350	0.700
3	0.800	1.350
4	1.350	1.350

2. Coeficientes para situaciones accidentales de incendio

Comb.	PP	H 1
1	1.000	1.000

▪ Desplazamientos

Comb.	PP	H 1
1	1.000	1.000

1.3. Resistencia al fuego**Perfiles de acero**

Norma: CTE DB SI. Anejo D: Resistencia al fuego de los elementos de acero.

Resistencia requerida: R 15

2. ESTRUCTURA**2.1. Geometría****2.1.1. Nudos**

Referencias:

 $\Delta_x, \Delta_y, \Delta_z$: Desplazamientos prescritos en ejes globales. $\theta_x, \theta_y, \theta_z$: Giros prescritos en ejes globales.

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.



Listados

para pozo de hinca Río Aragón

Fecha:26/12/24

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N1	0.000	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N2	0.000	13.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N3	15.000	13.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N4	15.000	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N5	0.000	9.750	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N6	3.250	13.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N7	11.750	13.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N8	15.000	9.750	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N9	11.750	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N10	15.000	3.250	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N11	0.000	3.250	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N12	3.250	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado

2.1.2. Barras

2.1.2.1. Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E (kp/cm ²)	ν	G (kp/cm ²)	f_y (kp/cm ²)	α_t (m/m°C)	γ (t/m ³)
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275	2140672.8	0.300	825688.1	2803.3	0.000012	7.850
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	291304.8	0.200	121377.0	-	0.000010	2.500

Notación:
E: Módulo de elasticidad
 ν : Módulo de Poisson
G: Módulo de cortadura
 f_y : Límite elástico
 α_t : Coeficiente de dilatación
 γ : Peso específico



Listados

para pozo de hinca Río Aragón

Fecha:26/12/24

2.1.2.2. Descripción

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.} (m)	Lb _{Inf.} (m)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	N4/N10	N4/N3	HE 500 B (HEB)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N10/N8	N4/N3	HE 500 B (HEB)	6.500	1.00	1.00	-	-
		N8/N3	N4/N3	HE 500 B (HEB)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N5/N6	N5/N6	HE 300 B (HEB)	4.596	1.00	1.00	-	-
		N8/N7	N8/N7	HE 300 B (HEB)	4.596	1.00	1.00	-	-
		N9/N10	N9/N10	HE 300 B (HEB)	4.596	1.00	1.00	-	-
		N12/N11	N12/N11	HE 300 B (HEB)	4.596	1.00	1.00	-	-
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	N1/N11	N1/N2	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N11/N5	N1/N2	105x100 (Viga descolgada rectangular)	6.500	1.00	1.00	-	-
		N5/N2	N1/N2	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N2/N6	N2/N3	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N6/N7	N2/N3	105x100 (Viga descolgada rectangular)	8.500	1.00	1.00	-	-
		N7/N3	N2/N3	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N1/N12	N1/N4	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N12/N9	N1/N4	105x100 (Viga descolgada rectangular)	8.500	1.00	1.00	-	-
		N9/N4	N1/N4	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-

Notación:
Ni: Nudo inicial
Nf: Nudo final
 i_{xy} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'
 i_{xz} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'
Lb_{Sup.}: Separación entre arriostramientos del ala superior
Lb_{Inf.}: Separación entre arriostramientos del ala inferior

2.1.2.3. Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N4/N3
2	N5/N6, N8/N7, N9/N10 y N12/N11
3	N1/N2, N2/N3 y N1/N4



Listados

para pozo de hinca Río Aragón

Fecha:26/12/24

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	Avy (cm ²)	Avz (cm ²)	Iyy (cm ⁴)	Izz (cm ⁴)	It (cm ⁴)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	HE 500 B, (HEB)	238.60	126.00	57.94	107200.00	12620.00	548.14
		2	HE 300 B, (HEB)	149.10	85.50	25.94	25170.00	8563.00	189.18
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	3	105x100, (Viga descolgada rectangular)	10500.00	8750.00	8750.00	8750000.00	9646875.00	15351000.00

Notación:
 Ref.: Referencia
 A: Área de la sección transversal
 Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'
 Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'
 Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'
 Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'
 It: Inercia a torsión
 Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

2.1.2.4. Tabla de medición

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m ³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
Acero laminado	S275	N4/N3	HE 500 B (HEB)	13.000	0.310	2434.91
		N5/N6	HE 300 B (HEB)	4.596	0.069	537.95
		N8/N7	HE 300 B (HEB)	4.596	0.069	537.95
		N9/N10	HE 300 B (HEB)	4.596	0.069	537.95
		N12/N11	HE 300 B (HEB)	4.596	0.069	537.95
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	N1/N2	105x100 (Viga descolgada rectangular)	13.000	13.650	34125.00
		N2/N3	105x100 (Viga descolgada rectangular)	15.000	15.750	39375.00
		N1/N4	105x100 (Viga descolgada rectangular)	15.000	15.750	39375.00

Notación:
 Ni: Nudo inicial
 Nf: Nudo final

2.1.2.5. Resumen de medición

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m ³)	Serie (m ³)	Material (m ³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
Acero laminado	S275	HEB	HE 500 B	13.000			0.310			2434.91		
			HE 300 B	18.385			0.274			2151.82		
					31.385		0.584			4586.73		
						31.385		0.584				4586.73
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	Viga descolgada rectangular	105x100	43.000			45.150			112875.00		
					43.000		45.150			112875.00		112875.00
					43.000		45.150					112875.00

2.1.2.6. Medición de superficies

Acero laminado: Medición de las superficies a pintar				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m ² /m)	Longitud (m)	Superficie (m ²)
HEB	HE 500 B	2.171	13.000	28.223
	HE 300 B	1.778	18.385	32.688
Total				60.911



Listados

para pozo de hinca Río Aragón

Fecha:26/12/24

Hormigón: Medición de las superficies de encofrado				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m ² /m)	Longitud (m)	Superficie (m ²)
Viga descolgada rectangular	105x100	4.100	43.000	176.300
Total				176.300

2.2. Cargas

2.2.1. Barras

Referencias:

'P1', 'P2':

- Cargas puntuales, uniformes, en faja y momentos puntuales: 'P1' es el valor de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Cargas trapeciales: 'P1' es el valor de la carga en el punto donde comienza (L1) y 'P2' es el valor de la carga en el punto donde termina (L2).
- Cargas triangulares: 'P1' es el valor máximo de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Incrementos de temperatura: 'P1' y 'P2' son los valores de la temperatura en las caras exteriores o paramentos de la pieza. La orientación de la variación del incremento de temperatura sobre la sección transversal dependerá de la dirección seleccionada.

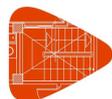
'L1', 'L2':

- Cargas y momentos puntuales: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde se aplica la carga. 'L2' no se utiliza.
- Cargas trapeciales, en faja, y triangulares: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde comienza la carga, 'L2' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde termina la carga.

Unidades:

- Cargas puntuales: t
- Momentos puntuales: t·m.
- Cargas uniformes, en faja, triangulares y trapeciales: t/m.
- Incrementos de temperatura: °C.

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N1/N11	Peso propio	Uniforme	2.625	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N1/N11	H 1	Uniforme	7.670	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N11/N5	Peso propio	Uniforme	2.625	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N5	H 1	Uniforme	7.670	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N5/N2	Peso propio	Uniforme	2.625	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N5/N2	H 1	Uniforme	7.670	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N2/N6	Peso propio	Uniforme	2.625	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N6	H 1	Uniforme	7.670	-	-	-	Locales	0.000	-1.000	0.000
N6/N7	Peso propio	Uniforme	2.625	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N7	H 1	Uniforme	7.670	-	-	-	Locales	0.000	-1.000	0.000
N7/N3	Peso propio	Uniforme	2.625	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N3	H 1	Uniforme	7.670	-	-	-	Locales	0.000	-1.000	0.000
N4/N10	Peso propio	Uniforme	0.187	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N8	Peso propio	Uniforme	0.187	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N3	Peso propio	Uniforme	0.187	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N1/N12	Peso propio	Uniforme	2.625	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N1/N12	H 1	Uniforme	7.670	-	-	-	Globales	0.000	1.000	0.000



Listados

para pozo de hinca Río Aragón

Fecha: 26/12/24

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N12/N9	Peso propio	Uniforme	2.625	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N9	H 1	Uniforme	7.670	-	-	-	Globales	0.000	1.000	0.000
N9/N4	Peso propio	Uniforme	2.625	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N4	H 1	Uniforme	7.670	-	-	-	Globales	0.000	1.000	0.000
N5/N6	Peso propio	Uniforme	0.117	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N7	Peso propio	Uniforme	0.117	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N10	Peso propio	Uniforme	0.117	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N11	Peso propio	Uniforme	0.117	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

2.3. Resultados

2.3.1. Barras

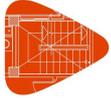
2.3.1.1. Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE														Estado	
	λ	λ_{lim}	N_t	N_c	M_x	M_z	V_z	V_y	$M_x V_z$	$M_z V_y$	$NM_x M_z$	$NM_x M_z V_y V_z$	M_t	$M_x V_z$		$M_y V_z$
N4/N10	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_{lim} \leq \lambda_{lim, max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	x: 3.25 m $\eta = 0,6$	x: 0 m $\eta = 0,4$	x: 3.25 m $\eta = 0,5$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 3.25 m $\eta = 0,9$	$\eta < 0,1$	$\eta = 0,1$	x: 3.25 m $\eta = 0,5$	$\eta < 0,1$	CUMPLE $p_t = 0,9$
N10/N8	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_{lim} \leq \lambda_{lim, max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 0,6$	$\eta < 0,1$	x: 0 m $\eta = 0,6$	$V_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0 m $\eta < 0,1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m $\eta = 0,6$	$\eta < 0,1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁷⁾	CUMPLE $p_t = 0,6$
N8/N3	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_{lim} \leq \lambda_{lim, max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 0,6$	x: 3.25 m $\eta = 0,4$	x: 0 m $\eta = 0,5$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 0 m $\eta = 0,9$	$\eta < 0,1$	$\eta = 0,1$	x: 0 m $\eta = 0,5$	$\eta < 0,1$	CUMPLE $p_t = 0,9$
N5/N6	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_{lim} \leq \lambda_{lim, max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	x: 4.596 m $\eta = 0,8$	x: 4.596 m $\eta = 0,9$	x: 4.596 m $\eta = 0,5$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 4.596 m $\eta = 1,7$	$\eta < 0,1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁷⁾	CUMPLE $p_t = 1,7$
N8/N7	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_{lim} \leq \lambda_{lim, max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	x: 4.596 m $\eta = 1,0$	x: 4.596 m $\eta = 1,1$	x: 4.596 m $\eta = 0,7$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 4.596 m $\eta = 2,1$	$\eta < 0,1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁷⁾	CUMPLE $p_t = 2,1$
N9/N10	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_{lim} \leq \lambda_{lim, max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 1,0$	x: 0 m $\eta = 1,1$	x: 0 m $\eta = 0,7$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 0 m $\eta = 2,1$	$\eta < 0,1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁷⁾	CUMPLE $p_t = 2,1$
N12/N11	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_{lim} \leq \lambda_{lim, max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 0,8$	x: 0 m $\eta = 0,9$	x: 0 m $\eta = 0,5$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 0 m $\eta = 1,7$	$\eta < 0,1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁷⁾	CUMPLE $p_t = 1,7$

Notación:
 λ : Limitación de esbeltez
 λ_{lim} : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
 N_t : Resistencia a tracción
 N_c : Resistencia a compresión
 M_x : Resistencia a flexión eje X
 M_z : Resistencia a flexión eje Z
 V_z : Resistencia a corte Z
 V_y : Resistencia a corte Y
 $M_x V_z$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
 $M_z V_y$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
 $NM_x M_z$: Resistencia a flexión y axil combinados
 $NM_x M_z V_y V_z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
 M_t : Resistencia a torsión
 $M_x V_z$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
 $M_y V_z$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
 η : Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.
⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.
⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.
⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.
⁽⁵⁾ No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
⁽⁶⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
⁽⁷⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO														Estado
	N_t	N_c	M_x	M_z	V_z	V_y	$M_x V_z$	$M_z V_y$	$NM_x M_z$	$NM_x M_z V_y V_z$	M_t	$M_x V_z$	$M_y V_z$	$M_x V_y$	
N4/N10	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	x: 3.25 m $\eta = 0,5$	x: 0 m $\eta = 0,3$	x: 3.25 m $\eta = 0,4$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 3.25 m $\eta = 0,7$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 3.25 m $\eta = 0,4$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	CUMPLE $p_t = 0,7$
N10/N8	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 0,5$	$\eta < 0,1$	x: 0 m $\eta = 0,5$	$V_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0 m $\eta < 0,1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m $\eta = 0,5$	x: 0 m $\eta < 0,1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $p_t = 0,5$
N8/N3	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 0,5$	x: 3.25 m $\eta = 0,3$	x: 0 m $\eta = 0,4$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 0 m $\eta = 0,7$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 0 m $\eta = 0,4$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	CUMPLE $p_t = 0,7$
N5/N6	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	x: 4.596 m $\eta = 0,9$	x: 4.596 m $\eta = 1,0$	x: 4.596 m $\eta = 0,6$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 4.596 m $\eta = 1,9$	$\eta < 0,1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $p_t = 1,9$
N8/N7	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	x: 4.596 m $\eta = 1,2$	x: 4.596 m $\eta = 1,3$	x: 4.596 m $\eta = 0,8$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 4.596 m $\eta = 2,5$	$\eta < 0,1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $p_t = 2,5$
N9/N10	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 1,2$	x: 0 m $\eta = 1,3$	x: 0 m $\eta = 0,8$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 0 m $\eta = 2,5$	$\eta < 0,1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $p_t = 2,5$
N12/N11	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 0,9$	x: 0 m $\eta = 1,0$	x: 0 m $\eta = 0,6$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 0 m $\eta = 1,9$	$\eta < 0,1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $p_t = 1,9$

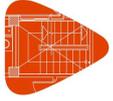


Listados

para pozo de hinca Río Aragón

Fecha:26/12/24

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO													Estado
	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _y V _z	M _z V _y	
<p>Notación: N_t: Resistencia a tracción N_c: Resistencia a compresión M_y: Resistencia a flexión eje Y M_z: Resistencia a flexión eje Z V_z: Resistencia a corte Z V_y: Resistencia a corte Y M_yV_z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M_zV_y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM_yM_z: Resistencia a flexión y axil combinados NM_yM_zV_yV_z: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M_t: Resistencia a torsión M_yV_z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M_zV_y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra I₇: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede</p> <p>Comprobaciones que no proceden (N.P.): ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción. ⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión. ⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. ⁽⁴⁾ No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽⁵⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. ⁽⁶⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p>														



Listados

para pozo de hinca Río Aragón

Fecha:26/12/24

COMPROBACIÓN DE LA LOSA

ÍNDICE

1. VERSIÓN DEL PROGRAMA Y NÚMERO DE LICENCIA	2
2. DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA.....	2
3. NORMAS CONSIDERADAS.....	2
4. ACCIONES CONSIDERADAS	2
4.1. Gravitatorias	2
4.2. Viento.....	2
4.3. Sismo	2
4.4. Hipótesis de carga	2
4.5. Leyes de presiones sobre muros.....	2
4.6. Listado de cargas.....	2
5. ESTADOS LÍMITE.....	2
6. SITUACIONES DE PROYECTO.....	3
6.1. Coeficientes parciales de seguridad (ψ) y coeficientes de combinación (γ)	3
6.2. Combinaciones	4
7. DATOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS Y PLANTAS	5
8. DATOS GEOMÉTRICOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS.....	5
8.1. Muros	5
9. INTERACCIÓN TERRENO-ESTRUCTURA (ZAPATAS Y ENCEPADOS)	6
10. LOSAS Y ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN.....	6
10.1. Zapatas.....	6
11. MATERIALES UTILIZADOS.....	6
11.1. Hormigones	6
11.2. Aceros por elemento y posición	6
11.2.1. Aceros en barras.....	6
11.2.2. Aceros en perfiles	7



Listado de datos de la obra

Losa sometida a subpresión

Fecha: 26/12/24

1. VERSIÓN DEL PROGRAMA Y NÚMERO DE LICENCIA

Versión: 2024

Número de licencia: 170339

2. DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA

Proyecto: Losa sometida a subpresión

Clave: Losa maciza sometida a subpresión

3. NORMAS CONSIDERADAS

Hormigón: Código Estructural

Aceros conformados: CTE DB SE-A

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

Categoría de uso: E. Zonas de tráfico y aparcamiento para vehículos ligeros

4. ACCIONES CONSIDERADAS

4.1. Gravitatorias

Planta	S.C.U (t/m ²)	Cargas muertas (t/m ²)
Forjado 1	0.10	0.10
Cimentación	0.00	0.00

4.2. Viento

Sin acción de viento

4.3. Sismo

Sin acción de sismo

4.4. Hipótesis de carga

Automáticas	Peso propio Cargas muertas Sobrecarga de uso
-------------	--

4.5. Leyes de presiones sobre muros

No se ha definido ninguna ley de presiones

4.6. Listado de cargas

Cargas especiales introducidas (en t, t/m y t/m²)

Grupo	Hipótesis	Tipo	Valor	Coordenadas
Forjado 1	Cargas muertas	Superficial	1.00	(10.62,9.99) (-4.38,9.99) (-4.38,-3.01) (10.62,-3.01)
	Sobrecarga de uso	Superficial	-2.50	(10.62,9.99) (-4.38,9.99) (-4.38,-3.01) (10.62,-3.01)

5. ESTADOS LÍMITE

E.L.U. de rotura. Hormigón	CTE
E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Tensiones sobre el terreno Desplazamientos	Acciones características



Listado de datos de la obra

Losa sometida a subpresión

Fecha: 26/12/24

6. SITUACIONES DE PROYECTO

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

G_k Acción permanente

P_k Acción de pretensado

Q_k Acción variable

γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

γ_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado

$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

$\Psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$\Psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

6.1. Coeficientes parciales de seguridad (γ) y coeficientes de combinación (ψ)

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón:

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.700

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones:

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	1.000	0.700



Listado de datos de la obra

Losa sometida a subpresión

Fecha: 26/12/24

Tensiones sobre el terreno

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_s)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_s)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

6.2. Combinaciones

• Nombres de las hipótesis

PP Peso propio

CM Cargas muertas

Qa Sobrecarga de uso

• E.L.U. de rotura. Hormigón

Comb.	PP	CM	Qa
1	1.000	1.000	
2	1.350	1.350	
3	1.000	1.000	1.500
4	1.350	1.350	1.500

• E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones

Comb.	PP	CM	Qa
1	1.000	1.000	
2	1.600	1.600	
3	1.000	1.000	1.600
4	1.600	1.600	1.600

• Tensiones sobre el terreno

• Desplazamientos

Comb.	PP	CM	Qa
1	1.000	1.000	
2	1.000	1.000	1.000



Listado de datos de la obra

Losa sometida a subpresión

Fecha: 26/12/24

7. DATOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS Y PLANTAS

Grupo	Nombre del grupo	Planta	Nombre planta	Altura	Cota
1	Forjado 1	1	Forjado 1	3.00	3.00
0	Cimentación				0.00

8. DATOS GEOMÉTRICOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS

8.1. Muros

- Las coordenadas de los vértices inicial y final son absolutas.
- Las dimensiones están expresadas en metros.

Datos geométricos del muro

Referencia	Tipo muro	GI- GF	Vértices		Planta	Dimensiones Izquierda+Derecha=Total
			Inicial	Final		
M6	Muro de hormigón armado	0-1	(-4.38, -3.01)	(-4.38, 9.99)	1	0.15+0.15=0.3
M7	Muro de hormigón armado	0-1	(-4.38, 9.99)	(10.62, 9.99)	1	0.15+0.15=0.3
M10	Muro de hormigón armado	0-1	(10.62, -3.01)	(10.62, 9.99)	1	0.15+0.15=0.3
M11	Muro de hormigón armado	0-1	(-4.38, -3.01)	(10.62, -3.01)	1	0.15+0.15=0.3

Zapata del muro

Referencia	Zapata del muro
M6	Zapata corrida: 0.800 x 0.500 Vuelos: izq.:0.00 der.:0.50 canto:0.50
M7	Zapata corrida: 0.800 x 0.500 Vuelos: izq.:0.00 der.:0.50 canto:0.50
M10	Zapata corrida: 0.800 x 0.500 Vuelos: izq.:0.50 der.:0.00 canto:0.50
M11	Zapata corrida: 0.800 x 0.500 Vuelos: izq.:0.50 der.:0.00 canto:0.50



Listado de datos de la obra

Losa sometida a subpresión

Fecha: 26/12/24

9. INTERACCIÓN TERRENO-ESTRUCTURA (ZAPATAS Y ENCEPADOS)

Referencias	Datos de cálculo
M6	Zapata corrida Longitud: 1330 cm Ancho total: 80 cm Vuelo a la izquierda: 0 cm Vuelo a la derecha: 50 cm No se considera la interacción
M7	Zapata corrida Longitud: 1530 cm Ancho total: 80 cm Vuelo a la izquierda: 0 cm Vuelo a la derecha: 50 cm No se considera la interacción
M10	Zapata corrida Longitud: 1330 cm Ancho total: 80 cm Vuelo a la izquierda: 50 cm Vuelo a la derecha: 0 cm No se considera la interacción
M11	Zapata corrida Longitud: 1530 cm Ancho total: 80 cm Vuelo a la izquierda: 50 cm Vuelo a la derecha: 0 cm No se considera la interacción

10. LOSAS Y ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN

10.1. Zapatas

-Tensión admisible en situaciones persistentes: 2.00 kp/cm²

-Tensión admisible en situaciones accidentales: 3.00 kp/cm²

11. MATERIALES UTILIZADOS

11.1. Hormigones

Elemento	Hormigón	f_{ck} (kp/cm ²)	γ_c	Árido		E_c (kp/cm ²)
				Naturaleza	Tamaño máximo (mm)	
Todos	HA-30	306	1.50	Cuarcita	15	291305

11.2. Aceros por elemento y posición

11.2.1. Aceros en barras

Elemento	Acero	f_{yk} (kp/cm ²)	γ_s
Todos	B 500 S	5097	1.15

Combinaciones

Nombre Obra: Losa maciza sometida a subpresión

Fecha:15/10/21

11.2.2. Aceros en perfiles

Tipo de acero para perfiles	Acero	Límite elástico (kp/cm ²)	Módulo de elasticidad (kp/cm ²)
Acero conformado	S235	2396	2140673
Acero laminado	S275	2803	2140673

▪ Nombres de las hipótesis

PP Peso propio

CM Cargas muertas

Qa Sobrecarga de uso

▪ Categoría de uso

E. Zonas de tráfico y aparcamiento para vehículos ligeros

▪ E.L.U. de rotura. Hormigón

CTE

Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

▪ E.L.U. de rotura. Pilares mixtos de hormigón y acero

CTE

Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

▪ E.L.U. de rotura. Aluminio

EC

Nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

Comb.	PP	CM	Qa
1	1.000	1.000	
2	1.350	1.350	
3	1.000	1.000	1.500
4	1.350	1.350	1.500

▪ E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones

CTE

Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

Comb.	PP	CM	Qa
1	1.000	1.000	
2	1.600	1.600	
3	1.000	1.000	1.600
4	1.600	1.600	1.600

▪ E.L.U. de rotura. Acero conformado

CTE

Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

▪ E.L.U. de rotura. Acero laminado

CTE

Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

▪ E.L.U. de rotura. Madera

CTE

Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

1. Coeficientes para situaciones persistentes o transitorias

Comb.	PP	CM	Qa
1	0.800	0.800	
2	1.350	1.350	
3	0.800	0.800	1.500
4	1.350	1.350	1.500

2. Coeficientes para situaciones accidentales de incendio

Comb.	PP	CM	Qa
1	1.000	1.000	
2	1.000	1.000	0.700

Combinaciones

Nombre Obra: Losa maciza sometida a subpresión

Fecha:15/10/21

- **Tensiones sobre el terreno**
Acciones características
- **Desplazamientos**
Acciones características

Comb.	PP	CM	Qa
1	1.000	1.000	
2	1.000	1.000	1.000



Armados de losas

Losa sometida a subpresión

Fecha: 26/12/24

Forjado 1

Número Plantas Iguales: 1

Malla 1: Losa maciza

Alineaciones longitudinales

Armadura Base Inferior: 1Ø20c/15

Armadura Base Superior: 1Ø20c/15

Canto: 40

Alineaciones transversales

Armadura Base Inferior: 1Ø20c/15

Armadura Base Superior: 1Ø20c/15

Canto: 40

5.3.2. Pozo de salida (Río Aragón)

5.3.2.1. Cálculo de la pantalla (Río Aragón)

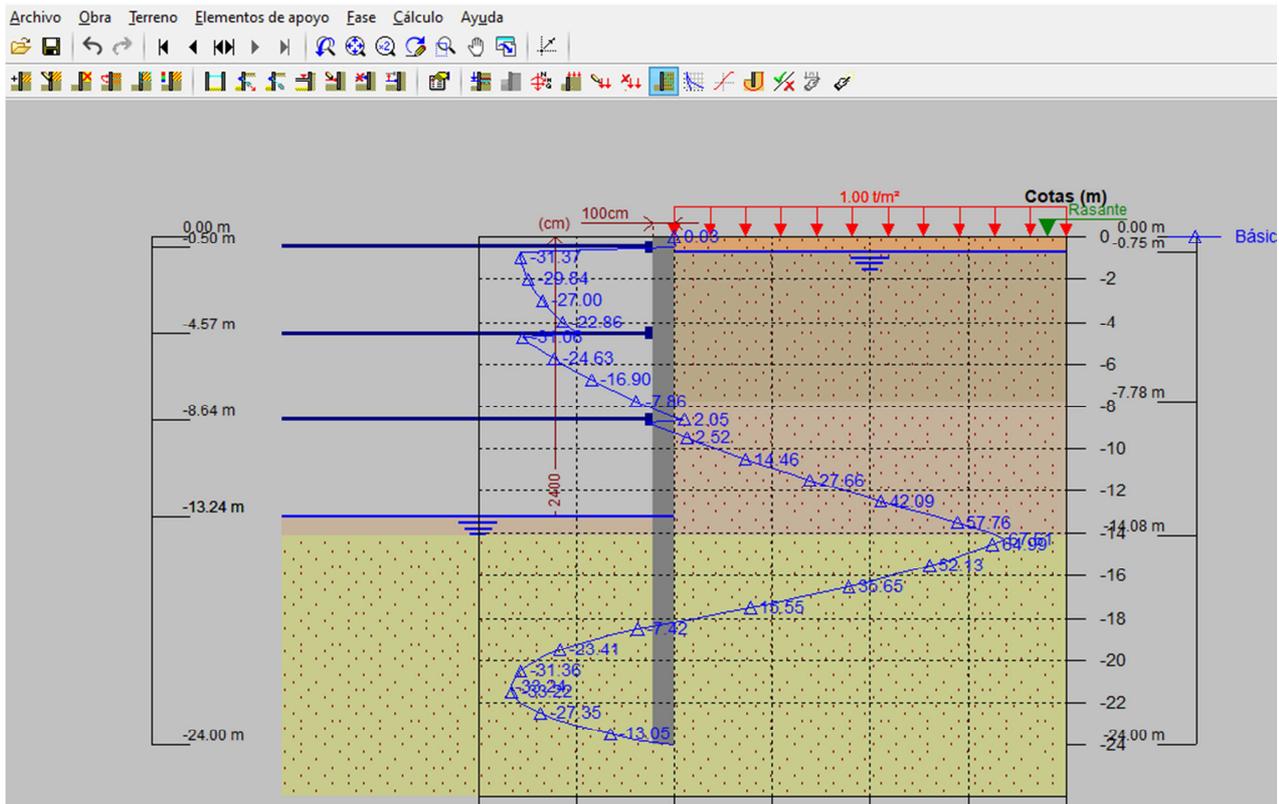
El cálculo del pozo de salida se ha realizado contemplando las características geotécnicas del terreno y presencia freática, cuyos valores se adjuntan en los listados posteriores.

El proceso de cálculo es similar al anteriormente expuesto para el pozo de ataque, si bien no se requiere la ejecución de la losa de fondo.

En este caso, las características geotécnicas son similares, si bien la hinca se extrae en un punto (margen derecha del río Aragón) donde la cota del terreno sube bruscamente y por lo tanto se genera una gran altura de excavación excesiva. Para evitar un sobredimensionamiento excesivo se considerará una viga de atado en coronación y dos vigas intermedias dejando una altura de 4,5 m para la salida de las hinca., por lo que se añaden las fases constructivas consecuentes requiriendo la colocación de tres puntales o vigas de atado.

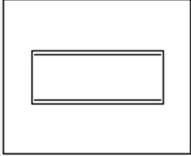
El encaje de la pantalla ha sido desarrollado teniendo en cuenta que dicha pantalla no requiere cumplir a fisuración y su ejecución es temporal sin necesidad de uso de hormigones sulforresistentes.

Para la pantalla tanteada se observa que la comprobación a cortante en el entronque con el terciario no cumple, por lo que analizamos el cortante por separado y reforzamos la pantalla en la zona de encuentro correspondiente.



Para ello se entra con las cargas mayoradas en un coeficiente de 1,6 en el prontuario de el C.E. siendo necesario armar con refuerzo de cercos de $\Phi 12/30$.

Sección: PANTALLA100



Inclinación de las bielas
 $\text{ctg } \theta$: 1.0 θ [°]: 45

Inclinación de las armaduras
 α [°]: 90.0

ρ [%]: 3
 b_0 [m]: 2.50
 d [m]: 0.93
 z [m]: 0.84

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

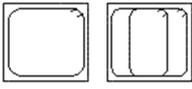
Axil de cálculo (compresión +)
 N_d [kN]: 0.0
 σ_{cd} [MPa]: 0.0
 $P_{comprimida}$ [%]: 0.0

Tensiones elásticas de cálculo (compresión +)
 σ_{xd} [MPa]: 0.0
 σ_{yd} [MPa]: 0.0
 θ_e [°]: 45.0

Comprobación Dimensionamiento

ϕ [mm]	$\phi 6$	$\phi 8$	$\phi 10$	$\phi 12$
s [m]	---	---	---	---
nº ramas	---	---	---	---
A_s [cm²/m]	---	---	---	---
TIPO	---	---	---	---
V_{su} [kN]	---	---	---	---
V_{u2} [kN]	---	---	---	---

TIPO 1 TIPO 2



V_{u1} [kN]: **13950.0** A_s [cm²/m]: **56.3**
 V_{cu} [kN]: **707.9**

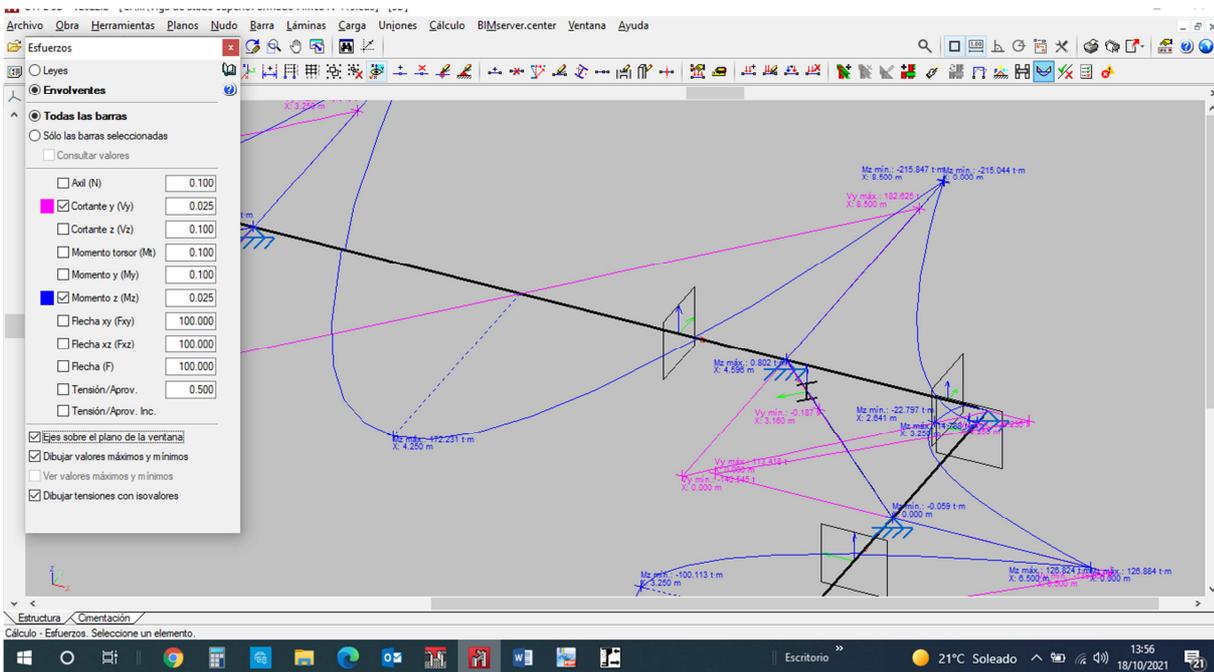
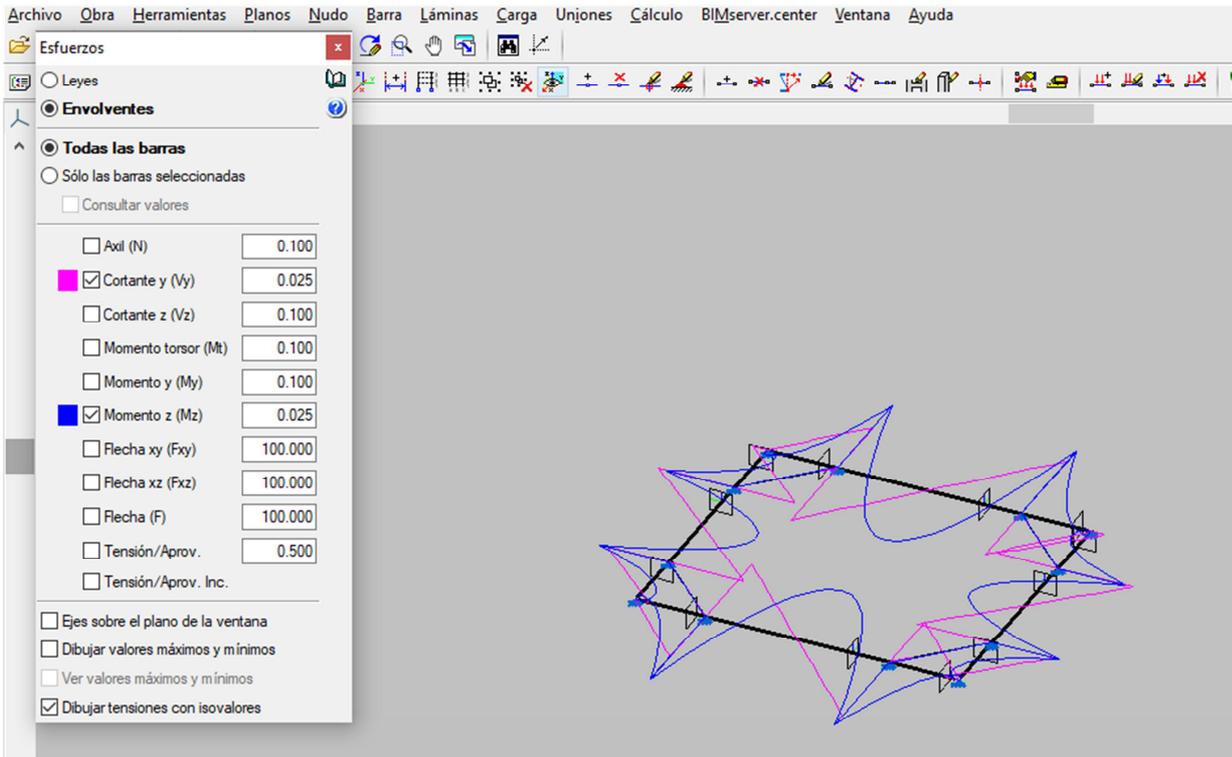
V_d [kN]: 2600

Vemos que el armado por cortante deja de hacer falta cuando alcanzamos el $V_{cu} = 17,75$ t que mirando en la gráfica de cortantes se produce más o menos entre las cotas -11,0 hasta la -17,0. Se dispondrá de cercos de cortante entre esas profundidades.

5.3.2.2. Cálculo de la viga de coronación (puntal-1)

Para el armado de la viga de atado superior de sección 1,05 x 1,0 y una longitud de 15,0 m en su tramo más largo por lo tanto pésimo. Adicionalmente se dispondrá de codales EHB-300 a una distancia de 3,25 m del extremo.

Esta viga se considera apoyada en los puntales y en extremos con una carga lineal del terreno de 31,83 t m conforme a los listados del cálculo de la pantalla.



Se calculan los momentos y cortante:

$$M_d \text{ de viga en extremos} = 215 \text{ t m}$$

$$M_d \text{ de viga centro de vano} = 172 \text{ t m}$$

$$\text{Cortante} = 182 \text{ t}$$

La sección de armado será $A_s = M_d / (0,9 * (b-r)) * 1 / f_{yd}$, donde:

b = ancho de la sección de la viga

r = recubrimiento

f_{yd} = resistencia del acero

Se entra en el prontuario de el C.E. donde se obtienen los armados. A la vista de los resultados se opta por los siguientes valores:

Sección VIGASUP
Comprobación Dimensionamiento Diagrama de Flexión

Propuesta de armado
Plano de agotamiento

At [cm²] = 42.8

	ø 12	ø 14	ø 16	ø 20	ø 25
nº total de Ø	38	28	22	14	9
nº de capas	2	2	2	1	1
At[cm ²]	43.0	43.1	44.2	44.0	44.2
wk [mm]*	0.34	0.35	0.35	0.40	0.46

Ac [cm²] = 0.0

	ø 12	ø 14	ø 16	ø 20	ø 25
nº total de Ø					
nº de capas					
Ac[cm ²]					

(*) Los valores de la abertura característica de fisura son meramente orientativos. Se han calculado suponiendo un coeficiente global de mayoración de 1.50 y una proporción carga cuasi-permanente / carga total= 80%

Md [kN.m]

Sección VIGASUP
Comprobación Dimensionamiento

Inclinación de las bielas

ctg θ θ [°]

Inclinación de las armaduras

α [°]

Axil de cálculo (compresión +)

Nd [kN]

σ_{cd} [MPa]

Pcompresión [%]

Tensiones elásticas de cálculo (compresión +)

σ_{xd} [MPa]

σ_{yd} [MPa]

θ_e [°]

ϕ [mm]	ø 6	ø 8	ø 10	ø 12
s [m]	—	—	—	0.10
nº ramas	—	—	—	4
A_{α} [cm ² /m]	—	—	—	45.2
TIPO	—	—	—	2
Vsu [kN]	—	—	—	1596.0
Vu2 [kN]	—	—	—	1891.97

TIPO 1

TIPO 2

Vu1 [kN] **5880.0** A_{α} [cm²/m] **43.3**

Vcu [kN] **295.9**

Vd [kN]

Comprobación Dimensionamiento Diagrama de Flexión

Propuesta de armado Plano de agotamiento

Sección: VIGASUP

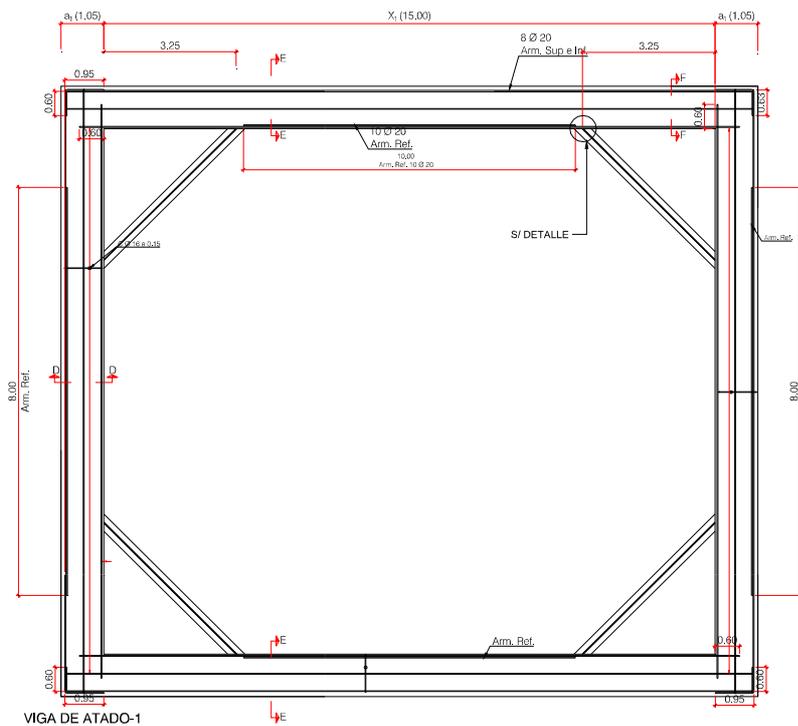
Elemento estructural: Viga Losa Muro

At [cm²] = 54.0					
	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	Ø 25
nº total de Ø	—	36	27	18	12
nº de capas	—	2	2	1	1
At[cm²]	—	55.4	54.3	56.5	58.9
wk [mm]*	—	0.35	0.37	0.39	0.41

Ac [cm²] = 0.0					
	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	Ø 25
nº total de Ø					
nº de capas					
Ac[cm²]					

(*) Los valores de la abertura característica de fisura son meramente orientativos. Se han calculado suponiendo un coeficiente global de mayoración de 1.50 y una proporción carga cuasi-permanente / carga total= 80%

Md [kN·m] 2150



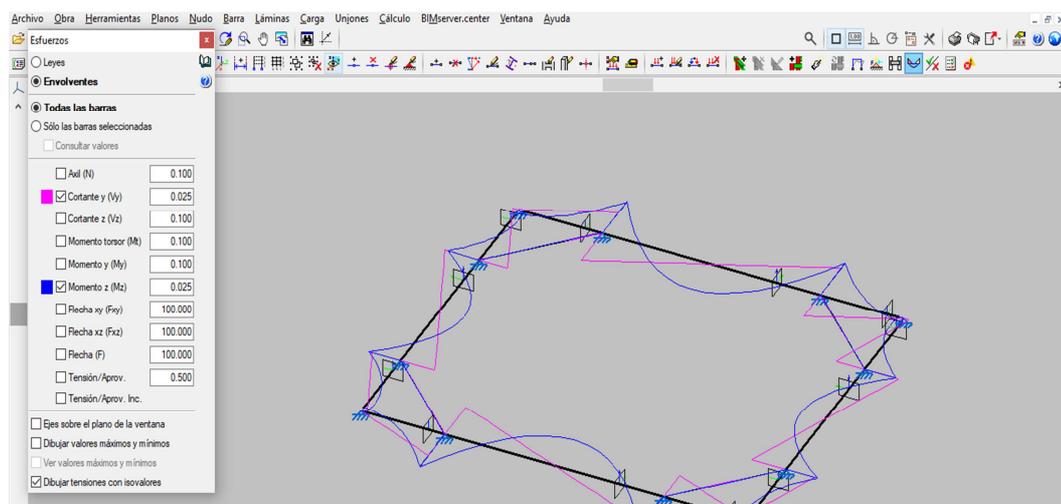
Siguiendo el esquema de secciones se adopta:

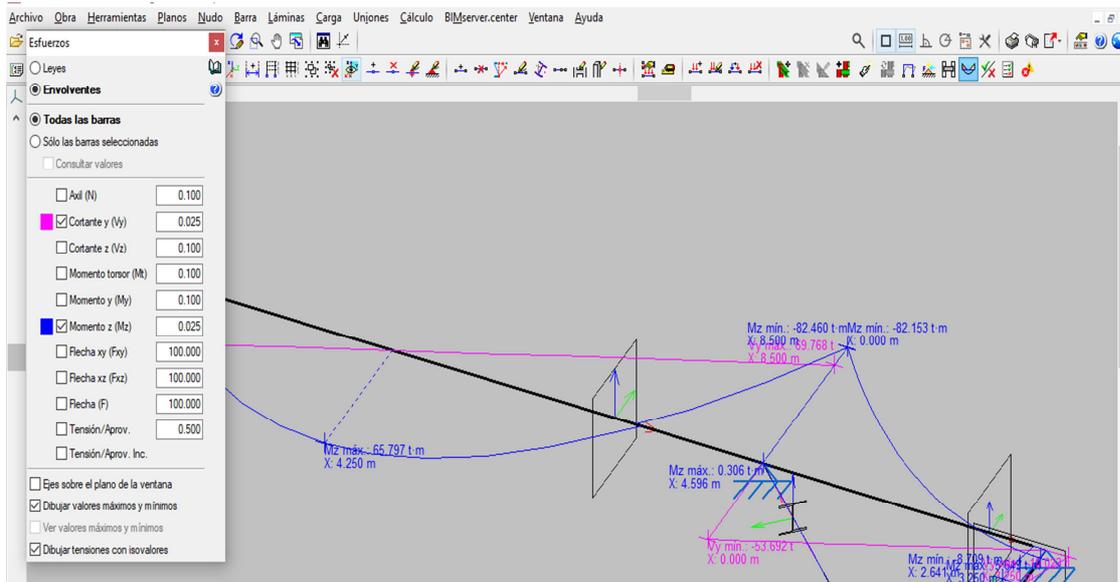
Armadura sección DD(centro de viga corta eje Y)		
1	Armado superior	8 Ø20
2	Armado inferior	8 Ø20
3a	Armado exterior	10 Ø20
3b	Armado exterior refuerzo	10 Ø20
4a	Armado interior	10 Ø20
4b	Armado interior refuerzo	10 Ø20
5	Cercos	16Ø15
Armadura sección EE(centro de viga larga eje X)		
6	Armado superior	8 Ø20
7	Armado inferior	8 Ø20
8a	Armado exterior	10 Ø20
8b	Armado exterior refuerzo	10 Ø20
9a	Armado interior	10 Ø20
9b	Armado interior refuerzo	10 Ø25
10	Cercos	16Ø15
Armadura sección FF(extremos de viga larga eje X)		
11	Armado superior	8 Ø20
12	Armado inferior	8 Ø20
13a	Armado exterior	10 Ø20
13b	Armado exterior refuerzo	10 Ø20
14a	Armado interior	10 Ø20
14b	Armado interior refuerzo	10 Ø20
15	Cercos	4r Ø12 c0,1 m

5.3.2.3. Cálculo de la viga intermedia(puntal-2)

Para el armado de la viga de atado superior de dimensiones 0,80 m de ancho y 0,6 m de alto en una longitud máxima de 15,0 m. Se dispone de codales HEB-300 a una distancia de 2,45 m.

Se considera una viga biempotrada de 15 m con una carga lineal del terreno de 12,16 t m.





Se calculan los momentos y cortante:

$$M_d \text{ de viga extremos} = 83 \text{ t m} \quad M_d \text{ de viga en centro de vano} = 66 \text{ t m} \quad \text{Cortante} = 70 \text{ t}$$

Se entra en el prontuario de el C.E. donde se obtienen los armados. A la vista de los resultados se opta por los siguientes valores:

Sección: VIGAINF

Elemento estructural: Viga, Losa, Muro

Comprobación Dimensionamiento Diagrama de Flexión

Propuesta de armado Plano de agotamiento

At [cm²]= 40.3

	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	Ø 25
nº total de Ø	—	27	21	13	9
nº de capas	—	2	2	1	1
At[cm²]	—	41.6	42.2	40.8	44.2
wk [mm]*	—	0.35	0.35	0.39	0.38

Ac [cm²]= 0.0

	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	Ø 25
nº total de Ø					
nº de capas					
Ac[cm²]					

(*) Los valores de la abertura característica de fisura son meramente orientativos. Se han calculado suponiendo un coeficiente global de mayoración de 1.50 y una proporción carga cuasi-permanente / carga total= 80%

Md [kN·m] 830

Sección: VIGAINF

Comprobación Dimensionamiento Diagrama de Flexión

Propuesta de armado Plano de agotamiento

At [cm²]= 31.3

	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	Ø 25
nº total de Ø	28	21	16	10	7
nº de capas	2	2	2	1	1
At[cm²]	31.7	32.3	32.2	31.4	34.4
wk [mm]*	0.36	0.36	0.37	0.42	0.41

Ac [cm²]= 0.0

	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	Ø 25
nº total de Ø					
nº de capas					
Ac[cm²]					

(*) Los valores de la abertura característica de fisura son meramente orientativos. Se han calculado suponiendo un coeficiente global de mayoración de 1.50 y una proporción carga /cuasi-permanente / carga total= 80%

Md [kN·m]

Sección: VIGAINF

Comprobación Dimensionamiento

Inclinación de las bielas
ctg θ 1.0 θ [°] 45

Inclinación de las armaduras
α [°] 90.0

Con armadura de cortante
 Sin armadura de cortante
 Control normal hormigón
 Control indirecto hormigón
 Armadura de compresión

Diámetro de la armadura comprimida
 Ø [mm]

Ø [mm]	Ø 6	Ø 8	Ø 10	Ø 12
s [m]	—	—	0.10	0.15
nº ramas	—	—	4	4
A _{ax} [cm²/m]	—	—	31.4	30.2
TIPO	—	—	2	2
V _{su} [kN]	—	—	599.4	575.4
V _{u2} [kN]	—	—	741.79	717.81

TIPO 1 TIPO 2

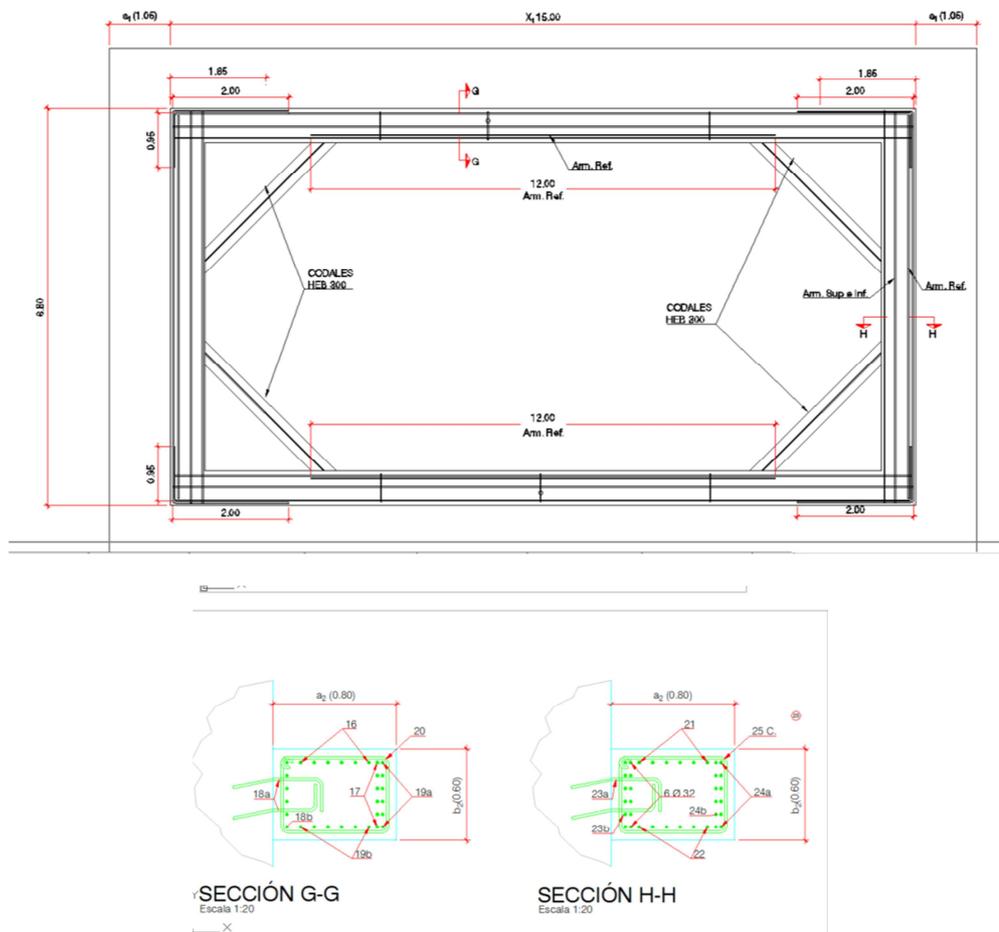
Vu1 [kN] **2544.0** A_{ax} [cm²/m] **29.0**
 Vcu [kN] **142.4**

Vd [kN]

Adoptándose el siguiente armado:

Armadura sección GG (centro viga larga eje X)		
16	Armado superior	8 Ø20
17	Armado inferior	8 Ø20
18a	Armado exterior	8 Ø20
18b	Armado exterior refuerzo	8 Ø20
19a	Armado interior	8 Ø20
19b	Armado interior refuerzo	8 Ø20
20	Cercos	4 ramas Ø12 c 15
Armadura sección HH (centro viga corta eje Y)		
21	Armado superior	8 Ø20
22	Armado inferior	8 Ø20

23a	Armado exterior	8 Ø20
23b	Armado exterior refuerzo	8 Ø20
24a	Armado interior	8 Ø20
24b	Armado interior refuerzo	8 Ø20
25	Cercos	4 ramas Ø12 c 15

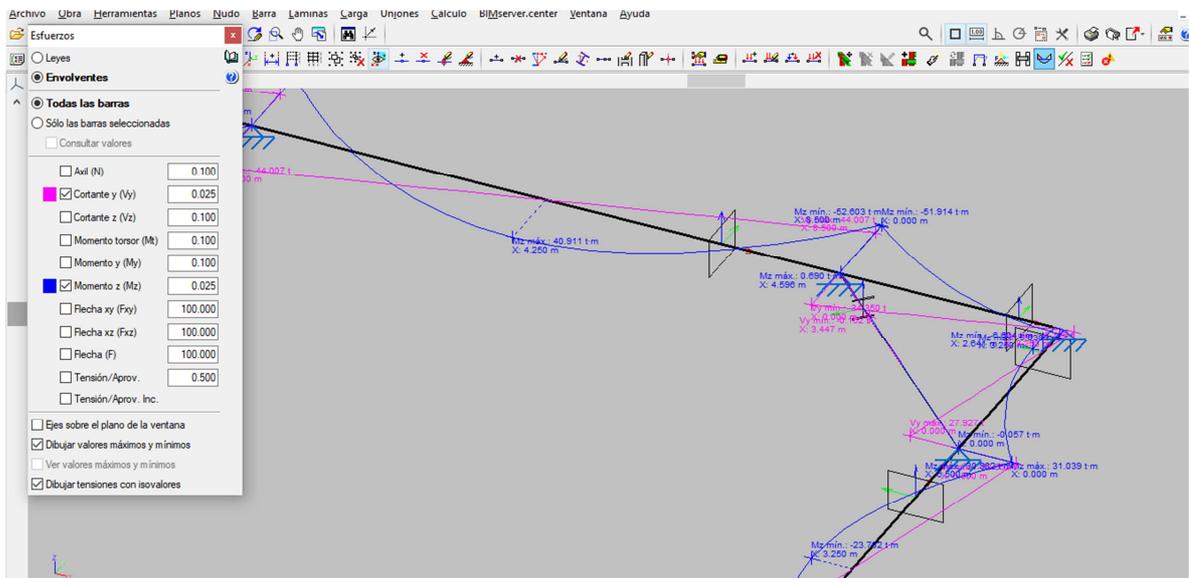
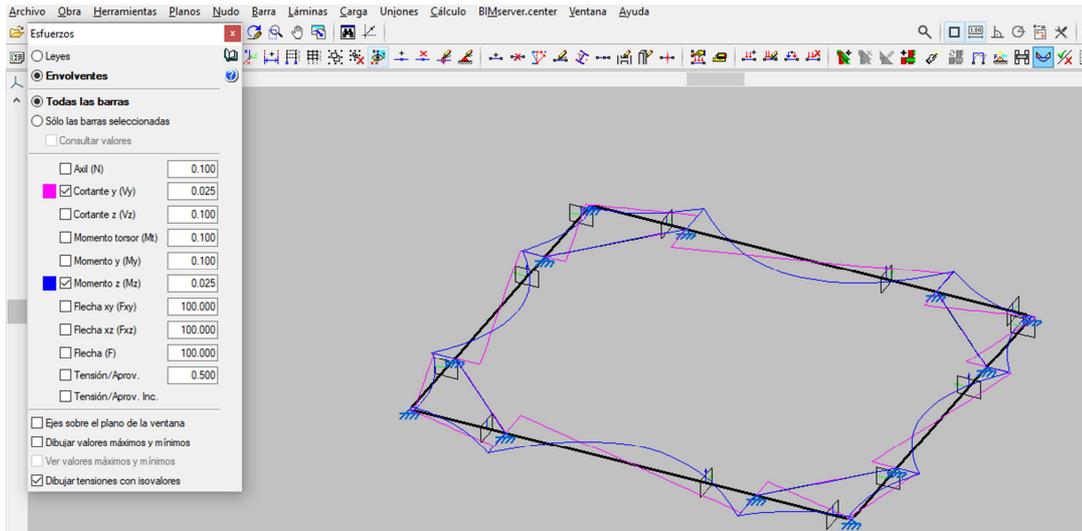


5.3.2.4. Cálculo de la viga intermedia(puntal-3)

El proceso de cálculo es similar al desarrollado anteriormente.

Para el armado de la viga de atado superior de 0,80 m de ancho y 0,6 m de alto en una longitud máxima de 15,0 m. Se dispone de codales HEB-300 a una distancia de 2,45 m.

Se considera una viga apoyada en puntales y extremos de 15 m con una carga lineal del terreno de 7,67 t m.



Se calculan los momentos y cortante:

$$M_d \text{ de viga en extremos} = 52 \text{ t·m}$$

$$M_d \text{ de viga en centro de vano} = 41 \text{ t·m}$$

$$\text{Cortante} = 44 \text{ t}$$

Se entra en el prontuario de el C.E. y se adoptan los siguientes valores:

Sección
Comprobación Dimensionamiento Diagrama de Flexión

VIGAINF
Propuesta de armado Plano de agotamiento

At [cm²]= 24.2

	ø 12	ø 14	ø 16	ø 20	ø 25
nº total de Ø	22	16	13	8	5
nº de capas	2	2	1	1	1
At[cm²]	24.9	24.6	26.1	25.1	24.5
wk [mm]*	0.35	0.37	0.36	0.42	0.49

Ac [cm²]= 0.0

	ø 12	ø 14	ø 16	ø 20	ø 25
nº total de Ø					
nº de capas					
Ac[cm²]					

(*) Los valores de la abertura característica de fisura son meramente orientativos. Se han calculado suponiendo un coeficiente global de mayoración de 1.50 y una proporción carga cuasi-permanente / carga total= 80%

Md [kN m]
📄 🖨️

Sección
Comprobación Dimensionamiento Diagrama de Flexión

VIGAINF
Propuesta de armado Plano de agotamiento

At [cm²]= 18.9

	ø 12	ø 14	ø 16	ø 20	ø 25
nº total de Ø	17	13	10	7	4
nº de capas	2	1	1	1	1
At[cm²]	19.2	20.0	20.1	22.0	19.6
wk [mm]*	0.35	0.35	0.37	0.37	0.50

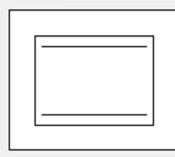
Ac [cm²]= 0.0

	ø 12	ø 14	ø 16	ø 20	ø 25
nº total de Ø					
nº de capas					
Ac[cm²]					

(*) Los valores de la abertura característica de fisura son meramente orientativos. Se han calculado suponiendo un coeficiente global de mayoración de 1.50 y una proporción carga cuasi-permanente / carga total= 80%

Md [kN m]
📄 🖨️

Sección **VIGAINF**



P [%]
 b0 [m]
 d [m]
 z [m]

Con armadura de cortante
 Sin armadura de cortante

Control normal hormigón
 Control indirecto hormigón

Armadura de compresión
 Diámetro de la armadura comprimida
 [mm]

Inclinación de las bielas

ctg θ θ [°]

Inclinación de las armaduras

α [°]

Axil de cálculo (compresión +)

Nd [kN]
 σ_{cd} [MPa]
 Pcomprimida [%]

Tensiones elásticas de cálculo (compresión +)

σ_{xd} [MPa]
 σ_{yd} [MPa]
 θ_e [°]

Comprobación Dimensionamiento

φ [mm]	φ 6	φ 8	φ 10	φ 12
s [m]	—	0.10	0.20	0.25
n ^o ramas	—	4	4	4
A _s [cm ² /m]	—	20.1	15.7	18.1
TIPO	—	2	2	2
V _{su} [kN]	—	383.6	299.7	345.3
V _{u2} [kN]	—	526.00	442.08	487.64

TIPO 1  TIPO 2 

Vu1 [kN] **2544.0** A_α [cm²/m]
 Vcu [kN] **142.4**

Vd [kN]

Adoptándose el siguiente armado:

Armadura sección GG(centro viga larga eje X)		
16	Armado superior	8 Ø20
17	Armado inferior	8 Ø20
18a	Armado exterior	8 Ø20
18b	Armado exterior refuerzo	N/A
19a	Armado interior	N/A
19b	Armado interior refuerzo	N/A
20	Cercos	4 ramas Ø12 c 25
Armadura sección HH(centro viga corta eje Y)		
21	Armado superior	8 Ø20
22	Armado inferior	8 Ø20
23a	Armado exterior	8 Ø20
23b	Armado exterior refuerzo	N/A
24a	Armado interior	8 Ø20
24b	Armado interior refuerzo	N/A
25	Cercos	4 ramas Ø12 c 25

5.3.2.5. Listados de cálculo: Pantalla de pozo de salida (Hinca río Aragón)

ÍNDICE

1. NORMA Y MATERIALES	2
2. ACCIONES	2
3. DATOS GENERALES	2
4. DESCRIPCIÓN DEL TERRENO.....	2
5. SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO	3
6. GEOMETRÍA.....	3
7. ESQUEMA DE LAS FASES.....	4
8. CARGAS.....	7
9. ELEMENTOS DE APOYO.....	7
10. RESULTADOS DE LAS FASES	7
11. RESULTADOS PARA LOS ELEMENTOS DE APOYO.....	10
12. DESCRIPCIÓN DEL ARMADO.....	11
13. COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA	11
14. COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (COEFICIENTES DE SEGURIDAD).....	13
15. MEDICIÓN	13



Selección de listados

Pozo salida Hince Aragón

Fecha: 26/12/24

1. NORMA Y MATERIALES

Norma de hormigón: Código Estructural

Hormigón: HA-30, $Y_c=1.5$

Acero: B 500 S, $Y_s=1.15$

Clase de exposición: XC2+XA2

Recubrimiento geométrico: 7.0 cm Tamaño máximo del árido: 20 mm

2. ACCIONES

Mayoración esfuerzos en construcción: 1.60

Mayoración esfuerzos en servicio: 1.60

Sin análisis sísmico

Sin considerar acciones térmicas en puntales

3. DATOS GENERALES

Cota de la rasante: 0.00 m

Altura del muro sobre la rasante: 0.00 m

Tipología: Muro pantalla de hormigón armado

4. DESCRIPCIÓN DEL TERRENO

Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el trasdós del muro pantalla: 20.0 %

Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el intradós del muro pantalla: 20.0 %

Profundidad del nivel freático: 0.75 m

ESTRATOS

Referencias	Cota superior	Descripción	Coefficientes de empuje
1 - gravas arenosas	0.00 m	Densidad aparente: 2.1 kg/dm ³ Densidad sumergida: 1.1 kg/dm ³ Ángulo rozamiento interno: 33 grados Cohesión: 0.00 t/m ² Módulo de balasto empuje activo: 3800.0 t/m ³ Módulo de balasto empuje pasivo: 3800.0 t/m ³ Gradiente módulo de balasto: 0.0 t/m ⁴	Activo trasdós: 0.28 Reposo trasdós: 0.46 Pasivo trasdós: 4.21 Activo intradós: 0.28 Reposo intradós: 0.46 Pasivo intradós: 4.21
2 - gravas y bolos	-7.78 m	Densidad aparente: 2.1 kg/dm ³ Densidad sumergida: 1.1 kg/dm ³ Ángulo rozamiento interno: 38 grados Cohesión: 0.00 t/m ² Módulo de balasto empuje activo: 5800.0 t/m ³ Módulo de balasto empuje pasivo: 5800.0 t/m ³ Gradiente módulo de balasto: 0.0 t/m ⁴	Activo trasdós: 0.22 Reposo trasdós: 0.38 Pasivo trasdós: 5.57 Activo intradós: 0.22 Reposo intradós: 0.38 Pasivo intradós: 5.57
3 - Terciario	-14.08 m	Densidad aparente: 2.3 kg/dm ³ Densidad sumergida: 1.1 kg/dm ³ Ángulo rozamiento interno: 30 grados Cohesión: 5.00 t/m ² Módulo de balasto empuje activo: 4500.0 t/m ³ Módulo de balasto empuje pasivo: 4500.0 t/m ³ Gradiente módulo de balasto: 0.0 t/m ⁴	Activo trasdós: 0.31 Reposo trasdós: 0.50 Pasivo trasdós: 3.60 Activo intradós: 0.31 Reposo intradós: 0.50 Pasivo intradós: 3.60

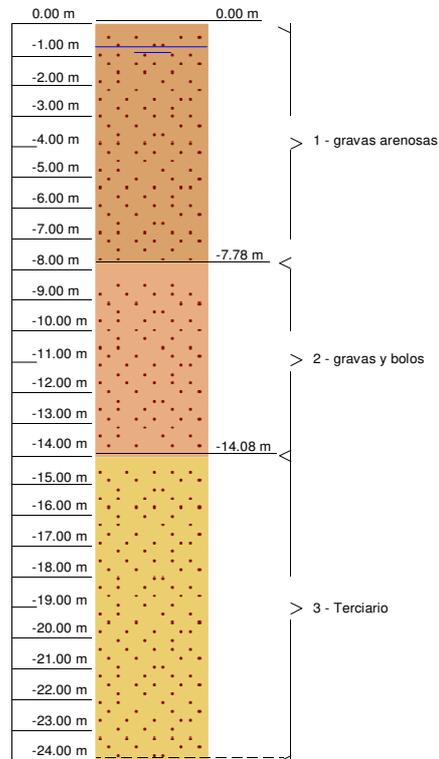


Selección de listados

Pozo salida Hince Aragón

Fecha: 26/12/24

5. SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO



6. GEOMETRÍA

Altura total: 24.00 m
Espesor: 100 cm
Longitud tramo: 2.50 m

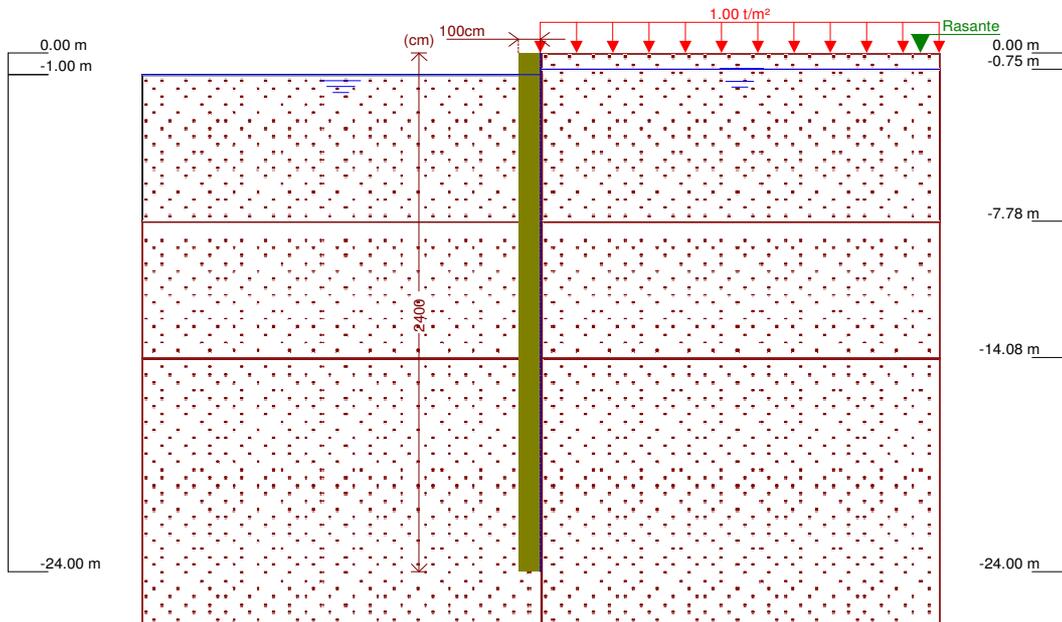


Selección de listados

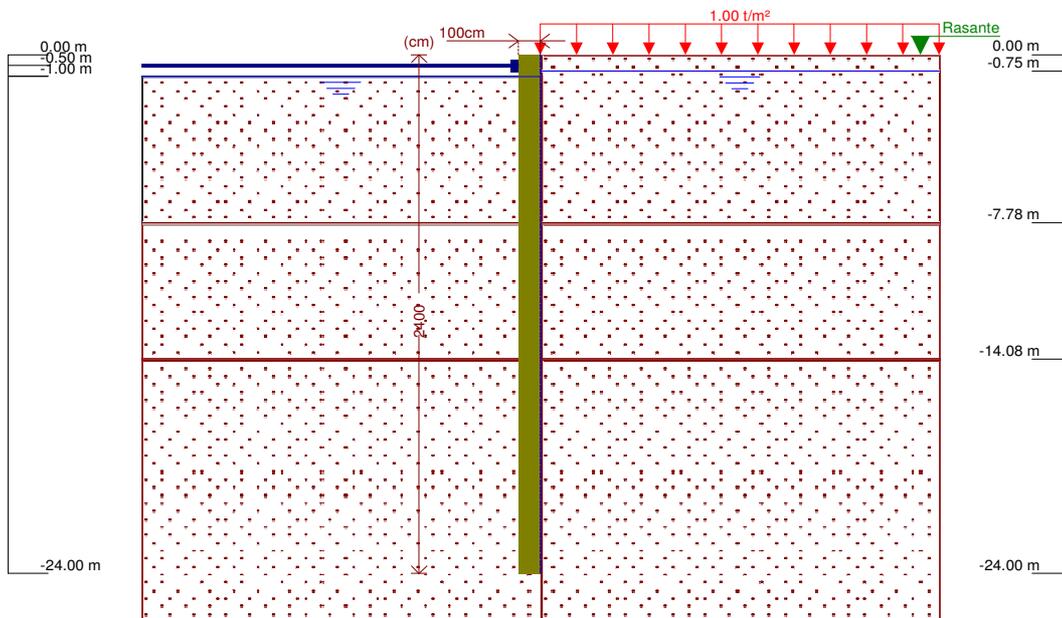
Pozo salida HINCA Aragón

Fecha: 26/12/24

7. ESQUEMA DE LAS FASES



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 1	Excavación 1 puntal	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -1.00 m Con nivel freático trasdós hasta la cota: -0.75 m Con nivel freático intradós hasta la cota: -1.00 m



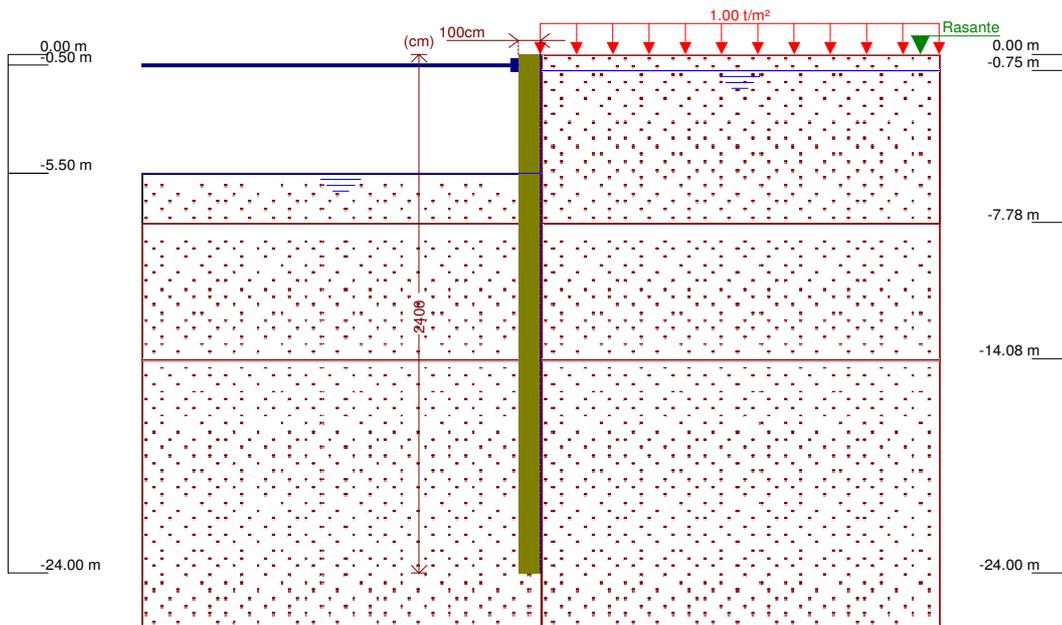
Referencias	Nombre	Descripción
Fase 2	Colocación primer puntal	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -1.00 m Con nivel freático trasdós hasta la cota: -0.75 m Con nivel freático intradós hasta la cota: -1.00 m



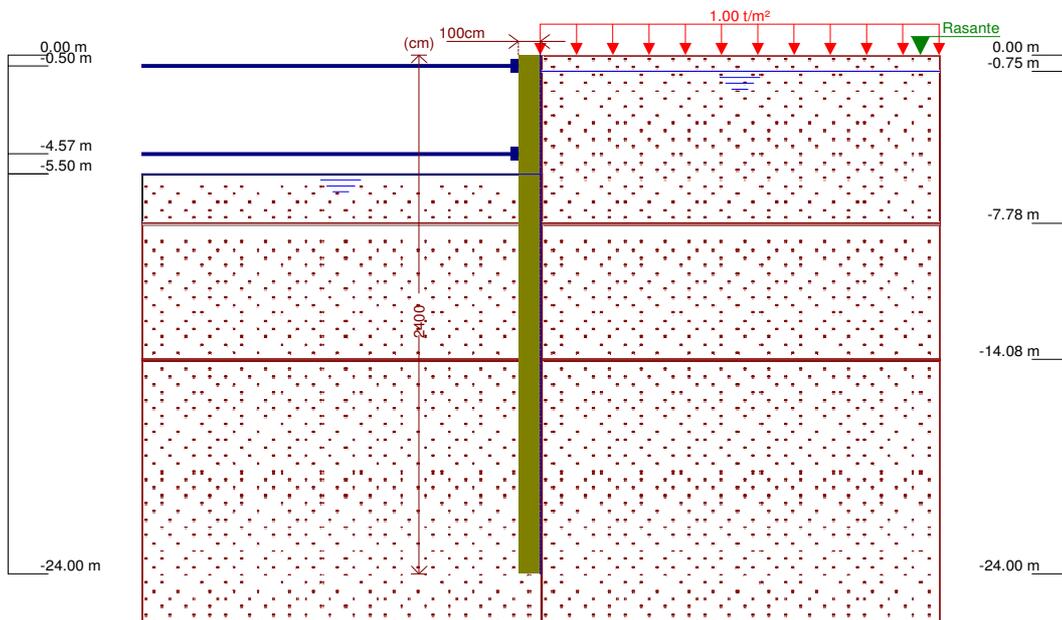
Selección de listados

Pozo salida Hince Aragón

Fecha: 26/12/24



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 3	Excavación 2 puntal	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -5.50 m Con nivel freático trasdós hasta la cota: -0.75 m Con nivel freático intradós hasta la cota: -5.50 m



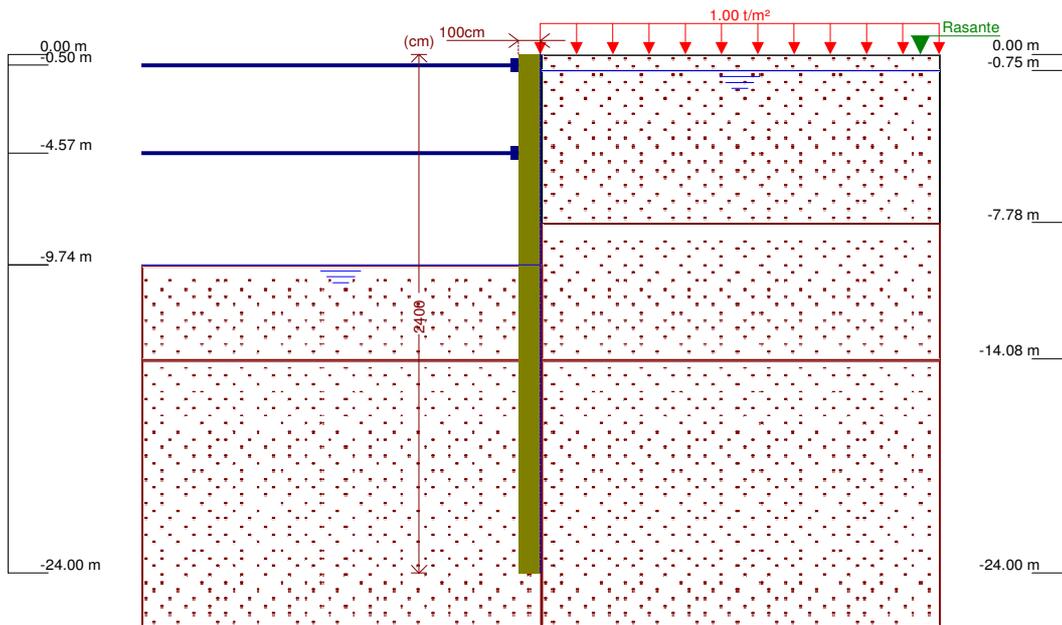
Referencias	Nombre	Descripción
Fase 4	Colocación 2 puntal	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -5.50 m Con nivel freático trasdós hasta la cota: -0.75 m Con nivel freático intradós hasta la cota: -5.50 m



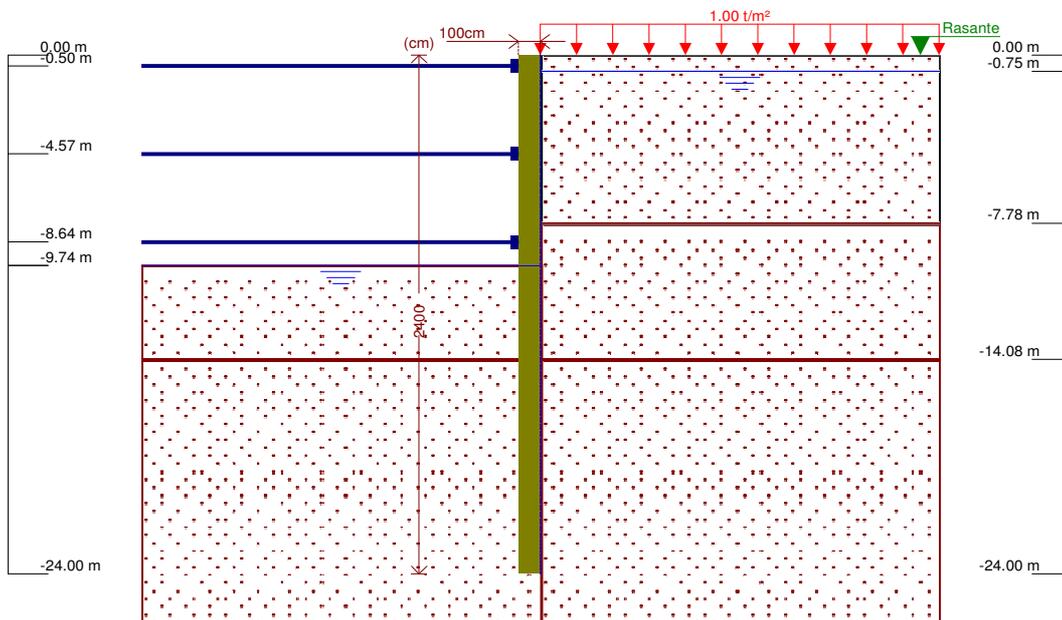
Selección de listados

Pozo salida Hince Aragón

Fecha: 26/12/24



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 5	Excavación 3 puntal	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -9.74 m Con nivel freático trasdós hasta la cota: -0.75 m Con nivel freático intradós hasta la cota: -9.74 m



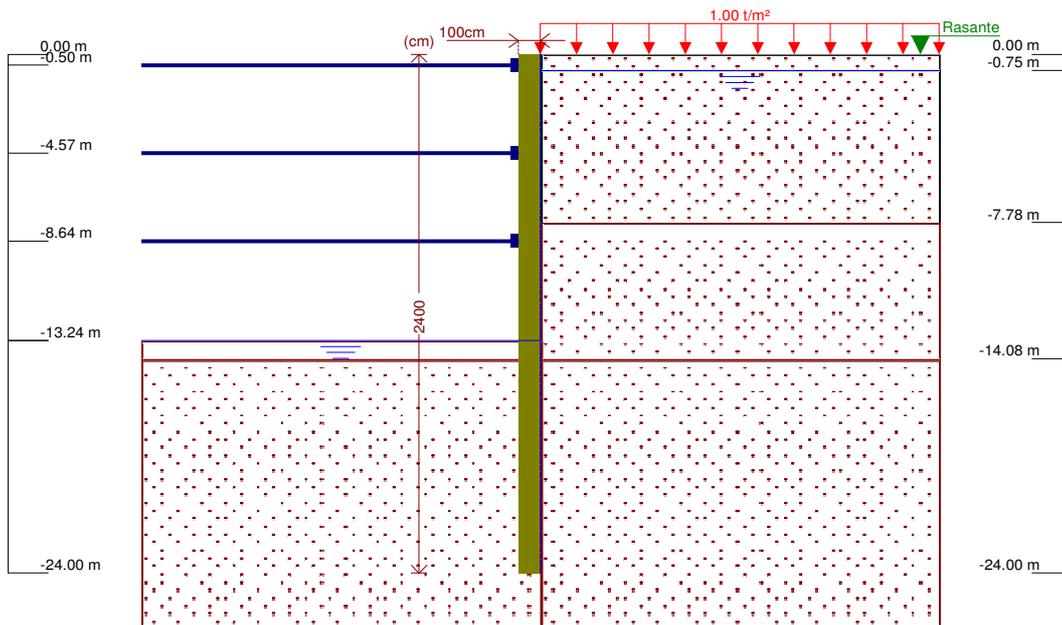
Referencias	Nombre	Descripción
Fase 6	Colocación 3 puntal	Tipo de fase: Servicio Cota de excavación: -9.74 m Con nivel freático trasdós hasta la cota: -0.75 m Con nivel freático intradós hasta la cota: -9.74 m



Selección de listados

Pozo salida Hince Aragón

Fecha: 26/12/24



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 7	Excavación total	Tipo de fase: Servicio Cota de excavación: -13.24 m Con nivel freático trasdós hasta la cota: -0.75 m Con nivel freático intradós hasta la cota: -13.24 m

8. CARGAS

CARGAS EN EL TRASDÓS

Tipo	Cota	Datos	Fase inicial	Fase final
Uniforme	En superficie	Valor: 1 t/m ²	Excavación 1 puntal	Excavación total

9. ELEMENTOS DE APOYO

PUNTALES

Descripción	Fase inicial	Fase final
Cota: -0.50 m Rigidez axil: 11000 t/m Separación: 8.3 m	Colocación primer puntal	Excavación total
Cota: -4.57 m Rigidez axil: 3500 t/m Separación: 8.3 m	Colocación 2 puntal	Excavación total
Cota: -8.64 m Rigidez axil: 3500 t/m Separación: 8.3 m	Colocación 3 puntal	Excavación total

10. RESULTADOS DE LAS FASES

Esfuerzos sin mayorar.

FASE 1: EXCAVACIÓN 1 PUNTAL

BÁSICA



Selección de listados

Pozo salida Hinca Aragón

Fecha: 26/12/24

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m ²)	Presión hidrostática (t/m ²)
0.00	-0.39	-0.00	0.03	0.00	0.28	0.00
-2.25	-0.29	5.62	0.49	1.01	-0.57	0.25
-4.50	-0.22	11.25	-0.20	1.18	-0.36	0.25
-6.75	-0.17	16.87	-0.03	0.77	0.03	0.25
-9.00	-0.13	22.50	0.13	1.25	-0.44	0.25
-11.25	-0.12	28.12	-0.13	1.17	-0.33	0.25
-13.50	-0.14	33.75	-0.44	0.56	-0.50	0.25
-15.75	-0.16	39.37	-0.21	-0.44	-0.04	0.25
-18.00	-0.18	45.00	0.08	-0.49	-0.20	0.25
-20.25	-0.19	50.62	0.11	-0.24	-0.26	0.25
-22.50	-0.19	56.25	0.06	-0.04	-0.28	0.25
Máximos	-0.12 Cota: -11.00 m	60.00 Cota: -24.00 m	0.72 Cota: -1.25 m	1.30 Cota: -3.50 m	0.79 Cota: -1.00 m	0.25 Cota: -1.00 m
Mínimos	-0.39 Cota: 0.00 m	-0.00 Cota: 0.00 m	-0.65 Cota: -14.25 m	-0.54 Cota: -17.00 m	-0.63 Cota: -3.25 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 2: COLOCACIÓN PRIMER PUNTAL

BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m ²)	Presión hidrostática (t/m ²)
0.00	-0.39	-0.00	0.03	-0.00	0.28	0.00
-2.25	-0.29	5.62	0.49	1.01	-0.57	0.25
-4.50	-0.22	11.25	-0.20	1.18	-0.36	0.25
-6.75	-0.17	16.87	-0.03	0.77	0.03	0.25
-9.00	-0.13	22.50	0.13	1.25	-0.44	0.25
-11.25	-0.12	28.12	-0.13	1.17	-0.33	0.25
-13.50	-0.14	33.75	-0.44	0.56	-0.50	0.25
-15.75	-0.16	39.37	-0.21	-0.44	-0.04	0.25
-18.00	-0.18	45.00	0.08	-0.49	-0.20	0.25
-20.25	-0.19	50.62	0.11	-0.24	-0.26	0.25
-22.50	-0.19	56.25	0.06	-0.04	-0.28	0.25
Máximos	-0.12 Cota: -11.00 m	60.00 Cota: -24.00 m	0.72 Cota: -1.25 m	1.30 Cota: -3.50 m	0.79 Cota: -1.00 m	0.25 Cota: -1.00 m
Mínimos	-0.39 Cota: 0.00 m	-0.00 Cota: 0.00 m	-0.65 Cota: -14.25 m	-0.54 Cota: -17.00 m	-0.63 Cota: -3.25 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 3: EXCAVACIÓN 2 PUNTAL

BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m ²)	Presión hidrostática (t/m ²)
0.00	-7.49	-0.00	0.03	-0.00	0.28	0.00
-2.25	-6.53	5.62	-6.58	-13.83	1.17	1.50
-4.50	-5.30	11.25	2.38	-18.66	1.86	3.75
-6.75	-3.70	16.87	14.42	3.15	-3.24	4.75
-9.00	-2.17	22.50	5.27	29.56	-11.48	4.75
-11.25	-1.23	28.12	-4.11	27.50	-6.43	4.75
-13.50	-0.86	33.75	-5.65	15.55	-4.68	4.75
-15.75	-0.82	39.37	-3.60	4.70	-3.45	4.75
-18.00	-0.87	45.00	-1.13	-0.10	-3.96	4.75
-20.25	-0.93	50.62	0.09	-0.89	-4.48	4.75
-22.50	-0.97	56.25	0.31	-0.26	-4.84	4.75
Máximos	-0.81 Cota: -15.25 m	60.00 Cota: -24.00 m	14.91 Cota: -7.25 m	31.17 Cota: -9.75 m	2.17 Cota: -5.50 m	4.75 Cota: -5.50 m
Mínimos	-7.49 Cota: 0.00 m	-0.00 Cota: 0.00 m	-8.87 Cota: -0.75 m	-19.52 Cota: -4.00 m	-14.00 Cota: -8.25 m	0.00 Cota: 0.00 m



Selección de listados

Pozo salida Hince Aragón

Fecha: 26/12/21

FASE 4: COLOCACIÓN 2 PUNTAL

BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m ²)	Presión hidrostática (t/m ²)
0.00	-7.49	-0.00	0.03	-0.00	0.28	0.00
-2.25	-6.53	5.62	-6.58	-13.83	1.17	1.50
-4.50	-5.30	11.25	2.38	-18.66	1.86	3.75
-6.50	-3.88	16.25	13.77	-0.45	-2.16	4.75
-8.75	-2.32	21.87	7.15	28.24	-12.27	4.75
-11.00	-1.31	27.50	-3.60	28.53	-6.81	4.75
-13.25	-0.88	33.12	-5.65	16.96	-4.75	4.75
-15.50	-0.81	38.75	-3.93	5.60	-3.42	4.75
-17.75	-0.87	44.37	-1.35	0.19	-3.90	4.75
-20.00	-0.93	50.00	0.01	-0.92	-4.43	4.75
-22.25	-0.97	55.62	0.32	-0.34	-4.81	4.75
Máximos	-0.81 Cota: -15.25 m	60.00 Cota: -24.00 m	14.91 Cota: -7.25 m	31.17 Cota: -9.75 m	2.17 Cota: -5.50 m	4.75 Cota: -5.50 m
Mínimos	-7.49 Cota: 0.00 m	-0.00 Cota: 0.00 m	-8.87 Cota: -0.75 m	-19.52 Cota: -4.00 m	-14.00 Cota: -8.25 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 5: EXCAVACIÓN 3 PUNTAL

BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m ²)	Presión hidrostática (t/m ²)
0.00	-18.39	-0.00	0.03	-0.00	0.28	0.00
-2.25	-20.14	5.62	-21.83	-40.53	1.17	1.50
-4.50	-21.06	11.25	-12.88	-79.69	1.86	3.75
-6.50	-20.49	16.25	-6.04	-103.97	2.47	5.75
-8.75	-17.82	21.87	14.96	-92.20	2.54	8.00
-11.00	-13.27	27.50	36.94	-28.85	-4.62	8.99
-13.25	-8.14	33.12	33.53	55.53	-17.86	8.99
-15.50	-4.13	38.75	0.61	93.16	-21.45	8.99
-17.75	-2.01	44.37	-16.86	68.74	-11.89	8.99
-20.00	-1.32	50.00	-15.46	29.78	-5.64	8.99
-22.25	-1.26	55.62	-6.88	5.46	-5.10	8.99
Máximos	-1.25 Cota: -21.50 m	60.00 Cota: -24.00 m	39.12 Cota: -11.75 m	93.16 Cota: -15.50 m	2.85 Cota: -7.75 m	8.99 Cota: -9.75 m
Mínimos	-21.07 Cota: -4.75 m	-0.00 Cota: 0.00 m	-24.13 Cota: -0.75 m	-105.43 Cota: -7.00 m	-30.10 Cota: -14.25 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 6: COLOCACIÓN 3 PUNTAL

BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m ²)	Presión hidrostática (t/m ²)
0.00	-18.39	-0.00	0.03	-0.00	0.28	0.00
-2.25	-20.14	5.62	-21.83	-40.53	1.17	1.50
-4.50	-21.06	11.25	-12.88	-79.69	1.86	3.75
-6.50	-20.49	16.25	-6.04	-103.97	2.47	5.75
-8.64	-18.00	21.60	14.96	-93.85	2.52	7.89
-10.75	-13.84	26.87	35.48	-38.08	-3.15	8.99
-13.00	-8.68	32.50	35.38	47.14	-16.39	8.99
-15.25	-4.48	38.12	4.11	93.01	-22.99	8.99
-17.50	-2.16	43.75	-15.86	72.96	-13.01	8.99
-19.75	-1.35	49.37	-16.23	33.65	-5.94	8.99
-22.00	-1.25	55.00	-7.86	7.18	-5.05	8.99



Selección de listados

Pozo salida Hince Aragón

Fecha: 26/12/24

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m ²)	Presión hidrostática (t/m ²)
Máximos	-1.25 Cota: -21.50 m	60.00 Cota: -24.00 m	39.11 Cota: -11.75 m	93.16 Cota: -15.50 m	2.85 Cota: -7.75 m	8.99 Cota: -9.75 m
Mínimos	-21.07 Cota: -4.75 m	-0.00 Cota: 0.00 m	-24.13 Cota: -0.75 m	-105.43 Cota: -7.00 m	-30.10 Cota: -14.25 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 7: EXCAVACIÓN TOTAL

BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m ²)	Presión hidrostática (t/m ²)
0.00	-23.03	-0.00	0.03	0.00	0.28	0.00
-2.25	-29.05	5.62	-29.25	-53.51	1.17	1.50
-4.50	-33.98	11.25	-20.30	-109.35	1.86	3.75
-6.50	-36.45	16.25	-18.95	-159.09	2.47	5.75
-8.64	-36.19	21.60	2.05	-176.60	2.52	7.89
-10.75	-32.66	26.87	17.64	-163.11	3.04	10.00
-13.00	-25.67	32.50	49.78	-84.40	3.59	12.25
-15.25	-16.99	38.12	55.69	52.36	-26.72	12.49
-17.50	-9.34	43.75	15.55	130.87	-34.85	12.49
-19.75	-4.32	49.37	-26.06	107.42	-21.25	12.49
-22.00	-1.51	55.00	-31.40	36.08	-5.46	12.49
Máximos	0.29 Cota: -24.00 m	60.00 Cota: -24.00 m	67.61 Cota: -14.25 m	134.39 Cota: -18.00 m	10.80 Cota: -24.00 m	12.49 Cota: -13.25 m
Mínimos	-36.73 Cota: -7.50 m	-0.00 Cota: 0.00 m	-33.24 Cota: -21.25 m	-178.03 Cota: -9.25 m	-36.66 Cota: -18.00 m	0.00 Cota: 0.00 m

11. RESULTADOS PARA LOS ELEMENTOS DE APOYO

Esfuerzos sin mayorar.



Selección de listados

Pozo salida Hinca Aragón

Fecha: 26/12/24

Puntales

Cota: -0.50 m	
Fase	Resultado
Colocación primer puntal	Carga puntual: 0.00 t Carga lineal: 0.00 t/m
Excavación 2 puntal	Carga puntual: 76.00 t Carga lineal: 9.16 t/m
Colocación 2 puntal	Carga puntual: 76.00 t Carga lineal: 9.16 t/m
Excavación 3 puntal	Carga puntual: 202.63 t Carga lineal: 24.41 t/m
Colocación 3 puntal	Carga puntual: 202.63 t Carga lineal: 24.41 t/m
Excavación total	Carga puntual: 264.19 t Carga lineal: 31.83 t/m

Cota: -4.57 m	
Fase	Resultado
Colocación 2 puntal	Carga puntual: 0.00 t Carga lineal: 0.00 t/m
Excavación 3 puntal	Carga puntual: 55.33 t Carga lineal: 6.67 t/m
Colocación 3 puntal	Carga puntual: 55.33 t Carga lineal: 6.67 t/m
Excavación total	Carga puntual: 100.97 t Carga lineal: 12.16 t/m

Cota: -8.64 m	
Fase	Resultado
Colocación 3 puntal	Carga puntual: 0.00 t Carga lineal: 0.00 t/m
Excavación total	Carga puntual: 63.66 t Carga lineal: 7.67 t/m

12. DESCRIPCIÓN DEL ARMADO

Armado vertical trasdós	Armado vertical intradós	Armado base horizontal	Rigidizador vertical	Rigidizador horizontal
Ø32c/15 Refuerzos: - Ø20 L(605), D(1510) D: Distancia desde coronación	Ø32c/15 Refuerzos: - Ø32 L(345), D(200) - Ø32 L(1200), D(275) D: Distancia desde coronación	Ø25c/20	2Ø32	10Ø32

13. COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA

Referencia: Pozo salida Hinca Aragón		
Comprobación	Valores	Estado
Recubrimiento:	Mínimo: 7 cm Calculado: 7 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales:	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 17.5 cm	Cumple
Separación máxima armaduras horizontales:	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara:	Mínimo: 0.001 Calculado: 0.0049	Cumple



Selección de listados

Pozo salida Hince Aragón

Fecha: 26/12/24

Referencia: Pozo salida Hince Aragón		
Comprobación	Valores	Estado
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara: <i>Criterio J. Calavera. "Muros de contención y muros de sótano". (Cuantía horizontal > 20% Cuantía vertical)</i>	Mínimo: 0.00214 Calculado: 0.00245	Cumple
Longitud de patilla horizontal: <i>La longitud de la patilla debe ser, como mínimo, 12 veces el diámetro. Criterio de J. Calavera, "Manual de Detalles Constructivos en Obras de Hormigón Armado".</i>	Mínimo: 30 cm Calculado: 62 cm	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada: - Trasdós: - Intradós:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.00536 Calculado: 0.00536	Cumple Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida: - Trasdós: - Intradós:	Mínimo: 0.00027 Calculado: 0.00536 Calculado: 0.00536	Cumple Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada: - Trasdós: - Intradós:	Mínimo: 0.0011 Calculado: 0.00536 Calculado: 0.01072	Cumple Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara comprimida: - Trasdós: - Intradós:	Mínimo: 0.00013 Calculado: 0.00536 Calculado: 0.00536	Cumple Cumple
Separación libre mínima armaduras verticales: - Trasdós, vertical: - Intradós, vertical:	Mínimo: 3.2 cm Calculado: 4.9 cm Calculado: 3.2 cm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: - Armadura vertical Trasdós, vertical: - Armadura vertical Intradós, vertical:	Máximo: 30 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple Cumple
Comprobación a flexión compuesta: <i>Comprobación realizada por módulo de pantalla</i>		Cumple
Comprobación a cortante:	Máximo: 272.2 t Calculado: 259.97 t	Cumple
Comprobación de fisuración:	Máximo: 0.3 mm Calculado: 0.3 mm	Cumple
Longitud de solapes: - Base trasdós: - Base intradós:	Mínimo: 2.66 m Calculado: 2.7 m Calculado: 2.7 m	Cumple Cumple
Rigidizadores horizontales: - Diámetro mínimo: <i>Criterio de CYPE. El diámetro del rigidizador debe ser como mínimo igual al mayor diámetro de la armadura base vertical.</i> - Separación máxima: <i>Criterio NTE. Acondicionamiento del Terreno. Cimentaciones.</i>	Mínimo: 32 mm Calculado: 32 mm Máximo: 2.5 m Calculado: 2.4 m	Cumple Cumple
Rigidizadores verticales: - Diámetro mínimo: <i>Criterio de CYPE. El diámetro del rigidizador debe ser como mínimo igual al mayor diámetro de la armadura base vertical.</i> - Separación máxima: <i>Criterio NTE. Acondicionamiento del Terreno. Cimentaciones.</i>	Mínimo: 32 mm Calculado: 32 mm Máximo: 1.5 m Calculado: 1.25 m	Cumple Cumple



Selección de listados

Pozo salida Hince Aragón

Fecha: 26/12/24

Referencia: Pozo salida Hince Aragón		
Comprobación	Valores	Estado
Información adicional:		
- Sección crítica a flexión compuesta: Cota: -18.00 m, Md: 537.58 t·m, Nd: 0.00 t, Vd: 16.57 t, Tensión máxima del acero: 4.432 t/cm ²		
- Sección crítica a cortante: Cota: -14.50 m		
- Sección con la máxima abertura de fisuras: Cota: -15.00 m, M: 229.96 t·m, N: 0.00 t		
- Los esfuerzos están mayorados y corresponden al ancho total del tramo definido. (Longitud tramo: 2.50 m)		

14. COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (COEFICIENTES DE SEGURIDAD)

Referencia: Comprobaciones de estabilidad (Coeficientes de seguridad): Pozo salida Hince Aragón		
Comprobación	Valores	Estado
Relación entre el momento originado por los empujes pasivos en el intradós y el momento originado por los empujes activos en el trasdós: - Hipótesis básica: <i>Valor introducido por el usuario.</i> - Excavación 1 puntal: - Colocación primer puntal: - Excavación 2 puntal: - Colocación 2 puntal: - Excavación 3 puntal: - Colocación 3 puntal: - Excavación total: ⁽¹⁾ Existe más de un apoyo.	Mínimo: 1.67 Calculado: 17.861 Calculado: 33.44 Calculado: 8.6	Cumple Cumple Cumple No procede ⁽¹⁾ No procede ⁽¹⁾ No procede ⁽¹⁾ No procede ⁽¹⁾
Relación entre el empuje pasivo total en el intradós y el empuje realmente movilizado en el intradós: <i>Valor introducido por el usuario.</i> Hipótesis básica: - Excavación 1 puntal: - Colocación primer puntal: - Excavación 2 puntal: - Colocación 2 puntal: - Excavación 3 puntal: - Colocación 3 puntal: - Excavación total:	Mínimo: 1.67 Calculado: 8.954 Calculado: 8.954 Calculado: 4.832 Calculado: 4.832 Calculado: 2.907 Calculado: 2.907 Calculado: 1.865	Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

15. MEDICIÓN

Referencia: Muro pantalla de hormigón armado		B 500 S, Ys=1.15			Total
Nombre de armado		Ø20	Ø25	Ø32	
Armado vertical trasdós	Longitud (m)			13x7.73	100.49
	Peso (kg)			13x48.80	634.43
Armado vertical trasdós	Longitud (m)			13x12.00	156.00
	Peso (kg)			13x75.76	984.88
Armado vertical trasdós	Longitud (m)			13x10.58	137.54
	Peso (kg)			13x66.80	868.34
Armado vertical trasdós - Refuerzos	Longitud (m)	12x6.05			72.60
	Peso (kg)	12x14.92			179.04



Selección de listados

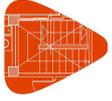
Pozo salida Hince Aragón

Fecha: 26/12/24

Referencia: Muro pantalla de hormigón armado		B 500 S, Ys=1.15			Total
Nombre de armado		Ø20	Ø25	Ø32	
Armado vertical intradós	Longitud (m)			13x7.73	100.49
	Peso (kg)			13x48.80	634.43
Armado vertical intradós	Longitud (m)			13x12.00	156.00
	Peso (kg)			13x75.76	984.88
Armado vertical intradós	Longitud (m)			13x10.58	137.54
	Peso (kg)			13x66.80	868.34
Armado vertical intradós - Refuerzos	Longitud (m)			12x12.00	144.00
	Peso (kg)			12x75.76	909.12
Armado vertical intradós - Refuerzos	Longitud (m)			12x3.45	41.40
	Peso (kg)			12x21.78	261.37
Junta lateral positiva	Longitud (m)			8x7.43	59.44
	Peso (kg)			8x46.91	375.27
Junta lateral positiva	Longitud (m)			8x12.00	96.00
	Peso (kg)			8x75.76	606.08
Junta lateral positiva	Longitud (m)			8x10.58	84.64
	Peso (kg)			8x66.80	534.36
Junta lateral negativa	Longitud (m)			5x7.43	37.15
	Peso (kg)			5x46.91	234.54
Junta lateral negativa	Longitud (m)			5x12.00	60.00
	Peso (kg)			5x75.76	378.80
Junta lateral negativa	Longitud (m)			5x10.58	52.90
	Peso (kg)			5x66.80	333.98
Armado horizontal	Longitud (m)		120x6.76		811.20
	Peso (kg)		120x26.05		3125.88
Armado rigidizadores verticales	Longitud (m)			2x11.66	23.32
	Peso (kg)			2x73.61	147.23
Armado rigidizadores verticales	Longitud (m)			2x12.44	24.88
	Peso (kg)			2x78.54	157.08
Armado rigidizadores verticales	Longitud (m)			2x6.20	12.40
	Peso (kg)			2x39.14	78.29
Armado rigidizadores verticales	Longitud (m)			2x11.66	23.32
	Peso (kg)			2x73.61	147.23
Armado rigidizadores verticales	Longitud (m)			2x12.44	24.88
	Peso (kg)			2x78.54	157.08
Armado rigidizadores verticales	Longitud (m)			2x6.20	12.40
	Peso (kg)			2x39.14	78.29
Armado rigidizadores horizontales	Longitud (m)			20x4.26	85.20
	Peso (kg)			20x26.89	537.90
Totales	Longitud (m)	72.60	811.20	1569.99	
	Peso (kg)	179.04	3125.88	9911.92	13216.84
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	79.86	892.32	1726.99	
	Peso (kg)	196.94	3438.47	10903.11	14538.52

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

Elemento	B 500 S, Ys=1.15 (kg)				Hormigón (m³)
	Ø20	Ø25	Ø32	Total	HA-30, Yc=1.5
Referencia: Muro pantalla de hormigón armado	196.95	3438.46	10903.11	14538.52	60.00
Totales	196.95	3438.46	10903.11	14538.52	60.00



Selección de listados

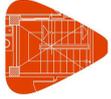
Pozo salida Hince Aragón

Fecha: 26/12/24

COMPROBACIÓN DE CODALES

ÍNDICE

1. DATOS DE OBRA	2
1.1. Normas consideradas	2
1.2. Estados límite	2
1.2.1. Situaciones de proyecto	2
1.2.2. Combinaciones	4
1.3. Resistencia al fuego	4
2. ESTRUCTURA	4
2.1. Geometría	4
2.1.1. Nudos.....	4
2.1.2. Barras	5
2.2. Resultados	8
2.2.1. Barras	8



1. DATOS DE OBRA

1.1. Normas consideradas

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

Hormigón: Código Estructural

1.2. Estados límite

E.L.U. de rotura. Hormigón	CTE
E.L.U. de rotura. Acero laminado	Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Desplazamientos	Acciones características

1.2.1. Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{i \geq 1} \gamma_{Gi} G_{ki} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

G_k Acción permanente

P_k Acción de pretensado

Q_k Acción variable

γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

γ_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado

$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

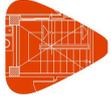
$\Psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$\Psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón: Código Estructural

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.350	-	-



Listados

para pozode hinca Río Ebro

Fecha: 26/12/24

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.350	-	-

E.L.U. de rotura. Acero laminado: CTE DB SE-A

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Empujes del terreno (H)	0.700	1.350	-	-

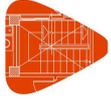
Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Empujes del terreno (H)	0.700	1.350	-	-

Accidental de incendio				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.000	-	-

Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.000	-	-

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.000	-	-



1.2.2. Combinaciones

• Nombres de las hipótesis

PP Peso propio

H 1 H 1

• E.L.U. de rotura. Hormigón

Comb.	PP	H 1
1	1.000	1.000
2	1.350	1.000
3	1.000	1.350
4	1.350	1.350

• E.L.U. de rotura. Acero laminado

1. Coeficientes para situaciones persistentes o transitorias

Comb.	PP	H 1
1	0.800	0.700
2	1.350	0.700
3	0.800	1.350
4	1.350	1.350

2. Coeficientes para situaciones accidentales de incendio

Comb.	PP	H 1
1	1.000	1.000

• Desplazamientos

Comb.	PP	H 1
1	1.000	1.000

1.3. Resistencia al fuego

Perfiles de acero

Norma: CTE DB SI. Anejo D: Resistencia al fuego de los elementos de acero.

Resistencia requerida: R 15

2. ESTRUCTURA

2.1. Geometría

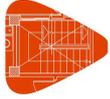
2.1.1. Nudos

Referencias:

$\Delta_x, \Delta_y, \Delta_z$: Desplazamientos prescritos en ejes globales.

$\theta_x, \theta_y, \theta_z$: Giros prescritos en ejes globales.

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.
Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.



Listados

para pozode hinca Río Ebro

Fecha: 26/12/24

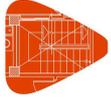
Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N1	0.000	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N2	0.000	13.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N3	15.000	13.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N4	15.000	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N5	0.000	9.750	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N6	3.250	13.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N7	11.750	13.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N8	15.000	9.750	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N9	11.750	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N10	15.000	3.250	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N11	0.000	3.250	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N12	3.250	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado

2.1.2. Barras

2.1.2.1. Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E (kp/cm ²)	ν	G (kp/cm ²)	f_y (kp/cm ²)	α_t (m/m°C)	γ (t/m ³)
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275	2140672.8	0.300	825688.1	2803.3	0.000012	7.850
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	291304.8	0.200	121377.0	-	0.000010	2.500

Notación:
E: Módulo de elasticidad
 ν : Módulo de Poisson
G: Módulo de cortadura
 f_y : Límite elástico
 α_t : Coeficiente de dilatación
 γ : Peso específico



Listados

para pozode hinca Río Ebro

Fecha: 26/12/24

2.1.2.2. Descripción

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.} (m)	Lb _{Inf.} (m)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	N4/N10	N4/N3	HE 500 B (HEB)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N10/N8	N4/N3	HE 500 B (HEB)	6.500	1.00	1.00	-	-
		N8/N3	N4/N3	HE 500 B (HEB)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N5/N6	N5/N6	HE 300 B (HEB)	4.596	1.00	1.00	-	-
		N8/N7	N8/N7	HE 300 B (HEB)	4.596	1.00	1.00	-	-
		N9/N10	N9/N10	HE 300 B (HEB)	4.596	1.00	1.00	-	-
		N12/N11	N12/N11	HE 300 B (HEB)	4.596	1.00	1.00	-	-
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	N1/N11	N1/N2	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N11/N5	N1/N2	105x100 (Viga descolgada rectangular)	6.500	1.00	1.00	-	-
		N5/N2	N1/N2	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N2/N6	N2/N3	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N6/N7	N2/N3	105x100 (Viga descolgada rectangular)	8.500	1.00	1.00	-	-
		N7/N3	N2/N3	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N1/N12	N1/N4	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N12/N9	N1/N4	105x100 (Viga descolgada rectangular)	8.500	1.00	1.00	-	-
		N9/N4	N1/N4	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-

Notación:
Ni: Nudo inicial
Nf: Nudo final
 β_{xy} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'
 β_{xz} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'
Lb_{Sup.}: Separación entre arriostramientos del ala superior
Lb_{Inf.}: Separación entre arriostramientos del ala inferior

2.1.2.3. Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N4/N3
2	N5/N6, N8/N7, N9/N10 y N12/N11
3	N1/N2, N2/N3 y N1/N4



Listados

para pozode hinca Río Ebro

Fecha: 26/12/24

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	Avy (cm ²)	Avz (cm ²)	Iyy (cm ⁴)	Izz (cm ⁴)	It (cm ⁴)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	HE 500 B, (HEB)	238.60	126.00	57.94	107200.00	12620.00	548.14
		2	HE 300 B, (HEB)	149.10	85.50	25.94	25170.00	8563.00	189.18
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	3	105x100, (Viga descolgada rectangular)	10500.00	8750.00	8750.00	8750000.00	9646875.00	15351000.00

Notación:
 Ref.: Referencia
 A: Área de la sección transversal
 Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'
 Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'
 Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'
 Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'
 It: Inercia a torsión
 Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

2.1.2.4. Tabla de medición

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m ³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
Acero laminado	S275	N4/N3	HE 500 B (HEB)	13.000	0.310	2434.91
		N5/N6	HE 300 B (HEB)	4.596	0.069	537.95
		N8/N7	HE 300 B (HEB)	4.596	0.069	537.95
		N9/N10	HE 300 B (HEB)	4.596	0.069	537.95
		N12/N11	HE 300 B (HEB)	4.596	0.069	537.95
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	N1/N2	105x100 (Viga descolgada rectangular)	13.000	13.650	34125.00
		N2/N3	105x100 (Viga descolgada rectangular)	15.000	15.750	39375.00
		N1/N4	105x100 (Viga descolgada rectangular)	15.000	15.750	39375.00

Notación:
 Ni: Nudo inicial
 Nf: Nudo final

2.1.2.5. Resumen de medición

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m ³)	Serie (m ³)	Material (m ³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
Acero laminado	S275	HEB	HE 500 B	13.000			0.310			2434.91		
			HE 300 B	18.385			0.274			2151.82		
					31.385		0.584			4586.73		
						31.385		0.584				4586.73
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	Viga descolgada rectangular	105x100	43.000			45.150			112875.00		
					43.000		45.150			112875.00		
					43.000		45.150			112875.00		112875.00

2.1.2.6. Medición de superficies

Acero laminado: Medición de las superficies a pintar				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m ² /m)	Longitud (m)	Superficie (m ²)
HEB	HE 500 B	2.171	13.000	28.223
	HE 300 B	1.778	18.385	32.688
Total				60.911



Listados

para pozode hinca Río Ebro

Fecha: 26/12/24

Hormigón: Medición de las superficies de encofrado				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m ² /m)	Longitud (m)	Superficie (m ²)
Viga descolgada rectangular	105x100	4.100	43.000	176.300
Total				176.300

2.2. Resultados

2.2.1. Barras

2.2.1.1. Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE														Estado	
	λ	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_y	V_z	V_x	$M_{y,z}$	$M_{x,y}$	$M_{x,z}$	M_t	M_{V_z}		M_{V_y}
N4/N10	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,adm}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	x: 3.25 m $\eta = 0.6$	x: 0 m $\eta = 1.5$	x: 3.25 m $\eta = 0.5$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.25 m $\eta = 1.8$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 3.25 m $\eta = 0.5$	$\eta = 0.1$	CUMPLE $\rho_t = 1.8$
N10/N8	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,adm}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 0.6$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.6$	$V_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m $\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁷⁾	CUMPLE $\rho_t = 0.7$
N8/N3	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,adm}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 0.6$	x: 3.25 m $\eta = 1.5$	x: 0 m $\eta = 0.5$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 1.8$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.5$	$\eta = 0.1$	CUMPLE $\rho_t = 1.8$
N5/N6	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,adm}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	x: 4.596 m $\eta = 0.8$	x: 4.596 m $\eta = 3.6$	x: 4.596 m $\eta = 0.5$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.596 m $\eta = 4.4$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁷⁾	CUMPLE $\rho_t = 4.4$
N8/N7	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,adm}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	x: 4.596 m $\eta = 1.0$	x: 4.596 m $\eta = 4.5$	x: 4.596 m $\eta = 0.7$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.596 m $\eta = 5.5$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁷⁾	CUMPLE $\rho_t = 5.5$
N9/N10	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,adm}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 1.0$	x: 0 m $\eta = 4.5$	x: 0 m $\eta = 0.7$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 5.5$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁷⁾	CUMPLE $\rho_t = 5.5$
N12/N11	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,adm}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 0.8$	x: 0 m $\eta = 3.6$	x: 0 m $\eta = 0.5$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 4.4$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁷⁾	CUMPLE $\rho_t = 4.4$

Notación:
 λ : Limitación de esbeltez
 λ_w : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
 N_t : Resistencia a tracción
 N_c : Resistencia a compresión
 M_y : Resistencia a flexión eje Y
 M_z : Resistencia a flexión eje Z
 V_y : Resistencia a corte Y
 V_z : Resistencia a corte Z
 $M_{y,z}$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
 $M_{x,y}$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
 $NM_{x,y}$: Resistencia a flexión y axil combinados
 $NM_{x,y,z}$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
 M_t : Resistencia a torsión
 M_{V_z} : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
 M_{V_y} : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
 η : Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.
⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.
⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.
⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
⁽⁵⁾ No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
⁽⁶⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
⁽⁷⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

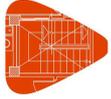
Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO														Estado
	N_t	N_c	M_y	M_z	V_y	V_z	V_x	$M_{y,z}$	$M_{x,y}$	$M_{x,z}$	M_t	M_{V_z}	M_{V_y}		
N4/N10	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	x: 3.25 m $\eta = 0.5$	x: 0 m $\eta = 1.3$	x: 3.25 m $\eta = 0.4$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.25 m $\eta = 1.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.25 m $\eta = 0.4$	$\eta = 0.1$	CUMPLE $\rho_t = 1.5$	
N10/N8	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 0.5$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.5$	$V_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	x: 0 m $\eta = 0.6$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\rho_t = 0.6$	
N8/N3	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 0.5$	x: 3.25 m $\eta = 1.3$	x: 0 m $\eta = 0.4$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 1.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.4$	$\eta = 0.1$	CUMPLE $\rho_t = 1.5$	
N5/N6	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	x: 4.596 m $\eta = 0.9$	x: 4.596 m $\eta = 4.2$	x: 4.596 m $\eta = 0.6$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.596 m $\eta = 5.2$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\rho_t = 5.2$	
N8/N7	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	x: 4.596 m $\eta = 1.2$	x: 4.596 m $\eta = 5.3$	x: 4.596 m $\eta = 0.8$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.596 m $\eta = 6.5$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\rho_t = 6.5$	
N9/N10	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 1.2$	x: 0 m $\eta = 5.3$	x: 0 m $\eta = 0.8$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 6.5$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\rho_t = 6.5$	
N12/N11	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 0.9$	x: 0 m $\eta = 4.2$	x: 0 m $\eta = 0.6$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 5.2$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\rho_t = 5.2$	

Notación:
 N_t : Resistencia a tracción
 N_c : Resistencia a compresión
 M_y : Resistencia a flexión eje Y
 M_z : Resistencia a flexión eje Z
 V_y : Resistencia a corte Y
 V_z : Resistencia a corte Z
 $M_{y,z}$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
 $M_{x,y}$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
 $NM_{x,y}$: Resistencia a flexión y axil combinados
 $NM_{x,y,z}$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
 M_t : Resistencia a torsión
 M_{V_z} : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
 M_{V_y} : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
 η : Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.
⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.
⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
⁽⁴⁾ No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
⁽⁵⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
⁽⁶⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

ÍNDICE

1. DATOS DE OBRA	2
1.1. Normas consideradas	2
1.2. Estados límite	2
1.2.1. Situaciones de proyecto.....	2
1.2.2. Combinaciones	4
1.3. Resistencia al fuego	4
2. ESTRUCTURA	4
2.1. Geometría	4
2.1.1. Nudos.....	4
2.1.2. Barras	5
2.2. Resultados	8
2.2.1. Barras	8



1. DATOS DE OBRA

1.1. Normas consideradas

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

Hormigón: Código Estructural

1.2. Estados límite

E.L.U. de rotura. Hormigón	CTE
E.L.U. de rotura. Acero laminado	Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Desplazamientos	Acciones características

1.2.1. Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{i \geq 1} \gamma_{Gi} G_{ki} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

G_k Acción permanente

P_k Acción de pretensado

Q_k Acción variable

γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

γ_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado

$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

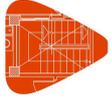
$\Psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$\Psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón: Código Estructural

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.350	-	-



Listados

para pozo de hinca Río Ebro

Fecha: 26/12/24

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.350	-	-

E.L.U. de rotura. Acero laminado: CTE DB SE-A

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Empujes del terreno (H)	0.700	1.350	-	-

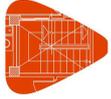
Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Empujes del terreno (H)	0.700	1.350	-	-

Accidental de incendio				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.000	-	-

Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.000	-	-

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.000	-	-



1.2.2. Combinaciones

• Nombres de las hipótesis

PP Peso propio

H 1 H 1

• E.L.U. de rotura. Hormigón

Comb.	PP	H 1
1	1.000	1.000
2	1.350	1.000
3	1.000	1.350
4	1.350	1.350

• E.L.U. de rotura. Acero laminado

1. Coeficientes para situaciones persistentes o transitorias

Comb.	PP	H 1
1	0.800	0.700
2	1.350	0.700
3	0.800	1.350
4	1.350	1.350

2. Coeficientes para situaciones accidentales de incendio

Comb.	PP	H 1
1	1.000	1.000

• Desplazamientos

Comb.	PP	H 1
1	1.000	1.000

1.3. Resistencia al fuego

Perfiles de acero

Norma: CTE DB SI. Anejo D: Resistencia al fuego de los elementos de acero.

Resistencia requerida: R 15

2. ESTRUCTURA

2.1. Geometría

2.1.1. Nudos

Referencias:

$\Delta_x, \Delta_y, \Delta_z$: Desplazamientos prescritos en ejes globales.

$\theta_x, \theta_y, \theta_z$: Giros prescritos en ejes globales.

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.
Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.



Listados

para pozo de hinca Río Ebro

Fecha: 26/12/24

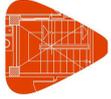
Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N1	0.000	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N2	0.000	13.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N3	15.000	13.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N4	15.000	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N5	0.000	9.750	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N6	3.250	13.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N7	11.750	13.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N8	15.000	9.750	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N9	11.750	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N10	15.000	3.250	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N11	0.000	3.250	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N12	3.250	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado

2.1.2. Barras

2.1.2.1. Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E (kp/cm ²)	ν	G (kp/cm ²)	f_y (kp/cm ²)	α_t (m/m°C)	γ (t/m ³)
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275	2140672.8	0.300	825688.1	2803.3	0.000012	7.850
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	291304.8	0.200	121377.0	-	0.000010	2.500

Notación:
E: Módulo de elasticidad
 ν : Módulo de Poisson
G: Módulo de cortadura
 f_y : Límite elástico
 α_t : Coeficiente de dilatación
 γ : Peso específico



Listados

para pozo de hinca Río Ebro

Fecha: 26/12/24

2.1.2.2. Descripción

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.} (m)	Lb _{Inf.} (m)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	N4/N10	N4/N3	HE 500 B (HEB)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N10/N8	N4/N3	HE 500 B (HEB)	6.500	1.00	1.00	-	-
		N8/N3	N4/N3	HE 500 B (HEB)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N5/N6	N5/N6	HE 300 B (HEB)	4.596	1.00	1.00	-	-
		N8/N7	N8/N7	HE 300 B (HEB)	4.596	1.00	1.00	-	-
		N9/N10	N9/N10	HE 300 B (HEB)	4.596	1.00	1.00	-	-
		N12/N11	N12/N11	HE 300 B (HEB)	4.596	1.00	1.00	-	-
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	N1/N11	N1/N2	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N11/N5	N1/N2	105x100 (Viga descolgada rectangular)	6.500	1.00	1.00	-	-
		N5/N2	N1/N2	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N2/N6	N2/N3	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N6/N7	N2/N3	105x100 (Viga descolgada rectangular)	8.500	1.00	1.00	-	-
		N7/N3	N2/N3	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N1/N12	N1/N4	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N12/N9	N1/N4	105x100 (Viga descolgada rectangular)	8.500	1.00	1.00	-	-
		N9/N4	N1/N4	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-

Notación:
Ni: Nudo inicial
Nf: Nudo final
 β_{xy} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'
 β_{xz} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'
Lb_{Sup.}: Separación entre arriostramientos del ala superior
Lb_{Inf.}: Separación entre arriostramientos del ala inferior

2.1.2.3. Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N4/N3
2	N5/N6, N8/N7, N9/N10 y N12/N11
3	N1/N2, N2/N3 y N1/N4



Listados

para pozo de hinca Río Ebro

Fecha: 26/12/24

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	Avy (cm ²)	Avz (cm ²)	Iyy (cm ⁴)	Izz (cm ⁴)	It (cm ⁴)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	HE 500 B, (HEB)	238.60	126.00	57.94	107200.00	12620.00	548.14
		2	HE 300 B, (HEB)	149.10	85.50	25.94	25170.00	8563.00	189.18
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	3	105x100, (Viga descolgada rectangular)	10500.00	8750.00	8750.00	8750000.00	9646875.00	15351000.00

Notación:
 Ref.: Referencia
 A: Área de la sección transversal
 Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'
 Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'
 Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'
 Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'
 It: Inercia a torsión
 Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

2.1.2.4. Tabla de medición

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m ³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
Acero laminado	S275	N4/N3	HE 500 B (HEB)	13.000	0.310	2434.91
		N5/N6	HE 300 B (HEB)	4.596	0.069	537.95
		N8/N7	HE 300 B (HEB)	4.596	0.069	537.95
		N9/N10	HE 300 B (HEB)	4.596	0.069	537.95
		N12/N11	HE 300 B (HEB)	4.596	0.069	537.95
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	N1/N2	105x100 (Viga descolgada rectangular)	13.000	13.650	34125.00
		N2/N3	105x100 (Viga descolgada rectangular)	15.000	15.750	39375.00
		N1/N4	105x100 (Viga descolgada rectangular)	15.000	15.750	39375.00

Notación:
 Ni: Nudo inicial
 Nf: Nudo final

2.1.2.5. Resumen de medición

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m ³)	Serie (m ³)	Material (m ³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
Acero laminado	S275	HEB	HE 500 B	13.000			0.310			2434.91		
			HE 300 B	18.385			0.274			2151.82		
					31.385		0.584			4586.73		
						31.385		0.584				4586.73
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	Viga descolgada rectangular	105x100	43.000			45.150			112875.00		
					43.000		45.150			112875.00		112875.00
					43.000		45.150					112875.00

2.1.2.6. Medición de superficies

Acero laminado: Medición de las superficies a pintar				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m ² /m)	Longitud (m)	Superficie (m ²)
HEB	HE 500 B	2.171	13.000	28.223
	HE 300 B	1.778	18.385	32.688
Total				60.911



Listados

para pozo de hinca Río Ebro

Fecha: 26/12/24

Hormigón: Medición de las superficies de encofrado				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m ² /m)	Longitud (m)	Superficie (m ²)
Viga descolgada rectangular	105x100	4.100	43.000	176.300
Total				176.300

2.2. Resultados

2.2.1. Barras

2.2.1.1. Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE														Estado	
	λ	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$NM_y M_z$	$NM_y V_z V_y$	M_t	$M_y V_z$		$M_z V_y$
N4/N10	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,adm}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	x: 3.25 m $\eta = 0.6$	x: 0 m $\eta = 0.6$	x: 3.25 m $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.25 m $\eta = 1.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 3.25 m $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\rho_t = 1.0$
N10/N8	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,adm}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 0.6$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.6$	$V_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m $\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁷⁾	CUMPLE $\rho_t = 0.7$
N8/N3	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,adm}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 0.6$	x: 3.25 m $\eta = 0.6$	x: 0 m $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 1.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\rho_t = 1.0$
N5/N6	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,adm}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	x: 4.596 m $\eta = 0.8$	x: 4.596 m $\eta = 1.4$	x: 4.596 m $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.596 m $\eta = 2.2$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁷⁾	CUMPLE $\rho_t = 2.2$
N8/N7	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,adm}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	x: 4.596 m $\eta = 1.0$	x: 4.596 m $\eta = 1.7$	x: 4.596 m $\eta = 0.7$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.596 m $\eta = 2.8$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁷⁾	CUMPLE $\rho_t = 2.8$
N9/N10	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,adm}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 1.0$	x: 0 m $\eta = 1.7$	x: 0 m $\eta = 0.7$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 2.8$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁷⁾	CUMPLE $\rho_t = 2.8$
N12/N11	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,adm}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 0.8$	x: 0 m $\eta = 1.4$	x: 0 m $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 2.2$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁷⁾	CUMPLE $\rho_t = 2.2$

Notación:
 λ : Limitación de esbeltez
 λ_w : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
 N_t : Resistencia a tracción
 N_c : Resistencia a compresión
 M_y : Resistencia a flexión eje Y
 M_z : Resistencia a flexión eje Z
 V_y : Resistencia a corte Y
 V_z : Resistencia a corte Z
 $M_y V_z$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
 $M_z V_y$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
 $NM_y M_z$: Resistencia a flexión y axil combinados
 $NM_y V_z V_y$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
 M_t : Resistencia a torsión
 $M_y V_z$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
 $M_z V_y$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
 η : Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.
⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.
⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.
⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
⁽⁵⁾ No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
⁽⁶⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
⁽⁷⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

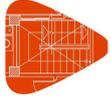
Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO														Estado
	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$NM_y M_z$	$NM_y V_z V_y$	M_t	$M_y V_z$	$M_z V_y$		
N4/N10	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	x: 3.25 m $\eta = 0.5$	x: 0 m $\eta = 0.5$	x: 3.25 m $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.25 m $\eta = 0.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.25 m $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\rho_t = 0.9$	
N10/N8	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.5$	$V_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	x: 0 m $\eta = 0.5$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\rho_t = 0.5$	
N8/N3	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 0.5$	x: 3.25 m $\eta = 0.5$	x: 0 m $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\rho_t = 0.9$	
N5/N6	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	x: 4.596 m $\eta = 0.9$	x: 4.596 m $\eta = 1.6$	x: 4.596 m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.596 m $\eta = 2.5$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\rho_t = 2.5$	
N8/N7	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	x: 4.596 m $\eta = 1.2$	x: 4.596 m $\eta = 2.0$	x: 4.596 m $\eta = 0.8$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.596 m $\eta = 3.2$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\rho_t = 3.2$	
N9/N10	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 1.2$	x: 0 m $\eta = 2.0$	x: 0 m $\eta = 0.8$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 3.2$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\rho_t = 3.2$	
N12/N11	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 0.9$	x: 0 m $\eta = 1.6$	x: 0 m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 2.5$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\rho_t = 2.5$	

Notación:
 N_t : Resistencia a tracción
 N_c : Resistencia a compresión
 M_y : Resistencia a flexión eje Y
 M_z : Resistencia a flexión eje Z
 V_y : Resistencia a corte Y
 V_z : Resistencia a corte Z
 $M_y V_z$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
 $M_z V_y$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
 $NM_y M_z$: Resistencia a flexión y axil combinados
 $NM_y V_z V_y$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
 M_t : Resistencia a torsión
 $M_y V_z$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
 $M_z V_y$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
 η : Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.
⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.
⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
⁽⁴⁾ No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
⁽⁵⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
⁽⁶⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

ÍNDICE

1. DATOS DE OBRA	2
1.1. Normas consideradas	2
1.2. Estados límite	2
1.2.1. Situaciones de proyecto.....	2
1.2.2. Combinaciones	4
1.3. Resistencia al fuego	4
2. ESTRUCTURA	4
2.1. Geometría	4
2.1.1. Nudos.....	4
2.1.2. Barras	5
2.2. Cargas	8
2.2.1. Barras	8
2.3. Resultados	9
2.3.1. Barras	9



1. DATOS DE OBRA

1.1. Normas consideradas

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

Hormigón: Código Estructural

1.2. Estados límite

E.L.U. de rotura. Hormigón	CTE
E.L.U. de rotura. Acero laminado	Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Desplazamientos	Acciones características

1.2.1. Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

G_k Acción permanente

P_k Acción de pretensado

Q_k Acción variable

γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

γ_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado

$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

$\Psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$\Psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón: Código Estructural

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.350	-	-



Listados

para pozode hinca Río Ebro

Fecha: 26/12/24

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.350	-	-

E.L.U. de rotura. Acero laminado: CTE DB SE-A

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Empujes del terreno (H)	0.700	1.350	-	-

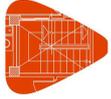
Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Empujes del terreno (H)	0.700	1.350	-	-

Accidental de incendio				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.000	-	-

Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.000	-	-

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.000	-	-



1.2.2. Combinaciones

• Nombres de las hipótesis

PP Peso propio

H 1 H 1

• E.L.U. de rotura. Hormigón

Comb.	PP	H 1
1	1.000	1.000
2	1.350	1.000
3	1.000	1.350
4	1.350	1.350

• E.L.U. de rotura. Acero laminado

1. Coeficientes para situaciones persistentes o transitorias

Comb.	PP	H 1
1	0.800	0.700
2	1.350	0.700
3	0.800	1.350
4	1.350	1.350

2. Coeficientes para situaciones accidentales de incendio

Comb.	PP	H 1
1	1.000	1.000

• Desplazamientos

Comb.	PP	H 1
1	1.000	1.000

1.3. Resistencia al fuego

Perfiles de acero

Norma: CTE DB SI. Anejo D: Resistencia al fuego de los elementos de acero.

Resistencia requerida: R 15

2. ESTRUCTURA

2.1. Geometría

2.1.1. Nudos

Referencias:

$\Delta_x, \Delta_y, \Delta_z$: Desplazamientos prescritos en ejes globales.

$\theta_x, \theta_y, \theta_z$: Giros prescritos en ejes globales.

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.
Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.



Listados

para pozode hinca Río Ebro

Fecha: 26/12/24

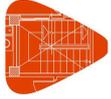
Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N1	0.000	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N2	0.000	13.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N3	15.000	13.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N4	15.000	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N5	0.000	9.750	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N6	3.250	13.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N7	11.750	13.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N8	15.000	9.750	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N9	11.750	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N10	15.000	3.250	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N11	0.000	3.250	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N12	3.250	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado

2.1.2. Barras

2.1.2.1. Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E (kp/cm ²)	ν	G (kp/cm ²)	f_y (kp/cm ²)	α_t (m/m°C)	γ (t/m ³)
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275	2140672.8	0.300	825688.1	2803.3	0.000012	7.850
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	291304.8	0.200	121377.0	-	0.000010	2.500

Notación:
E: Módulo de elasticidad
 ν : Módulo de Poisson
G: Módulo de cortadura
 f_y : Límite elástico
 α_t : Coeficiente de dilatación
 γ : Peso específico



Listados

para pozode hinca Río Ebro

Fecha: 26/12/24

2.1.2.2. Descripción

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.} (m)	Lb _{Inf.} (m)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	N4/N10	N4/N3	HE 500 B (HEB)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N10/N8	N4/N3	HE 500 B (HEB)	6.500	1.00	1.00	-	-
		N8/N3	N4/N3	HE 500 B (HEB)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N5/N6	N5/N6	HE 300 B (HEB)	4.596	1.00	1.00	-	-
		N8/N7	N8/N7	HE 300 B (HEB)	4.596	1.00	1.00	-	-
		N9/N10	N9/N10	HE 300 B (HEB)	4.596	1.00	1.00	-	-
		N12/N11	N12/N11	HE 300 B (HEB)	4.596	1.00	1.00	-	-
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	N1/N11	N1/N2	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N11/N5	N1/N2	105x100 (Viga descolgada rectangular)	6.500	1.00	1.00	-	-
		N5/N2	N1/N2	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N2/N6	N2/N3	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N6/N7	N2/N3	105x100 (Viga descolgada rectangular)	8.500	1.00	1.00	-	-
		N7/N3	N2/N3	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N1/N12	N1/N4	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N12/N9	N1/N4	105x100 (Viga descolgada rectangular)	8.500	1.00	1.00	-	-
		N9/N4	N1/N4	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-

Notación:
Ni: Nudo inicial
Nf: Nudo final
 β_{xy} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'
 β_{xz} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'
Lb_{Sup.}: Separación entre arriostramientos del ala superior
Lb_{Inf.}: Separación entre arriostramientos del ala inferior

2.1.2.3. Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N4/N3
2	N5/N6, N8/N7, N9/N10 y N12/N11
3	N1/N2, N2/N3 y N1/N4



Listados

para pozode hinca Río Ebro

Fecha: 26/12/24

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	Avy (cm ²)	Avz (cm ²)	Iyy (cm ⁴)	Izz (cm ⁴)	It (cm ⁴)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	HE 500 B, (HEB)	238.60	126.00	57.94	107200.00	12620.00	548.14
		2	HE 300 B, (HEB)	149.10	85.50	25.94	25170.00	8563.00	189.18
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	3	105x100, (Viga descolgada rectangular)	10500.00	8750.00	8750.00	8750000.00	9646875.00	15351000.00

Notación:
 Ref.: Referencia
 A: Área de la sección transversal
 Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'
 Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'
 Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'
 Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'
 It: Inercia a torsión
 Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

2.1.2.4. Tabla de medición

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m ³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
Acero laminado	S275	N4/N3	HE 500 B (HEB)	13.000	0.310	2434.91
		N5/N6	HE 300 B (HEB)	4.596	0.069	537.95
		N8/N7	HE 300 B (HEB)	4.596	0.069	537.95
		N9/N10	HE 300 B (HEB)	4.596	0.069	537.95
		N12/N11	HE 300 B (HEB)	4.596	0.069	537.95
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	N1/N2	105x100 (Viga descolgada rectangular)	13.000	13.650	34125.00
		N2/N3	105x100 (Viga descolgada rectangular)	15.000	15.750	39375.00
		N1/N4	105x100 (Viga descolgada rectangular)	15.000	15.750	39375.00

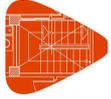
Notación:
 Ni: Nudo inicial
 Nf: Nudo final

2.1.2.5. Resumen de medición

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m ³)	Serie (m ³)	Material (m ³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
Acero laminado	S275	HEB	HE 500 B	13.000			0.310			2434.91		
			HE 300 B	18.385			0.274			2151.82		
					31.385		0.584			4586.73		
						31.385		0.584				4586.73
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	Viga descolgada rectangular	105x100	43.000			45.150			112875.00		
					43.000		45.150			112875.00		
					43.000		45.150			112875.00		112875.00

2.1.2.6. Medición de superficies

Acero laminado: Medición de las superficies a pintar				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m ² /m)	Longitud (m)	Superficie (m ²)
HEB	HE 500 B	2.171	13.000	28.223
	HE 300 B	1.778	18.385	32.688
Total				60.911



Listados

para pozode hinca Río Ebro

Fecha: 26/12/24

Hormigón: Medición de las superficies de encofrado				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m ² /m)	Longitud (m)	Superficie (m ²)
Viga descolgada rectangular	105x100	4.100	43.000	176.300
Total				176.300

2.2. Cargas

2.2.1. Barras

Referencias:

'P1', 'P2':

- Cargas puntuales, uniformes, en faja y momentos puntuales: 'P1' es el valor de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Cargas trapeciales: 'P1' es el valor de la carga en el punto donde comienza (L1) y 'P2' es el valor de la carga en el punto donde termina (L2).
- Cargas triangulares: 'P1' es el valor máximo de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Incrementos de temperatura: 'P1' y 'P2' son los valores de la temperatura en las caras exteriores o paramentos de la pieza. La orientación de la variación del incremento de temperatura sobre la sección transversal dependerá de la dirección seleccionada.

'L1', 'L2':

- Cargas y momentos puntuales: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde se aplica la carga. 'L2' no se utiliza.
- Cargas trapeciales, en faja, y triangulares: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde comienza la carga, 'L2' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde termina la carga.

Unidades:

- Cargas puntuales: t
- Momentos puntuales: t·m.
- Cargas uniformes, en faja, triangulares y trapeciales: t/m.
- Incrementos de temperatura: °C.

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N1/N11	Peso propio	Uniforme	2.625	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N1/N11	H 1	Uniforme	7.670	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N11/N5	Peso propio	Uniforme	2.625	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N5	H 1	Uniforme	7.670	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N5/N2	Peso propio	Uniforme	2.625	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N5/N2	H 1	Uniforme	7.670	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N2/N6	Peso propio	Uniforme	2.625	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N6	H 1	Uniforme	7.670	-	-	-	Locales	0.000	-1.000	0.000
N6/N7	Peso propio	Uniforme	2.625	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N7	H 1	Uniforme	7.670	-	-	-	Locales	0.000	-1.000	0.000
N7/N3	Peso propio	Uniforme	2.625	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N3	H 1	Uniforme	7.670	-	-	-	Locales	0.000	-1.000	0.000
N4/N10	Peso propio	Uniforme	0.187	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N8	Peso propio	Uniforme	0.187	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N3	Peso propio	Uniforme	0.187	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N1/N12	Peso propio	Uniforme	2.625	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N1/N12	H 1	Uniforme	7.670	-	-	-	Globales	0.000	1.000	0.000



Listados

para pozode hinca Río Ebro

Fecha: 26/12/24

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N12/N9	Peso propio	Uniforme	2.625	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N9	H 1	Uniforme	7.670	-	-	-	Globales	0.000	1.000	0.000
N9/N4	Peso propio	Uniforme	2.625	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N4	H 1	Uniforme	7.670	-	-	-	Globales	0.000	1.000	0.000
N5/N6	Peso propio	Uniforme	0.117	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N7	Peso propio	Uniforme	0.117	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N10	Peso propio	Uniforme	0.117	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N11	Peso propio	Uniforme	0.117	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

2.3. Resultados

2.3.1. Barras

2.3.1.1. Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE														Estado	
	λ	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	M_yV_z	M_zV_y	NM_yM_z	$NM_yM_zV_yV_z$	M_t	M_yV_z		M_zV_y
N4/N10	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	x: 3.25 m $\eta = 0.6$	x: 0 m $\eta = 0.4$	x: 3.25 m $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.25 m $\eta = 0.9$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 3.25 m $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $p_t = 0.9$
N10/N8	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.6$	$V_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁷⁾	CUMPLE $p_t = 0.6$
N8/N3	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 0.6$	x: 3.25 m $\eta = 0.4$	x: 0 m $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.9$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $p_t = 0.9$
N5/N6	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	x: 4.596 m $\eta = 0.8$	x: 4.596 m $\eta = 0.9$	x: 4.596 m $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.596 m $\eta = 1.7$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁷⁾	CUMPLE $p_t = 1.7$
N8/N7	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	x: 4.596 m $\eta = 1.0$	x: 4.596 m $\eta = 1.1$	x: 4.596 m $\eta = 0.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.596 m $\eta = 2.1$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁷⁾	CUMPLE $p_t = 2.1$
N9/N10	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 1.0$	x: 0 m $\eta = 1.1$	x: 0 m $\eta = 0.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 2.1$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁷⁾	CUMPLE $p_t = 2.1$
N12/N11	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 0.8$	x: 0 m $\eta = 0.9$	x: 0 m $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 1.7$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁷⁾	CUMPLE $p_t = 1.7$

Notación:
 λ : Limitación de esbeltez
 λ_w : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
 N_t : Resistencia a tracción
 N_c : Resistencia a compresión
 M_y : Resistencia a flexión eje Y
 M_z : Resistencia a flexión eje Z
 V_y : Resistencia a corte Y
 V_z : Resistencia a corte Z
 M_yV_z : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
 M_zV_y : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
 NM_yM_z : Resistencia a flexión y axil combinados
 $NM_yM_zV_yV_z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
 M_t : Resistencia a torsión
 M_yV_z : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
 M_zV_y : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
 η : Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.
⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.
⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.
⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.
⁽⁵⁾ No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
⁽⁶⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
⁽⁷⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO														Estado
	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	M_yV_z	M_zV_y	NM_yM_z	$NM_yM_zV_yV_z$	M_t	M_yV_z	M_zV_y	M_yV_z	
N4/N10	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	x: 3.25 m $\eta = 0.5$	x: 0 m $\eta = 0.3$	x: 3.25 m $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.25 m $\eta = 0.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.25 m $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $p_t = 0.7$
N10/N8	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.5$	$V_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	x: 0 m $\eta = 0.5$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $p_t = 0.5$
N8/N3	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 0.5$	x: 3.25 m $\eta = 0.3$	x: 0 m $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $p_t = 0.7$
N5/N6	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	x: 4.596 m $\eta = 0.9$	x: 4.596 m $\eta = 1.0$	x: 4.596 m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.596 m $\eta = 1.9$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $p_t = 1.9$
N8/N7	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	x: 4.596 m $\eta = 1.2$	x: 4.596 m $\eta = 1.3$	x: 4.596 m $\eta = 0.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.596 m $\eta = 2.5$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $p_t = 2.5$
N9/N10	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 1.2$	x: 0 m $\eta = 1.3$	x: 0 m $\eta = 0.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 2.5$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $p_t = 2.5$
N12/N11	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 0.9$	x: 0 m $\eta = 1.0$	x: 0 m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 1.9$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $p_t = 1.9$



Listados

para pozode hinca Río Ebro

Fecha: 26/12/24

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO													Estado
	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _y V _t	M _z V _t	
<p>Notación:</p> <p>N_t: Resistencia a tracción N_c: Resistencia a compresión M_y: Resistencia a flexión eje Y M_z: Resistencia a flexión eje Z V_y: Resistencia a corte Y V_z: Resistencia a corte Z M_yV_z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M_zV_y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM_yM_z: Resistencia a flexión y axil combinados NM_yM_zV_yV_z: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M_t: Resistencia a torsión M_yV_t: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados M_zV_t: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra I: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede</p> <p>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</p> <p>⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción. ⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión. ⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. ⁽⁴⁾ No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽⁵⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. ⁽⁶⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p>														

5.4. PANTALLAS DE LA HINCA RÍO EBRO

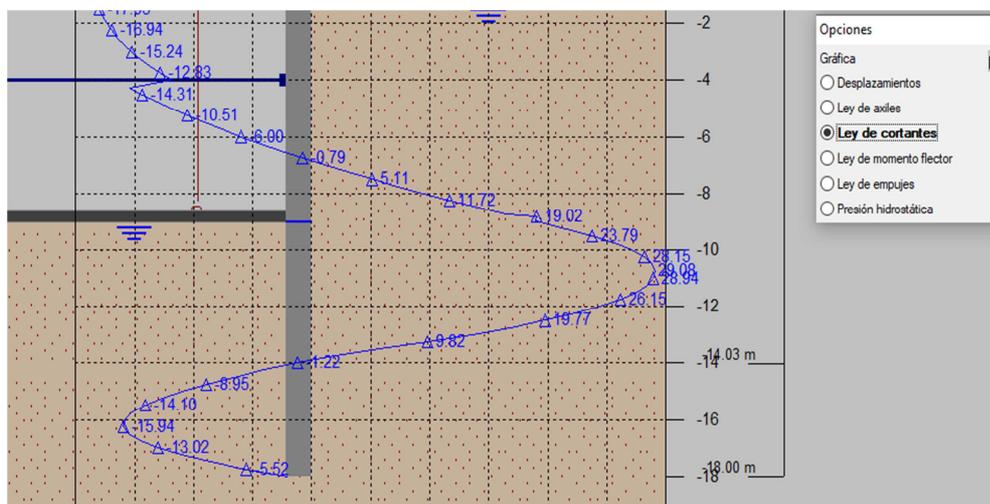
5.4.1. Pozo de ataque (Río Ebro)

5.4.1.1. Cálculo de la pantalla

El cálculo del pozo de ataque se ha realizado contemplando las características geotécnicas del terreno y presencia freática, cuyos valores se adjuntan en los listados posteriores.

Para la pantalla se dimensiona con un espesor de 1,0 m y una profundidad de 18,0 m.

Se observa que la comprobación a cortante en el entronque con el terciario no cumple, por lo que analizamos el cortante por separado y reforzamos la pantalla en la zona de encuentro correspondiente.



El cortante pésimo es de 29 t que mayorado y por metro lineal de pantalla tiene un valor de 116 t.

Para ello se entra con las cargas mayoradas en un coeficiente de 1,6 en el prontuario de el C.E. siendo necesario armar con refuerzo de cercos de $\phi 12$ cada 15 cm.

Sección: PANTALLA100

Inclinación de las bielas
ctg θ : 1.0 θ [°]: 45

Inclinación de las armaduras
 α [°]: 90.0

Axil de cálculo (compresión +)
Nd [kN]: 0.0
 σ'_{cd} [MPa]: 0.0
Pcompresión [%]: 0.0

Tensiones elásticas de cálculo (compresión +)
 σ_{xd} [MPa]: 0.0
 σ_{yd} [MPa]: 0.0
 θ_e [°]: 45.0

Comprobación Dimensionamiento

ϕ [mm]	$\phi 6$	$\phi 8$	$\phi 10$	$\phi 12$
s [m]	—	—	0.10	0.15
n ² ramas	—	—	4	4
A _w [cm ² /m]	—	—	31.4	30.2
TIPO	—	—	2	2
V _{su} [kN]	—	—	1051.8	1009.7
V _{u2} [kN]	—	—	—	—

TIPO 1:

TIPO 2:

V_{u1} [kN]: 13950.0 A_w [cm²/m]: 24.1
V_{cu} [kN]: 707.9

V_d [kN]: 1160

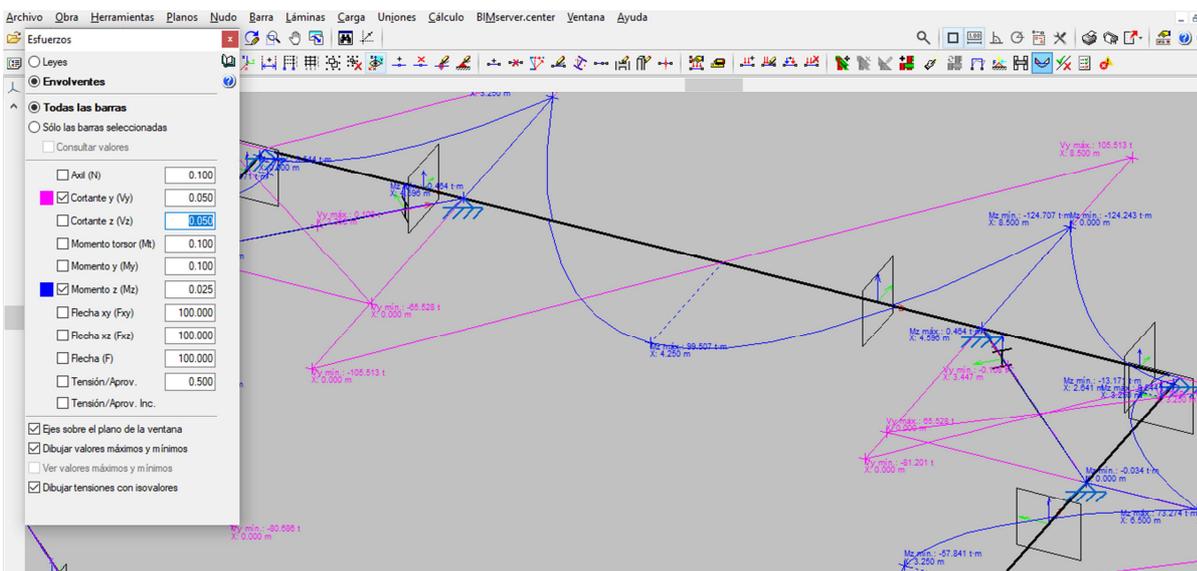
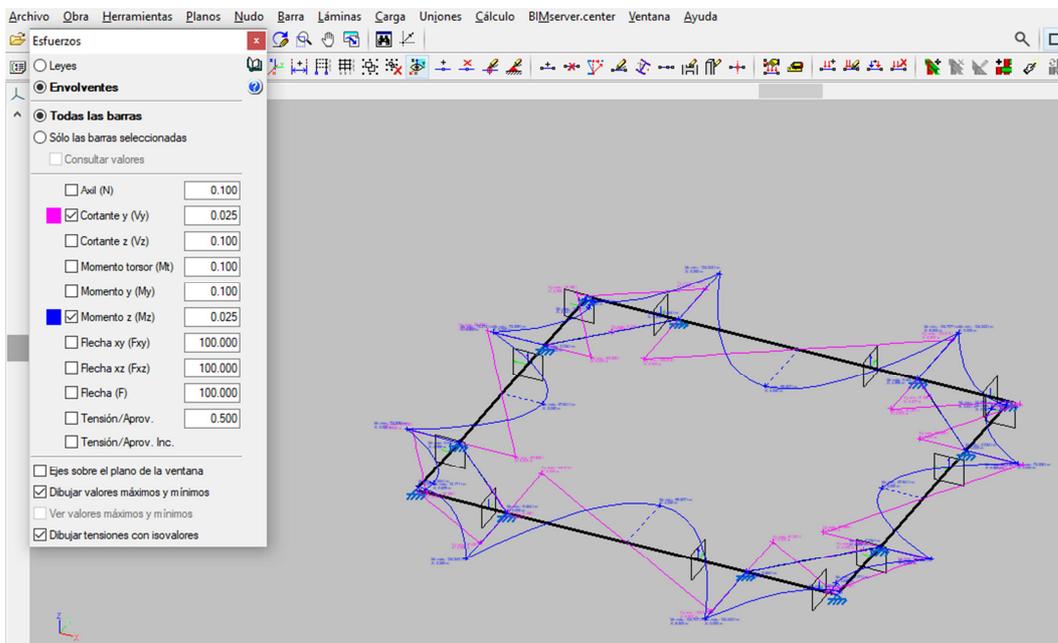
Vemos que el armado por cortante deja de hacer falta cuando alcanzamos el $V_{cu}=71$ t, mayorado y por batache de 2,5 m que traducido en la gráfica de cortantes se produce más o menos entre las cotas -9,0 a -13,0. Fuera de estas cotas no hace falta reforzar a cortante.

El refuerzo a cortante será de 24,1 cm/m que se da con 4 ramas de $\Phi 10$ a 10 cm ó 4 ramas de $\Phi 12$ a 15 cm.

5.4.1.2. Cálculo de la viga de coronación (puntal-1)

Para el armado de la viga de atado superior de sección 1,05 x 1,0 y una longitud de 15,0 m en su tramo más largo por lo tanto pésimo. Adicionalmente se dispondrá de codales EHB-300 a una distancia de 3,25 m del extremo.

Esta viga se considera que está apoyada en los codales y apoyada en los externos con una carga lineal del terreno de 18,39 t/m conforme los listados del cálculo de la pantalla y la rigidez del puntal.



Se calculan los momentos y cortante:

M_0 en extremo = 125,0 t m

M_0 en centro de vano = 99,5 t m

Cortante = 105 t

b = ancho de la sección de la viga

r = recubrimiento

f_{yd} = resistencia del acero

Se entra en el prontuario de el C.E. de donde se obtiene el siguiente armado a flexión en el lado pésimo

Sección: VIGAATADO

Comprobación Dimensionamiento Diagrama de Flexión

Propuesta de armado Plano de agotamiento

At [cm²] = 30.7

	∅ 12	∅ 14	∅ 16	∅ 20	∅ 25
nº total de ∅	28	20	16	10	7
nº de capas	2	2	1	1	1
At[cm²]	31.7	30.8	32.2	31.4	34.4
wk [mm]*	0.29	0.31	0.32	0.38	0.40

Ac [cm²] = 0.0

	∅ 12	∅ 14	∅ 16	∅ 20	∅ 25
nº total de ∅					
nº de capas					
Ac[cm²]					

(*) Los valores de la abertura característica de fisura son meramente orientativos. Se han calculado suponiendo un coeficiente global de mayoración de 1.50 y una proporción carga cuasi-permanente / carga total= 80%

Md [kN·m]

Sección: VIGASUP

Comprobación Dimensionamiento Diagrama de Flexión

Propuesta de armado Plano de agotamiento

At [cm²] = 29.4

	∅ 12	∅ 14	∅ 16	∅ 20	∅ 25
nº total de ∅	26	20	15	10	6
nº de capas	2	2	1	1	1
At[cm²]	29.4	30.8	30.2	31.4	29.5
wk [mm]*	0.19	0.19	0.21	0.23	0.31

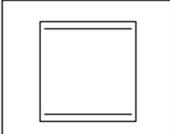
Ac [cm²] = 0.0

	∅ 12	∅ 14	∅ 16	∅ 20	∅ 25
nº total de ∅					
nº de capas					
Ac[cm²]					

(*) Los valores de la abertura característica de fisura son meramente orientativos. Se han calculado suponiendo un coeficiente global de mayoración de 1.50 y una proporción carga cuasi-permanente / carga total= 80%

Md [kN·m]

Sección: **VIGASUP**



Inclinación de las bielas
 ctg θ: 1.0 θ [°]: 45

Inclinación de las armaduras
 α [°]: 90.0

Con armadura de cortante
 Sin armadura de cortante

Control normal hormigón
 Control indirecto hormigón

Armadura de compresión
 Diámetro de la armadura comprimida: 12 [mm]

Axil de cálculo (compresión +)
 Nd [kN]: 0.0
 σ_{cd} [MPa]: 0.0
 Pcomprimida [%]: 0.0

Tensiones elásticas de cálculo (compresión +)
 σ_{xd} [MPa]: 0.0
 σ_{yd} [MPa]: 0.0
 θ_e [°]: 45.0

Comprobación Dimensionamiento

φ [mm]	φ 6	φ 8	φ 10	φ 12
s [m]	—	—	0.10	0.20
n ² ramas	—	—	4	4
A _s [cm ² /m]	—	—	31.4	22.6
TIPO	—	—	2	2
V _{su} [kN]	—	—	1108.4	798.0
V _{u2} [kN]	—	—	1404.29	1093.95

TIPO 1



TIPO 2



Vu1 [kN]: **5880.0** A_s [cm²/m]: **21.4**
 Vcu [kN]: **295.9**

Vd [kN]:

A la vista de los resultados se opta por los siguientes valores:

Armadura sección DD (centro de viga corta eje Y)		
1	Armado superior	8 Ø20
2	Armado inferior	8 Ø20
3a	Armado exterior	10 Ø20
3b	Armado exterior refuerzo	N/A
4a	Armado interior	10 Ø20
4b	Armado interior refuerzo	N/A
5	Cercos	4r Ø12 a 20
Armadura sección EE (centro de viga larga eje X)		
6	Armado superior	8 Ø20
7	Armado inferior	8 Ø20
8a	Armado exterior	10 Ø20
8b	Armado exterior refuerzo	N/A
9a	Armado interior	10 Ø20
9b	Armado interior refuerzo	N/A
10	Cercos	4r Ø12 a 20
Armadura sección FF (extremos de viga larga eje X)		
11	Armado superior	8 Ø20
12	Armado inferior	8 Ø20
13a	Armado exterior	10 Ø20
13b	Armado exterior refuerzo	N/A
14a	Armado interior	10 Ø20
14b	Armado interior refuerzo	N/A
15	Cercos	4r Ø12 a 20

El detalle de los cálculos se adjunta en el apartado "listados de cálculo".

5.4.1.3. Cálculo de la viga intermedia(puntal-2)

Para el armado de la viga de atado superior de 0,80 m de ancho y 0,6 m de alto en una longitud máxima de 15,0 m. Se dispone de codales HEB-300 a una distancia de 2,45 m.

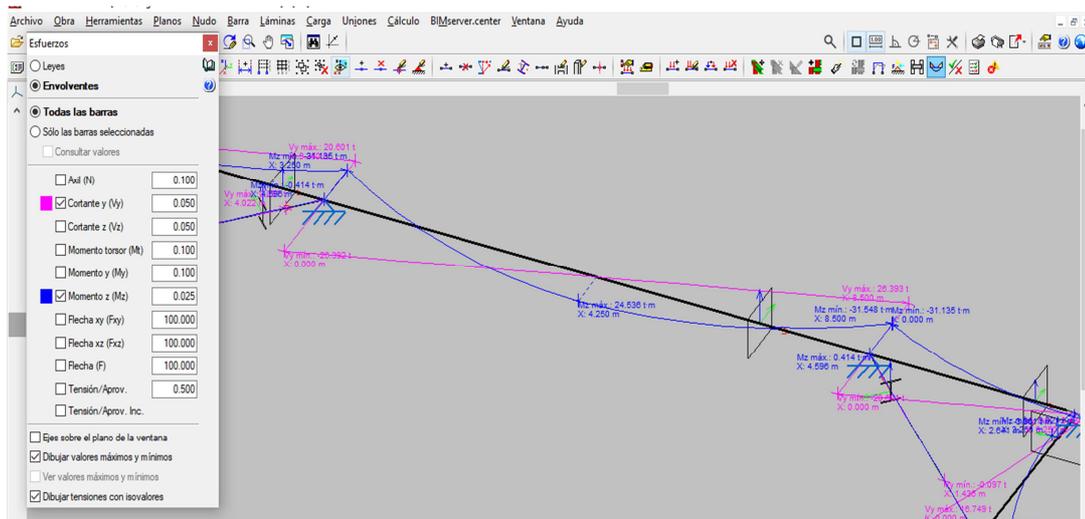
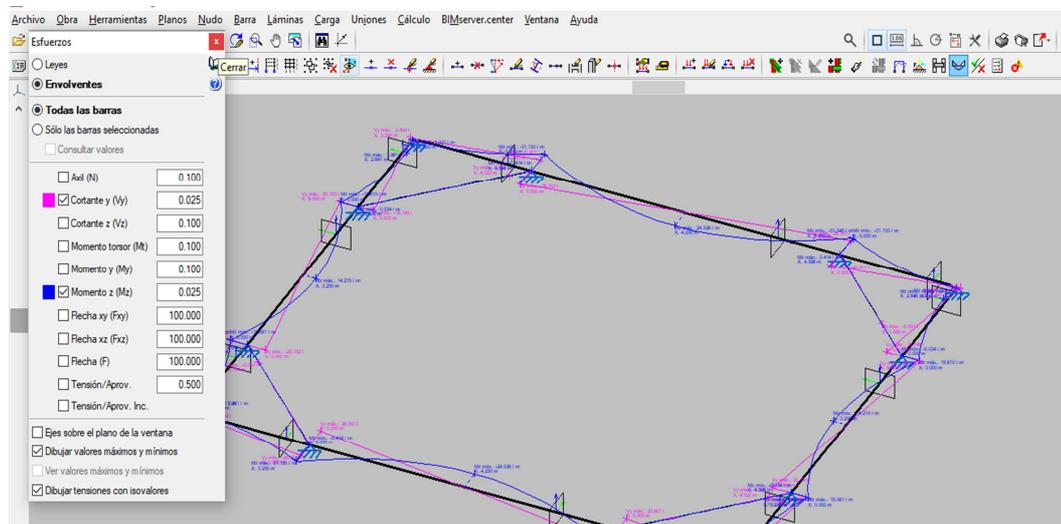
Se considera una viga apoyada en codales y extremos de 15 m con una carga lineal del terreno de 4,6 t m.

Se calculan los momentos y cortante:

M_d en extremo = 31,2 t m

M_d en centro de vano = 24,5 t m

Cortante = 26,5 t



Sección: VIGAINF

Comprobación: Dimensionamiento Diagrama de Flexión

Propuesta de armado: Plano de agotamiento

At [cm²] = 14.3

	ø 12	ø 14	ø 16	ø 20	ø 25
nº total de Ø	13	10	8	5	3
nº de capas	1	1	1	1	1
At [cm²]	14.7	15.4	16.1	15.7	14.7
wk [mm] *	0.32	0.32	0.32	0.38	0.57

Ac [cm²] = 0.0

	ø 12	ø 14	ø 16	ø 20	ø 25
nº total de Ø					
nº de capas					
Ac [cm²]					

(*) Los valores de la abertura característica de fisura son meramente orientativos. Se han calculado suponiendo un coeficiente global de mayoración de 1.50 y una proporción carga cuasi-permanente / carga total= 80%

Md [kN-m] 315

Sección: VIGAINF

Comprobación: Dimensionamiento Diagrama de Flexión

Propuesta de armado: Plano de agotamiento

At [cm²] = 13.4

	ø 12	ø 14	ø 16	ø 20	ø 25
nº total de Ø	12	9	7	5	3
nº de capas	1	1	1	1	1
At [cm²]	13.6	13.9	14.1	15.7	14.7
wk [mm] *	0.18	0.18	0.19	0.19	0.28

Ac [cm²] = 0.0

	ø 12	ø 14	ø 16	ø 20	ø 25
nº total de Ø					
nº de capas					
Ac [cm²]					

(*) Los valores de la abertura característica de fisura son meramente orientativos. Se han calculado suponiendo un coeficiente global de mayoración de 1.50 y una proporción carga cuasi-permanente / carga total= 80%

Md [kN-m] 240

Sección: VIGAINF

Comprobación: Dimensionamiento

Inclinación de las bielas: ctg θ = 1.0 θ [°] 45

Inclinación de las armaduras: α [°] 90.0

Avil de cálculo (compresión +)

Nd [kN] 0.0

σ_{cd} [MPa] 0.0

Pcompresión [%] 0.0

Tensiones elásticas de cálculo (compresión +)

σ_{xd} [MPa] 0.0

σ_{yd} [MPa] 0.0

φ_e [°] 45.0

φ [mm]	φ 6	φ 8	φ 10	φ 12
s [m]	0.10	0.25	0.30	0.30
nº ramas	4	4	4	4
A _s [cm²/m]	11.3	8.0	10.5	15.1
TIPO	2	2	2	2
V _{su} [kN]	215.8	153.5	199.8	287.7
V _{u2} [kN]				

TIPO 1 TIPO 2

Vu1 [kN] 2544.0 Vu2 [kN] 142.4

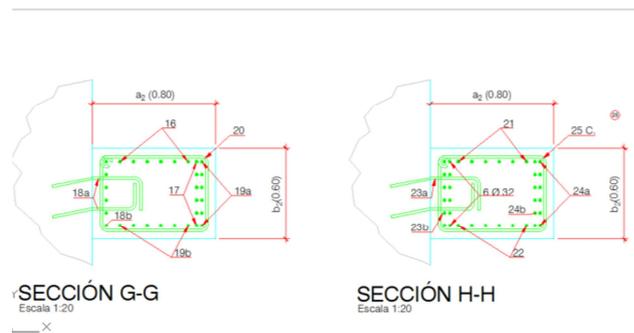
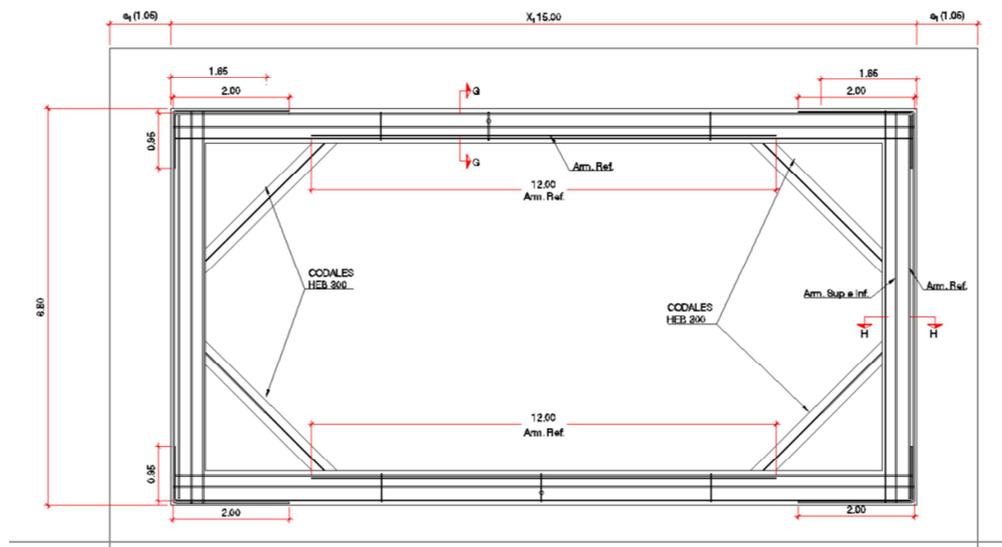
A_{sc} [cm²/m] 7.7

Cuantía mínima

Vd [kN] 265

Se adoptan los siguientes valores del lado de la seguridad:

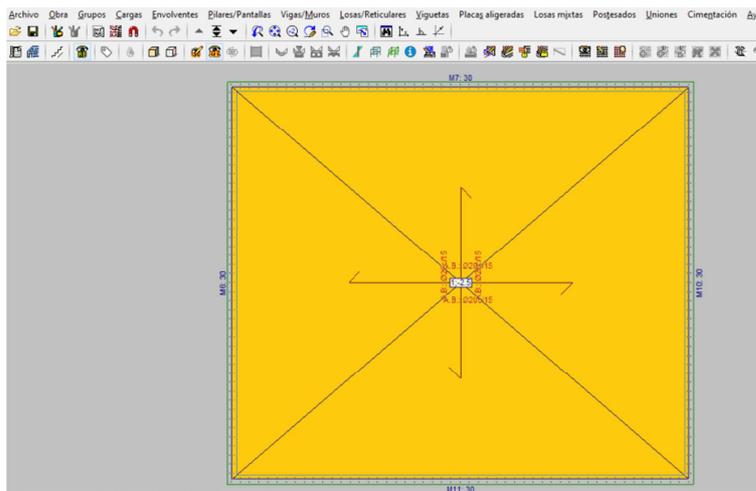
Armadura sección GG(centro viga larga eje X)		
16	Armado superior	6 Ø20
17	Armado inferior	6 Ø20
18a	Armado exterior	5 Ø20
18b	Armado exterior refuerzo	N/A
19a	Armado interior	5 Ø20
19b	Armado interior refuerzo	N/A
20	Cercos	4 ramas Ø12 c 30
Armadura sección HH(centro viga corta eje Y)		
21	Armado superior	6 Ø20
22	Armado inferior	6 Ø20
23a	Armado exterior	5 Ø20
23b	Armado exterior refuerzo	N/A
24a	Armado interior	5 Ø20
24b	Armado interior refuerzo	N/A
25	Cercos	4 ramas Ø12 c 30



5.4.1.4. Cálculo de la losa

A efectos de cálculo y conforme a la información geotécnica se verifica que la pantalla empotra en margas o lutitas con muy baja permeabilidad por lo que la subpresión que se generará en la fase de construcción para la ejecución de las hincas será muy baja. A efectos de cálculo resultaría muy conservador considerar la subpresión generada por la diferencia de cota con el nivel freático y por lo tanto sólo se considerará una posible subpresión de 2,5 t/m², en vez de la que saldría del cálculo en suelos permeables.

Se procee al cálculo de una losa empotrada de dimensión interior 15,0 x 13,0 m y espesor 0,4 m a la que se aplica una carga de 2,5 t/m².



Se adopta la siguiente armadura para estar del lado de la seguridad.

26	Armado superior	#Ø20/15
27	Armado inferior	#Ø20/15

El detalle de los cálculos se adjunta en el apartado "listados de cálculo".

Para determinar la barra de atado se calcula el esfuerzo a cortante entre la losa y pantalla y se calcula el número de redondos necesarios mínimos:

Cortante (t/m ²)	2,5
Ancho (m)	15
Cortante en extremos	18,75
Coef acero	1,15
fy (acero) t/m ²	51000
redondo (mm)	16
Ac = área del redondo	0,00020096
Resistencia del redondo (t)	5,145425926
Nº redondos mínimos por metro	4
Nº redondos por sección	2
Separación min. entre redondos (m)	0,5
Separación adoptada (m)	0,4

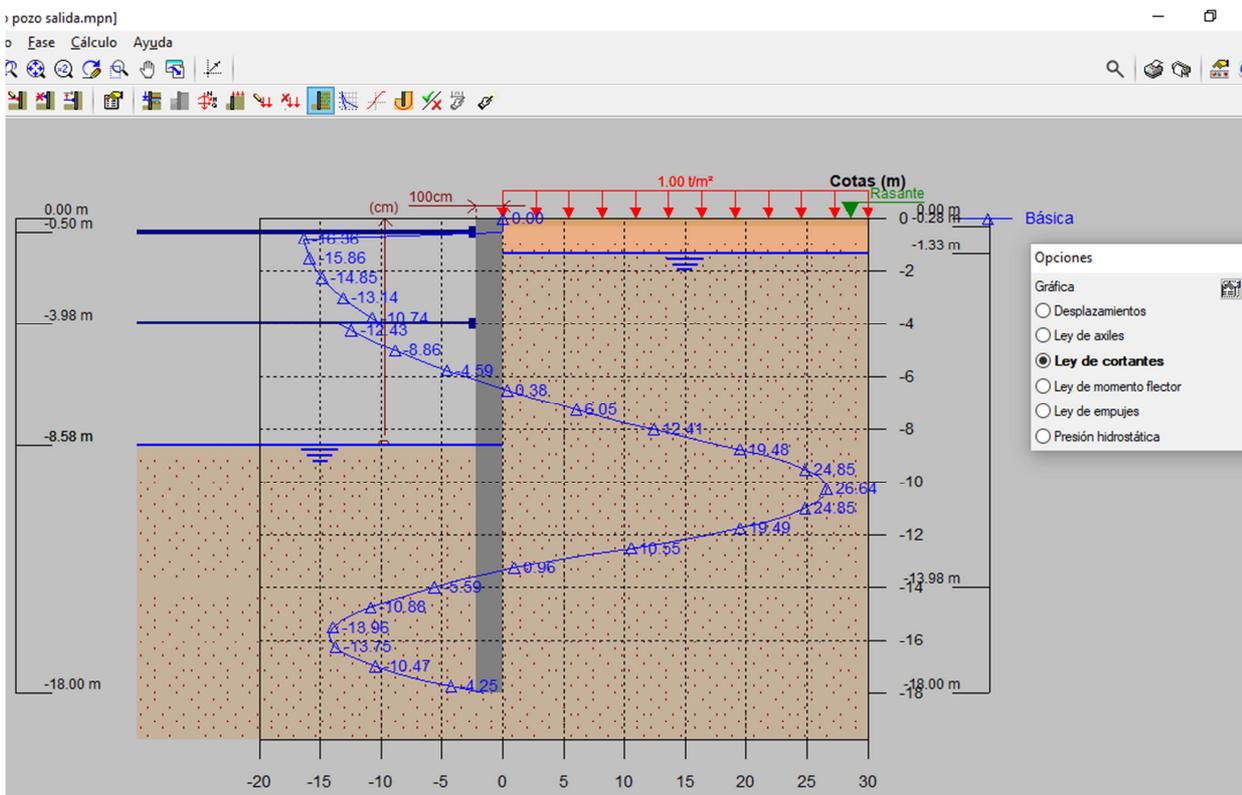
5.4.1.5. Listados de cálculo: Pantalla de pozo de ataque (Río Ebro)

5.4.2. Pozo de salida (Río Ebro)

Las características geotécnicas y profundidades del pozo de salida son similares a las del pozo de ataque, por lo que los cálculos realizados en el pozo de ataque son de aplicación en el pozo de salida.

Desaparecería la fase de construcción de la losa, pero por otro lado se ha de considerar que para la conexión de tuberías y extracción de la cabeza de la hinca será necesario excavar el frente del pozo donde no se dispone de pantalla. Esta circunstancia requiere ejecutar la excavación en trinchera con bombeos continuados que producirán además un rebaje del nivel freático en el pozo, disminuyendo así los empujes generados.

Se comprueba que el cortante en este caso es menor que en el del pozo de ataque.



Se consideran extrapolables los cálculos del pozo de ataque estando éstos del lado de la seguridad, y por lo tanto no procede realizar comprobaciones adicionales. Adoptaremos los mismos armados de la pantalla, viga de coronación y viga intermedia que en el caso del pozo de ataque.

El arrioste de la cara del pozo que no dispondrá de pantalla se ejecutará mediante viga EHB-500 en la viga de coronación y viga intermedia. Adicionalmente se dispondrá de codales de EHB-300.

5.5. PANTALLAS DE LA HINCA NA-128

5.5.1. Pozo de ataque (NA-128)

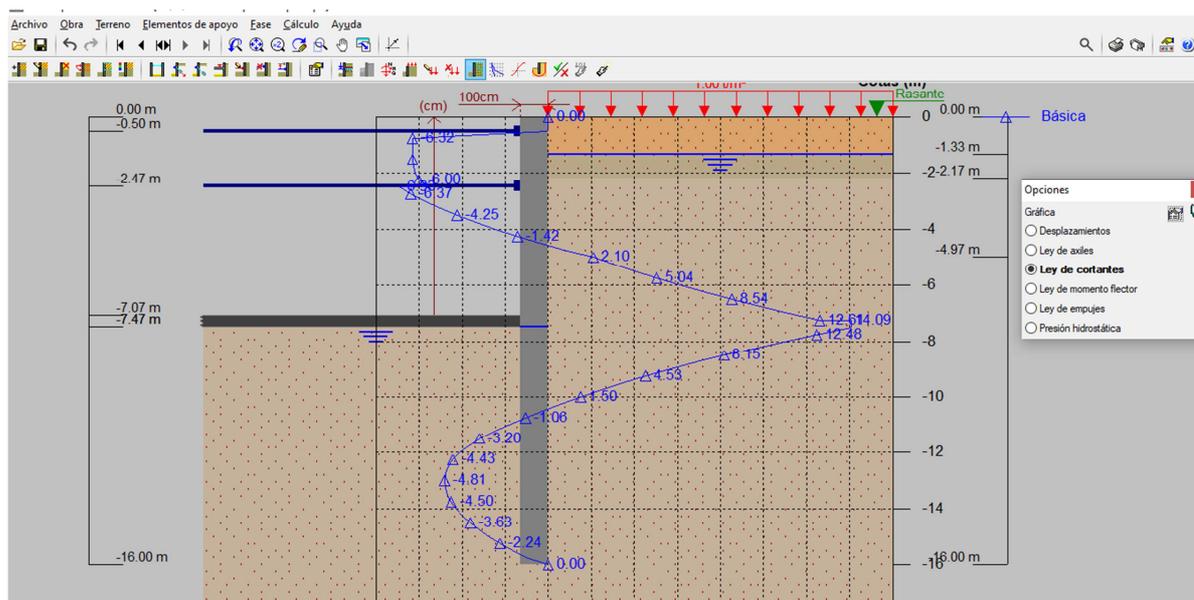
5.5.1.1. Cálculo de la pantalla

El cálculo del pozo de ataque se ha realizado contemplando las características geotécnicas del terreno y presencia freática, cuyos valores se adjuntan en los listados posteriores.

Para la pantalla se dimensiona con un espesor de 1,0 m y una profundidad de 16,0 m con una viga de coronación y una viga intermedia y dejando un paso mínimo de 4,50 m entre solera y eje de la viga intermedia.

La altura entre el eje de la viga de coronación (puntal-1) y el eje de la viga intermedia (puntal-2) podría hacer pensar en suprimir el puntal-2, si bien en el cálculo se ha considerado para garantizar el sostenimiento de la pantalla del frente en la salida de la hinca.

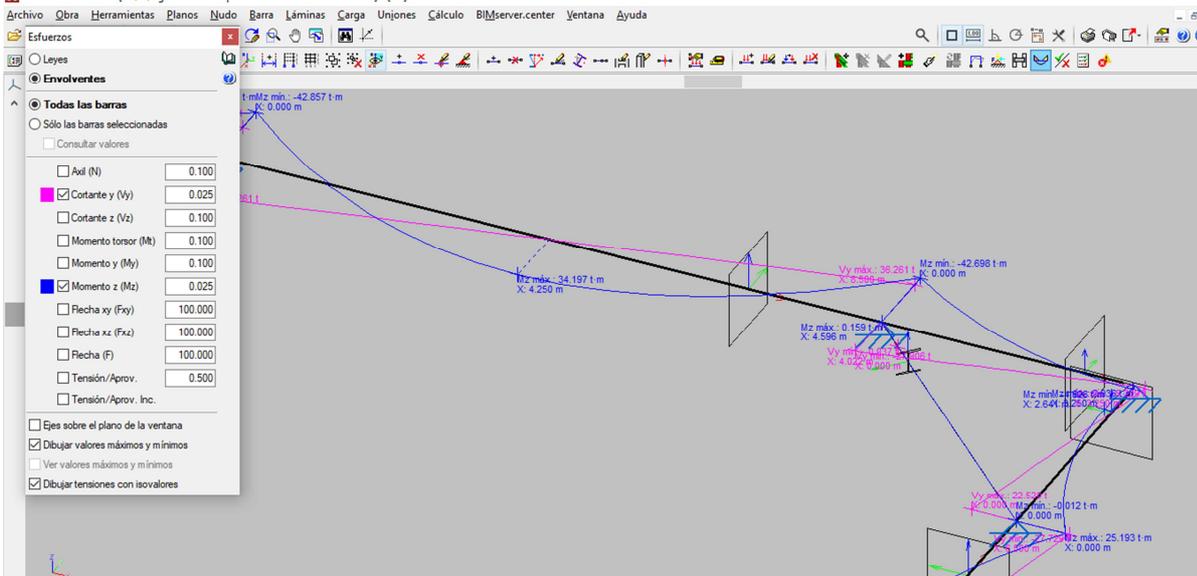
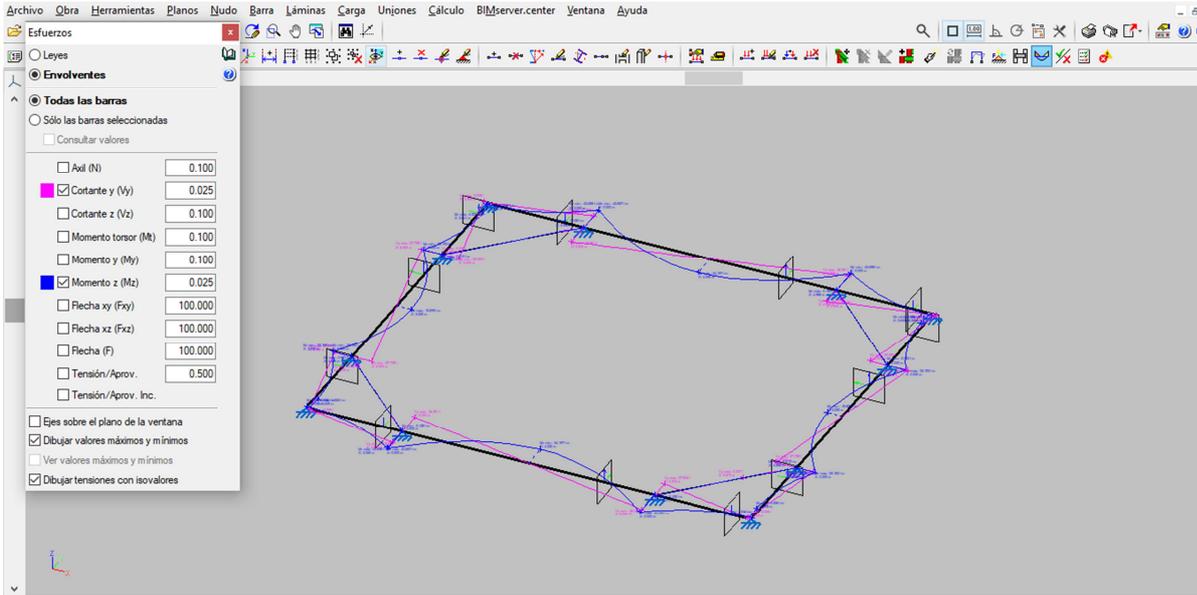
Del cálculo realizado se observa que la comprobación a cortante en el tronque con el terciario cumple, por lo que no es necesario tener ninguna zona de la pantalla con refuerzo a cortante.



5.5.1.2. Cálculo de la viga de coronación (puntal-1)

Para el armado de la viga de atado superior de sección 1,05 x 1,0 y una longitud de 15,0 m en su tramo más largo por lo tanto pésimo. Adicionalmente se dispondrá de codales EHB-300 a una distancia de 3,25 m del extremo.

Esta viga se considera apoyada con una carga lineal del terreno de 6,32 t/m conforme a los listados del cálculo de la pantalla y la rigidez del puntal.



Se calculan los momentos y cortante:

$$M_d \text{ en extremos} = 43 \text{ t m}$$

$$M_d \text{ de viga biempotrada en centro de vano} = 35 \text{ t m}$$

$$\text{Cortante} = 36 \text{ t}$$

La sección de armado será $A_s = M_d / (0,9 * (b-r)) * 1 / f_{yd}$, donde:

b = ancho de la sección de la viga

r = recubrimiento

f_{yd} = resistencia del acero

Se entra en el prontuario de el C.E. donde se obtienen los armados. A la vista de los resultados se opta por los siguientes valores:

Sección: VIGASUP

Comprobación Dimensionamiento Diagrama de Flexión

Propuesta de armado Plano de agotamiento

At [cm²] = 29.4

	ø 12	ø 14	ø 16	ø 20	ø 25
nº total de ø	26	20	15	10	6
nº de capas	2	2	1	1	1
At[cm²]	29.4	30.8	30.2	31.4	29.5
wk [mm] *	0.06	0.06	0.07	0.08	0.10

Ac [cm²] = 0.0

	ø 12	ø 14	ø 16	ø 20	ø 25
nº total de ø					
nº de capas					
Ac[cm²]					

(*) Los valores de la abertura característica de fisura son meramente orientativos. Se han calculado suponiendo un coeficiente global de mayoración de 1.50 y una proporción carga cuasi-permanente / carga total= 80%.

Md [kN-m]

Sección: VIGASUP

Comprobación Dimensionamiento Diagrama de Flexión

Propuesta de armado Plano de agotamiento

At [cm²] = 29.4

	ø 12	ø 14	ø 16	ø 20	ø 25
nº total de ø	26	20	15	10	6
nº de capas	2	2	1	1	1
At[cm²]	29.4	30.8	30.2	31.4	29.5
wk [mm] *	0.05	0.05	0.06	0.06	0.08

Ac [cm²] = 0.0

	ø 12	ø 14	ø 16	ø 20	ø 25
nº total de ø					
nº de capas					
Ac[cm²]					

(*) Los valores de la abertura característica de fisura son meramente orientativos. Se han calculado suponiendo un coeficiente global de mayoración de 1.50 y una proporción carga cuasi-permanente / carga total= 80%.

Md [kN-m]

Sección: VIGAINF

Comprobación Dimensionamiento

Inclinación de las bielas
 ctg θ θ [°]

Inclinación de las armaduras
 α [°]

Axil de cálculo (compresión +)
 Nd [kN]
 C_{cd} [MPa]
 Pcompresión [%]

Tensiones elásticas de cálculo (compresión +)
 σ_{xd} [MPa]
 σ_{yd} [MPa]
 θ_e [°]

ø [mm]	ø 6	ø 8	ø 10	ø 12
s [m]	—	0.15	0.25	0.30
nº ramas	—	4	4	4
A _s [cm²/m]	—	13.4	12.6	15.1
TIPO	—	2	2	2
V _{su} [kN]	—	255.8	239.8	287.7
V _{u2} [kN]	—	398.12	382.14	430.09

TIPO 1 TIPO 2

V_{u1} [kN] A_α [cm²/m]
 V_{cu} [kN]

V_d [kN]

Comprobación
Dimensionamiento
Diagrama de Flexión

Sección: VIGASUP

Propuesta de armado Plano de agotamiento

At [cm²]= 29.4					
	ø 12	ø 14	ø 16	ø 20	ø 25
nº total de Ø	26	20	15	10	6
nº de capas	2	2	1	1	1
At[cm²]	29.4	30.8	30.2	31.4	29.5
wk [mm]*	0.06	0.06	0.07	0.08	0.10

Ac [cm²]= 0.0					
	ø 12	ø 14	ø 16	ø 20	ø 25
nº total de Ø					
nº de capas					
Ac[cm²]					

(*) Los valores de la abertura característica de fisura son meramente orientativos. Se han calculado suponiendo un coeficiente global de mayoración de 1.50 y una proporción carga cuasi-permanente / carga total= 80%

Elemento estructural:

- Viga
- Losa
- Muro

Md [kN·m]

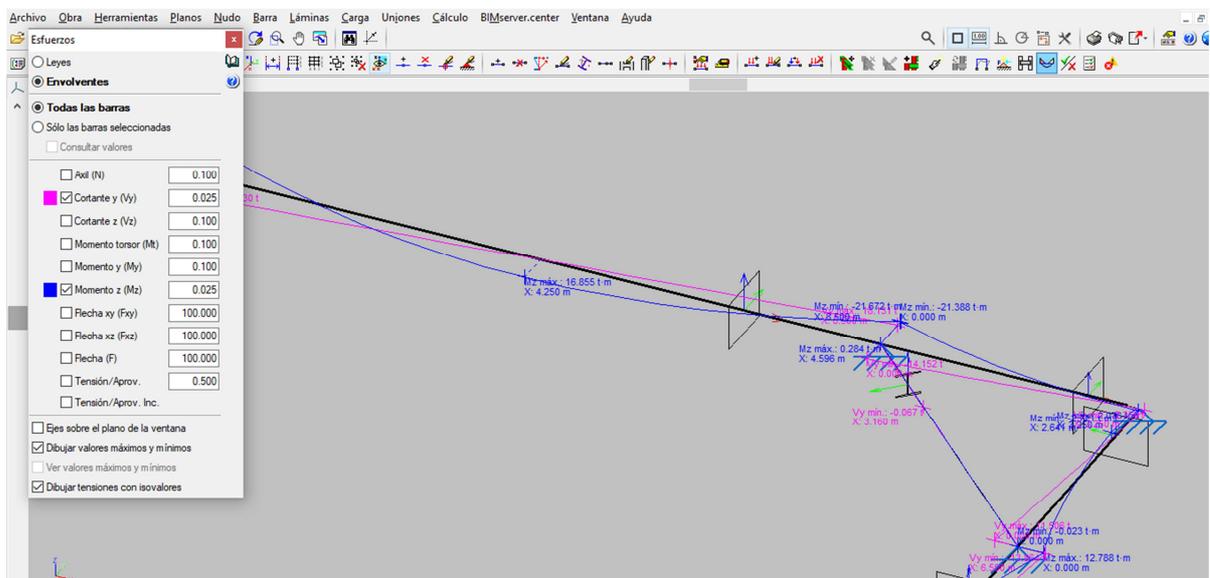
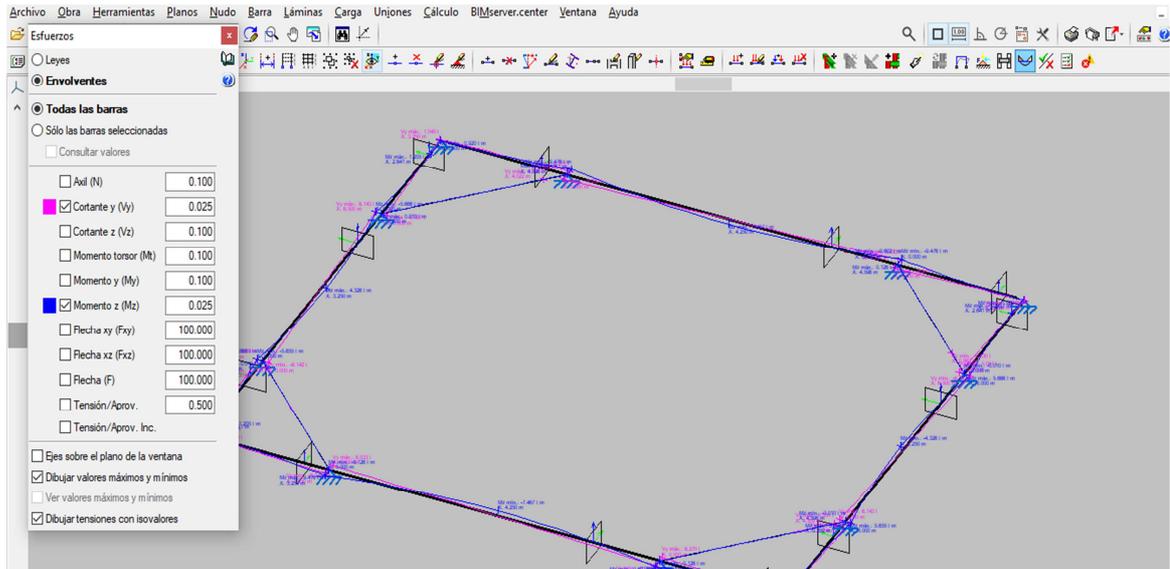
En aras de la uniformidad de armados de todas las estructuras de las hincas y para estar del lado de la seguridad se opta por el siguiente armado:

Armadura sección DD (centro de viga corta eje Y)		
1	Armado superior	8 Ø20
2	Armado inferior	8 Ø20
3a	Armado exterior	10 Ø20
3b	Armado exterior refuerzo	N/A
4a	Armado interior	10 Ø20
4b	Armado interior refuerzo	N/A
5	Cercos	16Ø15
Armadura sección EE (centro de viga larga eje X)		
6	Armado superior	8 Ø20
7	Armado inferior	8 Ø20
8a	Armado exterior	10 Ø20
8b	Armado exterior refuerzo	N/A
9a	Armado interior	10 Ø20
9b	Armado interior refuerzo	N/A
10	Cercos	16Ø15
Armadura sección FF (extremos de viga larga eje X)		
11	Armado superior	8 Ø20
12	Armado inferior	8 Ø20
13a	Armado exterior	10 Ø20
13b	Armado exterior refuerzo	N/A
14a	Armado interior	10 Ø20
14b	Armado interior refuerzo	N/A
15	Cercos	16Ø15

5.5.1.3. Cálculo de la viga intermedia(puntal-2)

Para el armado de la viga de atado superior de 0,80 m de ancho y 0,6 m de alto en una longitud máxima de 15,0 m. Se dispone de codales HEB-300 a una distancia de 2,45 m.

Se considera una viga biempotrada de 15 m con una carga lineal del terreno de 1,40 t m.



Se calculan los momentos y cortante:

$$M_d \text{ viga en extremos} = 9,5 \text{ t m}$$

$$M_d \text{ en centro de vano} = 4,25 \text{ t m}$$

$$\text{Cortante} = 8,5 \text{ t}$$

Se entra en el prontuario de el C.E. y se adoptan los siguientes valores:

Sección: VIGAINF

Comprobación Dimensionamiento Diagrama de Flexión

Propuesta de armado Plano de agotamiento

At [cm²]= 13.4					
	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	Ø 25
nº total de Ø	12	9	7	5	3
nº de capas	1	1	1	1	1
Ai [cm²]	13.6	13.9	14.1	15.7	14.7
wk [mm] *	0.06	0.07	0.07	0.07	0.10

Ac [cm²]= 0.0					
	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	Ø 25
nº total de Ø					
nº de capas					
Ac [cm²]					

(*) Los valores de la abertura característica de fisura son meramente orientativos. Se han calculado suponiendo un coeficiente global de mayoración de 1.50 y una proporción carga cuasi-permanente / carga total= 50%.

Md [kN·m] 95

Sección: VIGAINF

Comprobación Dimensionamiento Diagrama de Flexión

Propuesta de armado Plano de agotamiento

At [cm²]= 13.4					
	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	Ø 25
nº total de Ø	12	9	7	5	3
nº de capas	1	1	1	1	1
Ai [cm²]	13.6	13.9	14.1	15.7	14.7
wk [mm] *	0.03	0.03	0.03	0.03	0.05

Ac [cm²]= 0.0					
	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	Ø 25
nº total de Ø					
nº de capas					
Ac [cm²]					

(*) Los valores de la abertura característica de fisura son meramente orientativos. Se han calculado suponiendo un coeficiente global de mayoración de 1.50 y una proporción carga cuasi-permanente / carga total= 50%.

Md [kN·m] 42.5

Sección: VIGAINF

Comprobación Dimensionamiento

Inclinación de las bielas: ctg θ = 1.0 θ [°] 45

Inclinación de las armaduras: α [°] 90.0

φ [mm]	φ 6	φ 8	φ 10	φ 12
s [m]	0.10	0.25	0.30	0.30
nº ramas	4	4	4	4
A _{ax} [cm²/m]	11.3	8.0	10.5	15.1
TIPO	2	2	2	2
V _{su} [kN]	215.8	153.5	199.8	287.7
V _{u2} [kN]				

TIPO 1 TIPO 2

Axíl de cálculo (compresión +)

Nd [kN] 0.0

σ_{cd} [MPa] 0.0

Pcompresión [%] 0.0

Tensiones elásticas de cálculo (compresión +)

σ_{xd} [MPa] 0.0

σ_{yd} [MPa] 0.0

θ_e [°] 45.0

Vu1 [kN] 2544.0 Vu2 [kN] 142.4 A_{ax} [cm²/m] 7.7

Vd [kN] 85

Cuántía mínima

En aras de la uniformidad de armados de todas las estructuras de las hincas y para estar del lado de la seguridad se opta por el siguiente armado

Armadura sección GG(centro viga larga eje X)		
16	Armado superior	6 Ø20
17	Armado inferior	6 Ø20
18a	Armado exterior	5 Ø20
18b	Armado exterior refuerzo	N/A
19a	Armado interior	5 Ø20
19b	Armado interior refuerzo	N/A
20	Cercos	16Ø15

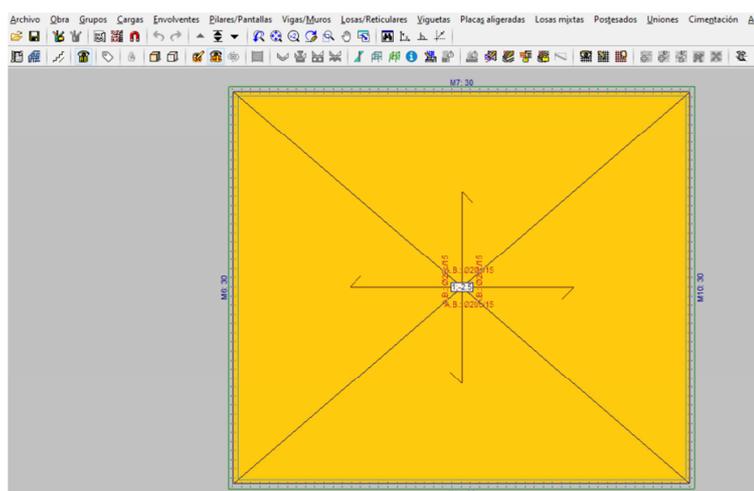
Armadura sección HH(centro viga corta eje Y)		
21	Armado superior	8 Ø20
22	Armado inferior	8 Ø20
23a	Armado exterior	10 Ø20
23b	Armado exterior refuerzo	N/A
24a	Armado interior	10 Ø20
24b	Armado interior refuerzo	10 Ø25
25	Cercos	16Ø15

El detalle de los cálculos se adjunta en el apartado "listados de cálculo".

5.5.1.4. Cálculo de la losa

A efectos de cálculo y conforme a la información geotécnica se verifica que la pantalla empotra en margas o lutitas con muy baja permeabilidad por lo que la subpresión que se generará en la fase de construcción para la ejecución de las hincas será muy baja. A efectos de cálculo resultaría muy conservador considerar la subpresión generada por la diferencia de cota con el nivel freático y por lo tanto sólo se considerará una posible subpresión de 2,5 t/m², en vez de la que saldría del cálculo en suelos permeables.

Se procee al cálculo de una losa empotrada de dimensión interior 15,0 x 13,0 m y espesor 0,4 m a la que se aplica una carga de 2,5 t/m².



Se adopta la siguiente armadura para estar del lado de la seguridad.

26	Armado superior	# Ø20/15
27	Armado inferior	# Ø20/15

Para determinar la barra de atado se calcula el esfuerzo a cortante entre la losa y pantalla y se calcula el número de redondos necesarios mínimos:

Cortante (t/m ²)	2,5
Ancho (m)	15
Cortante en extremos	18,75
Coef acero	1,15

fy (acero) t/m ²	51000
redondo (mm)	16
Ac = área del redondo	0,00020096
Resistencia del redondo (t)	5,145425926
Nº redondos mínimos por metro	4
Nº redondos por sección	2
Separación min. entre redondos (m)	0,5
Separación adoptada (m)	0,4

COMPROBACIÓN DE LA PANTALLA POZO DE ATAQUE Y SALIDA RÍO EBRO

ÍNDICE

1. NORMA Y MATERIALES	2
2. ACCIONES	2
3. DATOS GENERALES	2
4. DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	2
5. SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO	3
6. GEOMETRÍA	3
7. ESQUEMA DE LAS FASES	4
8. CARGAS	7
9. ELEMENTOS DE APOYO	7
10. RESULTADOS DE LAS FASES	7
11. RESULTADOS PARA LOS ELEMENTOS DE APOYO	9
12. DESCRIPCIÓN DEL ARMADO	10
13. COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA	10
14. COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (COEFICIENTES DE SEGURIDAD)	12
15. MEDICIÓN	12



Selección de listados

modelización muro largo arqueta de hinca

Fecha: 26/12/24

1. NORMA Y MATERIALES

Norma de hormigón: Código Estructural

Hormigón: HA-30, $Y_c=1.5$

Acero: B 500 S, $Y_s=1.15$

Clase de exposición: XC2+XA2

Recubrimiento geométrico: 7.0 cm

Tamaño máximo del árido: 12 mm

2. ACCIONES

Mayoración esfuerzos en construcción: 1.60

Mayoración esfuerzos en servicio: 1.60

Sin análisis sísmico

Sin considerar acciones térmicas en puntales

3. DATOS GENERALES

Cota de la rasante: 0.00 m

Altura del muro sobre la rasante: 0.00 m

Tipología: Muro pantalla de hormigón armado

4. DESCRIPCIÓN DEL TERRENO

Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el trasdós del muro pantalla: 25.0 %

Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el intradós del muro pantalla: 25.0 %

Profundidad del nivel freático: 1.33 m

ESTRATOS

Referencias	Cota superior	Descripción	Coefficientes de empuje
1 - arenas arcillosas	0.00 m	Densidad aparente: 1.9 kg/dm ³ Densidad sumergida: 1.0 kg/dm ³ Ángulo rozamiento interno: 25 grados Cohesión: 1.50 t/m ² Módulo de balasto empuje activo: 2500.0 t/m ³ Módulo de balasto empuje pasivo: 2500.0 t/m ³ Gradiente módulo de balasto: 0.0 t/m ⁴	Activo trasdós: 0.38 Reposo trasdós: 0.58 Pasivo trasdós: 2.92 Activo intradós: 0.38 Reposo intradós: 0.58 Pasivo intradós: 2.92
2 - gravas aluviales	-0.33 m	Densidad aparente: 2.1 kg/dm ³ Densidad sumergida: 1.1 kg/dm ³ Ángulo rozamiento interno: 38 grados Cohesión: 0.00 t/m ² Módulo de balasto empuje activo: 5000.0 t/m ³ Módulo de balasto empuje pasivo: 5000.0 t/m ³ Gradiente módulo de balasto: 0.0 t/m ⁴	Activo trasdós: 0.22 Reposo trasdós: 0.38 Pasivo trasdós: 6.00 Activo intradós: 0.22 Reposo intradós: 0.38 Pasivo intradós: 6.00
3 - arcillas margosas terciario	-14.03 m	Densidad aparente: 2.2 kg/dm ³ Densidad sumergida: 1.1 kg/dm ³ Ángulo rozamiento interno: 30 grados Cohesión: 5.00 t/m ² Módulo de balasto empuje activo: 4000.0 t/m ³ Módulo de balasto empuje pasivo: 4000.0 t/m ³ Gradiente módulo de balasto: 0.0 t/m ⁴	Activo trasdós: 0.31 Reposo trasdós: 0.50 Pasivo trasdós: 3.77 Activo intradós: 0.31 Reposo intradós: 0.50 Pasivo intradós: 3.77

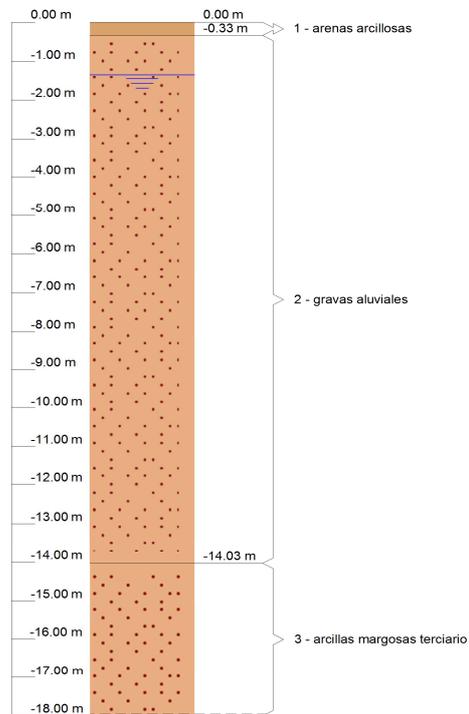


Selección de listados

modelización muro largo arqueta de hinca

Fecha: 26/12/24

5. SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO



6. GEOMETRÍA

Altura total: 18.00 m
Espesor: 100 cm
Longitud tramo: 2.50 m

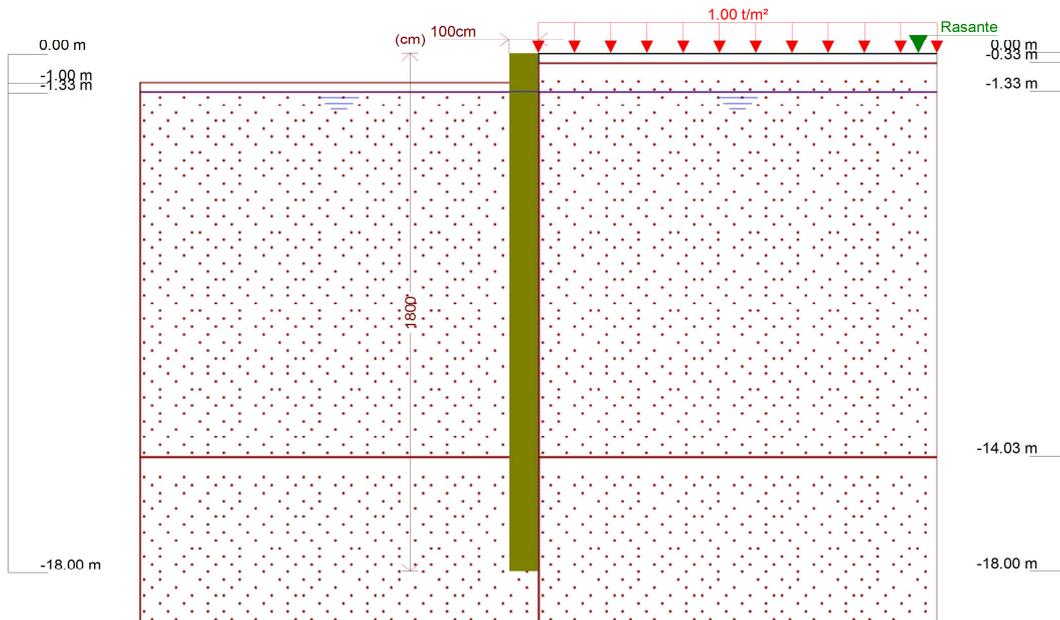


Selección de listados

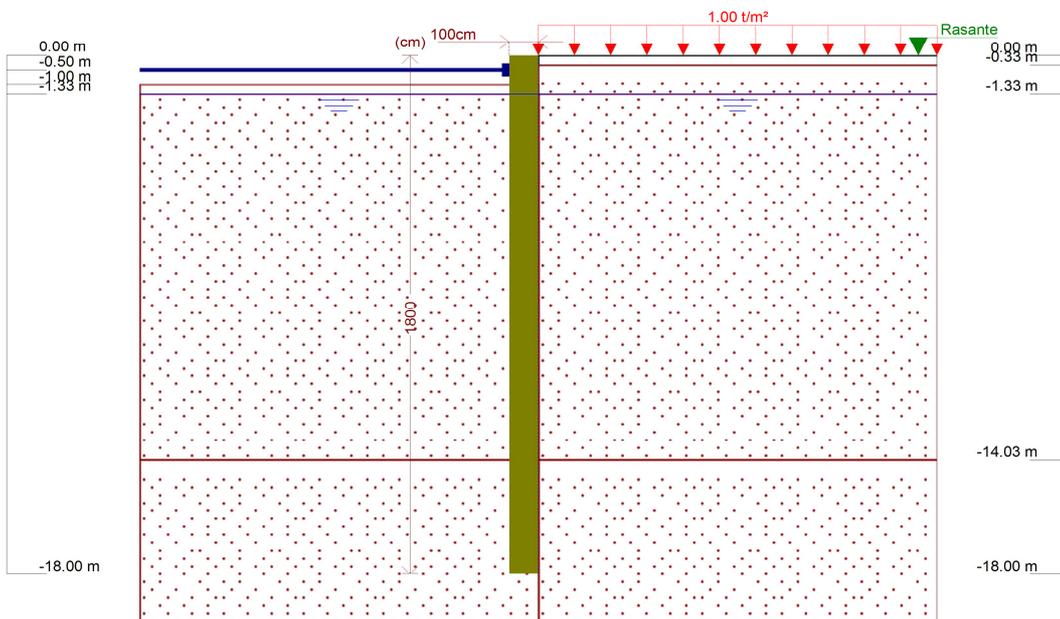
modelización muro largo arqueta de hinca

Fecha: 26/12/24

7. ESQUEMA DE LAS FASES



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 1	1ª excavación	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -1.00 m Con nivel freático trasdós hasta la cota: -1.33 m Con nivel freático intradós hasta la cota: -1.33 m



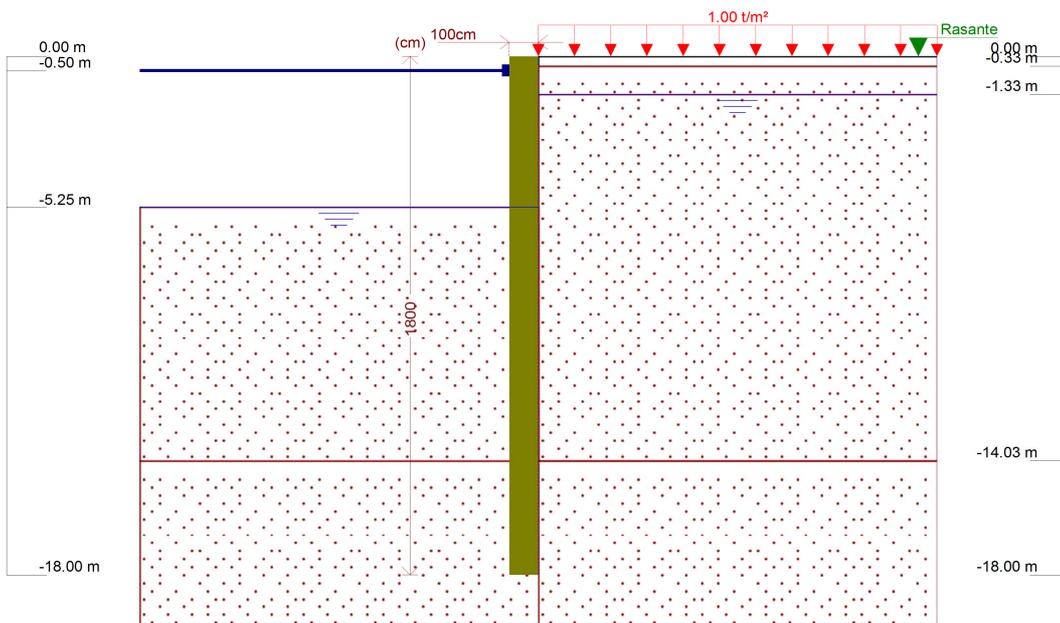
Referencias	Nombre	Descripción
Fase 2	Colocación 1er puntal	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -1.00 m Con nivel freático trasdós hasta la cota: -1.33 m Con nivel freático intradós hasta la cota: -1.33 m



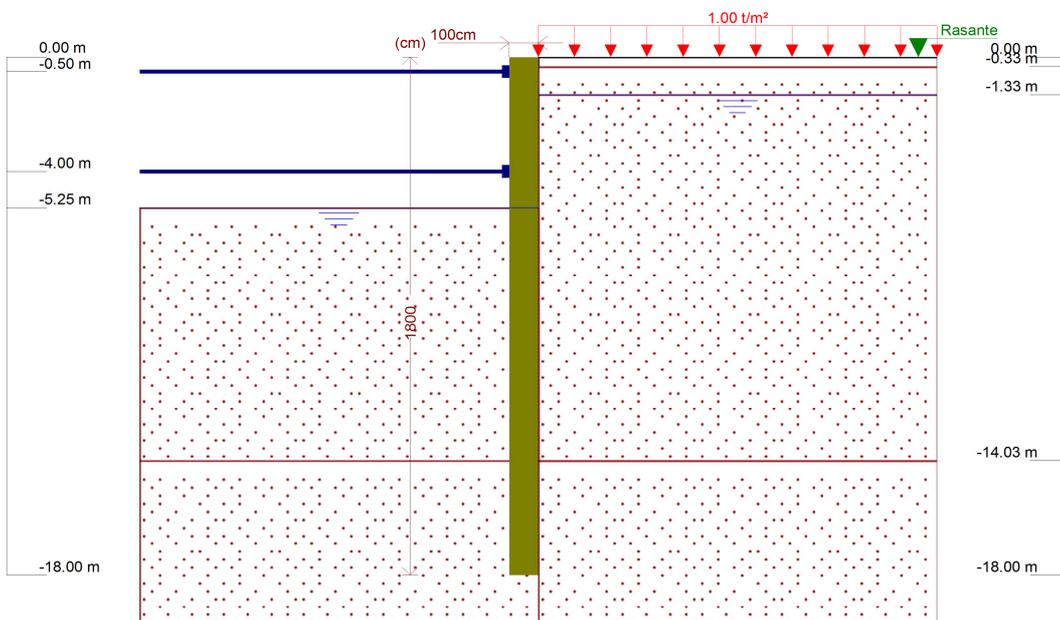
Selección de listados

modelización muro largo arqueta de hinca

Fecha: 26/12/24



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 3	2ª excavación	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -5.25 m Con nivel freático trasdós hasta la cota: -1.33 m Con nivel freático intradós hasta la cota: -5.25 m



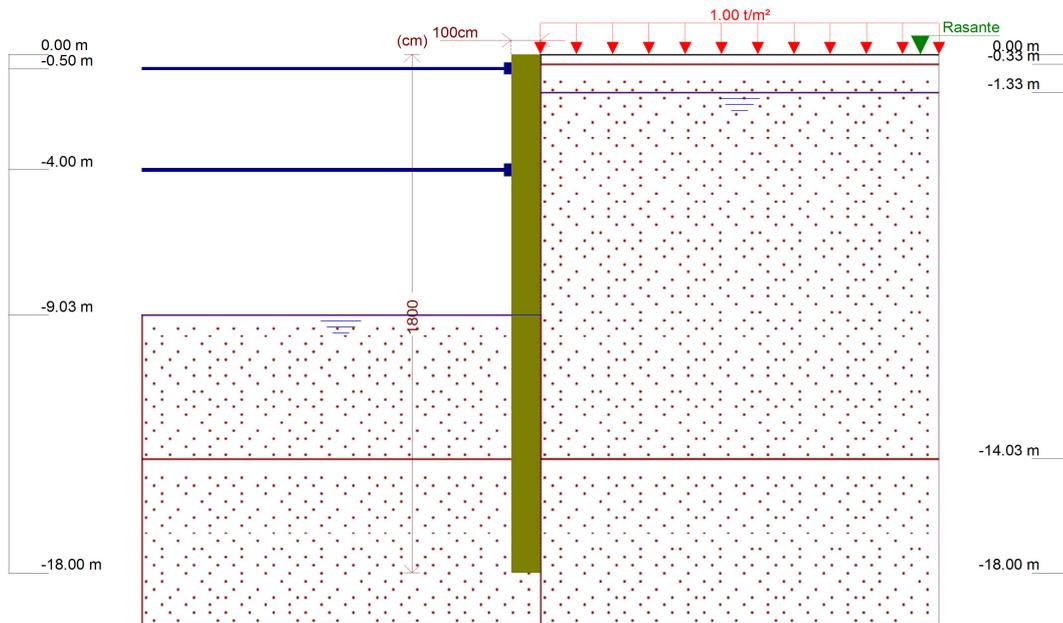
Referencias	Nombre	Descripción
Fase 4	Colocación 2º puntal	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -5.25 m Con nivel freático trasdós hasta la cota: -1.33 m Con nivel freático intradós hasta la cota: -5.25 m



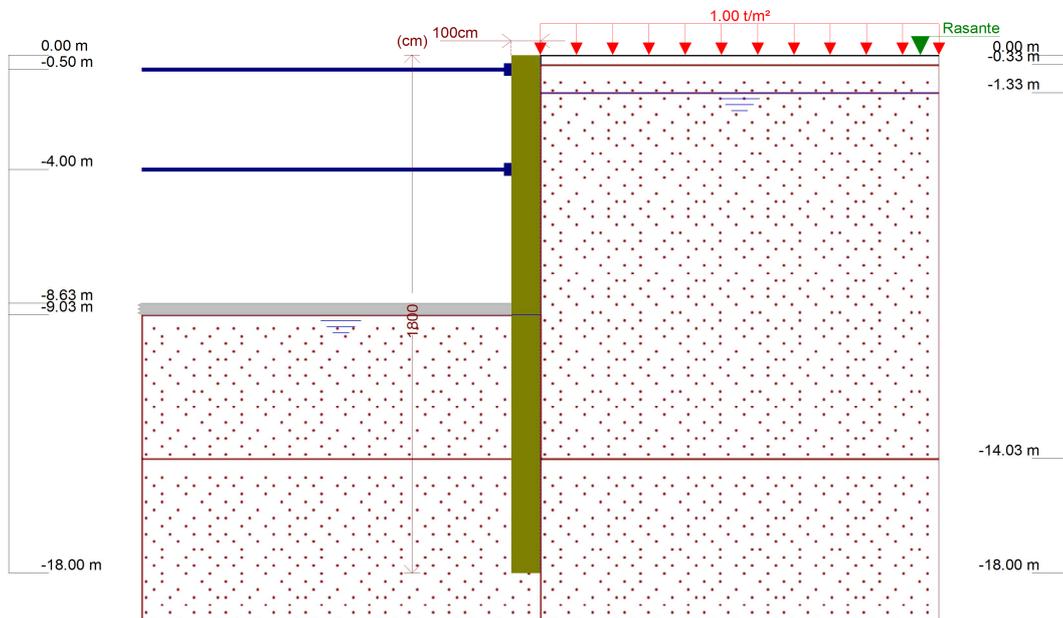
Selección de listados

modelización muro largo arqueta de hinca

Fecha: 26/12/24



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 5	Excavación total	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -9.03 m Con nivel freático trasdós hasta la cota: -1.33 m Con nivel freático intradós hasta la cota: -9.03 m



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 6	Ejecución solera de fondo	Tipo de fase: Servicio Cota de excavación: -9.03 m Con nivel freático trasdós hasta la cota: -1.33 m Con nivel freático intradós hasta la cota: -9.03 m



Selección de listados

modelización muro largo arqueta de hinca

Fecha: 26/12/24

8. CARGAS

CARGAS EN EL TRASDÓS

Tipo	Cota	Datos	Fase inicial	Fase final
Uniforme	En superficie	Valor: 1 t/m ²	1ª excavación	Ejecución solera de fondo

9. ELEMENTOS DE APOYO

PUNTALES

Descripción	Fase inicial	Fase final
Cota: -0.50 m Rigidez axil: 11100 t/m Separación: 8.5 m	Colocación 1er puntal	Ejecución solera de fondo
Cota: -4.00 m Rigidez axil: 3200 t/m Separación: 8.5 m	Colocación 2º puntal	Ejecución solera de fondo

FORJADOS

Descripción	Fase de construcción	Fase de servicio
Cota: -8.63 m Canto: 40 cm Cortante fase constructiva: 0 t/m Cortante fase de servicio: 0 t/m Rigidez axil: 1000000 t/m ²	Ejecución solera de fondo	Ejecución solera de fondo

10. RESULTADOS DE LAS FASES

Esfuerzos sin mayorar.

FASE 1: 1ª EXCAVACIÓN

BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t-m/m)	Ley de empujes (t/m ²)	Presión hidrostática (t/m ²)
0.00	-0.18	-0.00	0.02	0.00	0.12	0.00
-1.75	-0.15	4.37	0.41	0.54	-0.28	0.00
-3.50	-0.13	8.75	-0.01	0.79	-0.13	0.00
-5.25	-0.12	13.12	-0.13	0.62	0.00	0.00
-7.00	-0.11	17.50	-0.08	0.44	0.05	0.00
-8.75	-0.11	21.87	0.03	0.40	0.05	0.00
-10.50	-0.12	26.25	0.09	0.52	-0.00	0.00
-12.25	-0.13	30.62	0.01	0.62	-0.12	0.00
-14.00	-0.15	35.00	-0.34	0.34	-0.32	0.00
-15.75	-0.17	39.37	-0.06	-0.05	0.14	0.00
-17.50	-0.20	43.75	0.04	-0.01	-0.05	0.00
Máximos	-0.11 Cota: -7.75 m	45.00 Cota: -18.00 m	0.53 Cota: -1.25 m	0.79 Cota: -3.25 m	0.67 Cota: -1.00 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínimos	-0.20 Cota: -18.00 m	-0.00 Cota: 0.00 m	-0.42 Cota: -14.25 m	-0.06 Cota: -16.25 m	-0.32 Cota: -14.00 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 2: COLOCACIÓN 1ER PUNTAL

BÁSICA



Selección de listados

modelización muro largo arqueta de hinca

Fecha: 26/12/24

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m ²)	Presión hidrostática (t/m ²)
0.00	-0.18	-0.00	0.02	0.00	0.12	0.00
-1.75	-0.15	4.37	0.41	0.54	-0.28	0.00
-3.50	-0.13	8.75	-0.01	0.79	-0.13	0.00
-5.25	-0.12	13.12	-0.13	0.62	0.00	0.00
-7.00	-0.11	17.50	-0.08	0.44	0.05	0.00
-8.75	-0.11	21.87	0.03	0.40	0.05	0.00
-10.50	-0.12	26.25	0.09	0.52	-0.00	0.00
-12.25	-0.13	30.62	0.01	0.62	-0.12	0.00
-14.00	-0.15	35.00	-0.34	0.34	-0.32	0.00
-15.75	-0.17	39.37	-0.06	-0.05	0.14	0.00
-17.50	-0.20	43.75	0.04	-0.01	-0.05	0.00
Máximos	-0.11 Cota: -7.75 m	45.00 Cota: -18.00 m	0.53 Cota: -1.25 m	0.79 Cota: -3.25 m	0.67 Cota: -1.00 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínimos	-0.20 Cota: -18.00 m	-0.00 Cota: 0.00 m	-0.42 Cota: -14.25 m	-0.06 Cota: -16.25 m	-0.32 Cota: -14.00 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 3: 2ª EXCAVACIÓN

BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m ²)	Presión hidrostática (t/m ²)
0.00	-4.67	-0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
-1.75	-4.19	4.37	-4.82	-6.55	0.92	0.42
-3.50	-3.64	8.75	-0.84	-11.55	1.35	2.17
-5.25	-2.94	13.12	6.95	-5.78	1.77	3.92
-7.00	-2.18	17.50	8.56	10.78	-9.36	3.92
-8.75	-1.55	21.87	1.21	17.68	-6.59	3.92
-10.50	-1.13	26.25	-1.99	16.14	-4.85	3.92
-12.25	-0.93	30.62	-2.94	11.51	-4.12	3.92
-14.00	-0.86	35.00	-3.22	6.08	-4.13	3.92
-15.75	-0.88	39.37	-1.76	1.69	-3.01	3.92
-17.50	-0.91	43.75	-0.37	0.07	-3.29	3.92
Máximos	-0.86 Cota: -14.25 m	45.00 Cota: -18.00 m	10.25 Cota: -6.25 m	17.82 Cota: -9.00 m	1.77 Cota: -5.25 m	3.92 Cota: -17.50 m
Mínimos	-4.67 Cota: 0.00 m	-0.00 Cota: 0.00 m	-5.58 Cota: -0.75 m	-11.55 Cota: -3.50 m	-9.36 Cota: -7.00 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 4: COLOCACIÓN 2º PUNTAL

BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m ²)	Presión hidrostática (t/m ²)
0.00	-4.67	-0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
-1.75	-4.19	4.37	-4.82	-6.55	0.92	0.42
-3.50	-3.64	8.75	-0.84	-11.55	1.35	2.17
-5.25	-2.94	13.12	6.95	-5.78	1.77	3.92
-7.00	-2.18	17.50	8.56	10.78	-9.36	3.92
-8.75	-1.55	21.87	1.21	17.68	-6.59	3.92
-10.50	-1.13	26.25	-1.99	16.14	-4.85	3.92
-12.25	-0.93	30.62	-2.94	11.51	-4.12	3.92
-14.00	-0.86	35.00	-3.22	6.08	-4.13	3.92
-15.75	-0.88	39.37	-1.76	1.69	-3.01	3.92
-17.50	-0.91	43.75	-0.37	0.07	-3.29	3.92
Máximos	-0.86 Cota: -14.25 m	45.00 Cota: -18.00 m	10.25 Cota: -6.25 m	17.82 Cota: -9.00 m	1.77 Cota: -5.25 m	3.92 Cota: -17.50 m
Mínimos	-4.67 Cota: 0.00 m	-0.00 Cota: 0.00 m	-5.58 Cota: -0.75 m	-11.55 Cota: -3.50 m	-9.36 Cota: -7.00 m	0.00 Cota: 0.00 m



Selección de listados

modelización muro largo arqueta de hinca

Fecha: 26/12/24

FASE 5: EXCAVACIÓN TOTAL

BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m ²)	Presión hidrostática (t/m ²)
0.00	-14.14	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-1.75	-15.00	4.37	-17.69	-22.64	0.92	0.42
-3.50	-15.58	8.75	-13.71	-50.16	1.35	2.17
-5.25	-15.53	13.12	-10.51	-72.64	1.77	3.92
-7.00	-14.57	17.50	1.08	-79.99	2.20	5.67
-8.75	-12.60	21.87	16.48	-63.24	2.62	7.42
-10.50	-9.84	26.25	28.84	-19.69	-6.66	7.70
-12.25	-6.83	30.62	22.30	27.02	-17.80	7.70
-14.00	-4.16	35.00	-1.22	43.64	-18.98	7.70
-15.75	-2.03	39.37	-15.27	25.48	-10.13	7.70
-17.50	-0.22	43.75	-8.52	1.88	4.32	7.70
Máximos	0.28 Cota: -18.00 m	45.00 Cota: -18.00 m	29.10 Cota: -10.75 m	43.95 Cota: -13.75 m	8.36 Cota: -18.00 m	7.70 Cota: -17.50 m
Mínimos	-15.66 Cota: -4.25 m	-0.00 Cota: 0.00 m	-18.45 Cota: -0.75 m	-80.26 Cota: -6.75 m	-24.16 Cota: -13.25 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 6: EJECUCIÓN SOLERA DE FONDO

BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m ²)	Presión hidrostática (t/m ²)
0.00	-14.14	-0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
-1.75	-15.00	4.37	-17.69	-22.64	0.92	0.42
-3.50	-15.58	8.75	-13.71	-50.16	1.35	2.17
-5.25	-15.53	13.12	-10.51	-72.64	1.78	3.92
-7.00	-14.57	17.50	1.10	-79.96	2.20	5.67
-8.75	-12.60	21.87	16.51	-63.18	2.63	7.42
-10.25	-10.26	25.62	28.15	-26.88	-5.06	7.70
-12.00	-7.25	30.00	24.42	21.44	-16.20	7.70
-13.75	-4.50	34.37	2.02	43.94	-20.67	7.70
-15.50	-2.30	38.75	-14.10	29.29	-12.34	7.70
-17.25	-0.47	43.12	-11.02	4.01	2.30	7.70
Máximos	0.28 Cota: -18.00 m	45.00 Cota: -18.00 m	29.08 Cota: -10.75 m	43.94 Cota: -13.75 m	8.36 Cota: -18.00 m	7.70 Cota: -17.50 m
Mínimos	-15.66 Cota: -4.25 m	-0.00 Cota: 0.00 m	-18.45 Cota: -0.75 m	-80.24 Cota: -6.75 m	-24.15 Cota: -13.25 m	0.00 Cota: 0.00 m

11. RESULTADOS PARA LOS ELEMENTOS DE APOYO

Esfuerzos sin mayorar.



Selección de listados

modelización muro largo arqueta de hinca

Fecha: 26/12/24

Puntales

Cota: -0.50 m	
Fase	Resultado
Colocación 1er puntal	Carga puntual: 0.00 t Carga lineal: 0.00 t/m
2ª excavación	Carga puntual: 48.37 t Carga lineal: 5.69 t/m
Colocación 2º puntal	Carga puntual: 48.37 t Carga lineal: 5.69 t/m
Excavación total	Carga puntual: 157.76 t Carga lineal: 18.56 t/m
Ejecución solera de fondo	Carga puntual: 157.76 t Carga lineal: 18.56 t/m

Cota: -4.00 m	
Fase	Resultado
Colocación 2º puntal	Carga puntual: 0.00 t Carga lineal: 0.00 t/m
Excavación total	Carga puntual: 39.00 t Carga lineal: 4.59 t/m
Ejecución solera de fondo	Carga puntual: 39.00 t Carga lineal: 4.59 t/m

Forjados

Cota: -8.63 m	
Fase	Resultado
Ejecución solera de fondo	Carga lineal: 0.07 t/m

12. DESCRIPCIÓN DEL ARMADO

Armado vertical trasdós	Armado vertical intradós	Armado base horizontal	Rigidizador vertical	Rigidizador horizontal
Ø16c/15 Refuerzos: - Ø12 L(590), D(1105) D: Distancia desde coronación	Ø20c/15 Refuerzos: - Ø20 L(880), D(185) D: Distancia desde coronación	Ø16c/20	2Ø20	8Ø20

13. COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA

Referencia: Hinca Ebro pozo ataque (modelización muro largo arqueta de hinca)		
Comprobación	Valores	Estado
Recubrimiento:	Mínimo: 7 cm Calculado: 7 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales:	Mínimo: 2 cm Calculado: 18.4 cm	Cumple
Separación máxima armaduras horizontales:	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara:	Mínimo: 0.001 Calculado: 0.00201	Cumple
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara: <i>Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano". (Cuantía horizontal > 20% Cuantía vertical)</i>	Mínimo: 0.00083 Calculado: 0.001	Cumple
Longitud de patilla horizontal: <i>La longitud de la patilla debe ser, como mínimo, 12 veces el diámetro. Criterio de J. Calavera, "Manual de Detalles Constructivos en Obras de Hormigón Armado".</i>	Mínimo: 19 cm Calculado: 62 cm	Cumple



Selección de listados

modelización muro largo arqueta de hinca

Fecha: 26/12/24

Referencia: Hinca Ebro pozo ataque (modelización muro largo arqueta de hinca)		
Comprobación	Valores	Estado
Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada: - Trasdós: - Intradós:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.00134 Calculado: 0.00209	Cumple Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida: - Trasdós: - Intradós:	Mínimo: 0.00027 Calculado: 0.00134 Calculado: 0.00209	Cumple Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada: - Trasdós: - Intradós:	Mínimo: 0.0011 Calculado: 0.00209 Calculado: 0.00418	Cumple Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara comprimida: - Trasdós: - Intradós:	Mínimo: 0.0001 Calculado: 0.00134 Calculado: 0.00209	Cumple Cumple
Separación libre mínima armaduras verticales: - Trasdós, vertical: - Intradós, vertical:	Mínimo: 2 cm Calculado: 6.1 cm Calculado: 5.5 cm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: - Armadura vertical Trasdós, vertical: - Armadura vertical Intradós, vertical:	Máximo: 30 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple Cumple
Comprobación a flexión compuesta: <i>Comprobación realizada por módulo de pantalla</i>		Cumple
Comprobación a cortante:	Máximo: 117.4t Calculado: 116.38 t	Cumple
Comprobación de fisuración:	Máximo: 0.3 mm Calculado: 0.3 mm	Cumple
Longitud de solapes: - Base trasdós: - Base intradós:	Mínimo: 0.8 m Calculado: 0.8 m Mínimo: 1.04 m Calculado: 1.05 m	Cumple Cumple
Rigidizadores horizontales: - Diámetro mínimo: <i>Criterio de CYPE. El diámetro del rigidizador debe ser como mínimo igual al mayor diámetro de la armadura base vertical.</i> - Separación máxima: <i>Criterio NTE. Acondicionamiento del Terreno. Cimentaciones.</i>	Mínimo: 20 mm Calculado: 20 mm Máximo: 2.5 m Calculado: 2.25 m	Cumple Cumple
Rigidizadores verticales: - Diámetro mínimo: <i>Criterio de CYPE. El diámetro del rigidizador debe ser como mínimo igual al mayor diámetro de la armadura base vertical.</i> - Separación máxima: <i>Criterio NTE. Acondicionamiento del Terreno. Cimentaciones.</i>	Mínimo: 20 mm Calculado: 20 mm Máximo: 1.5 m Calculado: 1.25 m	Cumple Cumple
Información adicional: - Sección crítica a flexión compuesta: Cota: -6.50 m, Md: -320.22 t·m, Nd: 65.00 t, Vd: -10.48 t, Tensión máxima del acero: 4.251 t/cm ²		



Selección de listados

modelización muro largo arqueta de hinca

Fecha: 26/12/24

Referencia: Hinca Ebro pozo ataque (modelización muro largo arqueta de hinca)		
Comprobación	Valores	Estado
- Sección crítica a cortante: Cota: -10.75 m - Sección con la máxima abertura de fisuras: Cota: -6.75 m, M: -200.60 t·m, N: 42.19 t - Los esfuerzos están mayorados y corresponden al ancho total del tramo definido. (Longitud tramo: 2.50 m)		

14. COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (COEFICIENTES DE SEGURIDAD)

Referencia: Comprobaciones de estabilidad (Coeficientes de seguridad): Hinca Ebro pozo ataque (modelización muro largo arqueta de hinca)		
Comprobación	Valores	Estado
Relación entre el momento originado por los empujes pasivos en el intradós y el momento originado por los empujes activos en el trasdós: - Hipótesis básica: <i>Valor introducido por el usuario.</i> - 1ª excavación: - Colocación 1er puntal: - 2ª excavación: - Colocación 2º puntal: - Excavación total: - Ejecución solera de fondo: ⁽¹⁾ Existe más de un apoyo.	Mínimo: 1.67 Calculado: 19.699 Calculado: 34.829 Calculado: 7.551	Cumple Cumple Cumple No procede ⁽¹⁾ No procede ⁽¹⁾ No procede ⁽¹⁾
Relación entre el empuje pasivo total en el intradós y el empuje realmente movilizado en el intradós: <i>Valor introducido por el usuario.</i> Hipótesis básica: - 1ª excavación: - Colocación 1er puntal: - 2ª excavación: - Colocación 2º puntal: - Excavación total: - Ejecución solera de fondo:	Mínimo: 1.67 Calculado: 11.228 Calculado: 11.228 Calculado: 4.723 Calculado: 4.723 Calculado: 2.263 Calculado: 2.263	Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

15. MEDICIÓN

Referencia: Muro pantalla de hormigón armado		B 500 S, Ys=1.15			Total
Nombre de armado		Ø12	Ø16	Ø20	
Armado vertical trasdós	Longitud (m)		14x7.92		110.88
	Peso (kg)		14x12.50		175.00
Armado vertical trasdós	Longitud (m)		14x11.53		161.42
	Peso (kg)		14x18.20		254.77
Armado vertical trasdós - Refuerzos	Longitud (m)	13x5.90			76.70
	Peso (kg)	13x5.24			68.10
Armado vertical intradós	Longitud (m)			14x8.32	116.48
	Peso (kg)			14x20.52	287.26
Armado vertical intradós	Longitud (m)			14x11.38	159.32
	Peso (kg)			14x28.06	392.91
Armado vertical intradós - Refuerzos	Longitud (m)			13x8.80	114.40
	Peso (kg)			13x21.70	282.13



Selección de listados

modelización muro largo arqueta de hinca

Fecha: 26/12/24

Referencia: Muro pantalla de hormigón armado		B 500 S, Ys=1.15			Total
Nombre de armado		Ø12	Ø16	Ø20	
Junta lateral positiva	Longitud (m)		11x7.90		86.90
	Peso (kg)		11x12.47		137.16
Junta lateral positiva	Longitud (m)		11x11.53		126.83
	Peso (kg)		11x18.20		200.18
Junta lateral negativa	Longitud (m)		7x7.90		55.30
	Peso (kg)		7x12.47		87.28
Junta lateral negativa	Longitud (m)		7x11.53		80.71
	Peso (kg)		7x18.20		127.39
Armado horizontal	Longitud (m)		90x6.79		611.10
	Peso (kg)		90x10.72		964.51
Armado rigidizadores verticales	Longitud (m)			2x9.54	19.08
	Peso (kg)			2x23.53	47.05
Armado rigidizadores verticales	Longitud (m)			2x10.40	20.80
	Peso (kg)			2x25.65	51.30
Armado rigidizadores verticales	Longitud (m)			2x3.74	7.48
	Peso (kg)			2x9.22	18.45
Armado rigidizadores verticales	Longitud (m)			2x9.54	19.08
	Peso (kg)			2x23.53	47.05
Armado rigidizadores verticales	Longitud (m)			2x10.40	20.80
	Peso (kg)			2x25.65	51.30
Armado rigidizadores verticales	Longitud (m)			2x3.74	7.48
	Peso (kg)			2x9.22	18.45
Armado rigidizadores horizontales	Longitud (m)			16x4.16	66.56
	Peso (kg)			16x10.26	164.15
Totales	Longitud (m)	76.70	1233.14	551.48	
	Peso (kg)	68.10	1946.29	1360.05	3374.44
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	84.37	1356.45	606.63	
	Peso (kg)	74.91	2140.92	1496.05	3711.88

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

Elemento	B 500 S, Ys=1.15 (kg)				Hormigón (m ³)
	Ø12	Ø16	Ø20	Total	HA-30, Yc=1.5
Referencia: Muro pantalla de hormigón armado	74.91	2140.92	1496.05	3711.88	45.00
Totales	74.91	2140.92	1496.05	3711.88	45.00

COMPROBACIÓN DE CODALES

ÍNDICE

1. DATOS DE OBRA	2
1.1. Normas consideradas	2
1.2. Estados límite	2
1.2.1. Situaciones de proyecto.....	2
1.2.2. Combinaciones	4
1.3. Resistencia al fuego	4
2. ESTRUCTURA	4
2.1. Geometría	4
2.1.1. Nudos.....	4
2.1.2. Barras	5
2.2. Resultados	8
2.2.1. Barras	8



1. DATOS DE OBRA

1.1. Normas consideradas

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

Hormigón: Código Estructural

1.2. Estados límite

E.L.U. de rotura. Hormigón	CTE
E.L.U. de rotura. Acero laminado	Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Desplazamientos	Acciones características

1.2.1. Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

G_k Acción permanente

P_k Acción de pretensado

Q_k Acción variable

γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

γ_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado

$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

$\Psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$\Psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón: Código Estructural

	Persistente o transitoria			
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.350	-	-



Listados

para pozo de hinca Río Ebro

Fecha: 26/10/24

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.350	-	-

E.L.U. de rotura. Acero laminado: CTE DB SE-A

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Empujes del terreno (H)	0.700	1.350	-	-

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Empujes del terreno (H)	0.700	1.350	-	-

Accidental de incendio				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.000	-	-

Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.000	-	-

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.000	-	-

**1.2.2. Combinaciones****▪ Nombres de las hipótesis**

PP Peso propio

H 1 H 1

▪ E.L.U. de rotura. Hormigón

Comb.	PP	H 1
1	1.000	1.000
2	1.350	1.000
3	1.000	1.350
4	1.350	1.350

▪ E.L.U. de rotura. Acero laminado**1. Coeficientes para situaciones persistentes o transitorias**

Comb.	PP	H 1
1	0.800	0.700
2	1.350	0.700
3	0.800	1.350
4	1.350	1.350

2. Coeficientes para situaciones accidentales de incendio

Comb.	PP	H 1
1	1.000	1.000

▪ Desplazamientos

Comb.	PP	H 1
1	1.000	1.000

1.3. Resistencia al fuego**Perfiles de acero**

Norma: CTE DB SI. Anejo D: Resistencia al fuego de los elementos de acero.

Resistencia requerida: R 15

2. ESTRUCTURA**2.1. Geometría****2.1.1. Nudos**

Referencias:

 $\Delta_x, \Delta_y, \Delta_z$: Desplazamientos prescritos en ejes globales. $\theta_x, \theta_y, \theta_z$: Giros prescritos en ejes globales.Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.



Listados

para pozo de hinca Río Ebro

Fecha: 26/10/24

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N1	0.000	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N2	0.000	13.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N3	15.000	13.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N4	15.000	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N5	0.000	9.750	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N6	3.250	13.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N7	11.750	13.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N8	15.000	9.750	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N9	11.750	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N10	15.000	3.250	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N11	0.000	3.250	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N12	3.250	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado

2.1.2. Barras

2.1.2.1. Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E	ν	G	f_y	α_t	γ
Tipo	Designación	(kp/cm ²)		(kp/cm ²)	(kp/cm ²)	(m/m°C)	(t/m ³)
Acero laminado	S275	2140672.8	0.300	825688.1	2803.3	0.000012	7.850
Hormigón	HA-30, $Y_c=1.5$	291304.8	0.200	121377.0	-	0.000010	2.500

Notación:
E: Módulo de elasticidad
 ν : Módulo de Poisson
G: Módulo de cortadura
 f_y : Límite elástico
 α_t : Coeficiente de dilatación
 γ : Peso específico



Listados

para pozo de hinca Río Ebro

Fecha: 26/10/24

2.1.2.2. Descripción

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.} (m)	Lb _{Inf.} (m)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	N5/N6	N5/N6	HE 300 B (HEB)	4.596	1.00	1.00	-	-
		N8/N7	N8/N7	HE 300 B (HEB)	4.596	1.00	1.00	-	-
		N9/N10	N9/N10	HE 300 B (HEB)	4.596	1.00	1.00	-	-
		N12/N11	N12/N11	HE 300 B (HEB)	4.596	1.00	1.00	-	-
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	N1/N11	N1/N2	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N11/N5	N1/N2	105x100 (Viga descolgada rectangular)	6.500	1.00	1.00	-	-
		N5/N2	N1/N2	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N2/N6	N2/N3	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N6/N7	N2/N3	105x100 (Viga descolgada rectangular)	8.500	1.00	1.00	-	-
		N7/N3	N2/N3	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N4/N10	N4/N3	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N10/N8	N4/N3	105x100 (Viga descolgada rectangular)	6.500	1.00	1.00	-	-
		N8/N3	N4/N3	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N1/N12	N1/N4	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N12/N9	N1/N4	105x100 (Viga descolgada rectangular)	8.500	1.00	1.00	-	-
		N9/N4	N1/N4	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
<p>Notación:</p> <p>Ni: Nudo inicial</p> <p>Nf: Nudo final</p> <p>i_{xy}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'</p> <p>i_{xz}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'</p> <p>Lb_{Sup.}: Separación entre arriostramientos del ala superior</p> <p>Lb_{Inf.}: Separación entre arriostramientos del ala inferior</p>									

2.1.2.3. Características mecánicas



Listados

para pozo de hinca Río Ebro

Fecha: 26/10/24

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N5/N6, N8/N7, N9/N10 y N12/N11
2	N1/N2, N2/N3, N4/N3 y N1/N4

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	Avy (cm ²)	Avz (cm ²)	Iyy (cm ⁴)	Izz (cm ⁴)	It (cm ⁴)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	HE 300 B, (HEB)	149.10	85.50	25.94	25170.00	8563.00	189.18
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	2	105x100, (Viga descolgada rectangular)	10500.00	8750.00	8750.00	8750000.00	9646875.00	15351000.00

Notación:
 Ref.: Referencia
 A: Área de la sección transversal
 Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'
 Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'
 Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'
 Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'
 It: Inercia a torsión
 Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

2.1.2.4. Tabla de medición

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m ³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
Acero laminado	S275	N5/N6	HE 300 B (HEB)	4.596	0.069	537.95
		N8/N7	HE 300 B (HEB)	4.596	0.069	537.95
		N9/N10	HE 300 B (HEB)	4.596	0.069	537.95
		N12/N11	HE 300 B (HEB)	4.596	0.069	537.95
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	N1/N2	105x100 (Viga descolgada rectangular)	13.000	13.650	34125.00
		N2/N3	105x100 (Viga descolgada rectangular)	15.000	15.750	39375.00
		N4/N3	105x100 (Viga descolgada rectangular)	13.000	13.650	34125.00
		N1/N4	105x100 (Viga descolgada rectangular)	15.000	15.750	39375.00

Notación:
 Ni: Nudo inicial
 Nf: Nudo final

2.1.2.5. Resumen de medición

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m ³)	Serie (m ³)	Material (m ³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
Acero laminado	S275	HEB	HE 300 B	18.385	18.385	18.385	0.274	0.274	0.274	2151.82	2151.82	2151.82
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	Viga descolgada rectangular	105x100	56.000	56.000	56.000	58.800	58.800	58.800	147000.00	147000.00	147000.00

2.1.2.6. Medición de superficies

Acero laminado: Medición de las superficies a pintar				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m ² /m)	Longitud (m)	Superficie (m ²)
HEB	HE 300 B	1.778	18.385	32.688
Total				32.688



Listados

para pozo de hinca Río Ebro

Fecha: 26/10/24

Hormigón: Medición de las superficies de encofrado				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m ² /m)	Longitud (m)	Superficie (m ²)
Viga descolgada rectangular	105x100	4.100	56.000	229.600
Total				229.600

2.2. Resultados

2.2.1. Barras

2.2.1.1. Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE													Estado		
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$NM_y M_z$	$NM_y M_z V_y V_z$	M_t		$M_y V_z$	$M_z V_y$
N5/N6	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 4.596 m $\eta = 0.8$	x: 4.596 m $\eta = 2.1$	x: 4.596 m $\eta = 0.5$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.596 m $\eta = 2.9$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE pt = 2.9
N8/N7	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 4.596 m $\eta = 0.8$	x: 4.596 m $\eta = 2.1$	x: 4.596 m $\eta = 0.5$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.596 m $\eta = 2.9$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE pt = 2.9
N9/N10	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 0.8$	x: 0 m $\eta = 2.1$	x: 0 m $\eta = 0.5$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 2.9$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE pt = 2.9
N12/N11	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 0.8$	x: 0 m $\eta = 2.1$	x: 0 m $\eta = 0.5$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 2.9$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE pt = 2.9

Notación:
 $\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez
 λ_w : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
 N_t : Resistencia a tracción
 N_c : Resistencia a compresión
 M_y : Resistencia a flexión eje Y
 M_z : Resistencia a flexión eje Z
 V_z : Resistencia a corte Z
 V_y : Resistencia a corte Y
 $M_y V_z$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
 $M_z V_y$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
 $NM_y M_z$: Resistencia a flexión y axil combinados
 $NM_y M_z V_y V_z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
 M_t : Resistencia a torsión
 $M_y V_z$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
 $M_z V_y$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
 η : Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.
⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.
⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.
⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
⁽⁵⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO													Estado
	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$NM_y M_z$	$NM_y M_z V_y V_z$	M_t	$M_y V_z$	$M_z V_y$	
N5/N6	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 4.596 m $\eta = 0.9$	x: 4.596 m $\eta = 2.4$	x: 4.596 m $\eta = 0.6$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.596 m $\eta = 3.4$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE pt = 3.4
N8/N7	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 4.596 m $\eta = 0.9$	x: 4.596 m $\eta = 2.4$	x: 4.596 m $\eta = 0.6$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.596 m $\eta = 3.4$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE pt = 3.4
N9/N10	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 0.9$	x: 0 m $\eta = 2.4$	x: 0 m $\eta = 0.6$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 3.4$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE pt = 3.4
N12/N11	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 0.9$	x: 0 m $\eta = 2.4$	x: 0 m $\eta = 0.6$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 3.4$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE pt = 3.4

Notación:
 N_t : Resistencia a tracción
 N_c : Resistencia a compresión
 M_y : Resistencia a flexión eje Y
 M_z : Resistencia a flexión eje Z
 V_z : Resistencia a corte Z
 V_y : Resistencia a corte Y
 $M_y V_z$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
 $M_z V_y$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
 $NM_y M_z$: Resistencia a flexión y axil combinados
 $NM_y M_z V_y V_z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
 M_t : Resistencia a torsión
 $M_y V_z$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
 $M_z V_y$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
 η : Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.
⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.
⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
⁽⁴⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

ÍNDICE

1. DATOS DE OBRA	2
1.1. Normas consideradas	2
1.2. Estados límite	2
1.2.1. Situaciones de proyecto.....	2
1.2.2. Combinaciones	4
1.3. Resistencia al fuego	4
2. ESTRUCTURA	4
2.1. Geometría	4
2.1.1. Nudos.....	4
2.1.2. Barras	5
2.2. Resultados	8
2.2.1. Barras	8

**1. DATOS DE OBRA****1.1. Normas consideradas**

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

Hormigón: Código Estructural

1.2. Estados límite

E.L.U. de rotura. Hormigón	CTE
E.L.U. de rotura. Acero laminado	Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Desplazamientos	Acciones características

1.2.1. Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

G_k Acción permanenteP_k Acción de pretensadoQ_k Acción variableγ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentesγ_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensadoγ_{Q,1} Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principalγ_{Q,i} Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamientoΨ_{p,1} Coeficiente de combinación de la acción variable principalΨ_{a,i} Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón: Código Estructural

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ _p)	Acompañamiento (ψ _a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.350	-	-



Listados

para pozode hinca

Fecha: 26/12/24

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.350	-	-

E.L.U. de rotura. Acero laminado: CTE DB SE-A

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Empujes del terreno (H)	0.700	1.350	-	-

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Empujes del terreno (H)	0.700	1.350	-	-

Accidental de incendio				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.000	-	-

Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.000	-	-

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.000	-	-



1.2.2. Combinaciones

▪ Nombres de las hipótesis

PP Peso propio

H 1 H 1

▪ E.L.U. de rotura. Hormigón

Comb.	PP	H 1
1	1.000	1.000
2	1.350	1.000
3	1.000	1.350
4	1.350	1.350

▪ E.L.U. de rotura. Acero laminado

1. Coeficientes para situaciones persistentes o transitorias

Comb.	PP	H 1
1	0.800	0.700
2	1.350	0.700
3	0.800	1.350
4	1.350	1.350

2. Coeficientes para situaciones accidentales de incendio

Comb.	PP	H 1
1	1.000	1.000

▪ Desplazamientos

Comb.	PP	H 1
1	1.000	1.000

1.3. Resistencia al fuego

Perfiles de acero

Norma: CTE DB SI. Anejo D: Resistencia al fuego de los elementos de acero.

Resistencia requerida: R 15

2. ESTRUCTURA

2.1. Geometría

2.1.1. Nudos

Referencias:

 $\Delta_x, \Delta_y, \Delta_z$: Desplazamientos prescritos en ejes globales. $\theta_x, \theta_y, \theta_z$: Giros prescritos en ejes globales.Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.



Listados

para pozode hinca

Fecha: 26/12/24

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N1	0.000	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N2	0.000	13.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N3	15.000	13.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N4	15.000	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N5	0.000	9.750	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N6	3.250	13.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N7	11.750	13.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N8	15.000	9.750	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N9	11.750	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N10	15.000	3.250	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N11	0.000	3.250	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N12	3.250	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado

2.1.2. Barras

2.1.2.1. Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E	ν	G	f_y	α_t	γ
Tipo	Designación	(kp/cm ²)		(kp/cm ²)	(kp/cm ²)	(m/m°C)	(t/m ³)
Acero laminado	S275	2140672.8	0.300	825688.1	2803.3	0.000012	7.850
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	291304.8	0.200	121377.0	-	0.000010	2.500

Notación:
E: Módulo de elasticidad
 ν : Módulo de Poisson
G: Módulo de cortadura
 f_y : Límite elástico
 α_t : Coeficiente de dilatación
 γ : Peso específico



2.1.2.2. Descripción

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.} (m)	Lb _{Inf.} (m)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	N5/N6	N5/N6	HE 300 B (HEB)	4.596	1.00	1.00	-	-
		N8/N7	N8/N7	HE 300 B (HEB)	4.596	1.00	1.00	-	-
		N9/N10	N9/N10	HE 300 B (HEB)	4.596	1.00	1.00	-	-
		N12/N11	N12/N11	HE 300 B (HEB)	4.596	1.00	1.00	-	-
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	N1/N11	N1/N2	80x60 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N11/N5	N1/N2	80x60 (Viga descolgada rectangular)	6.500	1.00	1.00	-	-
		N5/N2	N1/N2	80x60 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N2/N6	N2/N3	80x60 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N6/N7	N2/N3	80x60 (Viga descolgada rectangular)	8.500	1.00	1.00	-	-
		N7/N3	N2/N3	80x60 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N4/N10	N4/N3	80x60 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N10/N8	N4/N3	80x60 (Viga descolgada rectangular)	6.500	1.00	1.00	-	-
		N8/N3	N4/N3	80x60 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N1/N12	N1/N4	80x60 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N12/N9	N1/N4	80x60 (Viga descolgada rectangular)	8.500	1.00	1.00	-	-
		N9/N4	N1/N4	80x60 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
<p>Notación:</p> <p>Ni: Nudo inicial</p> <p>Nf: Nudo final</p> <p>i_{xy}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'</p> <p>i_{xz}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'</p> <p>Lb_{Sup.}: Separación entre arriostramientos del ala superior</p> <p>Lb_{Inf.}: Separación entre arriostramientos del ala inferior</p>									

2.1.2.3. Características mecánicas



Listados

para pozode hinca

Fecha: 26/12/24

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N5/N6, N8/N7, N9/N10 y N12/N11
2	N1/N2, N2/N3, N4/N3 y N1/N4

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	Avy (cm ²)	Avz (cm ²)	Iyy (cm ⁴)	Izz (cm ⁴)	It (cm ⁴)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	HE 300 B, (HEB)	149.10	85.50	25.94	25170.00	8563.00	189.18
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	2	80x60, (Viga descolgada rectangular)	4800.00	4000.00	4000.00	1440000.00	2560000.00	3098880.00

Notación:
 Ref.: Referencia
 A: Área de la sección transversal
 Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'
 Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'
 Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'
 Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'
 It: Inercia a torsión
 Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

2.1.2.4. Tabla de medición

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m ³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
Acero laminado	S275	N5/N6	HE 300 B (HEB)	4.596	0.069	537.95
		N8/N7	HE 300 B (HEB)	4.596	0.069	537.95
		N9/N10	HE 300 B (HEB)	4.596	0.069	537.95
		N12/N11	HE 300 B (HEB)	4.596	0.069	537.95
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	N1/N2	80x60 (Viga descolgada rectangular)	13.000	6.240	15600.00
		N2/N3	80x60 (Viga descolgada rectangular)	15.000	7.200	18000.00
		N4/N3	80x60 (Viga descolgada rectangular)	13.000	6.240	15600.00
		N1/N4	80x60 (Viga descolgada rectangular)	15.000	7.200	18000.00

Notación:
 Ni: Nudo inicial
 Nf: Nudo final

2.1.2.5. Resumen de medición

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m ³)	Serie (m ³)	Material (m ³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
Acero laminado	S275	HEB	HE 300 B	18.385	18.385	18.385	0.274	0.274	0.274	2151.82	2151.82	2151.82
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	Viga descolgada rectangular	80x60	56.000	56.000	56.000	26.880	26.880	26.880	67200.00	67200.00	67200.00

2.1.2.6. Medición de superficies

Acero laminado: Medición de las superficies a pintar				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m ² /m)	Longitud (m)	Superficie (m ²)
HEB	HE 300 B	1.778	18.385	32.688



Listados

para pozode hinca

Fecha: 26/12/24

Acero laminado: Medición de las superficies a pintar				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m ² /m)	Longitud (m)	Superficie (m ²)
			Total	32.688

Hormigón: Medición de las superficies de encofrado				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m ² /m)	Longitud (m)	Superficie (m ²)
Viga descolgada rectangular	80x60	2.800	56.000	156.800
			Total	156.800

2.2. Resultados

2.2.1. Barras

2.2.1.1. Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE														Estado	
	$\bar{\lambda}$	λ_{lim}	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	M_yV_z	M_zV_y	NM_yM_z	$NM_yM_zV_yV_z$	M_t	M_yV_z	M_zV_y		
N5/N6	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_{lim} \leq \lambda_{lim, máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	x: 4.596 m $\eta = 1.1$	x: 4.596 m $\eta = 1.8$	x: 4.596 m $\eta = 0.6$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.596 m $\eta = 2.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.596 m $\eta = 0.6$	$\eta = 0.1$	CUMPLE pt = 2.9
N8/N7	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_{lim} \leq \lambda_{lim, máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	x: 4.596 m $\eta = 1.1$	x: 4.596 m $\eta = 1.8$	x: 4.596 m $\eta = 0.6$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.596 m $\eta = 2.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.596 m $\eta = 0.6$	$\eta = 0.1$	CUMPLE pt = 2.9
N9/N10	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_{lim} \leq \lambda_{lim, máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 1.1$	x: 0 m $\eta = 1.8$	x: 0 m $\eta = 0.6$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 2.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.6$	$\eta = 0.1$	CUMPLE pt = 2.9
N12/N11	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_{lim} \leq \lambda_{lim, máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 1.1$	x: 0 m $\eta = 1.8$	x: 0 m $\eta = 0.6$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 2.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.6$	$\eta = 0.1$	CUMPLE pt = 2.9

Notación:
 λ : Limitación de esbeltez
 λ_{lim} : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
 N_t : Resistencia a tracción
 N_c : Resistencia a compresión
 M_y : Resistencia a flexión eje Y
 M_z : Resistencia a flexión eje Z
 V_z : Resistencia a corte Z
 V_y : Resistencia a corte Y
 M_yV_z : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
 M_zV_y : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
 NM_yM_z : Resistencia a flexión y axil combinados
 $NM_yM_zV_yV_z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
 M_t : Resistencia a torsión
 M_yV_z : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
 M_zV_y : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
 η : Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.
⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.
⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO														Estado
	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	M_yV_z	M_zV_y	NM_yM_z	$NM_yM_zV_yV_z$	M_t	M_yV_z	M_zV_y		
N5/N6	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	x: 4.596 m $\eta = 1.2$	x: 4.596 m $\eta = 2.2$	x: 4.596 m $\eta = 0.7$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.596 m $\eta = 3.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.596 m $\eta = 0.7$	$\eta = 0.1$	CUMPLE pt = 3.4	
N8/N7	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	x: 4.596 m $\eta = 1.2$	x: 4.596 m $\eta = 2.2$	x: 4.596 m $\eta = 0.7$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.596 m $\eta = 3.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.596 m $\eta = 0.7$	$\eta = 0.1$	CUMPLE pt = 3.4	
N9/N10	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 1.2$	x: 0 m $\eta = 2.2$	x: 0 m $\eta = 0.7$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 3.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.7$	$\eta = 0.1$	CUMPLE pt = 3.4	
N12/N11	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 1.2$	x: 0 m $\eta = 2.2$	x: 0 m $\eta = 0.7$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 3.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.7$	$\eta = 0.1$	CUMPLE pt = 3.4	

Notación:
 N_t : Resistencia a tracción
 N_c : Resistencia a compresión
 M_y : Resistencia a flexión eje Y
 M_z : Resistencia a flexión eje Z
 V_z : Resistencia a corte Z
 V_y : Resistencia a corte Y
 M_yV_z : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
 M_zV_y : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
 NM_yM_z : Resistencia a flexión y axil combinados
 $NM_yM_zV_yV_z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
 M_t : Resistencia a torsión
 M_yV_z : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
 M_zV_y : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
 η : Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.
⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

COMPROBACIÓN DE LA LOSA

ÍNDICE

1. VERSIÓN DEL PROGRAMA Y NÚMERO DE LICENCIA	2
2. DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA.....	2
3. NORMAS CONSIDERADAS.....	2
4. ACCIONES CONSIDERADAS	2
4.1. Gravitatorias	2
4.2. Viento.....	2
4.3. Sismo	2
4.4. Hipótesis de carga	2
4.5. Leyes de presiones sobre muros.....	2
4.6. Listado de cargas.....	2
5. ESTADOS LÍMITE.....	2
6. SITUACIONES DE PROYECTO.....	3
6.1. Coeficientes parciales de seguridad (ψ) y coeficientes de combinación (γ)	3
6.2. Combinaciones	4
7. DATOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS Y PLANTAS	5
8. DATOS GEOMÉTRICOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS.....	5
8.1. Muros	5
9. INTERACCIÓN TERRENO-ESTRUCTURA (ZAPATAS Y ENCEPADOS)	6
10. LOSAS Y ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN.....	6
10.1. Zapatas.....	6
11. MATERIALES UTILIZADOS.....	6
11.1. Hormigones	6
11.2. Aceros por elemento y posición	6
11.2.1. Aceros en barras.....	6
11.2.2. Aceros en perfiles	7



Listado de datos de la obra

Losa sometida a subpresión

Fecha: 26/12/24

1. VERSIÓN DEL PROGRAMA Y NÚMERO DE LICENCIA

Versión: 2024

Número de licencia: 170339

2. DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA

Proyecto: Losa sometida a subpresión

Clave: Losa maciza sometida a subpresión

3. NORMAS CONSIDERADAS

Hormigón: Código Estructural

Aceros conformados: CTE DB SE-A

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

Categoría de uso: E. Zonas de tráfico y aparcamiento para vehículos ligeros

4. ACCIONES CONSIDERADAS

4.1. Gravitatorias

Planta	S.C.U (t/m ²)	Cargas muertas (t/m ²)
Forjado 1	0.10	0.10
Cimentación	0.00	0.00

4.2. Viento

Sin acción de viento

4.3. Sismo

Sin acción de sismo

4.4. Hipótesis de carga

Automáticas	Peso propio Cargas muertas Sobrecarga de uso
-------------	--

4.5. Leyes de presiones sobre muros

No se ha definido ninguna ley de presiones

4.6. Listado de cargas

Cargas especiales introducidas (en t, t/m y t/m²)

Grupo	Hipótesis	Tipo	Valor	Coordenadas
Forjado 1	Cargas muertas	Superficial	1.00	(10.62,9.99) (-4.38,9.99) (-4.38,-3.01) (10.62,-3.01)
	Sobrecarga de uso	Superficial	-2.50	(10.62,9.99) (-4.38,9.99) (-4.38,-3.01) (10.62,-3.01)

5. ESTADOS LÍMITE

E.L.U. de rotura. Hormigón	CTE
E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Tensiones sobre el terreno Desplazamientos	Acciones características



Listado de datos de la obra

Losa sometida a subpresión

Fecha: 26/12/24

6. SITUACIONES DE PROYECTO

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

G_k Acción permanente

P_k Acción de pretensado

Q_k Acción variable

γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

γ_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado

$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

$\Psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$\Psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

6.1. Coeficientes parciales de seguridad (γ) y coeficientes de combinación (ψ)

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón: Código Estructural

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.700

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: Código Estructural / CTE DB-SE C

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	1.000	0.700



Listado de datos de la obra

Losa sometida a subpresión

Fecha: 26/12/24

Tensiones sobre el terreno

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_s)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_s)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

6.2. Combinaciones

• Nombres de las hipótesis

PP Peso propio

CM Cargas muertas

Qa Sobrecarga de uso

• E.L.U. de rotura. Hormigón

Comb.	PP	CM	Qa
1	1.000	1.000	
2	1.350	1.350	
3	1.000	1.000	1.500
4	1.350	1.350	1.500

• E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones

Comb.	PP	CM	Qa
1	1.000	1.000	
2	1.600	1.600	
3	1.000	1.000	1.600
4	1.600	1.600	1.600

• Tensiones sobre el terreno

• Desplazamientos

Comb.	PP	CM	Qa
1	1.000	1.000	
2	1.000	1.000	1.000



Listado de datos de la obra

Losa sometida a subpresión

Fecha: 26/12/24

7. DATOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS Y PLANTAS

Grupo	Nombre del grupo	Planta	Nombre planta	Altura	Cota
1	Forjado 1	1	Forjado 1	3.00	3.00
0	Cimentación				0.00

8. DATOS GEOMÉTRICOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS

8.1. Muros

- Las coordenadas de los vértices inicial y final son absolutas.
- Las dimensiones están expresadas en metros.

Datos geométricos del muro

Referencia	Tipo muro	GI- GF	Vértices		Planta	Dimensiones Izquierda+Derecha=Total
			Inicial	Final		
M6	Muro de hormigón armado	0-1	(-4.38, -3.01)	(-4.38, 9.99)	1	0.15+0.15=0.3
M7	Muro de hormigón armado	0-1	(-4.38, 9.99)	(10.62, 9.99)	1	0.15+0.15=0.3
M10	Muro de hormigón armado	0-1	(10.62, -3.01)	(10.62, 9.99)	1	0.15+0.15=0.3
M11	Muro de hormigón armado	0-1	(-4.38, -3.01)	(10.62, -3.01)	1	0.15+0.15=0.3

Zapata del muro

Referencia	Zapata del muro
M6	Zapata corrida: 0.800 x 0.500 Vuelos: izq.:0.00 der.:0.50 canto:0.50
M7	Zapata corrida: 0.800 x 0.500 Vuelos: izq.:0.00 der.:0.50 canto:0.50
M10	Zapata corrida: 0.800 x 0.500 Vuelos: izq.:0.50 der.:0.00 canto:0.50
M11	Zapata corrida: 0.800 x 0.500 Vuelos: izq.:0.50 der.:0.00 canto:0.50



Listado de datos de la obra

Losa sometida a subpresión

Fecha: 26/12/24

9. INTERACCIÓN TERRENO-ESTRUCTURA (ZAPATAS Y ENCEPADOS)

Referencias	Datos de cálculo
M6	Zapata corrida Longitud: 1330 cm Ancho total: 80 cm Vuelo a la izquierda: 0 cm Vuelo a la derecha: 50 cm No se considera la interacción
M7	Zapata corrida Longitud: 1530 cm Ancho total: 80 cm Vuelo a la izquierda: 0 cm Vuelo a la derecha: 50 cm No se considera la interacción
M10	Zapata corrida Longitud: 1330 cm Ancho total: 80 cm Vuelo a la izquierda: 50 cm Vuelo a la derecha: 0 cm No se considera la interacción
M11	Zapata corrida Longitud: 1530 cm Ancho total: 80 cm Vuelo a la izquierda: 50 cm Vuelo a la derecha: 0 cm No se considera la interacción

10. LOSAS Y ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN

10.1. Zapatas

-Tensión admisible en situaciones persistentes: 2.00 kp/cm²

-Tensión admisible en situaciones accidentales: 3.00 kp/cm²

11. MATERIALES UTILIZADOS

11.1. Hormigones

Elemento	Hormigón	f_{ck} (kp/cm ²)	γ_c	Árido		E_c (kp/cm ²)
				Naturaleza	Tamaño máximo (mm)	
Todos	HA-30	306	1.50	Cuarcita	15	291305

11.2. Aceros por elemento y posición

11.2.1. Aceros en barras

Elemento	Acero	f_{yk} (kp/cm ²)	γ_s
Todos	B 500 S	5097	1.15



Listado de datos de la obra

Losa sometida a subpresión

Fecha: 26/12/24

11.2.2. Aceros en perfiles

Tipo de acero para perfiles	Acero	Límite elástico (kp/cm ²)	Módulo de elasticidad (kp/cm ²)
Acero conformado	S235	2396	2140673
Acero laminado	S275	2803	2140673

Combinaciones

Nombre Obra: Losa maciza sometida a subpresión

Fecha:26/12/24

▪ Nombres de las hipótesis

PP Peso propio

CM Cargas muertas

Qa Sobrecarga de uso

▪ Categoría de uso

E. Zonas de tráfico y aparcamiento para vehículos ligeros

▪ E.L.U. de rotura. Hormigón

CTE

Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

▪ E.L.U. de rotura. Pilares mixtos de hormigón y acero

CTE

Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

▪ E.L.U. de rotura. Aluminio

EC

Nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

Comb.	PP	CM	Qa
1	1.000	1.000	
2	1.350	1.350	
3	1.000	1.000	1.500
4	1.350	1.350	1.500

▪ E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones

CTE

Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

Comb.	PP	CM	Qa
1	1.000	1.000	
2	1.600	1.600	
3	1.000	1.000	1.600
4	1.600	1.600	1.600

▪ E.L.U. de rotura. Acero conformado

CTE

Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

▪ E.L.U. de rotura. Acero laminado

CTE

Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

▪ E.L.U. de rotura. Madera

CTE

Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

1. Coeficientes para situaciones persistentes o transitorias

Comb.	PP	CM	Qa
1	0.800	0.800	
2	1.350	1.350	
3	0.800	0.800	1.500
4	1.350	1.350	1.500

2. Coeficientes para situaciones accidentales de incendio

Comb.	PP	CM	Qa
1	1.000	1.000	
2	1.000	1.000	0.700

Combinaciones

Nombre Obra: Losa maciza sometida a subpresión

Fecha:26/12/24

- **Tensiones sobre el terreno**
Acciones características
- **Desplazamientos**
Acciones características

Comb.	PP	CM	Qa
1	1.000	1.000	
2	1.000	1.000	1.000



Armados de losas

Losa sometida a subpresión

Fecha: 26/12/24

Forjado 1

Número Plantas Iguales: 1

Malla 1: Losa maciza

Alineaciones longitudinales

Armadura Base Inferior: 1Ø20c/15

Armadura Base Superior: 1Ø20c/15

Canto: 40

Alineaciones transversales

Armadura Base Inferior: 1Ø20c/15

Armadura Base Superior: 1Ø20c/15

Canto: 40

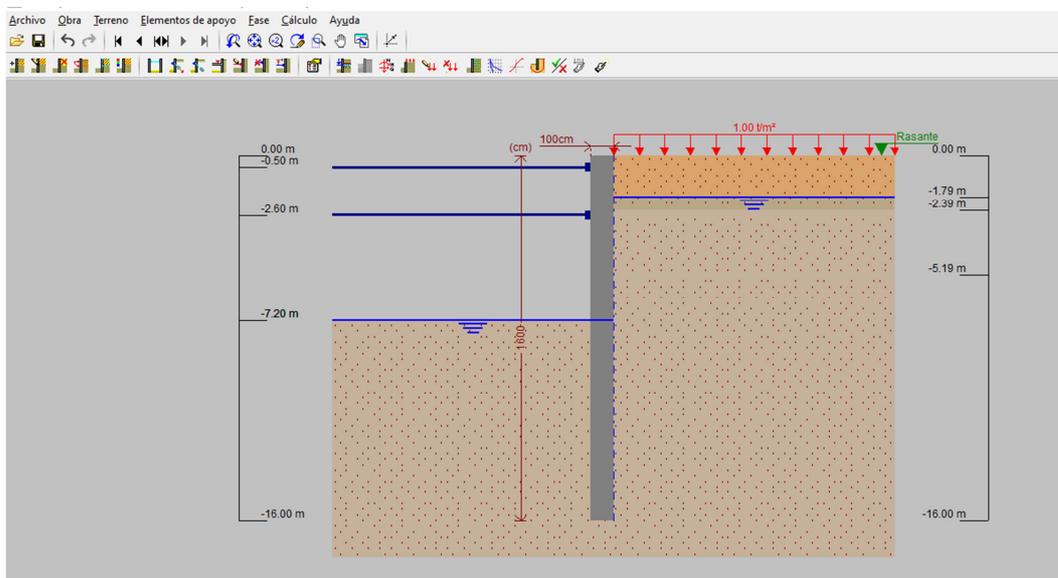
5.5.1.5. Listados de cálculo: Pantalla de pozo de ataque (hinca NA-128)

5.5.2. Pozo de salida (hinca NA-128)

Las características geotécnicas y profundidades del pozo de salida son similares a las del pozo de ataque, por lo que los cálculos realizados en el caso del pozo de ataque son de aplicación en el del pozo de salida.

Desaparecerá la fase de construcción de la losa, pero por otro lado se ha de considerar que para la conexión de tuberías y extracción de la cabeza de la hinca será necesario excavar el frente del pozo donde no se dispone de pantalla. Esta circunstancia requiere ejecutar la excavación en trinchera y con bombeos continuados que producirán además un rebaje del nivel freático en el pozo, disminuyendo así los empujes generados.

Se consideran extrapolables los cálculos del pozo de ataque estando éstos del lado de la seguridad, y por lo tanto, no procede realizar comprobaciones adicionales. Adoptaremos los mismos armados de la pantalla, viga de coronación y viga intermedia que en el caso del pozo de ataque.



El arrioste de la cara del pozo, que no dispondrá de pantalla, se ejecutará mediante viga EHB-500 en la viga de coronación y viga intermedia. Adicionalmente se dispondrá de codales de EHB-300.

La comprobación de los codales ha sido realizada en el pozo de ataque y el EHB-500 para el río Aragón con esfuerzos superiores por lo que no procede adjuntar nuevos listados.

5.6. PANTALLAS DE LA HINCA NA-134

5.6.1. Pozo de ataque (NA-134)

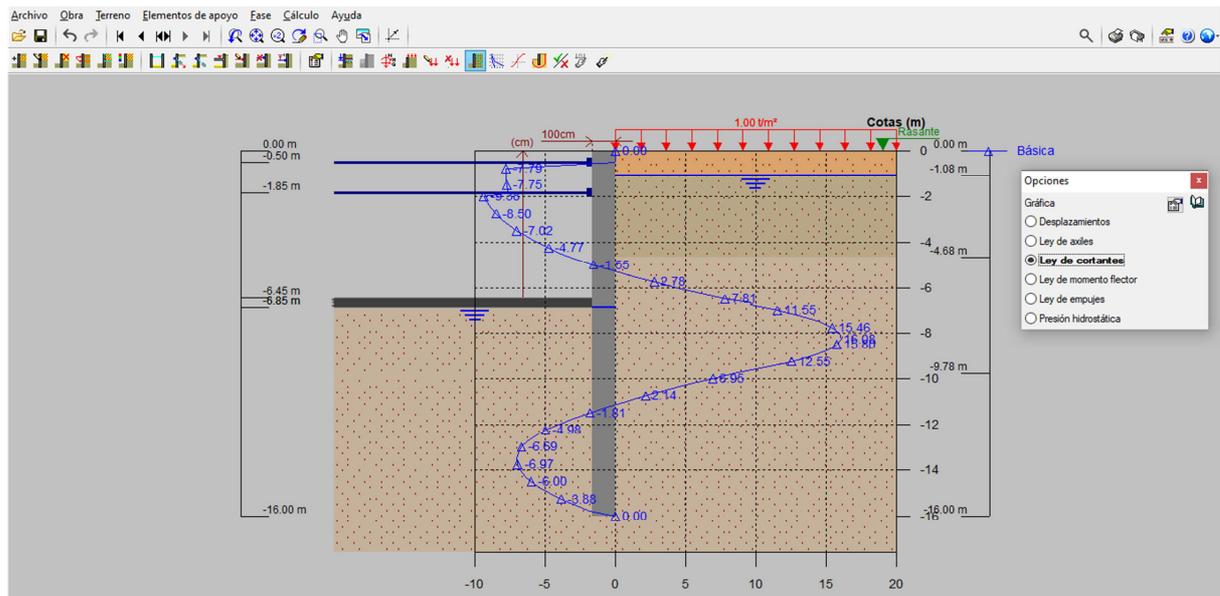
5.6.1.1. Cálculo de la pantalla

El cálculo del pozo de ataque se ha realizado contemplando las características geotécnicas del terreno y presencia freática, cuyos valores se adjuntan en los listados posteriores.

Para la pantalla se dimensiona con un espesor de 1,0 m y una profundidad de 16,0 m con una viga de coronación y una viga intermedia y dejando un paso mínimo de 4,50 m entre solera y eje de viga intermedia.

La altura entre el eje de la viga de coronación (puntal-1) y el eje de la viga intermedia (puntal-2) podría hacer pensar en suprimir el puntal-2, si bien en el cálculo se ha considerado para garantizar el sostenimiento de la pantalla del frente en la salida de la hinca.

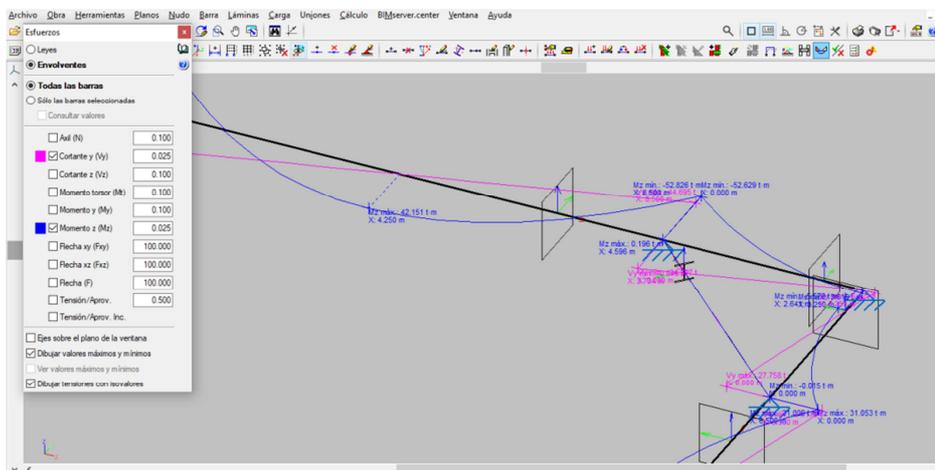
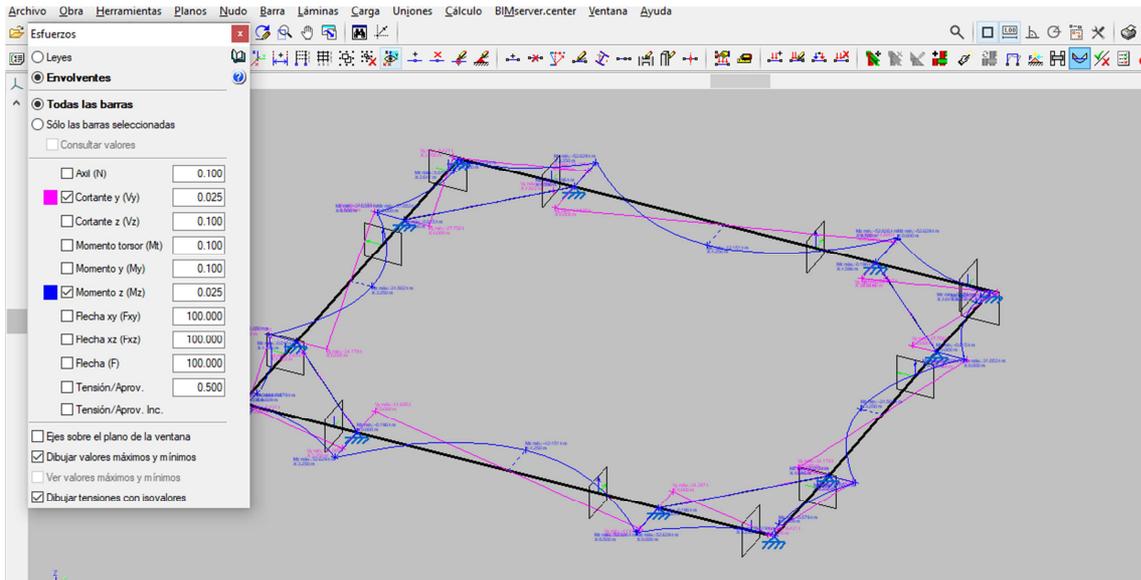
Del cálculo realizado se observa que no hace falta ningún refuerzo a cortante de la pantalla



5.6.1.2. Cálculo de la viga de coronación (puntal-1)

Para el armado de la viga de atado superior de sección 1,05 x 1,0 y una longitud de 15,0 m en su tramo más largo por lo tanto pésimo. Adicionalmente se dispondrá de codales EHB-300 a una distancia de 3,25 m del extremo.

Esta viga se considera apoyada con una carga lineal del terreno de 7,79 t m conforme a los listados del cálculo de la pantalla y la rigidez del puntal.



Se calculan los momentos y cortante:

$$M_d \text{ de viga en extremos} = 53,625 \text{ t m}$$

$$M_d \text{ de viga en centro de vano} = 42,25 \text{ t m}$$

$$\text{Cortante} = 45 \text{ t}$$

La sección de armado será $A_s = M_d / (0,9 * (b-r)) * 1 / f_{yd}$, donde:

b = ancho de la sección de la viga

r = recubrimiento

f_{yd} = resistencia del acero

Se entra en el prontuario de el C.E. donde se obtienen los armados. A la vista de los resultados se opta por los siguientes valores:

Sección: VIGASUP

Comprobación Dimensionamiento Diagrama de Flexión

Propuesta de armado Plano de agotamiento

At [cm²] = 29.4

	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	Ø 25
nº total de Ø	26	20	15	10	6
nº de capas	2	2	1	1	1
At[cm²]	29.4	30.8	30.2	31.4	29.5
wk [mm] *	0.08	0.08	0.09	0.09	0.12

Ac [cm²] = 0.0

	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	Ø 25
nº total de Ø					
nº de capas					
Ac[cm²]					

(*) Los valores de la abertura característica de fisura son meramente orientativos. Se han calculado suponiendo un coeficiente global de mayoración de 1.50 y una proporción carga cuasi-permanente / carga total= 80%

Md [kN·m] 530

Sección: VIGASUP

Comprobación Dimensionamiento Diagrama de Flexión

Propuesta de armado Plano de agotamiento

At [cm²] = 29.4

	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	Ø 25
nº total de Ø	26	20	15	10	6
nº de capas	2	2	1	1	1
At[cm²]	29.4	30.8	30.2	31.4	29.5
wk [mm] *	0.06	0.06	0.07	0.07	0.10

Ac [cm²] = 0.0

	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	Ø 25
nº total de Ø					
nº de capas					
Ac[cm²]					

(*) Los valores de la abertura característica de fisura son meramente orientativos. Se han calculado suponiendo un coeficiente global de mayoración de 1.50 y una proporción carga cuasi-permanente / carga total= 80%

Md [kN·m] 425

Calcular

Sección: VIGAINF

Comprobación Dimensionamiento

Inclinación de las bielas
 ctg θ 1.0 θ [°] 45

Inclinación de las armaduras
 α [°] 90.0

p [%] 3
 b0 [m] 0.80
 d [m] 0.53
 z [m] 0.48

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

Auxil de cálculo (compresión +)
 Nd [kN] 0.0
 σ_{cd} [MPa] 0.0
 Pcomprimida [%] 0.0

Tensiones elásticas de cálculo (compresión +)
 σ_{xd} [MPa] 0.0
 σ_{yd} [MPa] 0.0
 θ_e [°] 45.0

φ [mm]	φ 6	φ 8	φ 10	φ 12
s [m]	—	0.10	0.15	0.25
nº ramas	—	4	4	4
A _s [cm²/m]	—	20.1	20.9	18.1
TIPO	—	2	2	2
V _{su} [kN]	—	383.6	399.6	345.3
V _{u2} [kN]	—	526.00	541.98	487.64

TIPO 1 TIPO 2

V_{u1} [kN] 2544.0 A_α [cm²/m] 15.9
 V_{cu} [kN] 142.4

V_d [kN] 447

Se adoptan los siguientes armados:

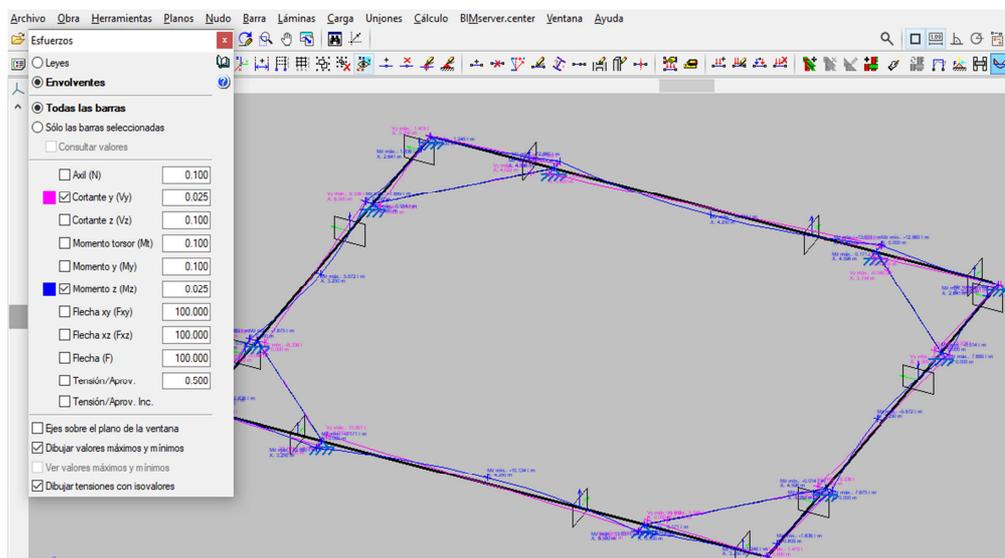
Armadura sección DD(centro de viga corta eje Y)		
1	Armado superior	8 Ø20
2	Armado inferior	8 Ø20
3a	Armado exterior	10 Ø20
3b	Armado exterior refuerzo	N/A
4a	Armado interior	10 Ø20
4b	Armado interior refuerzo	N/A
5	Cercos	4rØ12 a 0.25 m
Armadura sección EE(centro de viga larga eje X)		
6	Armado superior	8 Ø20
7	Armado inferior	8 Ø20
8a	Armado exterior	10 Ø20
8b	Armado exterior refuerzo	N/A
9a	Armado interior	10 Ø20
9b	Armado interior refuerzo	N/A
10	Cercos	4rØ12 a 0.25 m
Armadura sección FF(extremos de viga larga eje X)		
11	Armado superior	8 Ø20
12	Armado inferior	8 Ø20
13a	Armado exterior	10 Ø20
13b	Armado exterior refuerzo	N/A
14a	Armado interior	10 Ø20
14b	Armado interior refuerzo	N/A
15	Cercos	4rØ12 a 0.25 m

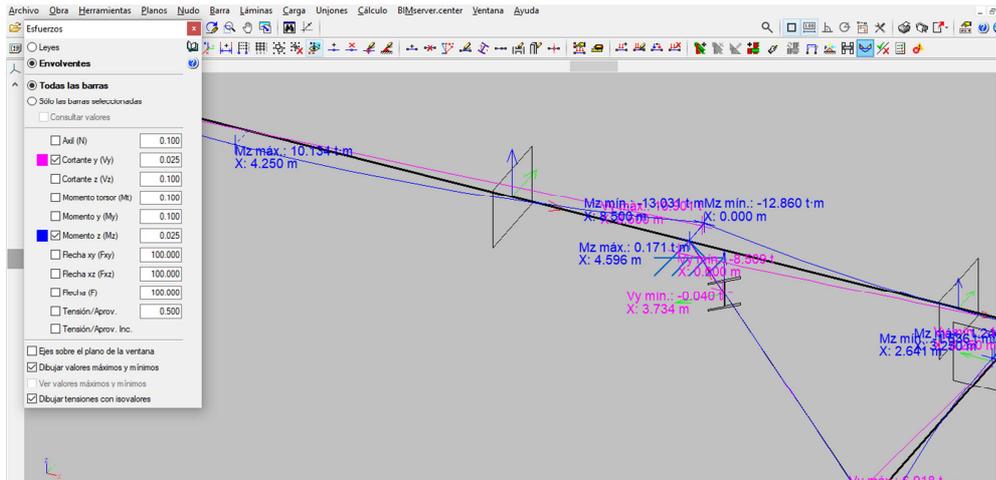
El detalle de los cálculos se adjunta en el apartado “listados de cálculo”.

5.6.1.3. Cálculo de la viga intermedia(puntal-2)

Para el armado de la viga de atado superior de 0,80 m de ancho y 0,6 m de alto en una longitud máxima de 15,0 m. Se dispone de codales HEB-300 a una distancia de 2,45 m.

Se considera una viga apoyada en los codales y extremos de 15 m con una carga lineal del terreno de 1,9 t/m.





Se calculan los momentos y cortante:

M_d de viga en extremos = 13 t m

M_d de viga en centro de vano = 10,25 t m

Cortante = 12 t

Se entra en el prontuario de el C.E.:

Proyecto Materiales Secciones Análisis E.L.U. E.L.S. Ejecución y control Ventana ?

Comprobación Dimensionamiento Diagrama de Flexión

Propuesta de armado Plano de agotamiento

Sección: VIGAINF

Elemento estructural: Viga Losa Muro

At [cm²] = 13.4					
	ø 12	ø 14	ø 16	ø 20	ø 25
nº total de ø	12	9	7	5	3
nº de capas	1	1	1	1	1
At[cm²]	13.6	13.9	14.1	15.7	14.7
wk [mm]*	0.09	0.09	0.09	0.09	0.14

Ac [cm²] = 0.0					
	ø 12	ø 14	ø 16	ø 20	ø 25
nº total de ø					
nº de capas					
Ac[cm²]					

(*) Los valores de la abertura característica de fisura son meramente orientativos. Se han calculado suponiendo un coeficiente global de mayoración de 1.50 y una proporción carga cuasi-permanente / carga total= 80%

Md [kN-m] 12.9

Proyecto Materiales Secciones Análisis E.L.U. E.L.S. Ejecución y control Ventana ?

Sección: VIGAINF

Comprobación Dimensionamiento Diagrama de Flexión

Propuesta de armado Plano de agotamiento

At [cm²] = 13.4

	∅ 12	∅ 14	∅ 16	∅ 20	∅ 25
nº total de ∅	12	9	7	5	3
nº de capas	1	1	1	1	1
Ai[cm²]	13.6	13.9	14.1	15.7	14.7
wk [mm] *	0.07	0.07	0.07	0.07	0.11

Ac [cm²] = 0.0

	∅ 12	∅ 14	∅ 16	∅ 20	∅ 25
nº total de ∅					
nº de capas					
Ac[cm²]					

(*) Los valores de la abertura característica de fisura son meramente orientativos. Se han calculado suponiendo un coeficiente global de mayoración de 1.50 y una proporción carga cuasi-permanente / carga total= 80%

Md [kN-m] 102

Proyecto Materiales Secciones Análisis E.L.U. E.L.S. Ejecución y control Ventana ?

Sección: VIGAINF

Comprobación Dimensionamiento

Inclinación de las bielas
ctg θ 1.0 θ [°] 45

Inclinación de las armaduras
α [°] 90.0

Axil de cálculo (compresión +)
Nd [kN] 0.0
σ_{cd} [MPa] 0.0
Pcompresión [%] 0.0

Tensiones elásticas de cálculo (compresión +)
σ_{xd} [MPa] 0.0
σ_{yd} [MPa] 0.0
θ_e [°] 45.0

∅ [mm]	∅ 6	∅ 8	∅ 10	∅ 12
s [m]	0.10	0.25	0.30	0.30
nº ramas	4	4	4	4
A _s [cm²/m]	11.3	8.0	10.5	15.1
TIPO	2	2	2	2
V _{su} [kN]	215.8	153.5	199.8	287.7
V _{u2} [kN]				

TIPO 1 TIPO 2

Vu1 [kN] 2544.0 Vu2 [kN] 142.4 A_s [cm²/m] 7.7

Vd [kN] 110

Se adoptan los siguientes valores:

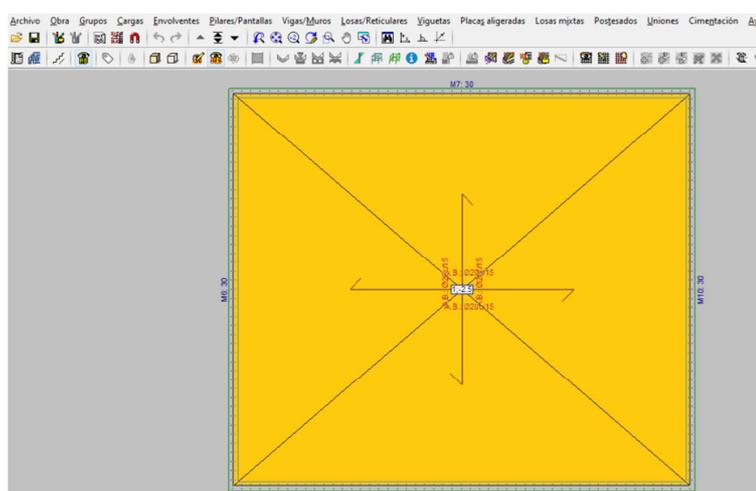
Armadura sección GG(centro viga larga eje X)		
16	Armado superior	8 Ø20
17	Armado inferior	8 Ø20
18a	Armado exterior	10 Ø20
18b	Armado exterior refuerzo	N/A
19a	Armado interior	10 Ø20
19b	Armado interior refuerzo	N/A
20	Cercos	16Ø15
Armadura sección HH(centro viga corta eje Y)		
21	Armado superior	8 Ø20
22	Armado inferior	8 Ø20
23a	Armado exterior	10 Ø20
23b	Armado exterior refuerzo	N/A
24a	Armado interior	10 Ø20

24b	Armado interior refuerzo	N/A
25	Cercos	16Ø15

5.6.1.4. Cálculo de la losa

A efectos de cálculo y conforme a la información geotécnica se verifica que la pantalla empotra en margas o lutitas con muy baja permeabilidad por lo que la subpresión que se generará en la fase de construcción para la ejecución de las hincas será muy baja. A efectos de cálculo resultaría muy conservador considerar la subpresión generada por la diferencia de cota con el nivel freático y por lo tanto sólo se considerará una posible subpresión de $2,5 \text{ t/m}^2$, en vez de la que saldría del cálculo en suelos permeables.

Se procee al cálculo de una losa empotrada de dimensión interior $15,0 \times 13,0 \text{ m}$ y espesor $0,4 \text{ m}$ a la que se aplica una carga de $2,5 \text{ t/m}^2$.



Se adopta la siguiente armadura para estar del lado de la seguridad.

26	Armado superior	# Ø20/15
27	Armado inferior	# Ø20/15

Para determinar la barra de atado se calcula el esfuerzo a cortante entre la losa y pantalla y se calcula el número de redondos necesarios mínimos:

Cortante (t/m^2)	2,5
Ancho (m)	15
Cortante en extremos	18,75
Coef acero	1,15
f_y (acero) t/m^2	51000
redondo (mm)	16
A_c = área del redondo	0,00020096
Resistencia del redondo (t)	5,145425926
Nº redondos mínimos por metro	4
Nº redondos por sección	2
Separación min. entre redondos (m)	0,5
Separación adoptada (m)	0,4

COMPROBACIÓN DE LA PANTALLA DEL POZO DE ATAQUE Y EXTRACCIÓN DE LA NA128

ÍNDICE

1. NORMA Y MATERIALES	2
2. ACCIONES	2
3. DATOS GENERALES	2
4. DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	2
5. SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO	3
6. GEOMETRÍA	3
7. ESQUEMA DE LAS FASES	4
8. CARGAS	7
9. ELEMENTOS DE APOYO	7
10. RESULTADOS DE LAS FASES	7
11. RESULTADOS PARA LOS ELEMENTOS DE APOYO	9
12. DESCRIPCIÓN DEL ARMADO	10
13. COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA	10
14. COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (COEFICIENTES DE SEGURIDAD)	12
15. MEDICIÓN	12



Selección de listados

modelización muro largo arqueta de hinca

Fecha: 26/12/24

1. NORMA Y MATERIALES

Norma de hormigón: Código Estructural

Hormigón: HA-30, $Y_c=1.5$

Acero: B 500 S, $Y_s=1.15$

Clase de exposición: XC2+XA2

Recubrimiento geométrico: 7.0 cm

Tamaño máximo del árido: 15 mm

2. ACCIONES

Mayoración esfuerzos en construcción: 1.60

Mayoración esfuerzos en servicio: 1.60

Sin análisis sísmico

Sin considerar acciones térmicas en puntales

3. DATOS GENERALES

Cota de la rasante: 0.00 m

Altura del muro sobre la rasante: 0.00 m

Tipología: Muro pantalla de hormigón armado

4. DESCRIPCIÓN DEL TERRENO

Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el trasdós del muro pantalla: 25.0 %

Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el intradós del muro pantalla: 25.0 %

Profundidad del nivel freático: 1.57 m

ESTRATOS

Referencias	Cota superior	Descripción	Coefficientes de empuje
1 - arenas arcillosas	0.00 m	Densidad aparente: 1.9 kg/dm ³ Densidad sumergida: 1.0 kg/dm ³ Ángulo rozamiento interno: 25 grados Cohesión: 1.50 t/m ² Módulo de balasto empuje activo: 2500.0 t/m ³ Módulo de balasto empuje pasivo: 2500.0 t/m ³ Gradiente módulo de balasto: 0.0 t/m ⁴	Activo trasdós: 0.38 Reposo trasdós: 0.58 Pasivo trasdós: 2.92 Activo intradós: 0.38 Reposo intradós: 0.58 Pasivo intradós: 2.92
2 - gravas aluviales	-2.17 m	Densidad aparente: 2.1 kg/dm ³ Densidad sumergida: 1.1 kg/dm ³ Ángulo rozamiento interno: 38 grados Cohesión: 0.00 t/m ² Módulo de balasto empuje activo: 5000.0 t/m ³ Módulo de balasto empuje pasivo: 5000.0 t/m ³ Gradiente módulo de balasto: 0.0 t/m ⁴	Activo trasdós: 0.22 Reposo trasdós: 0.38 Pasivo trasdós: 6.00 Activo intradós: 0.22 Reposo intradós: 0.38 Pasivo intradós: 6.00
3 - arcillas margosas terciario	-4.97 m	Densidad aparente: 2.2 kg/dm ³ Densidad sumergida: 1.1 kg/dm ³ Ángulo rozamiento interno: 30 grados Cohesión: 5.00 t/m ² Módulo de balasto empuje activo: 4000.0 t/m ³ Módulo de balasto empuje pasivo: 4000.0 t/m ³ Gradiente módulo de balasto: 0.0 t/m ⁴	Activo trasdós: 0.31 Reposo trasdós: 0.50 Pasivo trasdós: 3.77 Activo intradós: 0.31 Reposo intradós: 0.50 Pasivo intradós: 3.77

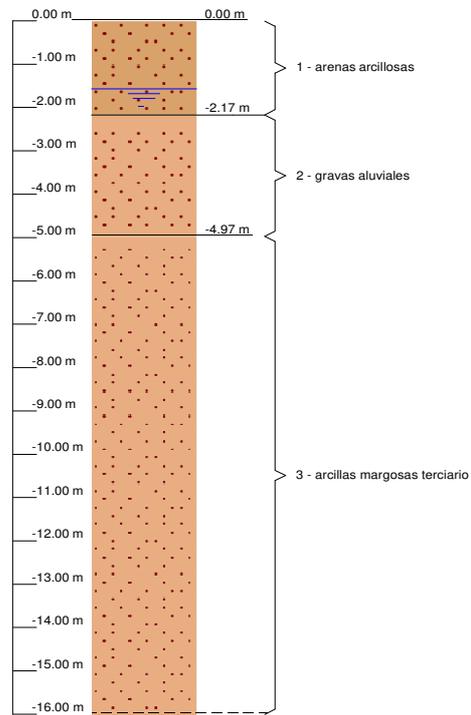


Selección de listados

modelización muro largo arqueta de hinca

Fecha: 26/12/24

5. SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO



6. GEOMETRÍA

Altura total: 16.00 m
Espesor: 100 cm
Longitud tramo: 2.50 m

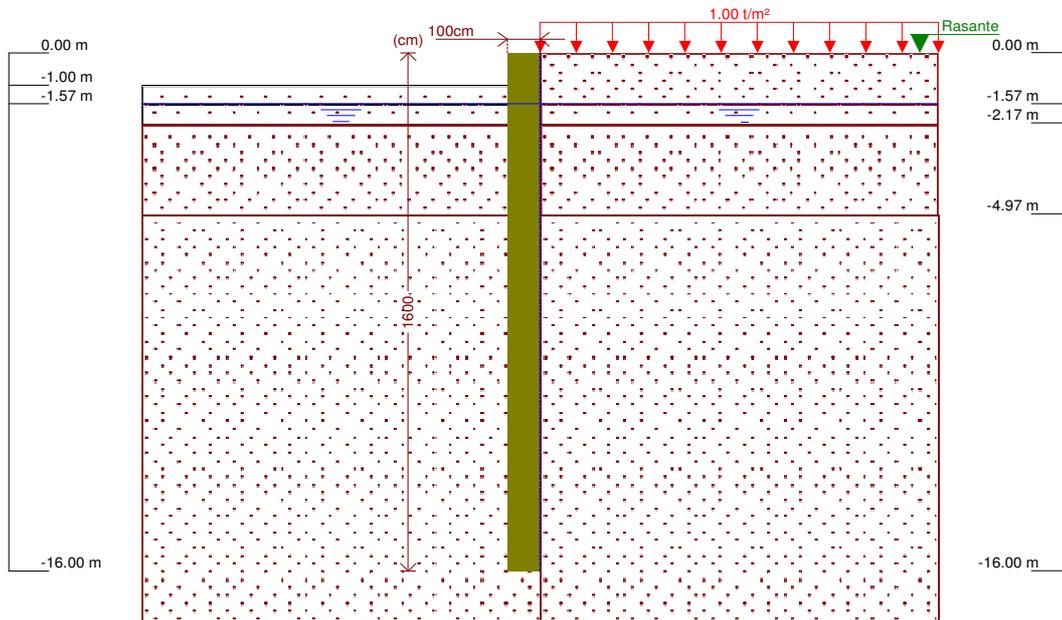


Selección de listados

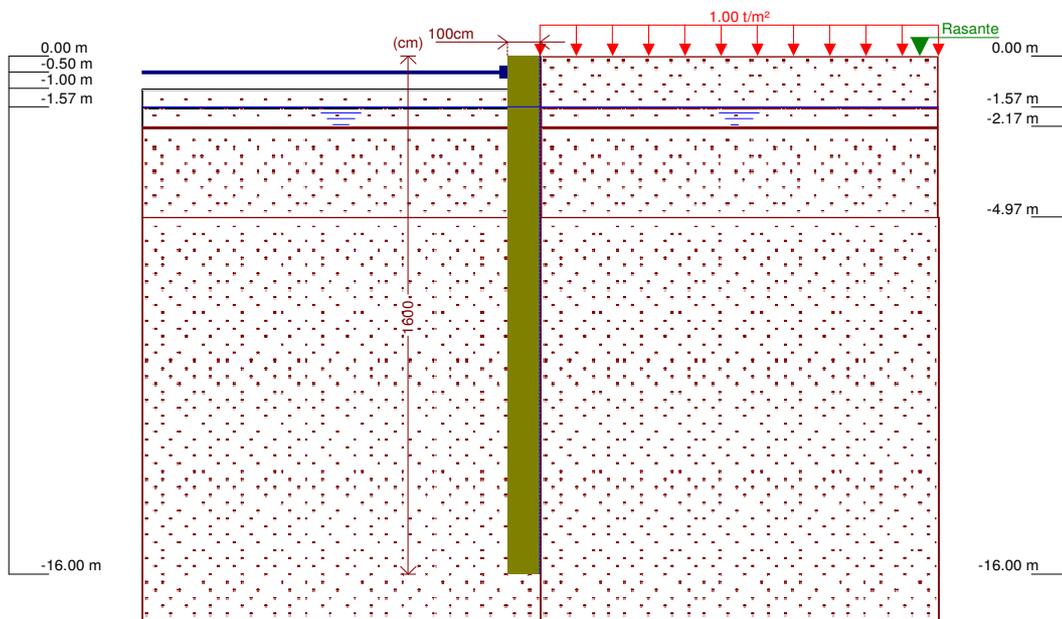
modelización muro largo arqueta de hinca

Fecha: 26/12/24

7. ESQUEMA DE LAS FASES



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 1	1ª excavación	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -1.00 m Con nivel freático trasdós hasta la cota: -1.57 m Con nivel freático intradós hasta la cota: -1.57 m



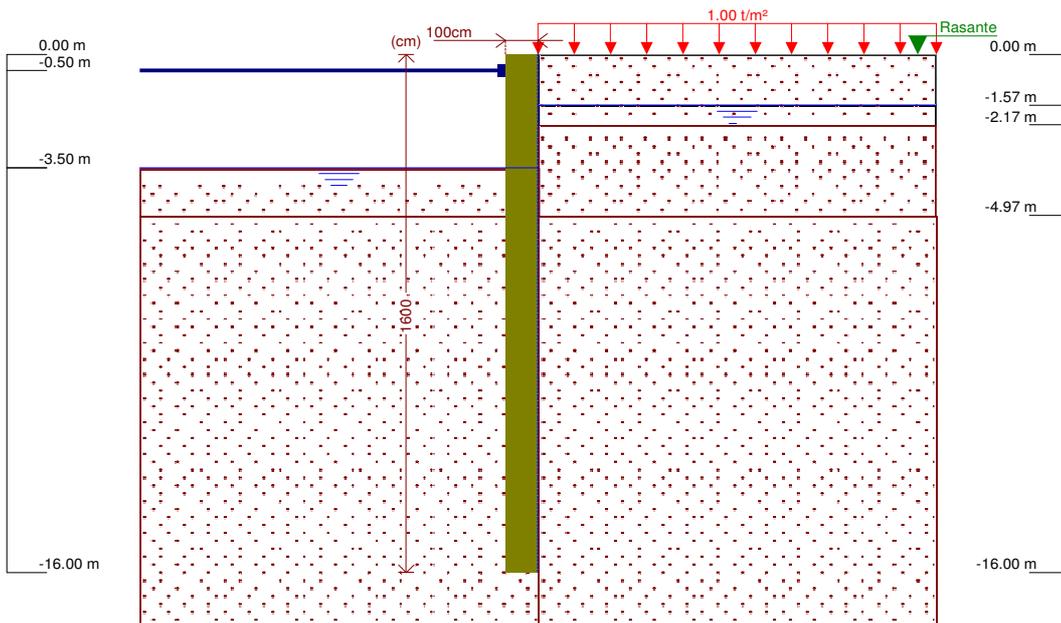
Referencias	Nombre	Descripción
Fase 2	Colocación 1er puntal	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -1.00 m Con nivel freático trasdós hasta la cota: -1.57 m Con nivel freático intradós hasta la cota: -1.57 m



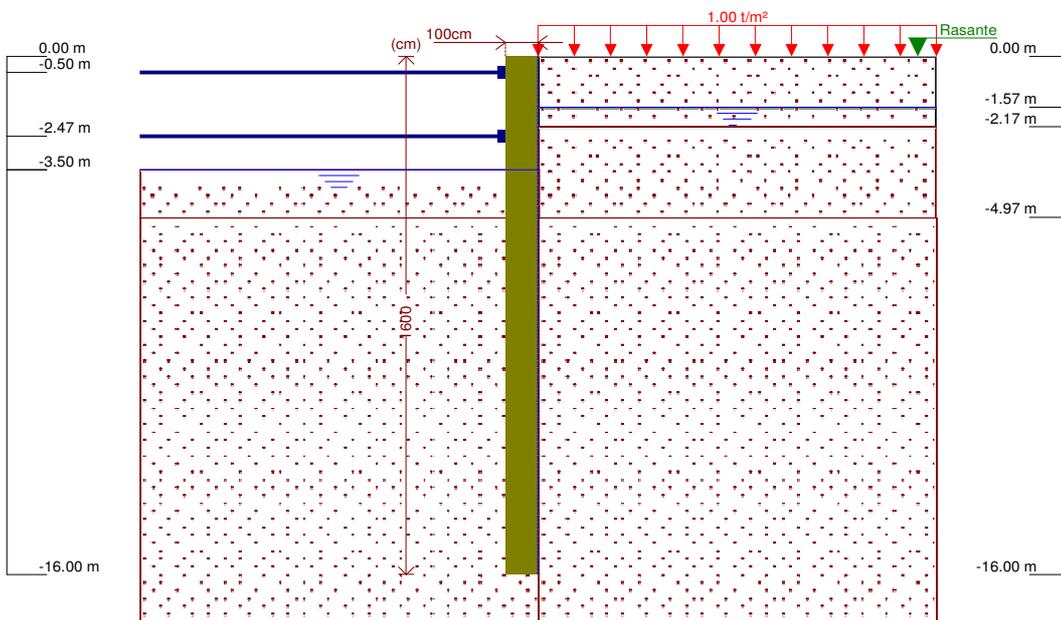
Selección de listados

modelización muro largo arqueta de hinca

Fecha: 26/12/24



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 3	2ª excavación	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -3.50 m Con nivel freático trasdós hasta la cota: -1.57 m Con nivel freático intradós hasta la cota: -3.50 m



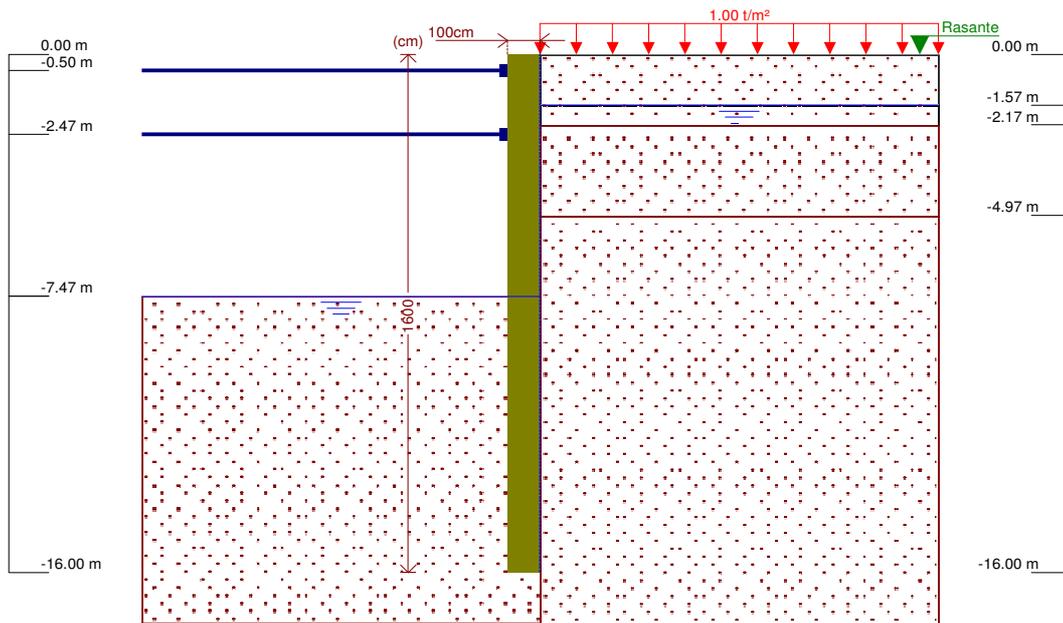
Referencias	Nombre	Descripción
Fase 4	Colocación 2º puntal	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -3.50 m Con nivel freático trasdós hasta la cota: -1.57 m Con nivel freático intradós hasta la cota: -3.50 m



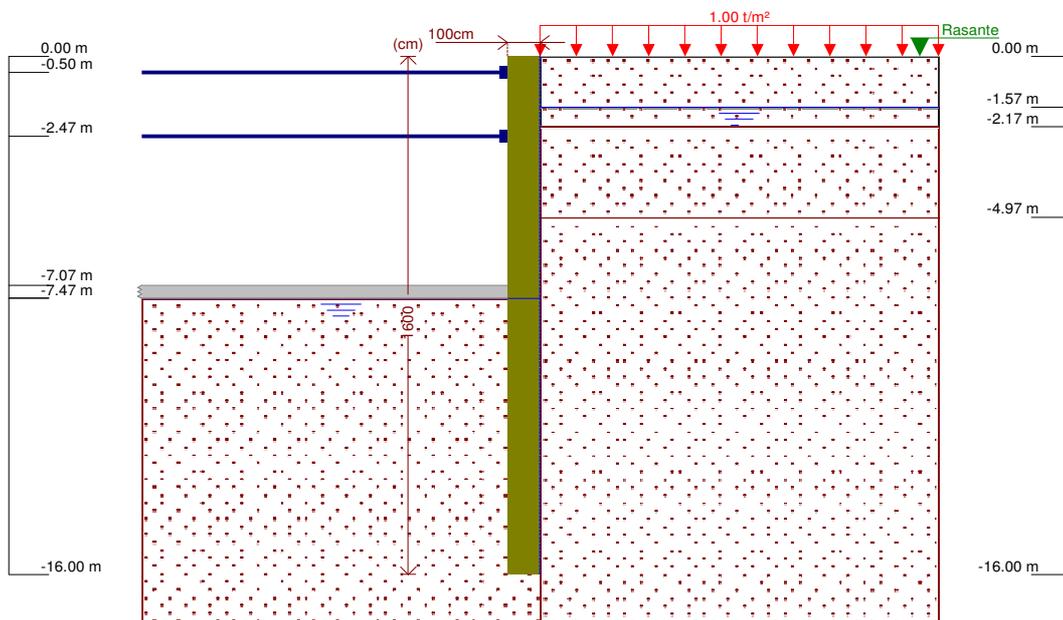
Selección de listados

modelización muro largo arqueta de hinca

Fecha: 26/12/24



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 5	Excavación total	Tipo de fase: Servicio Cota de excavación: -7.47 m Con nivel freático trasdós hasta la cota: -1.57 m Con nivel freático intradós hasta la cota: -7.47 m



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 6	Solera	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -7.47 m Con nivel freático trasdós hasta la cota: -1.57 m Con nivel freático intradós hasta la cota: -7.47 m



Selección de listados

modelización muro largo arqueta de hinca

Fecha: 26/12/24

8. CARGAS

CARGAS EN EL TRASDÓS

Tipo	Cota	Datos	Fase inicial	Fase final
Uniforme	En superficie	Valor: 1 t/m ²	1ª excavación	Solera

9. ELEMENTOS DE APOYO

PUNTALES

Descripción	Fase inicial	Fase final
Cota: -0.50 m Rigidez axil: 11100 t/m Separación: 8.5 m	Colocación 1er puntal	Solera
Cota: -2.47 m Rigidez axil: 3200 t/m Separación: 8.5 m	Colocación 2º puntal	Solera

FORJADOS

Descripción	Fase de construcción	Fase de servicio
Cota: -7.07 m Canto: 40 cm Cortante fase constructiva: 0 t/m Cortante fase de servicio: 0 t/m Rigidez axil: 1000000 t/m ²	Solera	Solera

10. RESULTADOS DE LAS FASES

Esfuerzos sin mayorar.

FASE 1: 1ª EXCAVACIÓN

BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m ²)	Presión hidrostática (t/m ²)
0.00	-0.28	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00
-1.50	-0.23	3.75	0.74	0.48	0.52	0.00
-3.00	-0.19	7.50	0.62	1.83	-0.74	0.00
-4.50	-0.17	11.25	-0.40	1.83	-0.57	0.00
-6.00	-0.16	15.00	-0.54	0.92	0.15	0.00
-7.50	-0.16	18.75	-0.32	0.31	0.13	0.00
-9.00	-0.17	22.50	-0.15	-0.01	0.09	0.00
-10.50	-0.17	26.25	-0.03	-0.12	0.05	0.00
-12.00	-0.18	30.00	0.02	-0.12	0.02	0.00
-13.50	-0.18	33.75	0.04	-0.06	-0.00	0.00
-15.00	-0.18	37.50	0.03	-0.01	-0.02	0.00
Máximos	-0.16 Cota: -6.25 m	40.00 Cota: -16.00 m	1.15 Cota: -2.25 m	2.02 Cota: -3.75 m	1.06 Cota: -1.00 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínimos	-0.28 Cota: 0.00 m	-0.00 Cota: 0.00 m	-0.68 Cota: -5.00 m	-0.13 Cota: -11.00 m	-0.75 Cota: -3.25 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 2: COLOCACIÓN 1ER PUNTAL

BÁSICA



Selección de listados

modelización muro largo arqueta de hinca

Fecha: 26/12/24

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m ²)	Presión hidrostática (t/m ²)
0.00	-0.28	-0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
-1.50	-0.23	3.75	0.74	0.48	0.52	0.00
-3.00	-0.19	7.50	0.62	1.83	-0.74	0.00
-4.50	-0.17	11.25	-0.40	1.83	-0.57	0.00
-6.00	-0.16	15.00	-0.54	0.92	0.15	0.00
-7.50	-0.16	18.75	-0.32	0.31	0.13	0.00
-9.00	-0.17	22.50	-0.15	-0.01	0.09	0.00
-10.50	-0.17	26.25	-0.03	-0.12	0.05	0.00
-12.00	-0.18	30.00	0.02	-0.12	0.02	0.00
-13.50	-0.18	33.75	0.04	-0.06	-0.00	0.00
-15.00	-0.18	37.50	0.03	-0.01	-0.02	0.00
Máximos	-0.16 Cota: -6.25 m	40.00 Cota: -16.00 m	1.15 Cota: -2.25 m	2.02 Cota: -3.75 m	1.06 Cota: -1.00 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínimos	-0.28 Cota: 0.00 m	-0.00 Cota: 0.00 m	-0.68 Cota: -5.00 m	-0.13 Cota: -11.00 m	-0.75 Cota: -3.25 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 3: 2ª EXCAVACIÓN

BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m ²)	Presión hidrostática (t/m ²)
0.00	-1.22	-0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
-1.50	-1.12	3.75	-1.20	-1.20	0.00	0.00
-3.00	-1.00	7.50	0.46	-2.13	1.21	1.43
-4.50	-0.87	11.25	2.78	1.53	-3.20	1.93
-6.00	-0.75	15.00	0.72	3.90	-3.00	1.93
-7.50	-0.67	18.75	-0.43	3.85	-2.34	1.93
-9.00	-0.62	22.50	-0.78	2.83	-1.97	1.93
-10.50	-0.60	26.25	-0.71	1.69	-1.81	1.93
-12.00	-0.60	30.00	-0.49	0.81	-1.77	1.93
-13.50	-0.60	33.75	-0.27	0.27	-1.79	1.93
-15.00	-0.61	37.50	-0.09	0.04	-1.84	1.93
Máximos	-0.60 Cota: -12.00 m	40.00 Cota: -16.00 m	3.12 Cota: -4.25 m	4.07 Cota: -6.75 m	1.33 Cota: -3.50 m	1.93 Cota: -3.50 m
Mínimos	-1.22 Cota: 0.00 m	-0.00 Cota: 0.00 m	-1.20 Cota: -1.25 m	-2.25 Cota: -2.75 m	-3.60 Cota: -5.00 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 4: COLOCACIÓN 2º PUNTAL

BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m ²)	Presión hidrostática (t/m ²)
0.00	-1.22	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00
-1.50	-1.12	3.75	-1.20	-1.20	0.00	0.00
-2.75	-1.02	6.88	-0.12	-2.25	1.15	1.18
-4.25	-0.89	10.63	3.12	0.84	-3.27	1.93
-5.75	-0.77	14.38	1.02	3.72	-3.14	1.93
-7.25	-0.68	18.13	-0.30	3.96	-2.43	1.93
-8.75	-0.63	21.88	-0.76	3.03	-2.01	1.93
-10.25	-0.61	25.63	-0.74	1.87	-1.82	1.93
-11.75	-0.60	29.38	-0.53	0.93	-1.77	1.93
-13.25	-0.60	33.13	-0.30	0.34	-1.79	1.93
-14.75	-0.61	36.88	-0.11	0.06	-1.83	1.93
Máximos	-0.60 Cota: -12.00 m	40.00 Cota: -16.00 m	3.12 Cota: -4.25 m	4.07 Cota: -6.75 m	1.33 Cota: -3.50 m	1.93 Cota: -3.50 m
Mínimos	-1.22 Cota: 0.00 m	-0.00 Cota: 0.00 m	-1.20 Cota: -1.50 m	-2.25 Cota: -2.75 m	-3.60 Cota: -5.00 m	0.00 Cota: 0.00 m



Selección de listados

modelización muro largo arqueta de hinca

Fecha: 26/12/24

FASE 5: EXCAVACIÓN TOTAL

BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m ²)	Presión hidrostática (t/m ²)
0.00	-4.80	-0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
-1.50	-4.65	3.75	-5.86	-5.86	0.00	0.00
-2.75	-4.49	6.88	-6.09	-13.10	1.15	1.18
-4.25	-4.19	10.63	-1.43	-18.50	1.51	2.68
-5.75	-3.71	14.38	4.71	-15.11	0.00	4.18
-7.25	-3.09	18.13	11.91	-2.02	0.00	5.68
-8.75	-2.45	21.88	6.55	12.72	-10.49	5.90
-10.25	-1.93	25.63	0.53	17.04	-9.23	5.90
-11.75	-1.57	29.38	-3.56	13.92	-7.32	5.90
-13.25	-1.34	33.13	-4.44	7.46	-5.48	5.90
-14.75	-1.17	36.88	-2.96	1.85	-4.18	5.90
Máximos	-1.05 Cota: -16.00 m	40.00 Cota: -16.00 m	13.33 Cota: -7.50 m	17.04 Cota: -10.25 m	1.64 Cota: -4.75 m	5.90 Cota: -7.50 m
Mínimos	-4.80 Cota: 0.00 m	-0.00 Cota: 0.00 m	-6.60 Cota: -2.50 m	-18.59 Cota: -4.50 m	-11.92 Cota: -7.50 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 6: SOLERA

BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m ²)	Presión hidrostática (t/m ²)
0.00	-4.80	-0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
-1.50	-4.65	3.75	-5.86	-5.86	0.00	0.00
-2.75	-4.49	6.87	-6.09	-13.10	1.15	1.18
-4.25	-4.19	10.62	-1.43	-18.50	1.51	2.68
-5.75	-3.71	14.37	4.71	-15.11	0.00	4.18
-7.25	-3.09	18.12	11.91	-2.02	0.00	5.68
-8.50	-2.55	21.25	7.77	11.08	-10.75	5.90
-10.00	-2.00	25.00	1.40	16.91	-9.40	5.90
-11.50	-1.62	28.75	-3.10	14.81	-7.72	5.90
-13.00	-1.37	32.50	-4.48	8.57	-5.73	5.90
-14.50	-1.20	36.25	-3.34	2.59	-4.38	5.90
-16.00	-1.05	40.00	0.00	-0.00	-3.22	5.90
Máximos	-1.05 Cota: -16.00 m	40.00 Cota: -16.00 m	13.33 Cota: -7.27 m	17.04 Cota: -10.25 m	1.64 Cota: -4.75 m	5.90 Cota: -7.50 m
Mínimos	-4.80 Cota: 0.00 m	-0.00 Cota: 0.00 m	-6.60 Cota: -2.50 m	-18.59 Cota: -4.50 m	-11.92 Cota: -7.50 m	0.00 Cota: 0.00 m

11. RESULTADOS PARA LOS ELEMENTOS DE APOYO

Esfuerzos sin mayorar.



Selección de listados

modelización muro largo arqueta de hinca

Fecha: 26/12/24

Puntales

Cota: -0.50 m	
Fase	Resultado
Colocación 1er puntal	Carga puntual: 0.00 t Carga lineal: 0.00 t/m
2ª excavación	Carga puntual: 10.24 t Carga lineal: 1.20 t/m
Colocación 2º puntal	Carga puntual: 10.24 t Carga lineal: 1.20 t/m
Excavación total	Carga puntual: 49.84 t Carga lineal: 5.86 t/m
Solera	Carga puntual: 49.84 t Carga lineal: 5.86 t/m

Cota: -2.47 m	
Fase	Resultado
Colocación 2º puntal	Carga puntual: 0.00 t Carga lineal: 0.00 t/m
Excavación total	Carga puntual: 11.17 t Carga lineal: 1.31 t/m
Solera	Carga puntual: 11.17 t Carga lineal: 1.31 t/m

Forjados

Cota: -7.07 m	
Fase	Resultado
Solera	Carga lineal: 0.00 t/m

12. DESCRIPCIÓN DEL ARMADO

Armado vertical trasdós	Armado vertical intradós	Armado base horizontal	Rigidizador vertical	Rigidizador horizontal
Ø16c/20 Refuerzos: - Ø12 L(390), D(830) D: Distancia desde coronación	Ø16c/20 Refuerzos: - Ø12 L(440), D(230) D: Distancia desde coronación	Ø12c/20	2Ø16	7Ø16

13. COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA

Referencia: Hinca N-128pozo ataque (modelización muro largo arqueta de hinca)		
Comprobación	Valores	Estado
Recubrimiento:	Mínimo: 7 cm Calculado: 7 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales:	Mínimo: 2 cm Calculado: 18.8 cm	Cumple
Separación máxima armaduras horizontales:	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara:	Mínimo: 0.001 Calculado: 0.00113	Cumple
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara: <i>Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano". (Cuantía horizontal > 20% Cuantía vertical)</i>	Mínimo: 0.00031 Calculado: 0.00056	Cumple
Longitud de patilla horizontal: <i>La longitud de la patilla debe ser, como mínimo, 12 veces el diámetro. Criterio de J. Calavera, "Manual de Detalles Constructivos en Obras de Hormigón Armado".</i>	Mínimo: 14 cm Calculado: 62 cm	Cumple



Selección de listados

modelización muro largo arqueta de hinca

Fecha: 26/12/24

Referencia: Hinca N-128pozo ataque (modelización muro largo arqueta de hinca)		
Comprobación	Valores	Estado
Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada: - Trasdós: - Intradós:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.001 Calculado: 0.001	Cumple Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida: - Trasdós: - Intradós:	Mínimo: 0.00027 Calculado: 0.001 Calculado: 0.001	Cumple Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada: - Trasdós: - Intradós:	Calculado: 0.00157 Mínimo: 0.00094 Mínimo: 0.001	Cumple Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara comprimida: - Trasdós: - Intradós:	Mínimo: 8e-005 Calculado: 0.001 Calculado: 0.001	Cumple Cumple
Separación libre mínima armaduras verticales: - Trasdós, vertical: - Intradós, vertical:	Mínimo: 2 cm Calculado: 8.6 cm Calculado: 8.6 cm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: - Armadura vertical Trasdós, vertical: - Armadura vertical Intradós, vertical:	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple Cumple
Comprobación a flexión compuesta: <i>Comprobación realizada por módulo de pantalla</i>		Cumple
Comprobación a cortante:	Máximo: 81.13 t Calculado: 53.33 t	Cumple
Comprobación de fisuración:	Máximo: 0.3 mm Calculado: 0 mm	Cumple
Longitud de solapes: - Base trasdós: - Base intradós:	Mínimo: 0.56 m Calculado: 0.6 m Calculado: 0.6 m	Cumple Cumple
Rigidizadores horizontales: - Diámetro mínimo: <i>Criterio de CYPE. El diámetro del rigidizador debe ser como mínimo igual al mayor diámetro de la armadura base vertical.</i> - Separación máxima: <i>Criterio NTE. Acondicionamiento del Terreno. Cimentaciones.</i>	Mínimo: 16 mm Calculado: 16 mm Máximo: 2.5 m Calculado: 2.28 m	Cumple Cumple
Rigidizadores verticales: - Diámetro mínimo: <i>Criterio de CYPE. El diámetro del rigidizador debe ser como mínimo igual al mayor diámetro de la armadura base vertical.</i> - Separación máxima: <i>Criterio NTE. Acondicionamiento del Terreno. Cimentaciones.</i>	Mínimo: 16 mm Calculado: 16 mm Máximo: 1.5 m Calculado: 1.25 m	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Sección crítica a flexión compuesta: Cota: -3.25 m, Md: -62.74 t·m, Nd: 32.50 t, Vd: -19.40 t, Tensión máxima del acero: 2.872 t/cm ² - Sección crítica a cortante: Cota: -7.50 m		



Selección de listados

modelización muro largo arqueta de hinca

Fecha: 26/12/24

Referencia: Hinca N-128pozo ataque (modelización muro largo arqueta de hinca)		
Comprobación	Valores	Estado
- Los esfuerzos están mayorados y corresponden al ancho total del tramo definido. (Longitud tramo: 2.50 m)		

14. COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (COEFICIENTES DE SEGURIDAD)

Referencia: Comprobaciones de estabilidad (Coeficientes de seguridad): Hinca N-128pozo ataque (modelización muro largo arqueta de hinca)		
Comprobación	Valores	Estado
<p>Relación entre el momento originado por los empujes pasivos en el intradós y el momento originado por los empujes activos en el trasdós:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hipótesis básica: <i>Valor introducido por el usuario.</i> - 1ª excavación: - Colocación 1er puntal: - 2ª excavación: - Colocación 2º puntal: - Excavación total: - Solera: <p>⁽¹⁾ Existe más de un apoyo.</p>	<p>Mínimo: 1.67</p> <p>Calculado: 87.521</p> <p>Calculado: 390.767</p> <p>Calculado: 23.676</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>No procede⁽¹⁾</p> <p>No procede⁽¹⁾</p> <p>No procede⁽¹⁾</p>
<p>Relación entre el empuje pasivo total en el intradós y el empuje realmente movilizado en el intradós: <i>Valor introducido por el usuario.</i></p> <p>Hipótesis básica:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1ª excavación: - Colocación 1er puntal: - 2ª excavación: - Colocación 2º puntal: - Excavación total: - Solera: 	<p>Mínimo: 1.67</p> <p>Calculado: 9.749</p> <p>Calculado: 9.749</p> <p>Calculado: 7.146</p> <p>Calculado: 7.146</p> <p>Calculado: 3.97</p> <p>Calculado: 3.974</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
Se cumplen todas las comprobaciones		

15. MEDICIÓN

Referencia: Muro pantalla de hormigón armado		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø12	Ø16	
Armado vertical trasdós	Longitud (m)		11x5.72	62.92
	Peso (kg)		11x9.03	99.31
Armado vertical trasdós	Longitud (m)		11x11.53	126.83
	Peso (kg)		11x18.20	200.18
Armado vertical trasdós - Refuerzos	Longitud (m)	10x3.90		39.00
	Peso (kg)	10x3.46		34.63
Armado vertical intradós	Longitud (m)		11x5.72	62.92
	Peso (kg)		11x9.03	99.31
Armado vertical intradós	Longitud (m)		11x11.53	126.83
	Peso (kg)		11x18.20	200.18
Armado vertical intradós - Refuerzos	Longitud (m)	10x4.40		44.00
	Peso (kg)	10x3.91		39.06
Junta lateral positiva	Longitud (m)		6x5.71	34.26
	Peso (kg)		6x9.01	54.07



Selección de listados

modelización muro largo arqueta de hinca

Fecha: 26/12/24

Referencia: Muro pantalla de hormigón armado		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø12	Ø16	
Junta lateral positiva	Longitud (m)		6x11.53	69.18
	Peso (kg)		6x18.20	109.19
Junta lateral negativa	Longitud (m)		3x5.71	17.13
	Peso (kg)		3x9.01	27.04
Junta lateral negativa	Longitud (m)		3x11.53	34.59
	Peso (kg)		3x18.20	54.59
Armado horizontal	Longitud (m)	81x6.81		551.61
	Peso (kg)	81x6.05		489.74
Armado rigidizadores verticales	Longitud (m)		2x9.87	19.74
	Peso (kg)		2x15.58	31.16
Armado rigidizadores verticales	Longitud (m)		2x9.85	19.70
	Peso (kg)		2x15.55	31.09
Armado rigidizadores verticales	Longitud (m)		2x9.87	19.74
	Peso (kg)		2x15.58	31.16
Armado rigidizadores verticales	Longitud (m)		2x9.85	19.70
	Peso (kg)		2x15.55	31.09
Armado rigidizadores horizontales	Longitud (m)		14x4.14	57.96
	Peso (kg)		14x6.53	91.48
Totales	Longitud (m)	634.61	671.50	
	Peso (kg)	563.43	1059.85	1623.28
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	698.07	738.65	
	Peso (kg)	619.77	1165.84	1785.61

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

Elemento	B 500 S, Ys=1.15 (kg)			Hormigón (m³)
	Ø12	Ø16	Total	HA-30, Yc=1.5
Referencia: Muro pantalla de hormigón armado	619.77	1165.84	1785.61	40.00
Totales	619.77	1165.84	1785.61	40.00

COMPROBACIÓN DE CODALES

ÍNDICE

1. DATOS DE OBRA	2
1.1. Normas consideradas	2
1.2. Estados límite	2
1.2.1. Situaciones de proyecto.....	2
1.2.2. Combinaciones	4
1.3. Resistencia al fuego	4
2. ESTRUCTURA	4
2.1. Geometría	4
2.1.1. Nudos.....	4
2.1.2. Barras	5
2.2. Resultados	8
2.2.1. Barras	8

**1. DATOS DE OBRA****1.1. Normas consideradas**

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

Hormigón: Código Estructural

1.2. Estados límite

E.L.U. de rotura. Hormigón	CTE
E.L.U. de rotura. Acero laminado	Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Desplazamientos	Acciones características

1.2.1. Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

G_k Acción permanenteP_k Acción de pretensadoQ_k Acción variableγ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentesγ_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensadoγ_{Q,1} Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principalγ_{Q,i} Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamientoΨ_{p,1} Coeficiente de combinación de la acción variable principalΨ_{a,i} Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón: Código Estructural

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ _p)	Acompañamiento (ψ _a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.350	-	-



Listados

pozo de hinca NA128

Fecha: 26/12/24

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.350	-	-

E.L.U. de rotura. Acero laminado: CTE DB SE-A

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Empujes del terreno (H)	0.700	1.350	-	-

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Empujes del terreno (H)	0.700	1.350	-	-

Accidental de incendio				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.000	-	-

Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.000	-	-

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.000	-	-



1.2.2. Combinaciones

• Nombres de las hipótesis

PP Peso propio

H 1 H 1

• E.L.U. de rotura. Hormigón

Comb.	PP	H 1
1	1.000	1.000
2	1.350	1.000
3	1.000	1.350
4	1.350	1.350

• E.L.U. de rotura. Acero laminado

1. Coeficientes para situaciones persistentes o transitorias

Comb.	PP	H 1
1	0.800	0.700
2	1.350	0.700
3	0.800	1.350
4	1.350	1.350

2. Coeficientes para situaciones accidentales de incendio

Comb.	PP	H 1
1	1.000	1.000

• Desplazamientos

Comb.	PP	H 1
1	1.000	1.000

1.3. Resistencia al fuego

Perfiles de acero

Norma: CTE DB SI. Anejo D: Resistencia al fuego de los elementos de acero.

Resistencia requerida: R 15

2. ESTRUCTURA

2.1. Geometría

2.1.1. Nudos

Referencias:

 $\Delta_x, \Delta_y, \Delta_z$: Desplazamientos prescritos en ejes globales. $\theta_x, \theta_y, \theta_z$: Giros prescritos en ejes globales.Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.



Listados

pozo de hinca NA128

Fecha: 26/12/24

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N1	0.000	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N2	0.000	13.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N3	15.000	13.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N4	15.000	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N5	0.000	9.750	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N6	3.250	13.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N7	11.750	13.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N8	15.000	9.750	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N9	11.750	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N10	15.000	3.250	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N11	0.000	3.250	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N12	3.250	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado

2.1.2. Barras

2.1.2.1. Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E	ν	G	f_y	α_t	γ
Tipo	Designación	(kp/cm ²)		(kp/cm ²)	(kp/cm ²)	(m/m°C)	(t/m ³)
Acero laminado	S275	2140672.8	0.300	825688.1	2803.3	0.000012	7.850
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	291304.8	0.200	121377.0	-	0.000010	2.500

Notación:
E: Módulo de elasticidad
 ν : Módulo de Poisson
G: Módulo de cortadura
 f_y : Límite elástico
 α_t : Coeficiente de dilatación
 γ : Peso específico



Listados

pozo de hinca NA128

Fecha: 26/12/24

2.1.2.2. Descripción

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.} (m)	Lb _{Inf.} (m)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	N5/N6	N5/N6	HE 300 B (HEB)	4.596	1.00	1.00	-	-
		N8/N7	N8/N7	HE 300 B (HEB)	4.596	1.00	1.00	-	-
		N9/N10	N9/N10	HE 300 B (HEB)	4.596	1.00	1.00	-	-
		N12/N11	N12/N11	HE 300 B (HEB)	4.596	1.00	1.00	-	-
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	N1/N11	N1/N2	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N11/N5	N1/N2	105x100 (Viga descolgada rectangular)	6.500	1.00	1.00	-	-
		N5/N2	N1/N2	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N2/N6	N2/N3	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N6/N7	N2/N3	105x100 (Viga descolgada rectangular)	8.500	1.00	1.00	-	-
		N7/N3	N2/N3	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N4/N10	N4/N3	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N10/N8	N4/N3	105x100 (Viga descolgada rectangular)	6.500	1.00	1.00	-	-
		N8/N3	N4/N3	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N1/N12	N1/N4	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N12/N9	N1/N4	105x100 (Viga descolgada rectangular)	8.500	1.00	1.00	-	-
		N9/N4	N1/N4	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
<p>Notación:</p> <p>Ni: Nudo inicial</p> <p>Nf: Nudo final</p> <p>i_{xy}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'</p> <p>i_{xz}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'</p> <p>Lb_{Sup.}: Separación entre arriostramientos del ala superior</p> <p>Lb_{Inf.}: Separación entre arriostramientos del ala inferior</p>									

2.1.2.3. Características mecánicas



Listados

pozo de hincas NA128

Fecha: 26/12/24

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N5/N6, N8/N7, N9/N10 y N12/N11
2	N1/N2, N2/N3, N4/N3 y N1/N4

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	Avy (cm ²)	Avz (cm ²)	Iyy (cm ⁴)	Izz (cm ⁴)	It (cm ⁴)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	HE 300 B, (HEB)	149.10	85.50	25.94	25170.00	8563.00	189.18
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	2	105x100, (Viga descolgada rectangular)	10500.00	8750.00	8750.00	8750000.00	9646875.00	15351000.00

Notación:
 Ref.: Referencia
 A: Área de la sección transversal
 Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'
 Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'
 Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'
 Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'
 It: Inercia a torsión
 Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

2.1.2.4. Tabla de medición

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m ³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
Acero laminado	S275	N5/N6	HE 300 B (HEB)	4.596	0.069	537.95
		N8/N7	HE 300 B (HEB)	4.596	0.069	537.95
		N9/N10	HE 300 B (HEB)	4.596	0.069	537.95
		N12/N11	HE 300 B (HEB)	4.596	0.069	537.95
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	N1/N2	105x100 (Viga descolgada rectangular)	13.000	13.650	34125.00
		N2/N3	105x100 (Viga descolgada rectangular)	15.000	15.750	39375.00
		N4/N3	105x100 (Viga descolgada rectangular)	13.000	13.650	34125.00
		N1/N4	105x100 (Viga descolgada rectangular)	15.000	15.750	39375.00

Notación:
 Ni: Nudo inicial
 Nf: Nudo final

2.1.2.5. Resumen de medición

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m ³)	Serie (m ³)	Material (m ³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
Acero laminado	S275	HEB	HE 300 B	18.385	18.385	18.385	0.274	0.274	0.274	2151.82	2151.82	2151.82
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	Viga descolgada rectangular	105x100	56.000	56.000	56.000	58.800	58.800	58.800	147000.00	147000.00	147000.00

2.1.2.6. Medición de superficies

Acero laminado: Medición de las superficies a pintar				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m ² /m)	Longitud (m)	Superficie (m ²)
HEB	HE 300 B	1.778	18.385	32.688
Total				32.688



Listados

pozo de hinc NA128

Fecha: 26/12/24

Hormigón: Medición de las superficies de encofrado				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m ² /m)	Longitud (m)	Superficie (m ²)
Viga descolgada rectangular	105x100	4.100	56.000	229.600
			Total	229.600

2.2. Resultados

2.2.1. Barras

2.2.1.1. Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE													Estado		
	λ	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	NM, M_z	$NM, M_y V_z$	M_t		$M_y V_z$	$M_z V_y$
N5/N6	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 4.596 m $\eta = 0.8$	x: 4.596 m $\eta = 0.7$	x: 4.596 m $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.596 m $\eta = 1.5$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\rho_t = 1.5$
N8/N7	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 4.596 m $\eta = 0.8$	x: 4.596 m $\eta = 0.7$	x: 4.596 m $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.596 m $\eta = 1.5$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\rho_t = 1.5$
N9/N10	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 0.8$	x: 0 m $\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 1.5$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\rho_t = 1.5$
N12/N11	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 0.8$	x: 0 m $\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 1.5$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\rho_t = 1.5$

Notación:
 λ : Limitación de esbeltez
 λ_w : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
 N_t : Resistencia a tracción
 N_c : Resistencia a compresión
 M_y : Resistencia a flexión eje Y
 M_z : Resistencia a flexión eje Z
 V_z : Resistencia a corte Z
 V_y : Resistencia a corte Y
 $M_y V_z$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
 $M_z V_y$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
 NM, M_z : Resistencia a flexión y axil combinados
 $NM, M_y V_z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
 M_t : Resistencia a torsión
 $M_y V_z$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
 $M_z V_y$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
 η : Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.
⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.
⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.
⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
⁽⁵⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO													Estado
	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	NM, M_z	$NM, M_y V_z$	M_t	$M_y V_z$	$M_z V_y$	
N5/N6	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 4.596 m $\eta = 0.9$	x: 4.596 m $\eta = 0.8$	x: 4.596 m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.596 m $\eta = 1.8$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE $\rho_t = 1.8$
N8/N7	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 4.596 m $\eta = 0.9$	x: 4.596 m $\eta = 0.8$	x: 4.596 m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.596 m $\eta = 1.8$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE $\rho_t = 1.8$
N9/N10	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 0.9$	x: 0 m $\eta = 0.8$	x: 0 m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 1.8$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE $\rho_t = 1.8$
N12/N11	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 0.9$	x: 0 m $\eta = 0.8$	x: 0 m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 1.8$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE $\rho_t = 1.8$

Notación:
 N_t : Resistencia a tracción
 N_c : Resistencia a compresión
 M_y : Resistencia a flexión eje Y
 M_z : Resistencia a flexión eje Z
 V_z : Resistencia a corte Z
 V_y : Resistencia a corte Y
 $M_y V_z$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
 $M_z V_y$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
 NM, M_z : Resistencia a flexión y axil combinados
 $NM, M_y V_z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
 M_t : Resistencia a torsión
 $M_y V_z$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
 $M_z V_y$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
 η : Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.
⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.
⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
⁽⁴⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

ÍNDICE

1. DATOS DE OBRA	2
1.1. Normas consideradas	2
1.2. Estados límite	2
1.2.1. Situaciones de proyecto.....	2
1.2.2. Combinaciones	4
1.3. Resistencia al fuego	4
2. ESTRUCTURA	4
2.1. Geometría	4
2.1.1. Nudos.....	4
2.1.2. Barras	5
2.2. Resultados	8
2.2.1. Barras	8

**1. DATOS DE OBRA****1.1. Normas consideradas**

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

Hormigón: Código Estructural

1.2. Estados límite

E.L.U. de rotura. Hormigón	CTE
E.L.U. de rotura. Acero laminado	Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Desplazamientos	Acciones características

1.2.1. Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

G_k Acción permanenteP_k Acción de pretensadoQ_k Acción variableγ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentesγ_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensadoγ_{Q,1} Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principalγ_{Q,i} Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamientoΨ_{p,1} Coeficiente de combinación de la acción variable principalΨ_{a,i} Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón: Código Estructural

	Persistente o transitoria			
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ _p)	Acompañamiento (ψ _a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.350	-	-



Listados

pozo de hinca

Fecha: 26/12/24

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.350	-	-

E.L.U. de rotura. Acero laminado: CTE DB SE-A

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Empujes del terreno (H)	0.700	1.350	-	-

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Empujes del terreno (H)	0.700	1.350	-	-

Accidental de incendio				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.000	-	-

Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.000	-	-

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.000	-	-



1.2.2. Combinaciones

▪ Nombres de las hipótesis

PP Peso propio

H 1 H 1

▪ E.L.U. de rotura. Hormigón

Comb.	PP	H 1
1	1.000	1.000
2	1.350	1.000
3	1.000	1.350
4	1.350	1.350

▪ E.L.U. de rotura. Acero laminado

1. Coeficientes para situaciones persistentes o transitorias

Comb.	PP	H 1
1	0.800	0.700
2	1.350	0.700
3	0.800	1.350
4	1.350	1.350

2. Coeficientes para situaciones accidentales de incendio

Comb.	PP	H 1
1	1.000	1.000

▪ Desplazamientos

Comb.	PP	H 1
1	1.000	1.000

1.3. Resistencia al fuego

Perfiles de acero

Norma: CTE DB SI. Anejo D: Resistencia al fuego de los elementos de acero.

Resistencia requerida: R 15

2. ESTRUCTURA

2.1. Geometría

2.1.1. Nudos

Referencias:

 $\Delta_x, \Delta_y, \Delta_z$: Desplazamientos prescritos en ejes globales. $\theta_x, \theta_y, \theta_z$: Giros prescritos en ejes globales.Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.



Listados

pozo de hinca

Fecha: 26/12/24

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N1	0.000	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N2	0.000	13.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N3	15.000	13.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N4	15.000	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N5	0.000	9.750	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N6	3.250	13.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N7	11.750	13.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N8	15.000	9.750	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N9	11.750	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N10	15.000	3.250	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N11	0.000	3.250	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N12	3.250	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado

2.1.2. Barras

2.1.2.1. Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E	ν	G	f_y	α_t	γ
Tipo	Designación	(kp/cm ²)		(kp/cm ²)	(kp/cm ²)	(m/m°C)	(t/m ³)
Acero laminado	S275	2140672.8	0.300	825688.1	2803.3	0.000012	7.850
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	291304.8	0.200	121377.0	-	0.000010	2.500

Notación:
E: Módulo de elasticidad
 ν : Módulo de Poisson
G: Módulo de cortadura
 f_y : Límite elástico
 α_t : Coeficiente de dilatación
 γ : Peso específico



2.1.2.2. Descripción

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.} (m)	Lb _{Inf.} (m)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	N5/N6	N5/N6	HE 300 B (HEB)	4.596	1.00	1.00	-	-
		N8/N7	N8/N7	HE 300 B (HEB)	4.596	1.00	1.00	-	-
		N9/N10	N9/N10	HE 300 B (HEB)	4.596	1.00	1.00	-	-
		N12/N11	N12/N11	HE 300 B (HEB)	4.596	1.00	1.00	-	-
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	N1/N11	N1/N2	80x60 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N11/N5	N1/N2	80x60 (Viga descolgada rectangular)	6.500	1.00	1.00	-	-
		N5/N2	N1/N2	80x60 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N2/N6	N2/N3	80x60 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N6/N7	N2/N3	80x60 (Viga descolgada rectangular)	8.500	1.00	1.00	-	-
		N7/N3	N2/N3	80x60 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N4/N10	N4/N3	80x60 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N10/N8	N4/N3	80x60 (Viga descolgada rectangular)	6.500	1.00	1.00	-	-
		N8/N3	N4/N3	80x60 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N1/N12	N1/N4	80x60 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N12/N9	N1/N4	80x60 (Viga descolgada rectangular)	8.500	1.00	1.00	-	-
		N9/N4	N1/N4	80x60 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
<p>Notación:</p> <p>Ni: Nudo inicial</p> <p>Nf: Nudo final</p> <p>i_{xy}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'</p> <p>i_{xz}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'</p> <p>Lb_{Sup.}: Separación entre arriostramientos del ala superior</p> <p>Lb_{Inf.}: Separación entre arriostramientos del ala inferior</p>									

2.1.2.3. Características mecánicas



Listados

pozo de hinca

Fecha: 26/12/24

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N5/N6, N8/N7, N9/N10 y N12/N11
2	N1/N2, N2/N3, N4/N3 y N1/N4

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	Avy (cm ²)	Avz (cm ²)	Iyy (cm ⁴)	Izz (cm ⁴)	It (cm ⁴)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	HE 300 B, (HEB)	149.10	85.50	25.94	25170.00	8563.00	189.18
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	2	80x60, (Viga descolgada rectangular)	4800.00	4000.00	4000.00	1440000.00	2560000.00	3098880.00

Notación:
 Ref.: Referencia
 A: Área de la sección transversal
 Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'
 Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'
 Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'
 Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'
 It: Inercia a torsión
 Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

2.1.2.4. Tabla de medición

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m ³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
Acero laminado	S275	N5/N6	HE 300 B (HEB)	4.596	0.069	537.95
		N8/N7	HE 300 B (HEB)	4.596	0.069	537.95
		N9/N10	HE 300 B (HEB)	4.596	0.069	537.95
		N12/N11	HE 300 B (HEB)	4.596	0.069	537.95
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	N1/N2	80x60 (Viga descolgada rectangular)	13.000	6.240	15600.00
		N2/N3	80x60 (Viga descolgada rectangular)	15.000	7.200	18000.00
		N4/N3	80x60 (Viga descolgada rectangular)	13.000	6.240	15600.00
		N1/N4	80x60 (Viga descolgada rectangular)	15.000	7.200	18000.00

Notación:
 Ni: Nudo inicial
 Nf: Nudo final

2.1.2.5. Resumen de medición

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m ³)	Serie (m ³)	Material (m ³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
Acero laminado	S275	HEB	HE 300 B	18.385	18.385	18.385	0.274	0.274	0.274	2151.82	2151.82	2151.82
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	Viga descolgada rectangular	80x60	56.000	56.000	56.000	26.880	26.880	26.880	67200.00	67200.00	67200.00

2.1.2.6. Medición de superficies

Acero laminado: Medición de las superficies a pintar				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m ² /m)	Longitud (m)	Superficie (m ²)
HEB	HE 300 B	1.778	18.385	32.688



Listados

pozo de hinca

Fecha: 26/12/24

Acero laminado: Medición de las superficies a pintar				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m ² /m)	Longitud (m)	Superficie (m ²)
			Total	32.688

Hormigón: Medición de las superficies de encofrado				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m ² /m)	Longitud (m)	Superficie (m ²)
Viga descolgada rectangular	80x60	2.800	56.000	156.800
			Total	156.800

2.2. Resultados

2.2.1. Barras

2.2.1.1. Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE														Estado	
	λ	λ_{lim}	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _y V _z		M _z V _y
N5/N6	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_{rel} \leq \lambda_{lim, máx}$ Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	x: 4.596 m $\eta = 1.1$	x: 4.596 m $\eta = 0.6$	x: 4.596 m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.596 m $\eta = 1.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.596 m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	CUMPLE pt = 1.6
N8/N7	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_{rel} \leq \lambda_{lim, máx}$ Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	x: 4.596 m $\eta = 1.1$	x: 4.596 m $\eta = 0.6$	x: 4.596 m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.596 m $\eta = 1.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.596 m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	CUMPLE pt = 1.6
N9/N10	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_{rel} \leq \lambda_{lim, máx}$ Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 1.1$	x: 0 m $\eta = 0.6$	x: 0 m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 1.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	CUMPLE pt = 1.6
N12/N11	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_{rel} \leq \lambda_{lim, máx}$ Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 1.1$	x: 0 m $\eta = 0.6$	x: 0 m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 1.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	CUMPLE pt = 1.6

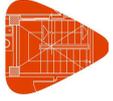
Notación:
 λ : Limitación de esbeltez
 λ_{lim} : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
N_t: Resistencia a tracción
N_c: Resistencia a compresión
M_y: Resistencia a flexión eje Y
M_z: Resistencia a flexión eje Z
V_z: Resistencia a corte Z
V_y: Resistencia a corte Y
M_yV_z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
M_zV_y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
NM_yM_z: Resistencia a flexión y axil combinados
NM_yM_zV_yV_z: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
M_t: Resistencia a torsión
M_yV_z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
M_zV_y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
 η : Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.
⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.
⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO														Estado
	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _y V _z	M _z V _y		
N5/N6	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 4.596 m $\eta = 1.2$	x: 4.596 m $\eta = 0.7$	x: 4.596 m $\eta = 0.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.596 m $\eta = 1.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.596 m $\eta = 0.7$	$\eta < 0.1$	CUMPLE pt = 1.9	
N8/N7	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 4.596 m $\eta = 1.2$	x: 4.596 m $\eta = 0.7$	x: 4.596 m $\eta = 0.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.596 m $\eta = 1.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.596 m $\eta = 0.7$	$\eta < 0.1$	CUMPLE pt = 1.9	
N9/N10	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 1.2$	x: 0 m $\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta = 0.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 1.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.7$	$\eta < 0.1$	CUMPLE pt = 1.9	
N12/N11	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 1.2$	x: 0 m $\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta = 0.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 1.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.7$	$\eta < 0.1$	CUMPLE pt = 1.9	

Notación:
N_t: Resistencia a tracción
N_c: Resistencia a compresión
M_y: Resistencia a flexión eje Y
M_z: Resistencia a flexión eje Z
V_z: Resistencia a corte Z
V_y: Resistencia a corte Y
M_yV_z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
M_zV_y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
NM_yM_z: Resistencia a flexión y axil combinados
NM_yM_zV_yV_z: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
M_t: Resistencia a torsión
M_yV_z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
M_zV_y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
 η : Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.
⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.



pozo de hinca

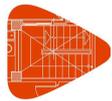
Listados

Fecha: 26/12/24

COMPROBACIÓN DE LA LOSA

ÍNDICE

1. VERSIÓN DEL PROGRAMA Y NÚMERO DE LICENCIA	2
2. DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA.....	2
3. NORMAS CONSIDERADAS.....	2
4. ACCIONES CONSIDERADAS	2
4.1. Gravitatorias	2
4.2. Viento.....	2
4.3. Sismo	2
4.4. Hipótesis de carga	2
4.5. Leyes de presiones sobre muros.....	2
4.6. Listado de cargas.....	2
5. ESTADOS LÍMITE.....	2
6. SITUACIONES DE PROYECTO.....	3
6.1. Coeficientes parciales de seguridad (ψ) y coeficientes de combinación (γ)	3
6.2. Combinaciones	4
7. DATOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS Y PLANTAS	5
8. DATOS GEOMÉTRICOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS.....	5
8.1. Muros	5
9. INTERACCIÓN TERRENO-ESTRUCTURA (ZAPATAS Y ENCEPADOS)	6
10. LOSAS Y ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN.....	6
10.1. Zapatas.....	6
11. MATERIALES UTILIZADOS.....	6
11.1. Hormigones	6
11.2. Aceros por elemento y posición	6
11.2.1. Aceros en barras.....	6
11.2.2. Aceros en perfiles	7



Listado de datos de la obra

Losa sometida a subpresión

Fecha: 26/12/24

1. VERSIÓN DEL PROGRAMA Y NÚMERO DE LICENCIA

Versión: 2024

Número de licencia: 170339

2. DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA

Proyecto: Losa sometida a subpresión

Clave: Losa maciza sometida a subpresión

3. NORMAS CONSIDERADAS

Hormigón: Código Estructural

Aceros conformados: CTE DB SE-A

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

Categoría de uso: E. Zonas de tráfico y aparcamiento para vehículos ligeros

4. ACCIONES CONSIDERADAS

4.1. Gravitatorias

Planta	S.C.U (t/m ²)	Cargas muertas (t/m ²)
Forjado 1	0.10	0.10
Cimentación	0.00	0.00

4.2. Viento

Sin acción de viento

4.3. Sismo

Sin acción de sismo

4.4. Hipótesis de carga

Automáticas	Peso propio Cargas muertas Sobrecarga de uso
-------------	--

4.5. Leyes de presiones sobre muros

No se ha definido ninguna ley de presiones

4.6. Listado de cargas

Cargas especiales introducidas (en t, t/m y t/m²)

Grupo	Hipótesis	Tipo	Valor	Coordenadas
Forjado 1	Cargas muertas	Superficial	1.00	(10.62,9.99) (-4.38,9.99) (-4.38,-3.01) (10.62,-3.01)
	Sobrecarga de uso	Superficial	-2.50	(10.62,9.99) (-4.38,9.99) (-4.38,-3.01) (10.62,-3.01)

5. ESTADOS LÍMITE

E.L.U. de rotura. Hormigón	CTE
E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Tensiones sobre el terreno Desplazamientos	Acciones características



Listado de datos de la obra

Losa sometida a subpresión

Fecha: 26/12/24

6. SITUACIONES DE PROYECTO

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{i \geq 1} \gamma_{G_i} G_{k_i} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q_1} \Psi_{p,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q_i} \Psi_{a,i} Q_k$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{i \geq 1} \gamma_{G_i} G_{k_i} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q_i} Q_{k_i}$$

- Donde:

G_k Acción permanente

P_k Acción de pretensado

Q_k Acción variable

γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

γ_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado

$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

$\Psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$\Psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

6.1. Coeficientes parciales de seguridad (γ) y coeficientes de combinación (ψ)

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón: Código Estructural

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.700

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: Código Estructural / CTE DB-SE C

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	1.000	0.700



Listado de datos de la obra

Losa sometida a subpresión

Fecha: 26/12/24

Tensiones sobre el terreno

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_s)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_s)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

6.2. Combinaciones

• Nombres de las hipótesis

PP Peso propio

CM Cargas muertas

Qa Sobrecarga de uso

• E.L.U. de rotura. Hormigón

Comb.	PP	CM	Qa
1	1.000	1.000	
2	1.350	1.350	
3	1.000	1.000	1.500
4	1.350	1.350	1.500

• E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones

Comb.	PP	CM	Qa
1	1.000	1.000	
2	1.600	1.600	
3	1.000	1.000	1.600
4	1.600	1.600	1.600

• Tensiones sobre el terreno

• Desplazamientos

Comb.	PP	CM	Qa
1	1.000	1.000	
2	1.000	1.000	1.000



Listado de datos de la obra

Losa sometida a subpresión

Fecha: 26/12/24

7. DATOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS Y PLANTAS

Grupo	Nombre del grupo	Planta	Nombre planta	Altura	Cota
1	Forjado 1	1	Forjado 1	3.00	3.00
0	Cimentación				0.00

8. DATOS GEOMÉTRICOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS

8.1. Muros

- Las coordenadas de los vértices inicial y final son absolutas.
- Las dimensiones están expresadas en metros.

Datos geométricos del muro

Referencia	Tipo muro	GI- GF	Vértices		Planta	Dimensiones Izquierda+Derecha=Total
			Inicial	Final		
M6	Muro de hormigón armado	0-1	(-4.38, -3.01)	(-4.38, 9.99)	1	0.15+0.15=0.3
M7	Muro de hormigón armado	0-1	(-4.38, 9.99)	(10.62, 9.99)	1	0.15+0.15=0.3
M10	Muro de hormigón armado	0-1	(10.62, -3.01)	(10.62, 9.99)	1	0.15+0.15=0.3
M11	Muro de hormigón armado	0-1	(-4.38, -3.01)	(10.62, -3.01)	1	0.15+0.15=0.3

Zapata del muro

Referencia	Zapata del muro
M6	Zapata corrida: 0.800 x 0.500 Vuelos: izq.:0.00 der.:0.50 canto:0.50
M7	Zapata corrida: 0.800 x 0.500 Vuelos: izq.:0.00 der.:0.50 canto:0.50
M10	Zapata corrida: 0.800 x 0.500 Vuelos: izq.:0.50 der.:0.00 canto:0.50
M11	Zapata corrida: 0.800 x 0.500 Vuelos: izq.:0.50 der.:0.00 canto:0.50



Listado de datos de la obra

Losa sometida a subpresión

Fecha: 26/12/24

9. INTERACCIÓN TERRENO-ESTRUCTURA (ZAPATAS Y ENCEPADOS)

Referencias	Datos de cálculo
M6	Zapata corrida Longitud: 1330 cm Ancho total: 80 cm Vuelo a la izquierda: 0 cm Vuelo a la derecha: 50 cm No se considera la interacción
M7	Zapata corrida Longitud: 1530 cm Ancho total: 80 cm Vuelo a la izquierda: 0 cm Vuelo a la derecha: 50 cm No se considera la interacción
M10	Zapata corrida Longitud: 1330 cm Ancho total: 80 cm Vuelo a la izquierda: 50 cm Vuelo a la derecha: 0 cm No se considera la interacción
M11	Zapata corrida Longitud: 1530 cm Ancho total: 80 cm Vuelo a la izquierda: 50 cm Vuelo a la derecha: 0 cm No se considera la interacción

10. LOSAS Y ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN

10.1. Zapatas

-Tensión admisible en situaciones persistentes: 2.00 kp/cm²

-Tensión admisible en situaciones accidentales: 3.00 kp/cm²

11. MATERIALES UTILIZADOS

11.1. Hormigones

Elemento	Hormigón	f_{ck} (kp/cm ²)	γ_c	Árido		E_c (kp/cm ²)
				Naturaleza	Tamaño máximo (mm)	
Todos	HA-30	306	1.50	Cuarcita	15	291305

11.2. Aceros por elemento y posición

11.2.1. Aceros en barras

Elemento	Acero	f_{yk} (kp/cm ²)	γ_s
Todos	B 500 S	5097	1.15



Listado de datos de la obra

Losa sometida a subpresión

Fecha: 26/12/24

11.2.2. Aceros en perfiles

Tipo de acero para perfiles	Acero	Límite elástico (kp/cm ²)	Módulo de elasticidad (kp/cm ²)
Acero conformado	S235	2396	2140673
Acero laminado	S275	2803	2140673

Combinaciones

Nombre Obra: Losa maciza sometida a subpresión

Fecha:26/12/24

▪ Nombres de las hipótesis

PP Peso propio

CM Cargas muertas

Qa Sobrecarga de uso

▪ Categoría de uso

E. Zonas de tráfico y aparcamiento para vehículos ligeros

▪ E.L.U. de rotura. Hormigón

CTE

Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

▪ E.L.U. de rotura. Pilares mixtos de hormigón y acero

CTE

Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

▪ E.L.U. de rotura. Aluminio

EC

Nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

Comb.	PP	CM	Qa
1	1.000	1.000	
2	1.350	1.350	
3	1.000	1.000	1.500
4	1.350	1.350	1.500

▪ E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones

CTE

Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

Comb.	PP	CM	Qa
1	1.000	1.000	
2	1.600	1.600	
3	1.000	1.000	1.600
4	1.600	1.600	1.600

▪ E.L.U. de rotura. Acero conformado

CTE

Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

▪ E.L.U. de rotura. Acero laminado

CTE

Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

▪ E.L.U. de rotura. Madera

CTE

Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

1. Coeficientes para situaciones persistentes o transitorias

Comb.	PP	CM	Qa
1	0.800	0.800	
2	1.350	1.350	
3	0.800	0.800	1.500
4	1.350	1.350	1.500

2. Coeficientes para situaciones accidentales de incendio

Comb.	PP	CM	Qa
1	1.000	1.000	
2	1.000	1.000	0.700

Combinaciones

Nombre Obra: Losa maciza sometida a subpresión

Fecha:26/12/24

- **Tensiones sobre el terreno**
Acciones características
- **Desplazamientos**
Acciones características

Comb.	PP	CM	Qa
1	1.000	1.000	
2	1.000	1.000	1.000



Armados de losas

Losa sometida a subpresión

Fecha: 26/12/24

Forjado 1

Número Plantas Iguales: 1

Malla 1: Losa maciza

Alineaciones longitudinales

Armadura Base Inferior: 1Ø20c/15

Armadura Base Superior: 1Ø20c/15

Canto: 40

Alineaciones transversales

Armadura Base Inferior: 1Ø20c/15

Armadura Base Superior: 1Ø20c/15

Canto: 40

5.6.1.5. Listados de cálculo: Pantalla de pozo de ataque (hinca NA-134)

5.6.2. Pozo de salida (hinca NA-134)

Las características geotécnicas y profundidades del pozo de salida son similares a las del pozo de ataque, por lo que los cálculos realizados en el pozo de ataque son de aplicación en el pozo de salida.

Desaparecerá la fase de construcción de la losa, pero por otro lado se ha de considerar que para la conexión de tuberías y extracción de la cabeza de la hinca será necesario excavar el frente del pozo donde no se dispone de pantalla. Esta circunstancia requiere ejecutar la excavación en trinchera y con bombeos continuados que producirán además un rebaje del nivel freático en el pozo disminuyendo así los empujes generados.

Se consideran extrapolables los cálculos del pozo de ataque estando éstos del lado de la seguridad, y por lo tanto no procede realizar comprobaciones adicionales. Adoptaremos los mismos armados de la pantalla, viga de coronación y viga intermedia que en el caso del pozo de ataque.

El arriostre de la cara del pozo, que no dispondrá de pantalla, se ejecutará mediante viga EHB-500 en la viga de coronación y viga intermedia. Adicionalmente se dispondrá de codales de EHB-300.

5.7. PANTALLAS DE LA HINCA FFCC ALSASUA-ZARAGOZA

5.7.1. Pozo de ataque (FFCC ALSASUA-ZARAGOZA)

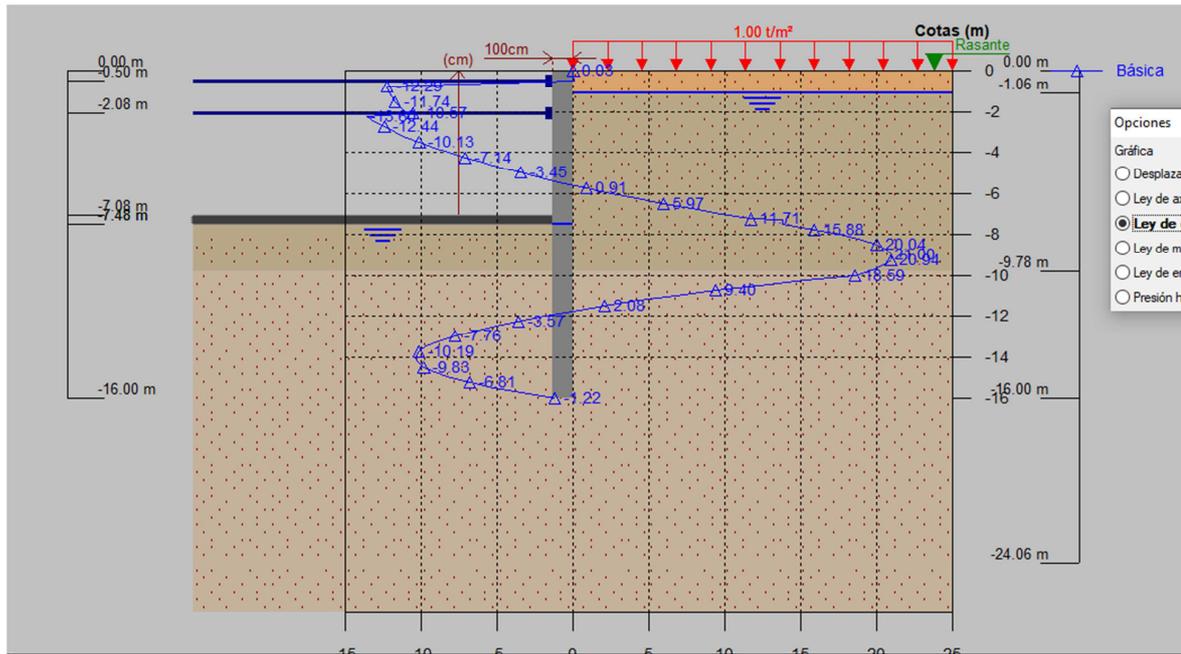
5.7.1.1. Cálculo de la pantalla

El cálculo del pozo de ataque se ha realizado contemplando las características geotécnicas del terreno y presencia freática, cuyos valores se adjuntan en los listados posteriores.

Para la pantalla se dimensiona con un espesor de 1,0 m y una profundidad de 18,0 m con una viga de coronación y una viga intermedia y dejando un paso mínimo de 4,50 m entre solera y eje de viga intermedia.

La altura entre el eje de la viga de coronación (pantal-1) y el eje de la viga intermedia (pantal-2) podría hacer pensar en suprimir el pantal-2, si bien en el cálculo se ha considerado para garantizar el sostenimiento de la pantalla del frente en la salida de la hinca.

Del cálculo realizado se observa que la comprobación a cortante en el entronque con el terciario no cumple, por lo que analizamos el cortante por separado y reforzamos la pantalla en la zona de encuentro correspondiente.



Para ello se entra con las cargas mayoradas en un coeficiente de 1,6 en el prontuario de el C.E. siendo necesario armar con refuerzo de cercos de $\phi 12$ cada 15 cm.

Proyecto Materiales Secciones Análisis E.L.U. E.L.S. Ejecución y control Ventana ?

Sección: PANTALLA100

Inclinación de las bielas: $\text{ctg } \theta = 1.0$, $\theta = 45^\circ$

Inclinación de las armaduras: $\alpha = 90.0^\circ$

Con armadura de cortante
 Sin armadura de cortante

Control normal hormigón
 Control indirecto hormigón

Armadura de compresión

Díámetro de la armadura comprimida: $\phi = 12$ mm

Axil de cálculo (compresión +):
 N_d [kN]: 0.0
 σ_{cd} [MPa]: 0.0
 $P_{\text{comprimida}}$ [%]: 0.0

Tensiones elásticas de cálculo (compresión +):
 σ_{xd} [MPa]: 0.0
 σ_{yd} [MPa]: 0.0
 θ_e [°]: 45.0

Comprobación Dimensionamiento

ϕ [mm]	$\phi 6$	$\phi 8$	$\phi 10$	$\phi 12$
s [m]	—	—	0.10	0.15
n ² ramas	—	—	4	4
A _w [cm ² /m]	—	—	31.4	30.2
TIPO	—	—	2	2
V _{su} [kN]	—	—	1051.8	1009.7
V _{u2} [kN]	—	—	—	—

TIPO 1: TIPO 2:

V_{u1} [kN]: 13950.0 A_w [cm²/m]: 24.1
V_{cu} [kN]: 707.9

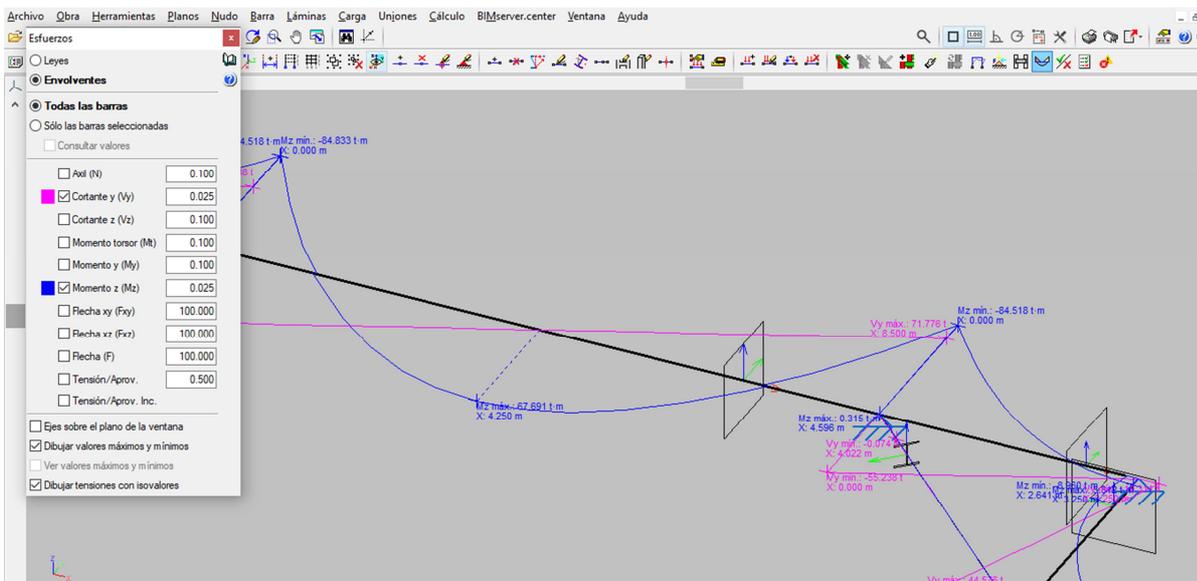
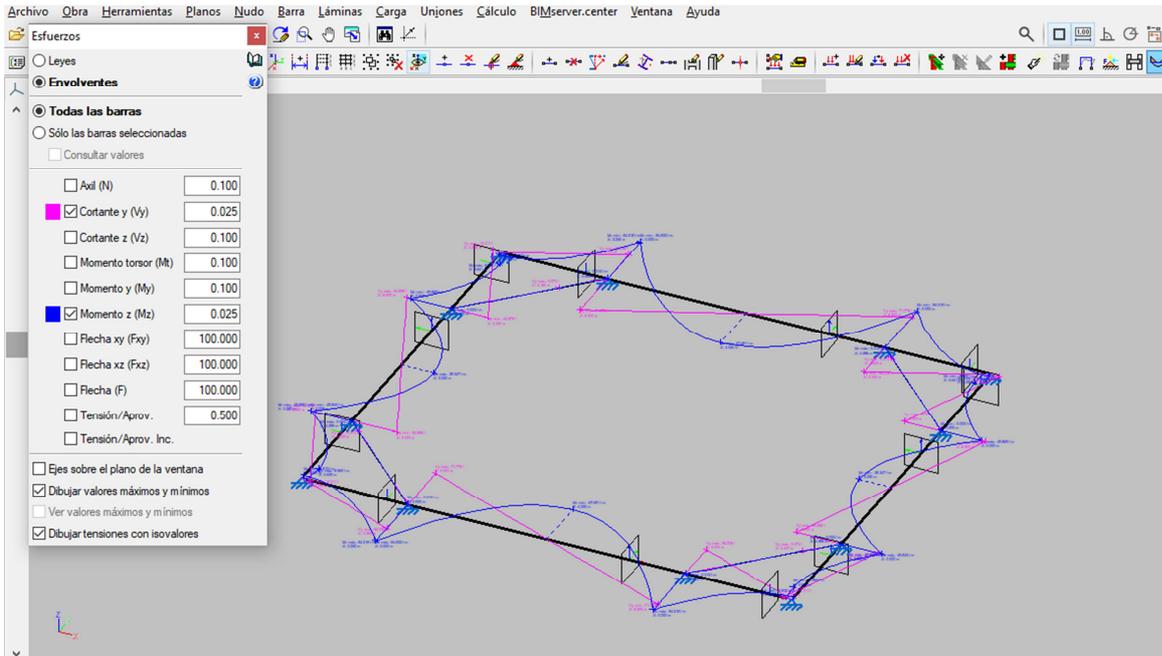
V_d [kN]:

Vemos que el armado por cortante deja de hacer falta cuando alcanzamos el $V_{cu} = 17,75$ t que mirando en la gráfica de cortantes se produce más o menos entre las cotas -9,0 y la -11,0 con el refuerzo por metro que hemos comentado anteriormente.

5.7.1.2. Cálculo de la viga de coronación (puntal-1)

Para el armado de la viga de atado superior de sección 1,05 x 1,0 y una longitud de 15,0 m en su tramo más largo por lo tanto pésimo. Adicionalmente se dispondrá de codales EHB-300 a una distancia de 3,25 m del extremo.

Esta viga se considera biempotrada con una carga lineal del terreno de 12,51 t m conforme a los listados del cálculo de la pantalla y la rigidez del puntal.



Se calculan los momentos y cortante:

M_d de viga en extremos = 85 t m

M_d de viga biempotrada en centro de vano = 68 t m

Cortante = 72 t

La sección de armado será $A_s = M_d / (0,9 * (b-r)) * 1 / f_{yd}$, donde:

b = ancho de la sección de la viga

r = recubrimiento

f_{yd} = resistencia del acero

Se entra en el prontuario de el C.E. donde se obtienen los armados. A la vista de los resultados se opta por los siguientes valores:

Sección: VIGASUP

Comprobación Dimensionamiento Diagrama de Flexión

Propuesta de armado Plano de agotamiento

At [cm²] = 29.4

	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	Ø 25
nº total de Ø	26	20	15	10	6
nº de capas	2	2	1	1	1
At[cm²]	29.4	30.8	30.2	31.4	29.5
wk [mm] *	0.12	0.12	0.14	0.15	0.20

Ac [cm²] = 0.0

	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	Ø 25
nº total de Ø					
nº de capas					
Ac[cm²]					

(*) Los valores de la abertura característica de fisura son meramente orientativos. Se han calculado suponiendo un coeficiente global de mayoración de 1.50 y una proporción carga cuasi-permanente / carga total= 80%

Md [kN·m] 850

Sección: VIGASUP

Comprobación Dimensionamiento Diagrama de Flexión

Propuesta de armado Plano de agotamiento

At [cm²] = 29.4

	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	Ø 25
nº total de Ø	26	20	15	10	6
nº de capas	2	2	1	1	1
At[cm²]	29.4	30.8	30.2	31.4	29.5
wk [mm] *	0.10	0.10	0.11	0.12	0.16

Ac [cm²] = 0.0

	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	Ø 25
nº total de Ø					
nº de capas					
Ac[cm²]					

(*) Los valores de la abertura característica de fisura son meramente orientativos. Se han calculado suponiendo un coeficiente global de mayoración de 1.50 y una proporción carga cuasi-permanente / carga total= 80%

Md [kN·m] 680

φ [mm]	φ 6	φ 8	φ 10	φ 12
s [m]	—	0.15	0.25	0.30
nº ramos	—	4	4	4
A _s [cm ² /m]	—	13.4	12.6	15.1
TIPO	—	2	2	2
V _{su} [kN]	—	472.9	443.3	532.0
V _{u2} [kN]	—	768.83	739.28	827.95

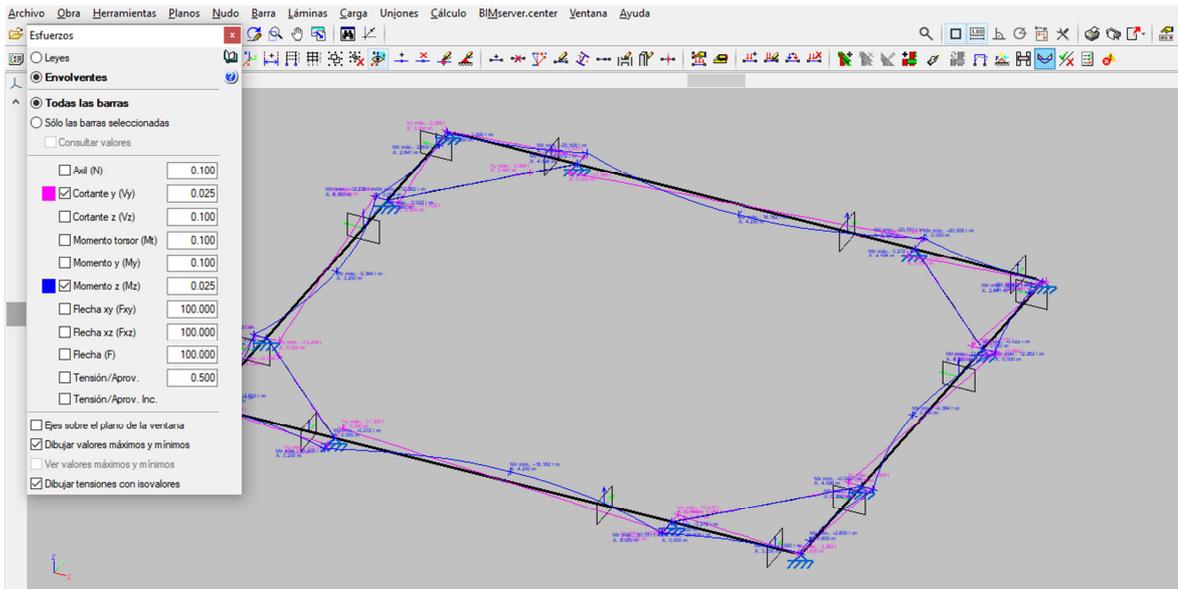
Armadura sección DD(centro de viga corta eje Y)		
1	Armado superior	8 Ø20
2	Armado inferior	8 Ø20
3a	Armado exterior	10 Ø20
3b	Armado exterior refuerzo	N/A
4a	Armado interior	10 Ø20
4b	Armado interior refuerzo	N/A
5	Cercos	4 ramas Ø12 c 30
Armadura sección EE(centro de viga larga eje X)		
6	Armado superior	8 Ø20
7	Armado inferior	8 Ø20
8a	Armado exterior	10 Ø20
8b	Armado exterior refuerzo	N/A
9a	Armado interior	10 Ø20
9b	Armado interior refuerzo	N/A
10	Cercos	4 ramas Ø12 c 30
Armadura sección FF(extremos de viga larga eje X)		
11	Armado superior	8 Ø20
12	Armado inferior	8 Ø20
13a	Armado exterior	10 Ø20
13b	Armado exterior refuerzo	N/A
14a	Armado interior	10 Ø20
14b	Armado interior refuerzo	N/A
15	Cercos	4 ramas Ø12 c 30

El detalle de los cálculos se adjunta en el apartado "listados de cálculo".

5.7.1.3. Cálculo de la viga intermedia(puntal-2)

Para el armado de la viga de atado superior de 0,80 m de ancho y 0,6 m de alto en una longitud máxima de 15,0 m. Se dispone de codales HEB-300 a una distancia de 2,45 m.

Se considera una viga apoyada en puntales y extremos de 15 m con una carga lineal del terreno de 3,03 t m.



Se calculan los momentos y cortante:

M_d de viga en extremos = 21 t m

M_d de viga en centro de vano = 17 t m

Cortante = 18 t

Se entra en el prontuario de el C.E. y se adoptan los siguientes valores:

Sección: VIGAINF

Elemento estructural: Viga, Losa, Muro

Comprobación: Dimensionamiento, Diagrama de Flexión

Propuesta de armado: Plano de agotamiento

A_t [cm²] = 13.4

	ø 12	ø 14	ø 16	ø 20	ø 25
n ^o total de ø	12	9	7	5	3
n ^o de capas	1	1	1	1	1
A_t [cm ²]	13.6	13.9	14.1	15.7	14.7
wk [mm] *	0.14	0.15	0.15	0.15	0.23

A_c [cm²] = 0.0

	ø 12	ø 14	ø 16	ø 20	ø 25
n ^o total de ø					
n ^o de capas					
A_c [cm ²]					

(*) Los valores de la abertura característica de fisura son meramente orientativos. Se han calculado suponiendo un coeficiente global de mayoración de 1.50 y una proporción carga cuasi-permanente / carga total= 80%

Md [kN·m] 210

Sección: VIGAINF

Comprobación Dimensionamiento Diagrama de Flexión

Propuesta de armado Plano de agotamiento

At [cm²] = 13.4

	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	Ø 25
nº total de Ø	12	9	7	5	3
nº de capas	1	1	1	1	1
At [cm²]	13.6	13.9	14.1	15.7	14.7
wk [mm] *	0.11	0.12	0.12	0.12	0.18

Ac [cm²] = 0.0

	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	Ø 25
nº total de Ø					
nº de capas					
Ac [cm²]					

(*) Los valores de la abertura característica de fisura son meramente orientativos. Se han calculado suponiendo un coeficiente global de mayoración de 1.50 y una proporción carga cuasi-permanente / carga total= 80%

Md [kN·m]

Sección: VIGAINF

Comprobación Dimensionamiento

Inclinación de las bielas
ctg φ | 1.0 φ [°] 45

Inclinación de las armaduras
α [°] 90.0

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
 Pcompresión [%] 0.0
 Tensiones elásticas de cálculo (compresión +)
 σ_{xd} [MPa] 0.0
 σ_{yd} [MPa] 0.0
 θ_e [°] 45.0

φ [mm]	φ 6	φ 8	φ 10	φ 12
s [m]	0.10	0.25	0.30	0.30
nº ramas	4	4	4	4
A _{st} [cm²/m]	11.3	8.0	10.5	15.1
TIPO	2	2	2	2
V _{su} [kN]	215.8	153.5	199.8	287.7
V _{u2} [kN]	—	—	—	—

TIPO 1 TIPO 2

V_{u1} [kN] 2544.0 A_{st} [cm²/m] 7.7
 V_{cu} [kN] 142.4

V_d [kN]

Armadura sección GG(centro viga larga eje X)

16	Armado superior	6 Ø20
17	Armado inferior	6 Ø20
18a	Armado exterior	5 Ø20
18b	Armado exterior refuerzo	N/A
19a	Armado interior	5 Ø20
19b	Armado interior refuerzo	N/A
20	Cercos	4 ramas Ø12 c 30

Armadura sección HH(centro viga corta eje Y)

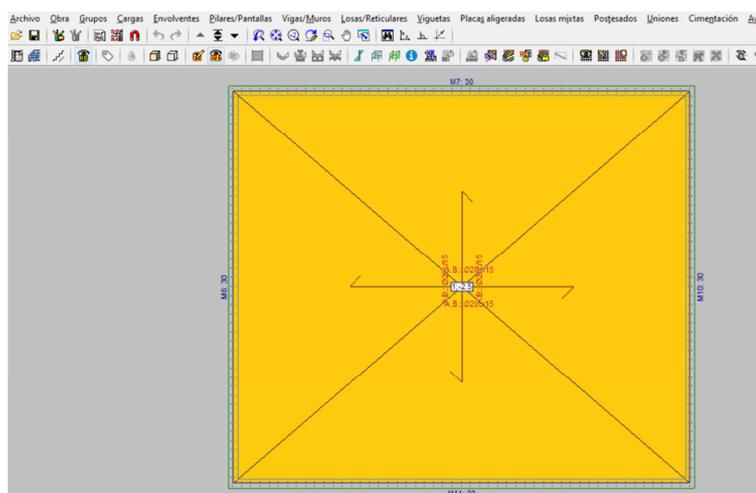
21	Armado superior	6 Ø20
22	Armado inferior	6 Ø20
23a	Armado exterior	5 Ø20
23b	Armado exterior refuerzo	N/A
24a	Armado interior	5 Ø20
24b	Armado interior refuerzo	N/A
25	Cercos	4 ramas Ø12 c 30

El detalle de los cálculos se adjunta en el apartado "listados de cálculo".

5.7.1.4. Cálculo de la losa

A efectos de cálculo y conforme a la información geotécnica se verifica que la pantalla empotra en margas o lutitas con muy baja permeabilidad por lo que la subpresión que se generará en la fase de construcción para la ejecución de las hincas será muy baja. A efectos de cálculo resultaría muy conservador considerar la subpresión generada por la diferencia de cota con el nivel freático y por lo tanto sólo se considerará una posible subpresión de 2,5 t/m², en vez de la que saldría del cálculo en suelos permeables.

Se procee al cálculo de una losa empotrada de dimensión interior 15,0 x 13,0 m y espesor 0,4 m a la que se aplica una carga de 2,5 t/m².



Se adopta la siguiente armadura para estar del lado de la seguridad.

26	Armado superior	# Ø20/15
27	Armado inferior	# Ø20/15

Para determinar la barra de atado se calcula el esfuerzo a cortante entre la losa y pantalla y se calcula el número de redondos necesarios mínimos:

Cortante (t/m ²)	2,5
Ancho (m)	15
Cortante en extremos	18,75
Coef acero	1,15
fy (acero) t/m ²	51000
redondo (mm)	16
Ac = área del redondo	0,00020096
Resistencia del redondo (t)	5,145425926
Nº redondos mínimos por metro	4
Nº redondos por sección	2
Separación min. entre redondos (m)	0,5
Separación adoptada (m)	0,4

COMPROBACIÓN DE LA PANTALLA NA134

ÍNDICE

1. NORMA Y MATERIALES	2
2. ACCIONES	2
3. DATOS GENERALES	2
4. DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	2
5. SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO	3
6. GEOMETRÍA	3
7. ESQUEMA DE LAS FASES	4
8. CARGAS	7
9. ELEMENTOS DE APOYO	7
10. RESULTADOS DE LAS FASES	7
11. RESULTADOS PARA LOS ELEMENTOS DE APOYO	9
12. DESCRIPCIÓN DEL ARMADO	10
13. COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA	10
14. COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (COEFICIENTES DE SEGURIDAD)	12
15. MEDICIÓN	12



Selección de listados

muro largo arqueta de hinca NA134

Fecha: 26/12/24

1. NORMA Y MATERIALES

Norma de hormigón: Código Estructural

Hormigón: HA-30, $Y_c=1.5$

Acero: B 500 S, $Y_s=1.15$

Clase de exposición: Clase XC+XA2

Recubrimiento geométrico: 7.0 cm

Tamaño máximo del árido: 15 mm

2. ACCIONES

Mayoración esfuerzos en construcción: 1.60

Mayoración esfuerzos en servicio: 1.60

Sin análisis sísmico

Sin considerar acciones térmicas en puntales

3. DATOS GENERALES

Cota de la rasante: 0.00 m

Altura del muro sobre la rasante: 0.00 m

Tipología: Muro pantalla de hormigón armado

4. DESCRIPCIÓN DEL TERRENO

Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el trasdós del muro pantalla: 25.0 %

Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el intradós del muro pantalla: 25.0 %

Profundidad del nivel freático: 1.08 m

ESTRATOS

Referencias	Cota superior	Descripción	Coefficientes de empuje
1 - arenas arcillosas	0.00 m	Densidad aparente: 1.9 kg/dm ³ Densidad sumergida: 1.0 kg/dm ³ Ángulo rozamiento interno: 25 grados Cohesión: 1.50 t/m ² Módulo de balasto empuje activo: 2500.0 t/m ³ Módulo de balasto empuje pasivo: 2500.0 t/m ³ Gradiente módulo de balasto: 0.0 t/m ⁴	Activo trasdós: 0.38 Reposo trasdós: 0.58 Pasivo trasdós: 2.92 Activo intradós: 0.38 Reposo intradós: 0.58 Pasivo intradós: 2.92
2 - gravas aluviales	-4.68 m	Densidad aparente: 2.1 kg/dm ³ Densidad sumergida: 1.1 kg/dm ³ Ángulo rozamiento interno: 38 grados Cohesión: 0.00 t/m ² Módulo de balasto empuje activo: 5000.0 t/m ³ Módulo de balasto empuje pasivo: 5000.0 t/m ³ Gradiente módulo de balasto: 0.0 t/m ⁴	Activo trasdós: 0.22 Reposo trasdós: 0.38 Pasivo trasdós: 6.00 Activo intradós: 0.22 Reposo intradós: 0.38 Pasivo intradós: 6.00
3 - arcillas margosas terciario	-9.78 m	Densidad aparente: 2.2 kg/dm ³ Densidad sumergida: 1.1 kg/dm ³ Ángulo rozamiento interno: 30 grados Cohesión: 5.00 t/m ² Módulo de balasto empuje activo: 4000.0 t/m ³ Módulo de balasto empuje pasivo: 4000.0 t/m ³ Gradiente módulo de balasto: 0.0 t/m ⁴	Activo trasdós: 0.31 Reposo trasdós: 0.50 Pasivo trasdós: 3.77 Activo intradós: 0.31 Reposo intradós: 0.50 Pasivo intradós: 3.77

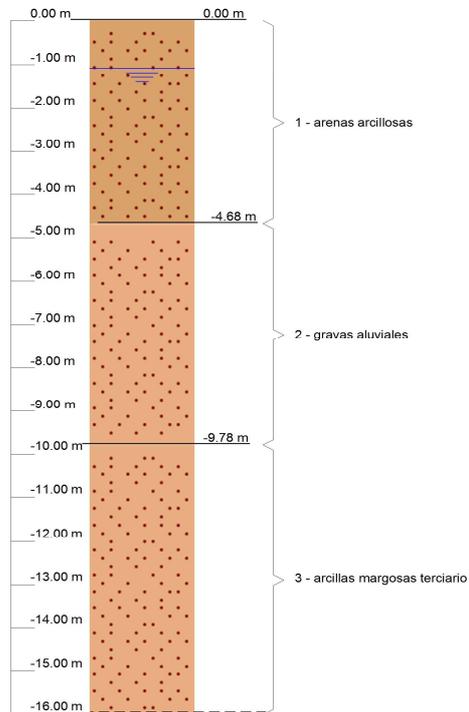


Selección de listados

muro largo arqueta de hinca NA134

Fecha: 26/12/24

5. SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO



6. GEOMETRÍA

Altura total: 16.00 m
Espesor: 100 cm
Longitud tramo: 2.50 m

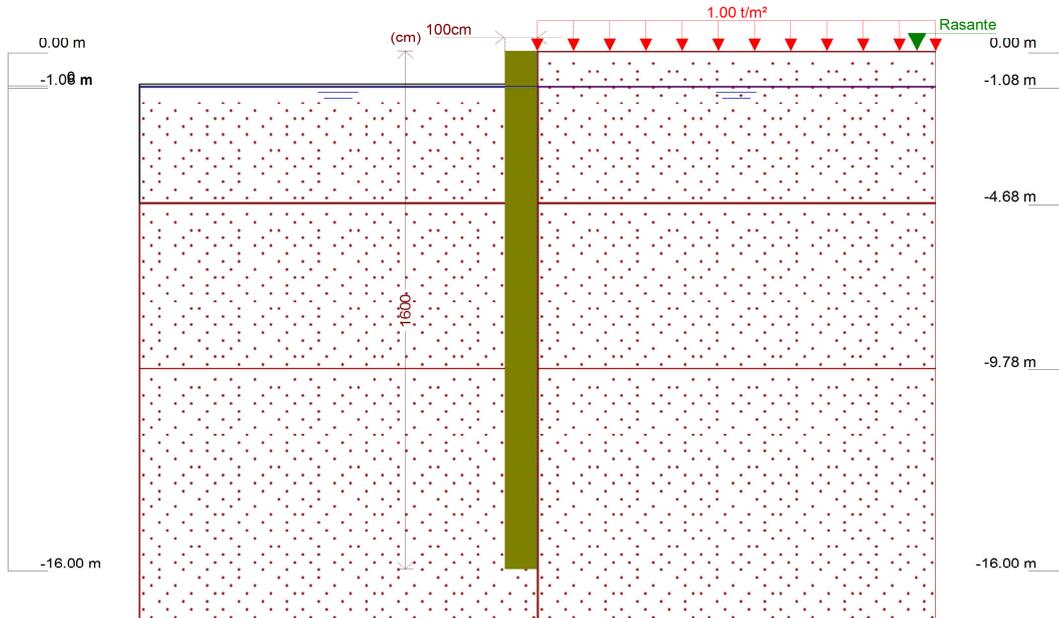


Selección de listados

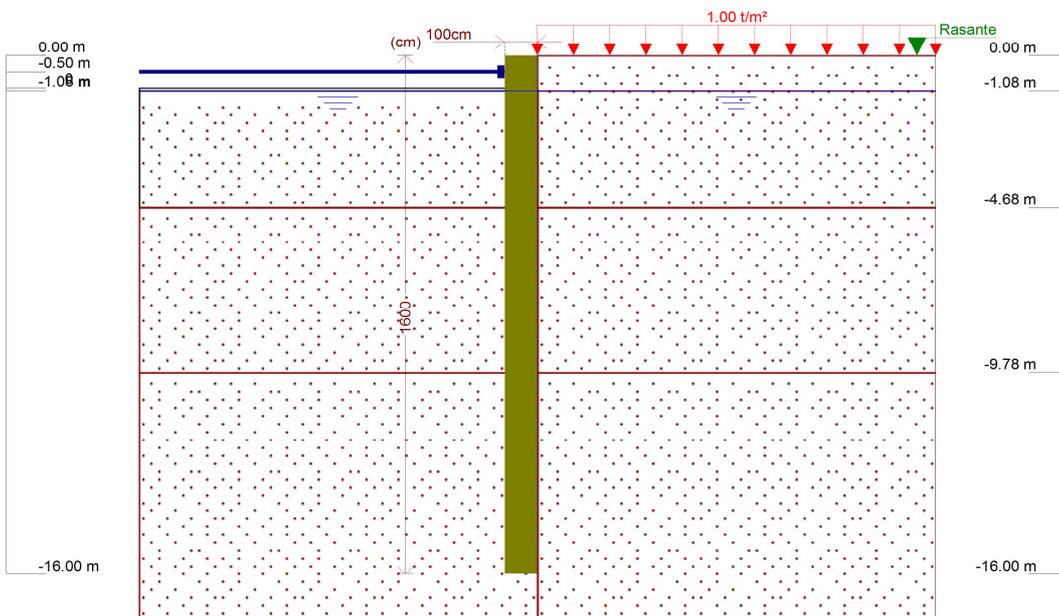
muro largo arqueta de hinca NA134

Fecha: 26/12/24

7. ESQUEMA DE LAS FASES



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 1	1ª excavación	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -1.00 m Con nivel freático trasdós hasta la cota: -1.08 m Con nivel freático intradós hasta la cota: -1.08 m



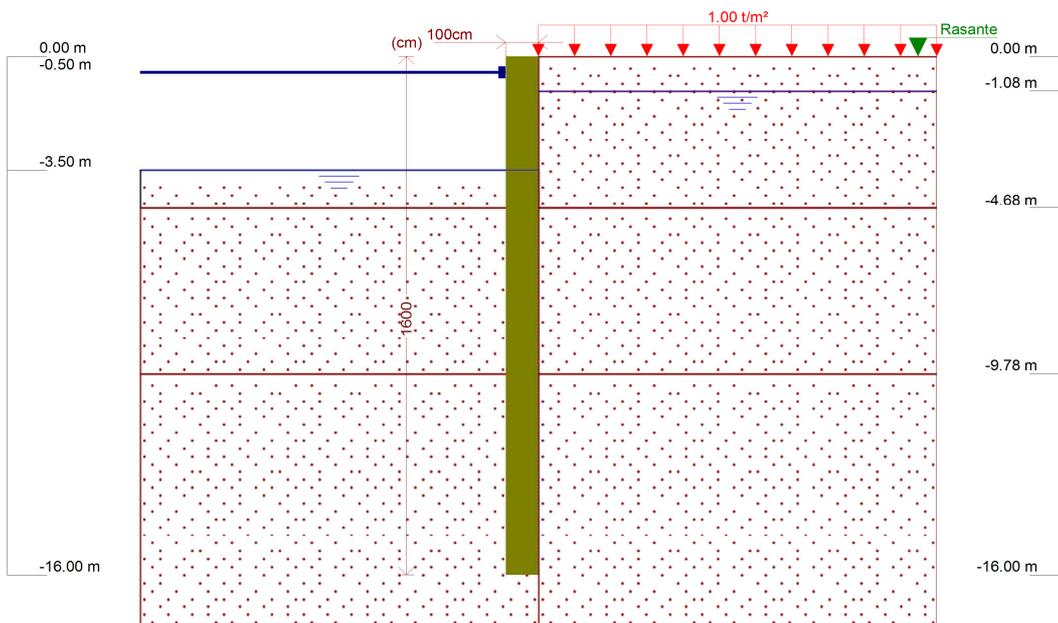
Referencias	Nombre	Descripción
Fase 2	Colocación 1er puntal	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -1.00 m Con nivel freático trasdós hasta la cota: -1.08 m Con nivel freático intradós hasta la cota: -1.08 m



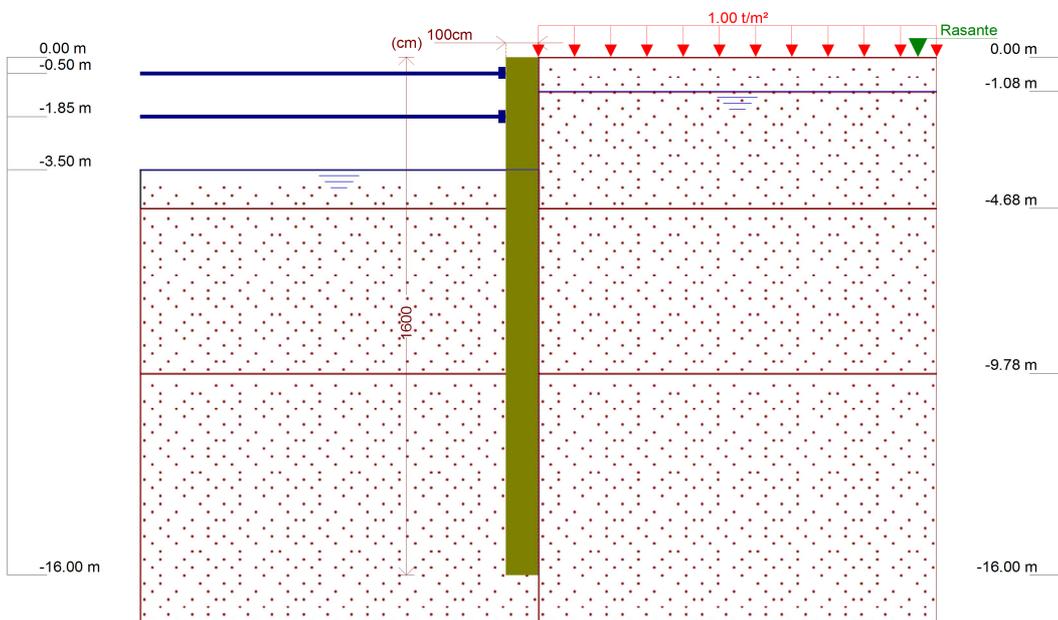
Selección de listados

muro largo arqueta de hinca NA134

Fecha: 26/12/24



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 3	2ª excavación	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -3.50 m Con nivel freático trasdós hasta la cota: -1.08 m Con nivel freático intradós hasta la cota: -3.50 m



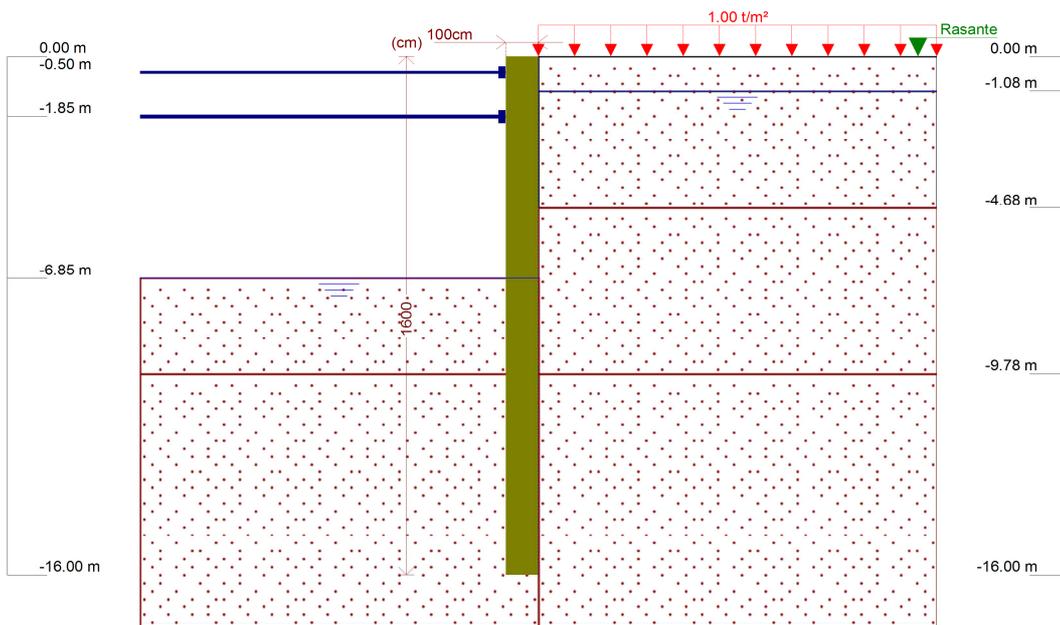
Referencias	Nombre	Descripción
Fase 4	Colocación 2º puntal	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -3.50 m Con nivel freático trasdós hasta la cota: -1.08 m Con nivel freático intradós hasta la cota: -3.50 m



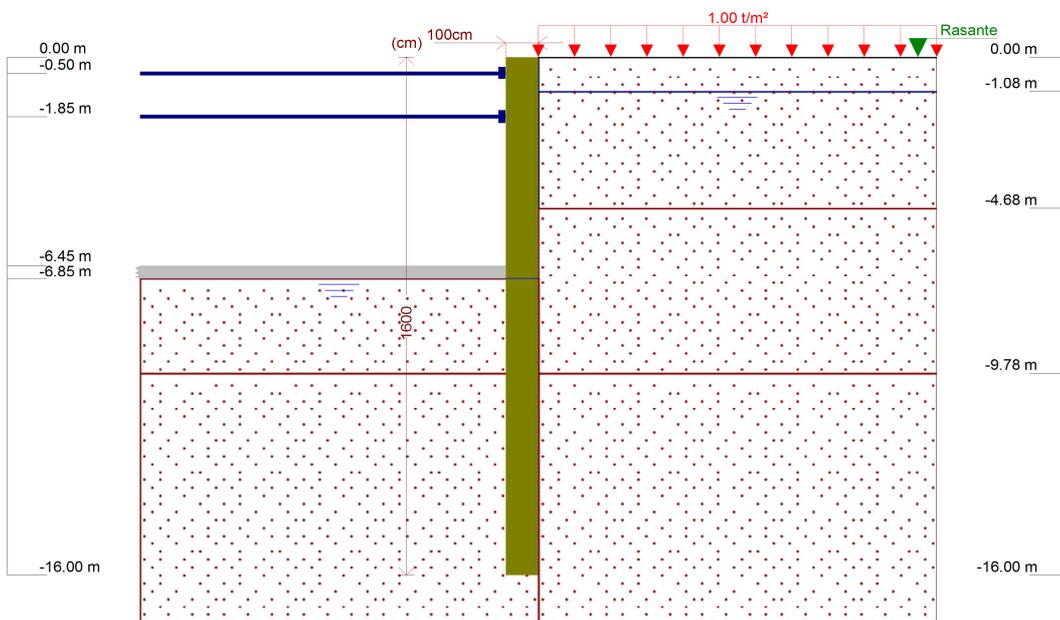
Selección de listados

muro largo arqueta de hinca NA134

Fecha: 26/12/24



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 5	Excavación total	Tipo de fase: Servicio Cota de excavación: -6.85 m Con nivel freático trasdós hasta la cota: -1.08 m Con nivel freático intradós hasta la cota: -6.85 m



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 6	Solera	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -6.85 m Con nivel freático trasdós hasta la cota: -1.08 m Con nivel freático intradós hasta la cota: -6.85 m



Selección de listados

muro largo arqueta de hinca NA134

Fecha: 26/12/24

8. CARGAS

CARGAS EN EL TRASDÓS

Tipo	Cota	Datos	Fase inicial	Fase final
Uniforme	En superficie	Valor: 1 t/m ²	1ª excavación	Solera

9. ELEMENTOS DE APOYO

PUNTALES

Descripción	Fase inicial	Fase final
Cota: -0.50 m Rigidez axil: 11100 t/m Separación: 8.5 m	Colocación 1er puntal	Solera
Cota: -1.85 m Rigidez axil: 3200 t/m Separación: 8.5 m	Colocación 2º puntal	Solera

FORJADOS

Descripción	Fase de construcción	Fase de servicio
Cota: -6.45 m Canto: 40 cm Cortante fase constructiva: 0 t/m Cortante fase de servicio: 0 t/m Rigidez axil: 1000000 t/m ²	Solera	Solera

10. RESULTADOS DE LAS FASES

Esfuerzos sin mayorar.

FASE 1: 1ª EXCAVACIÓN

BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m ²)	Presión hidrostática (t/m ²)
0.00	-0.43	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00
-1.50	-0.35	3.75	0.28	0.19	-0.09	0.00
-3.00	-0.28	7.50	0.37	0.62	0.27	0.00
-4.50	-0.21	11.25	0.99	1.65	0.61	0.00
-6.00	-0.16	15.00	0.22	2.62	-0.50	0.00
-7.50	-0.13	18.75	-0.33	2.41	-0.23	0.00
-9.00	-0.13	22.50	-0.62	1.64	-0.18	0.00
-10.50	-0.14	26.25	-0.64	0.55	0.33	0.00
-12.00	-0.16	30.00	-0.22	-0.02	0.21	0.00
-13.50	-0.17	33.75	0.01	-0.13	0.08	0.00
-15.00	-0.18	37.50	0.07	-0.04	-0.03	0.00
Máximos	-0.13 Cota: -8.50 m	40.00 Cota: -16.00 m	1.14 Cota: -4.75 m	2.64 Cota: -6.25 m	0.73 Cota: -1.00 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínimos	-0.43 Cota: 0.00 m	-0.00 Cota: 0.00 m	-0.82 Cota: -10.00 m	-0.13 Cota: -13.25 m	-0.92 Cota: -4.75 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 2: COLOCACIÓN 1ER PUNTAL

BÁSICA



Selección de listados

muro largo arqueta de hinca NA134

Fecha: 26/12/24

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m ²)	Presión hidrostática (t/m ²)
0.00	-0.43	-0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
-1.50	-0.35	3.75	0.28	0.19	-0.09	0.00
-3.00	-0.28	7.50	0.37	0.62	0.27	0.00
-4.50	-0.21	11.25	0.99	1.65	0.61	0.00
-6.00	-0.16	15.00	0.22	2.62	-0.50	0.00
-7.50	-0.13	18.75	-0.33	2.41	-0.23	0.00
-9.00	-0.13	22.50	-0.62	1.64	-0.18	0.00
-10.50	-0.14	26.25	-0.64	0.55	0.33	0.00
-12.00	-0.16	30.00	-0.22	-0.02	0.21	0.00
-13.50	-0.17	33.75	0.01	-0.13	0.08	0.00
-15.00	-0.18	37.50	0.07	-0.04	-0.03	0.00
Máximos	-0.13 Cota: -8.50 m	40.00 Cota: -16.00 m	1.14 Cota: -4.75 m	2.64 Cota: -6.25 m	0.73 Cota: -1.00 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínimos	-0.43 Cota: 0.00 m	-0.00 Cota: 0.00 m	-0.82 Cota: -10.00 m	-0.13 Cota: -13.25 m	-0.92 Cota: -4.75 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 3: 2ª EXCAVACIÓN

BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m ²)	Presión hidrostática (t/m ²)
0.00	-1.40	-0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
-1.50	-1.27	3.75	-1.20	-1.23	0.00	0.42
-3.00	-1.13	7.50	0.37	-1.94	0.05	1.92
-4.50	-0.97	11.25	2.53	0.99	-1.69	2.42
-6.00	-0.82	15.00	1.30	3.95	-3.33	2.42
-7.50	-0.71	18.75	0.14	4.83	-3.04	2.42
-9.00	-0.64	22.50	-0.72	4.27	-2.97	2.42
-10.50	-0.61	26.25	-1.18	2.60	-2.17	2.42
-12.00	-0.61	30.00	-0.77	1.18	-2.14	2.42
-13.50	-0.62	33.75	-0.39	0.37	-2.20	2.42
-15.00	-0.63	37.50	-0.12	0.04	-2.29	2.42
Máximos	-0.61 Cota: -11.50 m	40.00 Cota: -16.00 m	2.71 Cota: -4.75 m	4.83 Cota: -7.50 m	0.47 Cota: -3.50 m	2.42 Cota: -3.50 m
Mínimos	-1.40 Cota: 0.00 m	-0.00 Cota: 0.00 m	-1.29 Cota: -10.00 m	-2.03 Cota: -2.75 m	-3.72 Cota: -4.75 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 4: COLOCACIÓN 2º PUNTAL

BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m ²)	Presión hidrostática (t/m ²)
0.00	-1.40	-0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
-1.50	-1.27	3.75	-1.20	-1.23	0.00	0.42
-2.75	-1.15	6.87	-0.05	-2.03	0.00	1.67
-4.25	-1.00	10.62	2.38	0.36	-1.83	2.42
-5.75	-0.84	14.37	1.54	3.62	-3.40	2.42
-7.25	-0.72	18.12	0.30	4.79	-3.07	2.42
-8.75	-0.65	21.87	-0.58	4.45	-2.97	2.42
-10.25	-0.62	25.62	-1.24	2.90	-2.19	2.42
-11.75	-0.61	29.37	-0.84	1.38	-2.14	2.42
-13.25	-0.62	33.12	-0.45	0.47	-2.19	2.42
-14.75	-0.63	36.87	-0.15	0.07	-2.28	2.42
Máximos	-0.61 Cota: -11.50 m	40.00 Cota: -16.00 m	2.71 Cota: -4.75 m	4.83 Cota: -7.50 m	0.47 Cota: -3.50 m	2.42 Cota: -3.50 m
Mínimos	-1.40 Cota: 0.00 m	-0.00 Cota: 0.00 m	-1.29 Cota: -10.00 m	-2.03 Cota: -2.75 m	-3.72 Cota: -4.75 m	0.00 Cota: 0.00 m



Selección de listados

muro largo arqueta de hinca NA134

Fecha: 26/12/24

FASE 5: EXCAVACIÓN TOTAL

BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m ²)	Presión hidrostática (t/m ²)
0.00	-6.40	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00
-1.50	-6.32	3.75	-7.75	-7.78	0.00	0.42
-2.75	-6.20	6.87	-8.50	-18.47	0.00	1.67
-4.25	-5.90	10.62	-4.77	-28.33	0.52	3.17
-5.75	-5.34	14.37	2.78	-29.43	1.73	4.67
-7.25	-4.50	18.12	13.25	-16.26	-0.55	5.77
-8.75	-3.50	21.87	15.11	6.99	-10.09	5.77
-10.25	-2.58	25.62	5.24	21.53	-12.18	5.77
-11.75	-1.85	29.37	-2.96	21.83	-10.10	5.77
-13.25	-1.33	33.12	-6.93	13.16	-6.13	5.77
-14.75	-0.93	36.87	-5.41	3.51	-2.94	5.77
Máximos	-0.63 Cota: -16.00 m	40.00 Cota: -16.00 m	16.08 Cota: -8.25 m	23.16 Cota: -11.00 m	1.97 Cota: -6.75 m	5.77 Cota: -7.00 m
Mínimos	-6.40 Cota: 0.00 m	-0.00 Cota: 0.00 m	-9.38 Cota: -2.00 m	-30.44 Cota: -5.25 m	-13.58 Cota: -9.50 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 6: SOLERA

BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m ²)	Presión hidrostática (t/m ²)
0.00	-6.40	-0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
-1.50	-6.32	3.75	-7.75	-7.78	0.00	0.42
-2.75	-6.20	6.87	-8.50	-18.47	0.00	1.67
-4.25	-5.90	10.62	-4.77	-28.33	0.52	3.17
-5.75	-5.34	14.37	2.78	-29.43	1.73	4.67
-7.00	-4.65	17.50	11.55	-19.57	1.04	5.77
-8.50	-3.67	21.25	15.80	3.21	-8.50	5.77
-10.00	-2.72	25.00	6.95	20.22	-12.61	5.77
-11.50	-1.96	28.75	-1.81	22.57	-10.39	5.77
-13.00	-1.41	32.50	-6.69	14.90	-6.74	5.77
-14.50	-1.00	36.25	-6.00	4.86	-3.44	5.77
-16.00	-0.63	40.00	0.00	0.00	-0.50	5.77
Máximos	-0.63 Cota: -16.00 m	40.00 Cota: -16.00 m	16.08 Cota: -8.25 m	23.16 Cota: -11.00 m	1.97 Cota: -6.75 m	5.77 Cota: -7.00 m
Mínimos	-6.40 Cota: 0.00 m	-0.00 Cota: 0.00 m	-9.38 Cota: -2.00 m	-30.44 Cota: -5.25 m	-13.58 Cota: -9.50 m	0.00 Cota: 0.00 m

11. RESULTADOS PARA LOS ELEMENTOS DE APOYO

Esfuerzos sin mayorar.



Selección de listados

muro largo arqueta de hinca NA134

Fecha: 26/12/24

Puntales

Cota: -0.50 m	
Fase	Resultado
Colocación 1er puntal	Carga puntual: 0.00 t Carga lineal: 0.00 t/m
2ª excavación	Carga puntual: 10.57 t Carga lineal: 1.24 t/m
Colocación 2º puntal	Carga puntual: 10.57 t Carga lineal: 1.24 t/m
Excavación total	Carga puntual: 66.23 t Carga lineal: 7.79 t/m
Solera	Carga puntual: 66.23 t Carga lineal: 7.79 t/m

Cota: -1.85 m	
Fase	Resultado
Colocación 2º puntal	Carga puntual: 0.00 t Carga lineal: 0.00 t/m
Excavación total	Carga puntual: 16.17 t Carga lineal: 1.90 t/m
Solera	Carga puntual: 16.17 t Carga lineal: 1.90 t/m

Forjados

Cota: -6.45 m	
Fase	Resultado
Solera	Carga lineal: 0.73 t/m

12. DESCRIPCIÓN DEL ARMADO

Armado vertical trasdós	Armado vertical intradós	Armado base horizontal	Rigidizador vertical	Rigidizador horizontal
Ø20c/30 Refuerzos: - Ø12 L(540), D(855) D: Distancia desde coronación	Ø20c/30 Refuerzos: - Ø16 L(685), D(145) D: Distancia desde coronación	Ø12c/20	2Ø20	7Ø20

13. COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA

Referencia: Hinca N-134pozo ataque (modelización muro largo arqueta de hinca)		
Comprobación	Valores	Estado
Recubrimiento: 1	Mínimo: 7 cm Calculado: 7 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales:	Mínimo: 2 cm Calculado: 18.8 cm	Cumple
Separación máxima armaduras horizontales:	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara:	Mínimo: 0.001 Calculado: 0.00113	Cumple
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara: <i>Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano". (Cuantía horizontal > 20% Cuantía vertical)</i>	Mínimo: 0.00034 Calculado: 0.00056	Cumple
Longitud de patilla horizontal: <i>La longitud de la patilla debe ser, como mínimo, 12 veces el diámetro. Criterio de J. Calavera, "Manual de Detalles Constructivos en Obras de Hormigón Armado".</i>	Mínimo: 14 cm Calculado: 62 cm	Cumple



Selección de listados

muro largo arqueta de hinca NA134

Fecha: 26/12/24

Referencia: Hinca N-134pozo ataque (modelización muro largo arqueta de hinca)		
Comprobación	Valores	Estado
Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada: - Trasdós: - Intradós:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.00104 Calculado: 0.00104	Cumple Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida: - Trasdós: - Intradós:	Mínimo: 0.00027 Calculado: 0.00104 Calculado: 0.00104	Cumple Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada: - Trasdós: - Intradós:	Mínimo: 0.0011 Calculado: 0.00142 Calculado: 0.00171	Cumple Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara comprimida: - Trasdós: - Intradós:	Mínimo: 8e-005 Calculado: 0.00104 Calculado: 0.00104	Cumple Cumple
Separación libre mínima armaduras verticales: - Trasdós, vertical: - Intradós, vertical:	Mínimo: 2 cm Calculado: 13.4 cm Calculado: 13.2 cm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: - Armadura vertical Trasdós, vertical: - Armadura vertical Intradós, vertical:	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple Cumple
Comprobación a flexión compuesta: <i>Comprobación realizada por módulo de pantalla</i>		Cumple
Comprobación a cortante:	Máximo: 82.02 t Calculado: 64.33 t	Cumple
Comprobación de fisuración:	Máximo: 0.3 mm Calculado: 0.3 mm	Cumple
Longitud de solapes: - Base trasdós: - Base intradós:	Mínimo: 0.72 m Calculado: 0.75 m Calculado: 0.75 m	Cumple Cumple
Rigidizadores horizontales: - Diámetro mínimo: <i>Criterio de CYPE. El diámetro del rigidizador debe ser como mínimo igual al mayor diámetro de la armadura base vertical.</i> - Separación máxima: <i>Criterio NTE. Acondicionamiento del Terreno. Cimentaciones.</i>	Mínimo: 20 mm Calculado: 20 mm Máximo: 2.5 m Calculado: 2.28 m	Cumple Cumple
Rigidizadores verticales: - Diámetro mínimo: <i>Criterio de CYPE. El diámetro del rigidizador debe ser como mínimo igual al mayor diámetro de la armadura base vertical.</i> - Separación máxima: <i>Criterio NTE. Acondicionamiento del Terreno. Cimentaciones.</i>	Mínimo: 20 mm Calculado: 20 mm Máximo: 1.5 m Calculado: 1.25 m	Cumple Cumple
Información adicional: - Sección crítica a flexión compuesta: Cota: -5.00 m, Md: -121.56 t·m, Nd: 50.00 t, Vd: -6.21 t, Tensión máxima del acero: 3.386 t/cm ² - Sección crítica a cortante: Cota: -8.25 m - Sección con la máxima abertura de fisuras: Cota: -5.25 m, M: -76.09 t·m, N: 32.81 t		



Selección de listados

muro largo arqueta de hinca NA134

Fecha: 26/12/24

Referencia: Hinca N-134pozo ataque (modelización muro largo arqueta de hinca)		
Comprobación	Valores	Estado
- Los esfuerzos están mayorados y corresponden al ancho total del tramo definido. (Longitud tramo: 2.50 m)		

14. COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (COEFICIENTES DE SEGURIDAD)

Referencia: Comprobaciones de estabilidad (Coeficientes de seguridad): Hinca N-134pozo ataque (modelización muro largo arqueta de hinca)		
Comprobación	Valores	Estado
<p>Relación entre el momento originado por los empujes pasivos en el intradós y el momento originado por los empujes activos en el trasdós:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hipótesis básica: <i>Valor introducido por el usuario.</i> - 1ª excavación: - Colocación 1er puntal: - 2ª excavación: - Colocación 2º puntal: - Excavación total: - Solera: <p>⁽¹⁾ Existe más de un apoyo.</p>	<p>Mínimo: 1.67</p> <p>Calculado: 34.16</p> <p>Calculado: 83.371</p> <p>Calculado: 14.847</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>No procede⁽¹⁾</p> <p>No procede⁽¹⁾</p> <p>No procede⁽¹⁾</p>
<p>Relación entre el empuje pasivo total en el intradós y el empuje realmente movilizado en el intradós:</p> <p><i>Valor introducido por el usuario.</i></p> <p>Hipótesis básica:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1ª excavación: - Colocación 1er puntal: - 2ª excavación: - Colocación 2º puntal: - Excavación total: - Solera: 	<p>Mínimo: 1.67</p> <p>Calculado: 9.864</p> <p>Calculado: 9.864</p> <p>Calculado: 6.343</p> <p>Calculado: 6.343</p> <p>Calculado: 3.5</p> <p>Calculado: 3.5</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
Se cumplen todas las comprobaciones		

15. MEDICIÓN

Referencia: Muro pantalla de hormigón armado		B 500 S, Ys=1.15			Total
Nombre de armado		Ø12	Ø16	Ø20	
Armado vertical trasdós	Longitud (m)			8x6.02	48.16
	Peso (kg)			8x14.85	118.77
Armado vertical trasdós	Longitud (m)			8x11.38	91.04
	Peso (kg)			8x28.06	224.52
Armado vertical trasdós - Refuerzos	Longitud (m)	7x5.40			37.80
	Peso (kg)	7x4.79			33.56
Armado vertical intradós	Longitud (m)			8x6.02	48.16
	Peso (kg)			8x14.85	118.77
Armado vertical intradós	Longitud (m)			8x11.38	91.04
	Peso (kg)			8x28.06	224.52
Armado vertical intradós - Refuerzos	Longitud (m)		7x6.85		47.95
	Peso (kg)		7x10.81		75.68
Junta lateral positiva	Longitud (m)			4x6.00	24.00
	Peso (kg)			4x14.80	59.19



Selección de listados

muro largo arqueta de hinca NA134

Fecha: 26/12/24

Referencia: Muro pantalla de hormigón armado		B 500 S, Ys=1.15			Total
Nombre de armado		Ø12	Ø16	Ø20	
Junta lateral positiva	Longitud (m)			4x11.38	45.52
	Peso (kg)			4x28.06	112.26
Junta lateral negativa	Longitud (m)			3x6.00	18.00
	Peso (kg)			3x14.80	44.39
Junta lateral negativa	Longitud (m)			3x11.38	34.14
	Peso (kg)			3x28.06	84.19
Armado horizontal	Longitud (m)	80x6.81			544.80
	Peso (kg)	80x6.05			483.69
Armado rigidizadores verticales	Longitud (m)			2x9.87	19.74
	Peso (kg)			2x24.34	48.68
Armado rigidizadores verticales	Longitud (m)			2x9.84	19.68
	Peso (kg)			2x24.27	48.53
Armado rigidizadores verticales	Longitud (m)			2x9.87	19.74
	Peso (kg)			2x24.34	48.68
Armado rigidizadores verticales	Longitud (m)			2x9.84	19.68
	Peso (kg)			2x24.27	48.53
Armado rigidizadores horizontales	Longitud (m)			14x4.18	58.52
	Peso (kg)			14x10.31	144.32
Totales	Longitud (m)	582.60	47.95	537.42	
	Peso (kg)	517.25	75.68	1325.35	1918.28
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	640.86	52.75	591.16	
	Peso (kg)	568.98	83.24	1457.89	2110.11

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

Elemento	B 500 S, Ys=1.15 (kg)				Hormigón (m³)
	Ø12	Ø16	Ø20	Total	HA-30, Yc=1.5
Referencia: Muro pantalla de hormigón armado	568.97	83.25	1457.89	2110.11	40.00
Totales	568.97	83.25	1457.89	2110.11	40.00

COMPROBACIÓN DE CODALES

ÍNDICE

1. DATOS DE OBRA	2
1.1. Normas consideradas	2
1.2. Estados límite	2
1.2.1. Situaciones de proyecto.....	2
1.2.2. Combinaciones	4
1.3. Resistencia al fuego	4
2. ESTRUCTURA	4
2.1. Geometría	4
2.1.1. Nudos.....	4
2.1.2. Barras	5
2.2. Resultados	8
2.2.1. Barras	8



1. DATOS DE OBRA

1.1. Normas consideradas

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

Hormigón: Código Estructural

1.2. Estados límite

E.L.U. de rotura. Hormigón	CTE
E.L.U. de rotura. Acero laminado	Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Desplazamientos	Acciones características

1.2.1. Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

G_k Acción permanente

P_k Acción de pretensado

Q_k Acción variable

γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

γ_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado

$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

$\Psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$\Psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón: Código Estructural

	Persistente o transitoria			
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.350	-	-



Listados

para pozode hinca Río Ebro

Fecha: 26/12/24

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.350	-	-

E.L.U. de rotura. Acero laminado: CTE DB SE-A

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Empujes del terreno (H)	0.700	1.350	-	-

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Empujes del terreno (H)	0.700	1.350	-	-

Accidental de incendio				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.000	-	-

Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.000	-	-

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.000	-	-



1.2.2. Combinaciones

▪ Nombres de las hipótesis

PP Peso propio

H 1 H 1

▪ E.L.U. de rotura. Hormigón

Comb.	PP	H 1
1	1.000	1.000
2	1.350	1.000
3	1.000	1.350
4	1.350	1.350

▪ E.L.U. de rotura. Acero laminado

1. Coeficientes para situaciones persistentes o transitorias

Comb.	PP	H 1
1	0.800	0.700
2	1.350	0.700
3	0.800	1.350
4	1.350	1.350

2. Coeficientes para situaciones accidentales de incendio

Comb.	PP	H 1
1	1.000	1.000

▪ Desplazamientos

Comb.	PP	H 1
1	1.000	1.000

1.3. Resistencia al fuego

Perfiles de acero

Norma: CTE DB SI. Anejo D: Resistencia al fuego de los elementos de acero.

Resistencia requerida: R 15

2. ESTRUCTURA

2.1. Geometría

2.1.1. Nudos

Referencias:

 $\Delta_x, \Delta_y, \Delta_z$: Desplazamientos prescritos en ejes globales. $\theta_x, \theta_y, \theta_z$: Giros prescritos en ejes globales.Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.



Listados

para pozode hinca Río Ebro

Fecha: 26/12/24

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N1	0.000	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N2	0.000	13.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N3	15.000	13.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N4	15.000	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N5	0.000	9.750	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N6	3.250	13.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N7	11.750	13.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N8	15.000	9.750	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N9	11.750	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N10	15.000	3.250	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N11	0.000	3.250	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N12	3.250	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado

2.1.2. Barras

2.1.2.1. Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E	ν	G	f_y	α_t	γ
Tipo	Designación	(kp/cm ²)		(kp/cm ²)	(kp/cm ²)	(m/m°C)	(t/m ³)
Acero laminado	S275	2140672.8	0.300	825688.1	2803.3	0.000012	7.850
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	291304.8	0.200	121377.0	-	0.000010	2.500

Notación:
E: Módulo de elasticidad
 ν : Módulo de Poisson
G: Módulo de cortadura
 f_y : Límite elástico
 α_t : Coeficiente de dilatación
 γ : Peso específico



Listados

para pozode hinca Río Ebro

Fecha: 26/12/24

2.1.2.2. Descripción

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.} (m)	Lb _{Inf.} (m)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	N5/N6	N5/N6	HE 300 B (HEB)	4.596	1.00	1.00	-	-
		N8/N7	N8/N7	HE 300 B (HEB)	4.596	1.00	1.00	-	-
		N9/N10	N9/N10	HE 300 B (HEB)	4.596	1.00	1.00	-	-
		N12/N11	N12/N11	HE 300 B (HEB)	4.596	1.00	1.00	-	-
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	N1/N11	N1/N2	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N11/N5	N1/N2	105x100 (Viga descolgada rectangular)	6.500	1.00	1.00	-	-
		N5/N2	N1/N2	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N2/N6	N2/N3	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N6/N7	N2/N3	105x100 (Viga descolgada rectangular)	8.500	1.00	1.00	-	-
		N7/N3	N2/N3	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N4/N10	N4/N3	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N10/N8	N4/N3	105x100 (Viga descolgada rectangular)	6.500	1.00	1.00	-	-
		N8/N3	N4/N3	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N1/N12	N1/N4	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N12/N9	N1/N4	105x100 (Viga descolgada rectangular)	8.500	1.00	1.00	-	-
		N9/N4	N1/N4	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
<p>Notación:</p> <p>Ni: Nudo inicial</p> <p>Nf: Nudo final</p> <p>i_{xy}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'</p> <p>i_{xz}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'</p> <p>Lb_{Sup.}: Separación entre arriostramientos del ala superior</p> <p>Lb_{Inf.}: Separación entre arriostramientos del ala inferior</p>									

2.1.2.3. Características mecánicas



Listados

para pozode hinca Río Ebro

Fecha: 26/12/24

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N5/N6, N8/N7, N9/N10 y N12/N11
2	N1/N2, N2/N3, N4/N3 y N1/N4

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	Avy (cm ²)	Avz (cm ²)	Iyy (cm ⁴)	Izz (cm ⁴)	It (cm ⁴)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	HE 300 B, (HEB)	149.10	85.50	25.94	25170.00	8563.00	189.18
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	2	105x100, (Viga descolgada rectangular)	10500.00	8750.00	8750.00	8750000.00	9646875.00	15351000.00

Notación:
 Ref.: Referencia
 A: Área de la sección transversal
 Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'
 Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'
 Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'
 Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'
 It: Inercia a torsión
 Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

2.1.2.4. Tabla de medición

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m ³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
Acero laminado	S275	N5/N6	HE 300 B (HEB)	4.596	0.069	537.95
		N8/N7	HE 300 B (HEB)	4.596	0.069	537.95
		N9/N10	HE 300 B (HEB)	4.596	0.069	537.95
		N12/N11	HE 300 B (HEB)	4.596	0.069	537.95
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	N1/N2	105x100 (Viga descolgada rectangular)	13.000	13.650	34125.00
		N2/N3	105x100 (Viga descolgada rectangular)	15.000	15.750	39375.00
		N4/N3	105x100 (Viga descolgada rectangular)	13.000	13.650	34125.00
		N1/N4	105x100 (Viga descolgada rectangular)	15.000	15.750	39375.00

Notación:
 Ni: Nudo inicial
 Nf: Nudo final

2.1.2.5. Resumen de medición

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m ³)	Serie (m ³)	Material (m ³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
Acero laminado	S275	HEB	HE 300 B	18.385	18.385	18.385	0.274	0.274	0.274	2151.82	2151.82	2151.82
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	Viga descolgada rectangular	105x100	56.000	56.000	56.000	58.800	58.800	58.800	147000.00	147000.00	147000.00

2.1.2.6. Medición de superficies

Acero laminado: Medición de las superficies a pintar				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m ² /m)	Longitud (m)	Superficie (m ²)
HEB	HE 300 B	1.778	18.385	32.688
Total				32.688



Listados

para pozode hinca Río Ebro

Fecha: 26/12/24

Hormigón: Medición de las superficies de encofrado				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m ² /m)	Longitud (m)	Superficie (m ²)
Viga descolgada rectangular	105x100	4.100	56.000	229.600
			Total	229.600

2.2. Resultados

2.2.1. Barras

2.2.1.1. Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE													Estado		
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$NM_y M_z$	$NM_y M_z V_y V_z$	M_t		$M_y V_z$	$M_z V_y$
N5/N6	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 4.596 m $\eta = 0.8$	x: 4.596 m $\eta = 0.9$	x: 4.596 m $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.596 m $\eta = 1.7$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE pt = 1.7
N8/N7	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 4.596 m $\eta = 0.8$	x: 4.596 m $\eta = 0.9$	x: 4.596 m $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.596 m $\eta = 1.7$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE pt = 1.7
N9/N10	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 0.8$	x: 0 m $\eta = 0.9$	x: 0 m $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 1.7$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE pt = 1.7
N12/N11	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 0.8$	x: 0 m $\eta = 0.9$	x: 0 m $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 1.7$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE pt = 1.7

Notación:
 $\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez
 λ_w : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
 N_t : Resistencia a tracción
 N_c : Resistencia a compresión
 M_y : Resistencia a flexión eje Y
 M_z : Resistencia a flexión eje Z
 V_z : Resistencia a corte Z
 V_y : Resistencia a corte Y
 $M_y V_z$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
 $M_z V_y$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
 $NM_y M_z$: Resistencia a flexión y axil combinados
 $NM_y M_z V_y V_z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
 M_t : Resistencia a torsión
 $M_y V_z$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
 $M_z V_y$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
 η : Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.
⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.
⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.
⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
⁽⁵⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO													Estado
	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$NM_y M_z$	$NM_y M_z V_y V_z$	M_t	$M_y V_z$	$M_z V_y$	
N5/N6	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 4.596 m $\eta = 0.9$	x: 4.596 m $\eta = 1.0$	x: 4.596 m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.596 m $\eta = 2.0$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE pt = 2.0
N8/N7	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 4.596 m $\eta = 0.9$	x: 4.596 m $\eta = 1.0$	x: 4.596 m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.596 m $\eta = 2.0$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE pt = 2.0
N9/N10	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 0.9$	x: 0 m $\eta = 1.0$	x: 0 m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 2.0$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE pt = 2.0
N12/N11	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 0.9$	x: 0 m $\eta = 1.0$	x: 0 m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 2.0$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE pt = 2.0

Notación:
 N_t : Resistencia a tracción
 N_c : Resistencia a compresión
 M_y : Resistencia a flexión eje Y
 M_z : Resistencia a flexión eje Z
 V_z : Resistencia a corte Z
 V_y : Resistencia a corte Y
 $M_y V_z$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
 $M_z V_y$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
 $NM_y M_z$: Resistencia a flexión y axil combinados
 $NM_y M_z V_y V_z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
 M_t : Resistencia a torsión
 $M_y V_z$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
 $M_z V_y$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
 η : Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.
⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.
⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
⁽⁴⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

ÍNDICE

1. DATOS DE OBRA	2
1.1. Normas consideradas	2
1.2. Estados límite	2
1.2.1. Situaciones de proyecto.....	2
1.2.2. Combinaciones	4
1.3. Resistencia al fuego	4
2. ESTRUCTURA	4
2.1. Geometría	4
2.1.1. Nudos.....	4
2.1.2. Barras	5
2.2. Resultados	8
2.2.1. Barras	8

**1. DATOS DE OBRA****1.1. Normas consideradas**

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

Hormigón: Código Estructural

1.2. Estados límite

E.L.U. de rotura. Hormigón	CTE
E.L.U. de rotura. Acero laminado	Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Desplazamientos	Acciones características

1.2.1. Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

G_k Acción permanenteP_k Acción de pretensadoQ_k Acción variableγ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentesγ_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensadoγ_{Q,1} Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principalγ_{Q,i} Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamientoΨ_{p,1} Coeficiente de combinación de la acción variable principalΨ_{a,i} Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón: Código Estructural

	Persistente o transitoria			
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ _p)	Acompañamiento (ψ _a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.350	-	-



Listados

para pozode hinca

Fecha: 26/12/24

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.350	-	-

E.L.U. de rotura. Acero laminado: CTE DB SE-A

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Empujes del terreno (H)	0.700	1.350	-	-

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Empujes del terreno (H)	0.700	1.350	-	-

Accidental de incendio				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.000	-	-

Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.000	-	-

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.000	-	-



1.2.2. Combinaciones

▪ Nombres de las hipótesis

PP Peso propio

H 1 H 1

▪ E.L.U. de rotura. Hormigón

Comb.	PP	H 1
1	1.000	1.000
2	1.350	1.000
3	1.000	1.350
4	1.350	1.350

▪ E.L.U. de rotura. Acero laminado

1. Coeficientes para situaciones persistentes o transitorias

Comb.	PP	H 1
1	0.800	0.700
2	1.350	0.700
3	0.800	1.350
4	1.350	1.350

2. Coeficientes para situaciones accidentales de incendio

Comb.	PP	H 1
1	1.000	1.000

▪ Desplazamientos

Comb.	PP	H 1
1	1.000	1.000

1.3. Resistencia al fuego

Perfiles de acero

Norma: CTE DB SI. Anejo D: Resistencia al fuego de los elementos de acero.

Resistencia requerida: R 15

2. ESTRUCTURA

2.1. Geometría

2.1.1. Nudos

Referencias:

 $\Delta_x, \Delta_y, \Delta_z$: Desplazamientos prescritos en ejes globales. $\theta_x, \theta_y, \theta_z$: Giros prescritos en ejes globales.Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.



Listados

para pozode hinca

Fecha: 26/12/24

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N1	0.000	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N2	0.000	13.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N3	15.000	13.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N4	15.000	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N5	0.000	9.750	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N6	3.250	13.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N7	11.750	13.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N8	15.000	9.750	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N9	11.750	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N10	15.000	3.250	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N11	0.000	3.250	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N12	3.250	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado

2.1.2. Barras

2.1.2.1. Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E	ν	G	f_y	α_t	γ
Tipo	Designación	(kp/cm ²)		(kp/cm ²)	(kp/cm ²)	(m/m°C)	(t/m ³)
Acero laminado	S275	2140672.8	0.300	825688.1	2803.3	0.000012	7.850
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	291304.8	0.200	121377.0	-	0.000010	2.500

Notación:
E: Módulo de elasticidad
 ν : Módulo de Poisson
G: Módulo de cortadura
 f_y : Límite elástico
 α_t : Coeficiente de dilatación
 γ : Peso específico



2.1.2.2. Descripción

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.} (m)	Lb _{Inf.} (m)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	N5/N6	N5/N6	HE 300 B (HEB)	4.596	1.00	1.00	-	-
		N8/N7	N8/N7	HE 300 B (HEB)	4.596	1.00	1.00	-	-
		N9/N10	N9/N10	HE 300 B (HEB)	4.596	1.00	1.00	-	-
		N12/N11	N12/N11	HE 300 B (HEB)	4.596	1.00	1.00	-	-
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	N1/N11	N1/N2	80x60 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N11/N5	N1/N2	80x60 (Viga descolgada rectangular)	6.500	1.00	1.00	-	-
		N5/N2	N1/N2	80x60 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N2/N6	N2/N3	80x60 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N6/N7	N2/N3	80x60 (Viga descolgada rectangular)	8.500	1.00	1.00	-	-
		N7/N3	N2/N3	80x60 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N4/N10	N4/N3	80x60 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N10/N8	N4/N3	80x60 (Viga descolgada rectangular)	6.500	1.00	1.00	-	-
		N8/N3	N4/N3	80x60 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N1/N12	N1/N4	80x60 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N12/N9	N1/N4	80x60 (Viga descolgada rectangular)	8.500	1.00	1.00	-	-
		N9/N4	N1/N4	80x60 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
<p>Notación:</p> <p>Ni: Nudo inicial</p> <p>Nf: Nudo final</p> <p>i_{xy}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'</p> <p>i_{xz}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'</p> <p>Lb_{Sup.}: Separación entre arriostramientos del ala superior</p> <p>Lb_{Inf.}: Separación entre arriostramientos del ala inferior</p>									

2.1.2.3. Características mecánicas



Listados

para pozode hinca

Fecha: 26/12/24

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N5/N6, N8/N7, N9/N10 y N12/N11
2	N1/N2, N2/N3, N4/N3 y N1/N4

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	Avy (cm ²)	Avz (cm ²)	Iyy (cm ⁴)	Izz (cm ⁴)	It (cm ⁴)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	HE 300 B, (HEB)	149.10	85.50	25.94	25170.00	8563.00	189.18
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	2	80x60, (Viga descolgada rectangular)	4800.00	4000.00	4000.00	1440000.00	2560000.00	3098880.00

Notación:
 Ref.: Referencia
 A: Área de la sección transversal
 Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'
 Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'
 Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'
 Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'
 It: Inercia a torsión
 Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

2.1.2.4. Tabla de medición

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m ³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
Acero laminado	S275	N5/N6	HE 300 B (HEB)	4.596	0.069	537.95
		N8/N7	HE 300 B (HEB)	4.596	0.069	537.95
		N9/N10	HE 300 B (HEB)	4.596	0.069	537.95
		N12/N11	HE 300 B (HEB)	4.596	0.069	537.95
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	N1/N2	80x60 (Viga descolgada rectangular)	13.000	6.240	15600.00
		N2/N3	80x60 (Viga descolgada rectangular)	15.000	7.200	18000.00
		N4/N3	80x60 (Viga descolgada rectangular)	13.000	6.240	15600.00
		N1/N4	80x60 (Viga descolgada rectangular)	15.000	7.200	18000.00

Notación:
 Ni: Nudo inicial
 Nf: Nudo final

2.1.2.5. Resumen de medición

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m ³)	Serie (m ³)	Material (m ³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
Acero laminado	S275	HEB	HE 300 B	18.385	18.385	18.385	0.274	0.274	0.274	2151.82	2151.82	2151.82
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	Viga descolgada rectangular	80x60	56.000	56.000	56.000	26.880	26.880	26.880	67200.00	67200.00	67200.00

2.1.2.6. Medición de superficies

Acero laminado: Medición de las superficies a pintar				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m ² /m)	Longitud (m)	Superficie (m ²)
HEB	HE 300 B	1.778	18.385	32.688



Listados

para pozode hinca

Fecha: 26/12/24

Acero laminado: Medición de las superficies a pintar				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m ² /m)	Longitud (m)	Superficie (m ²)
			Total	32.688

Hormigón: Medición de las superficies de encofrado				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m ² /m)	Longitud (m)	Superficie (m ²)
Viga descolgada rectangular	80x60	2.800	56.000	156.800
			Total	156.800

2.2. Resultados

2.2.1. Barras

2.2.1.1. Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE														Estado	
	$\bar{\lambda}$	λ_{lim}	N_t	N_c	M_y	M_z	V_y	M_yV_z	M_zV_y	NM_yM_z	$NM_yM_zV_yV_z$	M_t	M_yV_z	M_zV_y		
N5/N6	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_{lim} \leq \lambda_{lim, máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	x: 4.596 m $\eta = 1,1$	x: 4.596 m $\eta = 0,8$	x: 4.596 m $\eta = 0,6$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 4.596 m $\eta = 1,8$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 4.596 m $\eta = 0,6$	$\eta < 0,1$	CUMPLE pt = 1.8
N8/N7	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_{lim} \leq \lambda_{lim, máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	x: 4.596 m $\eta = 1,1$	x: 4.596 m $\eta = 0,8$	x: 4.596 m $\eta = 0,6$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 4.596 m $\eta = 1,8$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 4.596 m $\eta = 0,6$	$\eta < 0,1$	CUMPLE pt = 1.8
N9/N10	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_{lim} \leq \lambda_{lim, máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 1,1$	x: 0 m $\eta = 0,8$	x: 0 m $\eta = 0,6$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 0 m $\eta = 1,8$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 0 m $\eta = 0,6$	$\eta < 0,1$	CUMPLE pt = 1.8
N12/N11	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_{lim} \leq \lambda_{lim, máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 1,1$	x: 0 m $\eta = 0,8$	x: 0 m $\eta = 0,6$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 0 m $\eta = 1,8$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 0 m $\eta = 0,6$	$\eta < 0,1$	CUMPLE pt = 1.8

Notación:
 λ : Limitación de esbeltez
 λ_{lim} : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
 N_t : Resistencia a tracción
 N_c : Resistencia a compresión
 M_y : Resistencia a flexión eje Y
 M_z : Resistencia a flexión eje Z
 V_y : Resistencia a corte Y
 V_z : Resistencia a corte Z
 M_yV_z : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
 M_zV_y : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
 NM_yM_z : Resistencia a flexión y axil combinados
 $NM_yM_zV_yV_z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
 M_t : Resistencia a torsión
 M_yV_z : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
 M_zV_y : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
 η : Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.
⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.
⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO														Estado
	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	M_yV_z	M_zV_y	NM_yM_z	$NM_yM_zV_yV_z$	M_t	M_yV_z	M_zV_y		
N5/N6	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	x: 4.596 m $\eta = 1,2$	x: 4.596 m $\eta = 0,9$	x: 4.596 m $\eta = 0,7$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 4.596 m $\eta = 2,1$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 4.596 m $\eta = 0,7$	$\eta < 0,1$	CUMPLE pt = 2.1	
N8/N7	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	x: 4.596 m $\eta = 1,2$	x: 4.596 m $\eta = 0,9$	x: 4.596 m $\eta = 0,7$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 4.596 m $\eta = 2,1$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 4.596 m $\eta = 0,7$	$\eta < 0,1$	CUMPLE pt = 2.1	
N9/N10	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 1,2$	x: 0 m $\eta = 0,9$	x: 0 m $\eta = 0,7$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 0 m $\eta = 2,1$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 0 m $\eta = 0,7$	$\eta < 0,1$	CUMPLE pt = 2.1	
N12/N11	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 1,2$	x: 0 m $\eta = 0,9$	x: 0 m $\eta = 0,7$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 0 m $\eta = 2,1$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 0 m $\eta = 0,7$	$\eta < 0,1$	CUMPLE pt = 2.1	

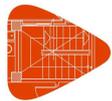
Notación:
 N_t : Resistencia a tracción
 N_c : Resistencia a compresión
 M_y : Resistencia a flexión eje Y
 M_z : Resistencia a flexión eje Z
 V_y : Resistencia a corte Y
 V_z : Resistencia a corte Z
 M_yV_z : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
 M_zV_y : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
 NM_yM_z : Resistencia a flexión y axil combinados
 $NM_yM_zV_yV_z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
 M_t : Resistencia a torsión
 M_yV_z : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
 M_zV_y : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
 η : Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.
⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

COMPROBACIÓN DE LA LOSA

ÍNDICE

1. VERSIÓN DEL PROGRAMA Y NÚMERO DE LICENCIA	2
2. DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA.....	2
3. NORMAS CONSIDERADAS.....	2
4. ACCIONES CONSIDERADAS	2
4.1. Gravitatorias	2
4.2. Viento.....	2
4.3. Sismo	2
4.4. Hipótesis de carga	2
4.5. Leyes de presiones sobre muros.....	2
4.6. Listado de cargas.....	2
5. ESTADOS LÍMITE.....	2
6. SITUACIONES DE PROYECTO.....	3
6.1. Coeficientes parciales de seguridad (ψ) y coeficientes de combinación (γ)	3
6.2. Combinaciones	4
7. DATOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS Y PLANTAS	5
8. DATOS GEOMÉTRICOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS.....	5
8.1. Muros	5
9. INTERACCIÓN TERRENO-ESTRUCTURA (ZAPATAS Y ENCEPADOS)	6
10. LOSAS Y ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN.....	6
10.1. Zapatas.....	6
11. MATERIALES UTILIZADOS.....	6
11.1. Hormigones	6
11.2. Aceros por elemento y posición	6
11.2.1. Aceros en barras.....	6
11.2.2. Aceros en perfiles	7



Listado de datos de la obra

Losa sometida a subpresión

Fecha: 26/12/24

1. VERSIÓN DEL PROGRAMA Y NÚMERO DE LICENCIA

Versión: 2024

Número de licencia: 170339

2. DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA

Proyecto: Losa sometida a subpresión

Clave: Losa maciza sometida a subpresión

3. NORMAS CONSIDERADAS

Hormigón: Código Estructural

Aceros conformados: CTE DB SE-A

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

Categoría de uso: E. Zonas de tráfico y aparcamiento para vehículos ligeros

4. ACCIONES CONSIDERADAS

4.1. Gravitatorias

Planta	S.C.U (t/m ²)	Cargas muertas (t/m ²)
Forjado 1	0.10	0.10
Cimentación	0.00	0.00

4.2. Viento

Sin acción de viento

4.3. Sismo

Sin acción de sismo

4.4. Hipótesis de carga

Automáticas	Peso propio Cargas muertas Sobrecarga de uso
-------------	--

4.5. Leyes de presiones sobre muros

No se ha definido ninguna ley de presiones

4.6. Listado de cargas

Cargas especiales introducidas (en t, t/m y t/m²)

Grupo	Hipótesis	Tipo	Valor	Coordenadas
Forjado 1	Cargas muertas	Superficial	1.00	(10.62,9.99) (-4.38,9.99) (-4.38,-3.01) (10.62,-3.01)
	Sobrecarga de uso	Superficial	-2.50	(10.62,9.99) (-4.38,9.99) (-4.38,-3.01) (10.62,-3.01)

5. ESTADOS LÍMITE

E.L.U. de rotura. Hormigón	CTE
E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Tensiones sobre el terreno Desplazamientos	Acciones características



Listado de datos de la obra

Losa sometida a subpresión

Fecha: 26/12/24

6. SITUACIONES DE PROYECTO

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

G_k Acción permanente

P_k Acción de pretensado

Q_k Acción variable

γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

γ_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado

$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

$\Psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$\Psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

6.1. Coeficientes parciales de seguridad (γ) y coeficientes de combinación (ψ)

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón: Código Estructural

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.700

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: Código Estructural / CTE DB-SE C

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	1.000	0.700



Listado de datos de la obra

Losa sometida a subpresión

Fecha: 26/12/24

Tensiones sobre el terreno

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_s)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_s)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

6.2. Combinaciones

• Nombres de las hipótesis

PP Peso propio

CM Cargas muertas

Qa Sobrecarga de uso

• E.L.U. de rotura. Hormigón

Comb.	PP	CM	Qa
1	1.000	1.000	
2	1.350	1.350	
3	1.000	1.000	1.500
4	1.350	1.350	1.500

• E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones

Comb.	PP	CM	Qa
1	1.000	1.000	
2	1.600	1.600	
3	1.000	1.000	1.600
4	1.600	1.600	1.600

• Tensiones sobre el terreno

• Desplazamientos

Comb.	PP	CM	Qa
1	1.000	1.000	
2	1.000	1.000	1.000



Listado de datos de la obra

Losa sometida a subpresión

Fecha: 26/12/24

7. DATOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS Y PLANTAS

Grupo	Nombre del grupo	Planta	Nombre planta	Altura	Cota
1	Forjado 1	1	Forjado 1	3.00	3.00
0	Cimentación				0.00

8. DATOS GEOMÉTRICOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS

8.1. Muros

- Las coordenadas de los vértices inicial y final son absolutas.
- Las dimensiones están expresadas en metros.

Datos geométricos del muro

Referencia	Tipo muro	GI- GF	Vértices		Planta	Dimensiones Izquierda+Derecha=Total
			Inicial	Final		
M6	Muro de hormigón armado	0-1	(-4.38, -3.01)	(-4.38, 9.99)	1	0.15+0.15=0.3
M7	Muro de hormigón armado	0-1	(-4.38, 9.99)	(10.62, 9.99)	1	0.15+0.15=0.3
M10	Muro de hormigón armado	0-1	(10.62, -3.01)	(10.62, 9.99)	1	0.15+0.15=0.3
M11	Muro de hormigón armado	0-1	(-4.38, -3.01)	(10.62, -3.01)	1	0.15+0.15=0.3

Zapata del muro

Referencia	Zapata del muro
M6	Zapata corrida: 0.800 x 0.500 Vuelos: izq.:0.00 der.:0.50 canto:0.50
M7	Zapata corrida: 0.800 x 0.500 Vuelos: izq.:0.00 der.:0.50 canto:0.50
M10	Zapata corrida: 0.800 x 0.500 Vuelos: izq.:0.50 der.:0.00 canto:0.50
M11	Zapata corrida: 0.800 x 0.500 Vuelos: izq.:0.50 der.:0.00 canto:0.50



Listado de datos de la obra

Losa sometida a subpresión

Fecha: 26/12/24

9. INTERACCIÓN TERRENO-ESTRUCTURA (ZAPATAS Y ENCEPADOS)

Referencias	Datos de cálculo
M6	Zapata corrida Longitud: 1330 cm Ancho total: 80 cm Vuelo a la izquierda: 0 cm Vuelo a la derecha: 50 cm No se considera la interacción
M7	Zapata corrida Longitud: 1530 cm Ancho total: 80 cm Vuelo a la izquierda: 0 cm Vuelo a la derecha: 50 cm No se considera la interacción
M10	Zapata corrida Longitud: 1330 cm Ancho total: 80 cm Vuelo a la izquierda: 50 cm Vuelo a la derecha: 0 cm No se considera la interacción
M11	Zapata corrida Longitud: 1530 cm Ancho total: 80 cm Vuelo a la izquierda: 50 cm Vuelo a la derecha: 0 cm No se considera la interacción

10. LOSAS Y ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN

10.1. Zapatas

-Tensión admisible en situaciones persistentes: 2.00 kp/cm²

-Tensión admisible en situaciones accidentales: 3.00 kp/cm²

11. MATERIALES UTILIZADOS

11.1. Hormigones

Elemento	Hormigón	f_{ck} (kp/cm ²)	γ_c	Árido		E_c (kp/cm ²)
				Naturaleza	Tamaño máximo (mm)	
Todos	HA-30	306	1.50	Cuarcita	15	291305

11.2. Aceros por elemento y posición

11.2.1. Aceros en barras

Elemento	Acero	f_{yk} (kp/cm ²)	γ_s
Todos	B 500 S	5097	1.15



Listado de datos de la obra

Losa sometida a subpresión

Fecha: 26/12/24

11.2.2. Aceros en perfiles

Tipo de acero para perfiles	Acero	Límite elástico (kp/cm ²)	Módulo de elasticidad (kp/cm ²)
Acero conformado	S235	2396	2140673
Acero laminado	S275	2803	2140673

Combinaciones

Nombre Obra: Losa maciza sometida a subpresión

Fecha:26/12/24

▪ Nombres de las hipótesis

PP Peso propio

CM Cargas muertas

Qa Sobrecarga de uso

▪ Categoría de uso

E. Zonas de tráfico y aparcamiento para vehículos ligeros

▪ E.L.U. de rotura. Hormigón

CTE

Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

▪ E.L.U. de rotura. Pilares mixtos de hormigón y acero

CTE

Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

▪ E.L.U. de rotura. Aluminio

EC

Nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

Comb.	PP	CM	Qa
1	1.000	1.000	
2	1.350	1.350	
3	1.000	1.000	1.500
4	1.350	1.350	1.500

▪ E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones

CTE

Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

Comb.	PP	CM	Qa
1	1.000	1.000	
2	1.600	1.600	
3	1.000	1.000	1.600
4	1.600	1.600	1.600

▪ E.L.U. de rotura. Acero conformado

CTE

Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

▪ E.L.U. de rotura. Acero laminado

CTE

Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

▪ E.L.U. de rotura. Madera

CTE

Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

1. Coeficientes para situaciones persistentes o transitorias

Comb.	PP	CM	Qa
1	0.800	0.800	
2	1.350	1.350	
3	0.800	0.800	1.500
4	1.350	1.350	1.500

2. Coeficientes para situaciones accidentales de incendio

Comb.	PP	CM	Qa
1	1.000	1.000	
2	1.000	1.000	0.700

Combinaciones

Nombre Obra: Losa maciza sometida a subpresión

Fecha:26/12/24

- **Tensiones sobre el terreno**
Acciones características
- **Desplazamientos**
Acciones características

Comb.	PP	CM	Qa
1	1.000	1.000	
2	1.000	1.000	1.000



Armados de losas

Losa sometida a subpresión

Fecha: 26/12/24

Forjado 1

Número Plantas Iguales: 1

Malla 1: Losa maciza

Alineaciones longitudinales

Armadura Base Inferior: 1Ø20c/15

Armadura Base Superior: 1Ø20c/15

Canto: 40

Alineaciones transversales

Armadura Base Inferior: 1Ø20c/15

Armadura Base Superior: 1Ø20c/15

Canto: 40

5.7.1.5. Listados de cálculo: Pantalla de pozo de ataque (FFCC ALSASUA-ZARAGOZA)

5.7.2. Pozo de salida (hinca FFCC ALSASUA-ZARAGOZA)

Las características geotécnicas y profundidades del pozo de salida son similares a las del pozo de ataque, por lo que los cálculos realizados en el pozo de ataque son de aplicación en el pozo de salida.

Desaparecerá la fase de construcción de la losa, pero por otro lado se ha de considerar que para la conexión de tuberías y extracción de la cabeza de la hinca será necesario excavar el frente del pozo donde no se dispone de pantalla. Esta circunstancia requiere ejecutar la excavación en trinchera y con bombeos continuados que producirán además un rebaje del nivel freático en el pozo, disminuyendo así los empujes generados.

Se consideran extrapolables los cálculos del pozo de ataque estando éstos del lado de la seguridad, y por lo tanto no procede realizar comprobaciones adicionales. Adoptaremos los mismos armados de la pantalla, viga de coronación y viga intermedia que en el caso del pozo de ataque.

El arriostre de la cara del pozo, que no dispondrá de pantalla, se ejecutará mediante viga EHB-500 en la viga de coronación y viga intermedia. Adicionalmente se dispondrá de codales de EHB-300.

5.8. PANTALLAS DE LA HINCA NA-113

5.8.1. Pozo de ataque (NA-113)

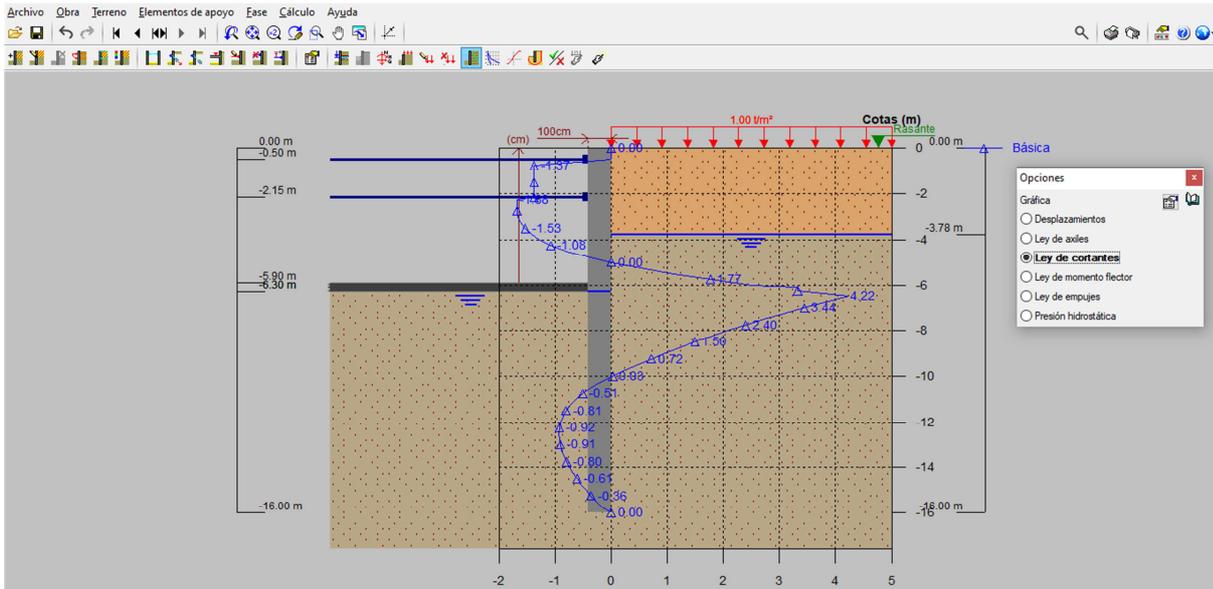
5.8.1.1. Cálculo de la pantalla

El cálculo del pozo de ataque se ha realizado contemplando las características geotécnicas del terreno y presencia freática, cuyos valores se adjuntan en los listados posteriores.

Para la pantalla se dimensiona con un espesor de 1,0 m y una profundidad de 16,0 m con una viga de coronación y una viga intermedia y dejando un paso mínimo de 4,15 m entre solera y eje de viga intermedia.

La altura entre el eje de la viga de coronación (puntal-1) y el eje de la viga intermedia (puntal-2) podría hacer pensar en suprimir el puntal-2, si bien en el cálculo se ha considerado para garantizar el sostenimiento de la pantalla del frente en la salida de la hinca.

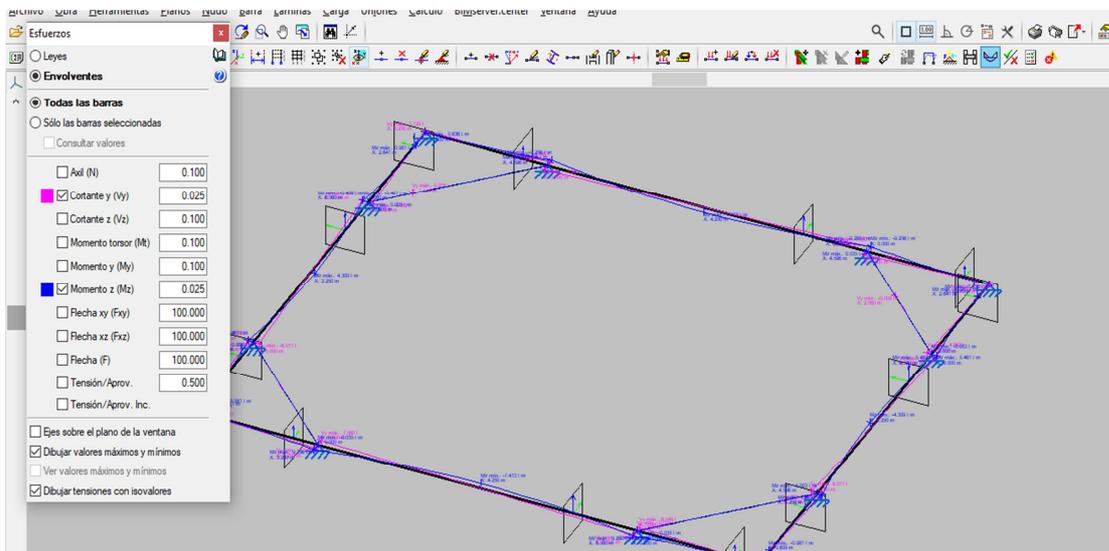
Del cálculo realizado se observa que no hace falta ningún refuerzo a cortante de la pantalla en cualquier punto de su longitud.

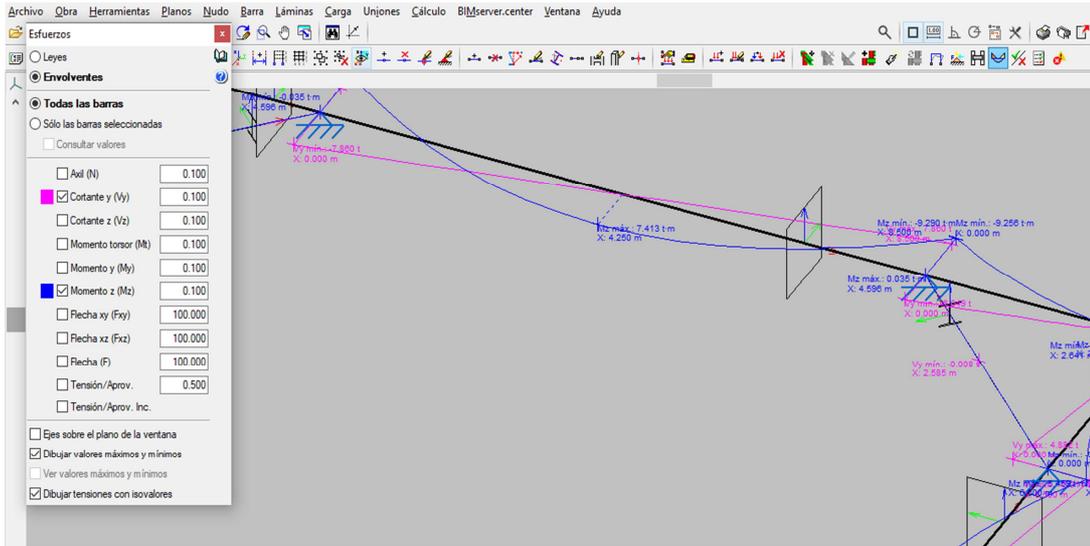


5.8.1.2. Cálculo de la viga de coronación (puntal-1)

Para el armado de la viga de atado superior de sección 1,05 x 1,0 y una longitud de 15,0 m en su tramo más largo por lo tanto pésimo. Adicionalmente se dispondrá de codales EHB-300 a una distancia de 3,25 m del extremo.

Esta viga se considera apoyada en los codales y extremos con una carga lineal del terreno de 1,37 t/m conforme los listados del cálculo de la pantalla y la rigidez del puntal.





Se calculan los momentos y cortante:

M_d de viga en extremos = 9,25 t m

M_d de viga en centro de vano = 7,5 t m

Cortante = 8 t

La sección de armado será $A_s = M_d / (0,9 * (b-r)) * 1 / f_{yd}$, donde:

b = ancho de la sección de la viga

r = recubrimiento

f_{yd} = resistencia del acero

Se entra en el prontuario de el C.E. donde se obtienen los armados. A la vista de los resultados se opta por los siguientes valores:

Sección: VIGASUP

Elemento estructural: Viga

Comprobación: Dimensionamiento Diagrama de Flexión

Propuesta de armado Plano de agotamiento

A_t [cm²] = 29.4

	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	Ø 25
nº total de Ø	26	20	15	10	6
nº de capas	2	2	1	1	1
A_t [cm ²]	29.4	30.8	30.2	31.4	29.5
wk [mm] *	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02

A_c [cm²] = 0.0

	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	Ø 25
nº total de Ø					
nº de capas					
A_c [cm ²]					

(*) Los valores de la abertura característica de fisura son meramente orientativos. Se han calculado suponiendo un coeficiente global de mayoración de 1.50 y una proporción carga cuasi-permanente / carga total= 80%

Md [kN·m] 92.6

Sección: VIGASUP

Comprobación Dimensionamiento Diagrama de Flexión

Propuesta de armado Plano de agotamiento

At [cm²]= 29.4					
	ø 12	ø 14	ø 16	ø 20	ø 25
nº total de Ø	26	20	15	10	6
nº de capas	2	2	1	1	1
At[cm²]	29.4	30.8	30.2	31.4	29.5
wk [mm]*	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02

Ac [cm²]= 0.0					
	ø 12	ø 14	ø 16	ø 20	ø 25
nº total de Ø					
nº de capas					
Ac[cm²]					

(*) Los valores de la abertura característica de fisura son meramente orientativos. Se han calculado suponiendo un coeficiente global de mayoración de 1.50 y una proporción carga cuasi-permanente / carga total= 80%.

Md [kN.m] 75

Sección: VIGAINF

Comprobación Dimensionamiento

Inclinación de las bielas: ctg θ 1.0 θ [°] 45

Inclinación de las armaduras: α [°] 90.0

φ [mm]	φ 6	φ 8	φ 10	φ 12
s [m]	0.10	0.25	0.30	0.30
nº ramas	4	4	4	4
Aα [cm²/m]	11.3	8.0	10.5	15.1
TIPO	2	2	2	2
Vsu [kN]	215.8	153.5	199.8	287.7
Vu2 [kN]	—	—	—	—

TIPO 1 TIPO 2

Vu1 [kN] 2544.0 Vu2 [kN] 142.4 Aα [cm²/m] 7.7

Vd [kN] 79

Armadura sección DD(centro de viga corta eje Y)

1	Armado superior	8 Ø20
2	Armado inferior	8 Ø20
3a	Armado exterior	10 Ø20
3b	Armado exterior refuerzo	N/A
4a	Armado interior	10 Ø20
4b	Armado interior refuerzo	N/A
5	Cercos	4 ramas Ø12 c 30

Armadura sección EE(centro de viga larga eje X)

6	Armado superior	8 Ø20
7	Armado inferior	8 Ø20
8a	Armado exterior	10 Ø20
8b	Armado exterior refuerzo	N/A
9a	Armado interior	10 Ø20
9b	Armado interior refuerzo	N/A

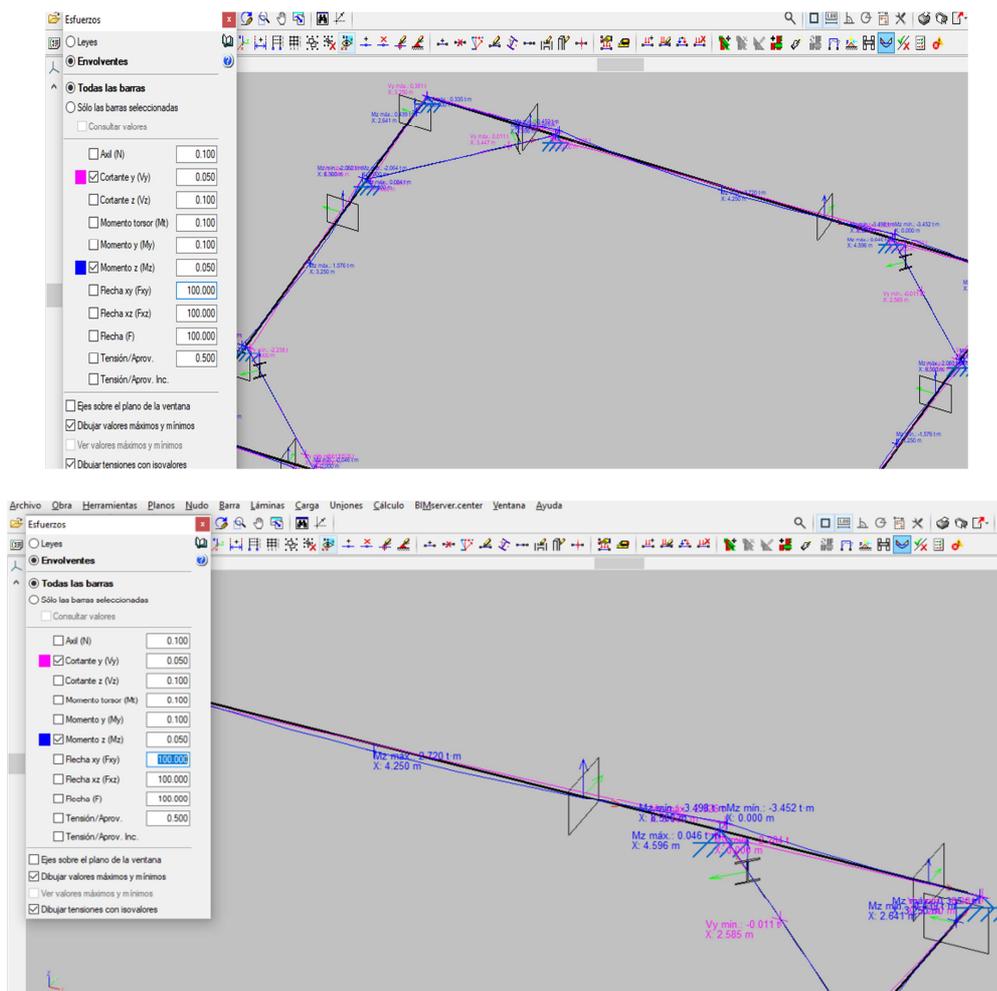
10	Cercos	4 ramas Ø12 c 30
Armadura sección FF(extremos de viga larga eje X)		
11	Armado superior	8 Ø20
12	Armado inferior	8 Ø20
13a	Armado exterior	10 Ø20
13b	Armado exterior refuerzo	N/A
14a	Armado interior	10 Ø20
14b	Armado interior refuerzo	N/A
15	Cercos	4 ramas Ø12 c 30

El detalle de los cálculos se adjunta en el apartado "listados de cálculo".

5.8.1.3. Cálculo de la viga intermedia (puntal-2)

Para el armado de la viga de atado superior de 0,80 m de ancho y 0,6 m de alto en una longitud máxima de 15,0 m. Se dispone de codales HEB-300 a una distancia de 2,45 m.

Se considera una viga biempotrada de 15 m con una carga lineal del terreno de 0,51 t.m.



Se calculan los momentos y cortante:

M_d de viga en extremos = 3,5 t.m

M_d de viga en centro de vano = 2,7 t.m

Cortante = 2,5 t

Se entra en el prontuario de el C.E. y se adoptan los siguientes valores:

Sección: VIGAINF

Comprobación Dimensionamiento Diagrama de Flexión

Propuesta de armado Plano de agotamiento

At [cm²] = 13.4

	ø 12	ø 14	ø 16	ø 20	ø 25
nº total de Ø	12	9	7	5	3
nº de capas	1	1	1	1	1
At[cm²]	13.6	13.9	14.1	15.7	14.7
wk [mm]*	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04

Ac [cm²] = 0.0

	ø 12	ø 14	ø 16	ø 20	ø 25
nº total de Ø					
nº de capas					
Ac[cm²]					

(*) Los valores de la abertura característica de fisura son meramente orientativos. Se han calculado suponiendo un coeficiente global de mayoración de 1.50 y una proporción carga cuasi-permanente / carga total= 80%

Md [kN.m]

Sección: VIGAINF

Comprobación Dimensionamiento Diagrama de Flexión

Propuesta de armado Plano de agotamiento

At [cm²] = 13.4

	ø 12	ø 14	ø 16	ø 20	ø 25
nº total de Ø	12	9	7	5	3
nº de capas	1	1	1	1	1
At[cm²]	13.6	13.9	14.1	15.7	14.7
wk [mm]*	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03

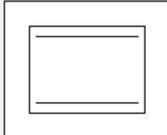
Ac [cm²] = 0.0

	ø 12	ø 14	ø 16	ø 20	ø 25
nº total de Ø					
nº de capas					
Ac[cm²]					

(*) Los valores de la abertura característica de fisura son meramente orientativos. Se han calculado suponiendo un coeficiente global de mayoración de 1.50 y una proporción carga cuasi-permanente / carga total= 80%

Md [kN.m]

Sección: VIGAINF



P_f [%]: 3
 b_0 [m]: 0.80
 d [m]: 0.53
 z [m]: 0.48

Con armadura de cortante
 Sin armadura de cortante

Control normal hormigón
 Control indirecto hormigón

Armadura de compresión
 Diámetro de la armadura comprimida: 12 [mm]

Inclinación de las bielas
 $\text{ctg } \theta$: 1.0 θ [°]: 45

Inclinación de las armaduras
 α [°]: 90.0

Axil de cálculo (compresión +)
 N_d [kN]: 0.0
 σ_{cd} [MPa]: 0.0
 $P_{\text{comprimida}}$ [%]: 0.0

Tensiones elásticas de cálculo (compresión +)
 σ_{xd} [MPa]: 0.0
 σ_{yd} [MPa]: 0.0
 θ_e [°]: 45.0

Comprobación Dimensionamiento

ϕ [mm]	$\phi 6$	$\phi 8$	$\phi 10$	$\phi 12$
s [m]	0.10	0.25	0.30	0.30
n° ramas	4	4	4	4
A_{α} [cm ² /m]	11.3	8.0	10.5	15.1
TIPO	2	2	2	2
V_{su} [kN]	215.8	153.5	199.8	287.7
V_{u2} [kN]	—	—	—	—

TIPO 1:  TIPO 2: 

V_{u1} [kN]: 2544.0 A_{α} [cm²/m]: 7.7
 V_{cu} [kN]: 142.4

V_d [kN]: 25

Armadura sección GG(centro viga larga eje X)

16	Armado superior	6 Ø20
17	Armado inferior	6 Ø20
18a	Armado exterior	5 Ø20
18b	Armado exterior refuerzo	N/A
19a	Armado interior	5 Ø20
19b	Armado interior refuerzo	N/A
20	Cercos	4 ramas Ø12 c 30

Armadura sección HH(centro viga corta eje Y)

21	Armado superior	6 Ø20
22	Armado inferior	6 Ø20
23a	Armado exterior	5 Ø20
23b	Armado exterior refuerzo	N/A
24a	Armado interior	5 Ø20
24b	Armado interior refuerzo	N/A
25	Cercos	4 ramas Ø12 c 30

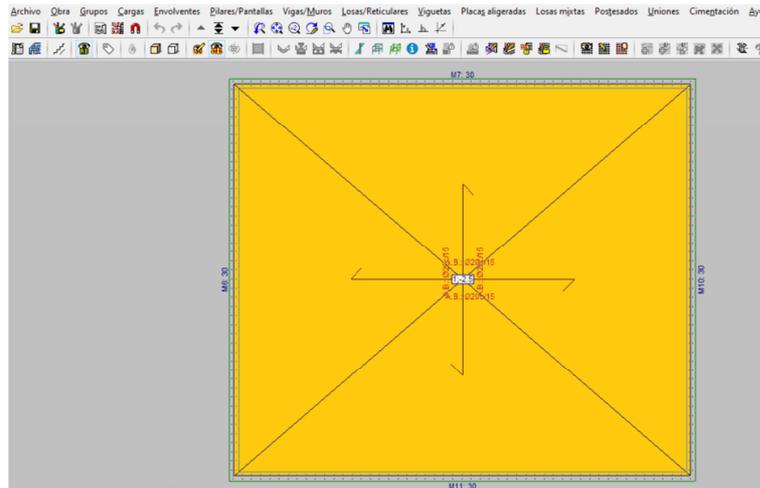
El detalle de los cálculos se adjunta en el apartado "listados de cálculo".

5.8.1.4. Cálculo de la losa

A efectos de cálculo y conforme a la información geotécnica se verifica que la pantalla empotra en gravas y bolos fuertemente cementados cuya permeabilidad disminuye considerablemente con la profundidad. Bajo este aluvial cementado, se encuentran margas de baja permeabilidad por lo que la subpresión que se generará en la fase de construcción para la ejecución de las hincas será muy baja.

A efectos de cálculo resultaría muy conservador considerar la subpresión generada por la diferencia de cota con el nivel freático y por lo tanto sólo se considerará una posible subpresión de 2,5 t/m², en vez de la que saldría del cálculo en suelos permeables.

Se procee al cálculo de una losa empotrada de dimensión interior 15,0 x 13,0 m y espesor 0,4 m a la que se aplica una carga de 2,5 t/m².



Se adopta la siguiente armadura para estar del lado de la seguridad.

26	Armado superior	# Ø20/15
27	Armado inferior	# Ø20/15

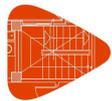
Para determinar la barra de atado se calcula el esfuerzo a cortante entre la losa y pantalla y se calcula el número de redondos necesarios mínimos:

Cortante (t/m ²)	2,5
Ancho (m)	15
Cortante en extremos	18,75
Coef acero	1,15
fy (acero) t/m ²	51000
redondo (mm)	16
Ac = área del redondo	0,00020096
Resistencia del redondo (t)	5,145425926
Nº redondos mínimos por metro	4
Nº redondos por sección	2
Separación min. entre redondos (m)	0,5
Separación adoptada (m)	0,4

COMPROBACIÓN DE LA PANTALLA DE LA HINCA DE FFCC

ÍNDICE

1. NORMA Y MATERIALES	2
2. ACCIONES	2
3. DATOS GENERALES	2
4. DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	2
5. SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO	3
6. GEOMETRÍA	3
7. ESQUEMA DE LAS FASES	4
8. CARGAS	7
9. ELEMENTOS DE APOYO	7
10. RESULTADOS DE LAS FASES	7
11. RESULTADOS PARA LOS ELEMENTOS DE APOYO	9
12. DESCRIPCIÓN DEL ARMADO	10
13. COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA	10
14. COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (COEFICIENTES DE SEGURIDAD)	12
15. MEDICIÓN	12



Selección de listados

modelización muro largo arqueta de hinca

Fecha: 26/12/24

1. NORMA Y MATERIALES

Norma de hormigón: Código Estructural

Hormigón: HA-30, $Y_c=1.5$

Acero: B 500 S, $Y_s=1.15$

Clase de exposición: Clase XC2+XA2

Recubrimiento geométrico: 7.0 cm

Tamaño máximo del árido: 12 mm

2. ACCIONES

Mayoración esfuerzos en construcción: 1.60

Mayoración esfuerzos en servicio: 1.60

Sin análisis sísmico

Sin considerar acciones térmicas en puntales

3. DATOS GENERALES

Cota de la rasante: 0.00 m

Altura del muro sobre la rasante: 0.00 m

Tipología: Muro pantalla de hormigón armado

4. DESCRIPCIÓN DEL TERRENO

Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el trasdós del muro pantalla: 25.0 %

Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el intradós del muro pantalla: 25.0 %

Profundidad del nivel freático: 1.06 m

ESTRATOS

Referencias	Cota superior	Descripción	Coefficientes de empuje
1 - gravas y bolos	0.00 m	Densidad aparente: 2.1 kg/dm ³ Densidad sumergida: 1.0 kg/dm ³ Ángulo rozamiento interno: 38 grados Cohesión: 0.00 t/m ² Módulo de balasto empuje activo: 3500.0 t/m ³ Módulo de balasto empuje pasivo: 3500.0 t/m ³ Gradiente módulo de balasto: 0.0 t/m ⁴	Activo trasdós: 0.22 Reposo trasdós: 0.38 Pasivo trasdós: 6.00 Activo intradós: 0.22 Reposo intradós: 0.38 Pasivo intradós: 6.00
2 - arcillas margosas terciario	-9.78 m	Densidad aparente: 2.2 kg/dm ³ Densidad sumergida: 1.1 kg/dm ³ Ángulo rozamiento interno: 30 grados Cohesión: 5.00 t/m ² Módulo de balasto empuje activo: 4000.0 t/m ³ Módulo de balasto empuje pasivo: 4000.0 t/m ³ Gradiente módulo de balasto: 0.0 t/m ⁴	Activo trasdós: 0.31 Reposo trasdós: 0.50 Pasivo trasdós: 3.77 Activo intradós: 0.31 Reposo intradós: 0.50 Pasivo intradós: 3.77
3 - Terciario	-24.06 m	Densidad aparente: 2.2 kg/dm ³ Densidad sumergida: 1.1 kg/dm ³ Ángulo rozamiento interno: 30 grados Cohesión: 5.00 t/m ² Módulo de balasto empuje activo: 5000.0 t/m ³ Módulo de balasto empuje pasivo: 5000.0 t/m ³ Gradiente módulo de balasto: 0.0 t/m ⁴	Activo trasdós: 0.31 Reposo trasdós: 0.50 Pasivo trasdós: 3.77 Activo intradós: 0.31 Reposo intradós: 0.50 Pasivo intradós: 3.77

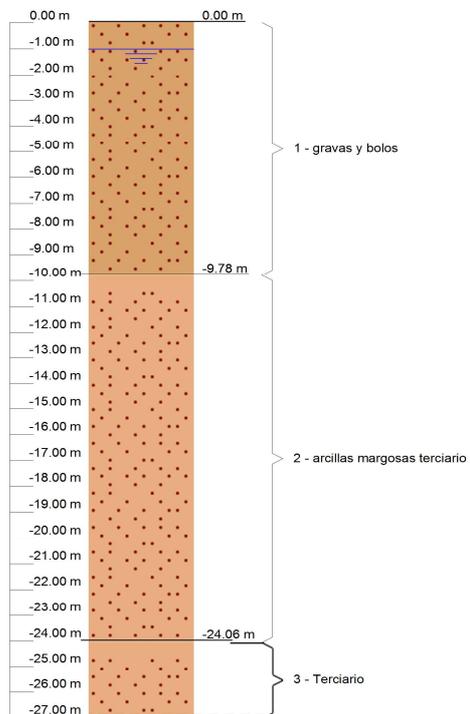


Selección de listados

modelización muro largo arqueta de hinca

Fecha: 26/12/24

5. SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO



6. GEOMETRÍA

Altura total: 16.00 m
Espesor: 100 cm
Longitud tramo: 2.50 m

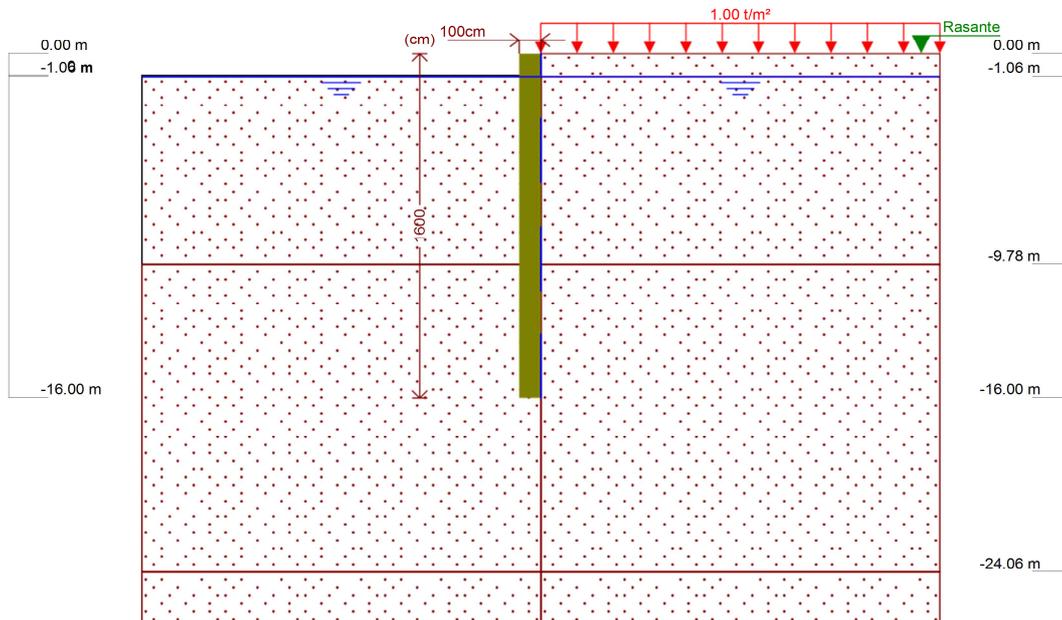


Selección de listados

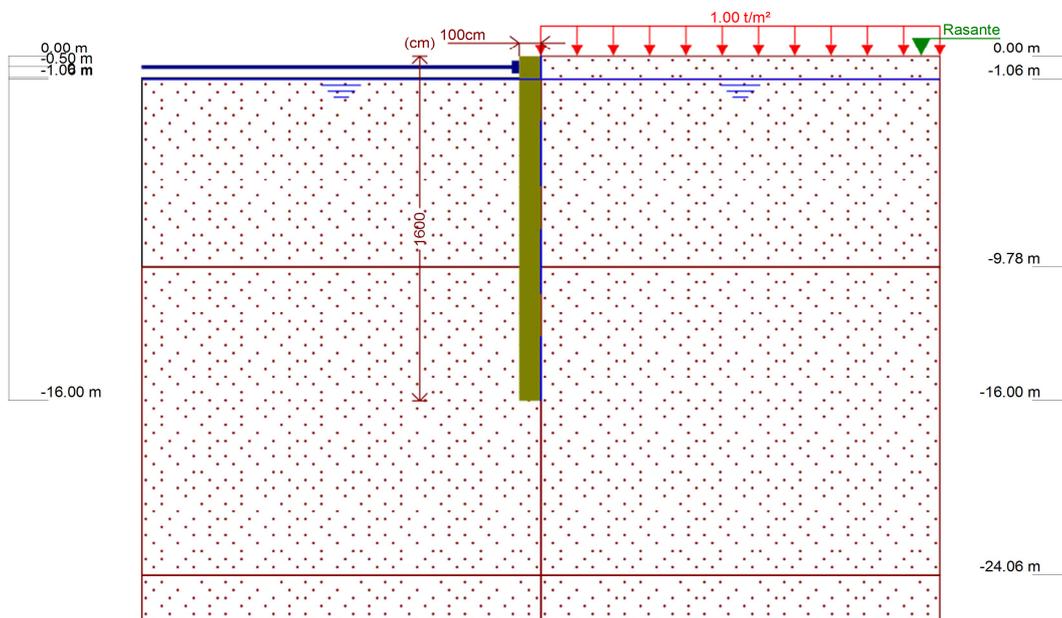
modelización muro largo arqueta de hinca

Fecha: 26/12/24

7. ESQUEMA DE LAS FASES



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 1	1ª excavación	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -1.00 m Con nivel freático trasdós hasta la cota: -1.06 m Con nivel freático intradós hasta la cota: -1.06 m



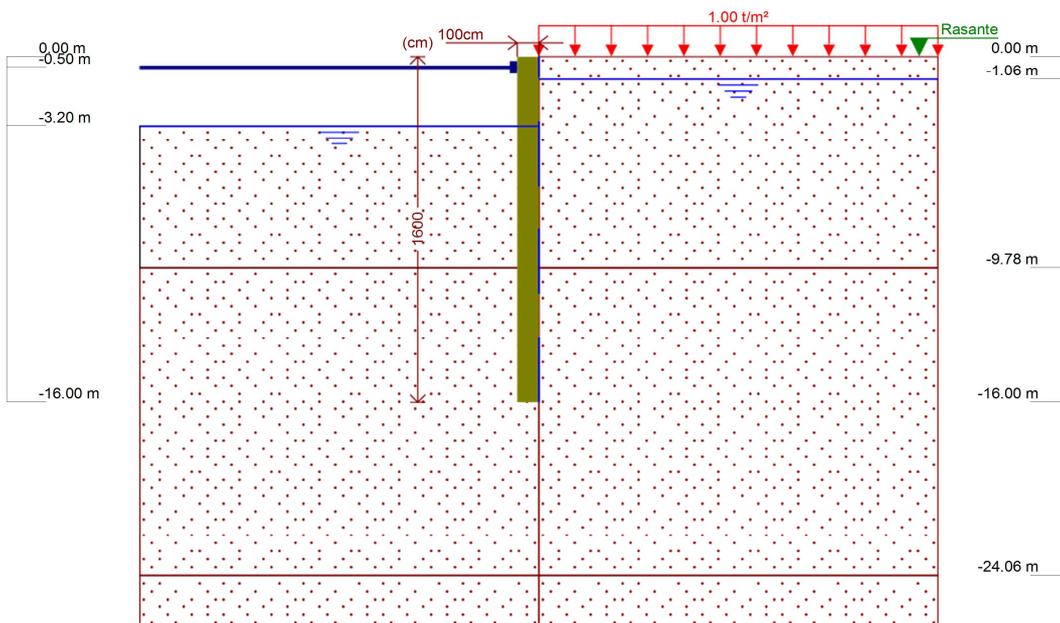
Referencias	Nombre	Descripción
Fase 2	Colocación 1er puntal	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -1.00 m Con nivel freático trasdós hasta la cota: -1.06 m Con nivel freático intradós hasta la cota: -1.06 m



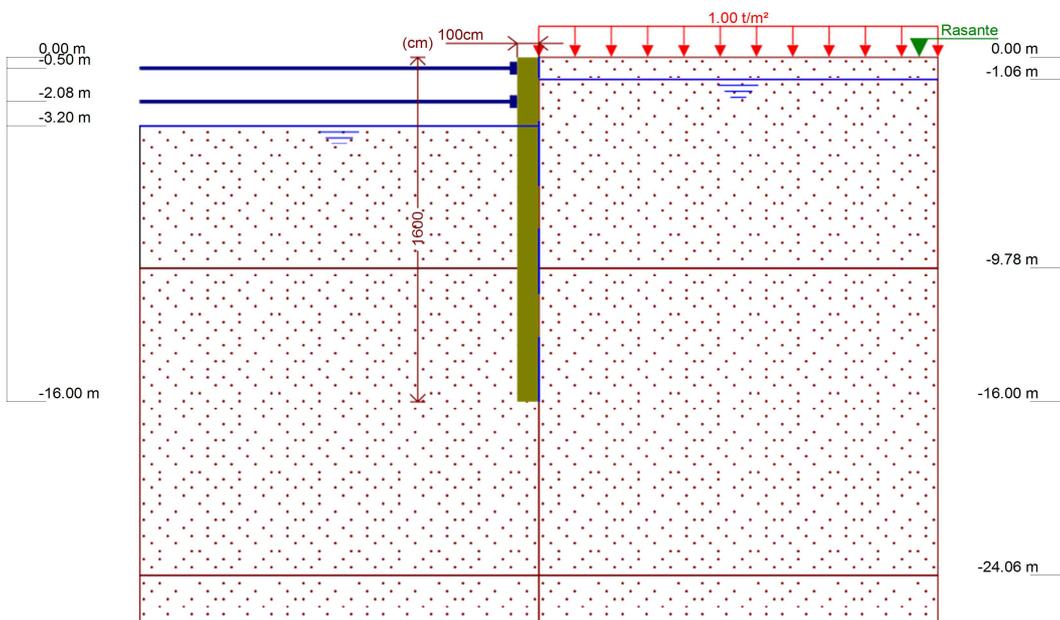
Selección de listados

modelización muro largo arqueta de hinca

Fecha: 26/12/24



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 3	2ª excavación	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -3.20 m Con nivel freático trasdós hasta la cota: -1.06 m Con nivel freático intradós hasta la cota: -3.20 m



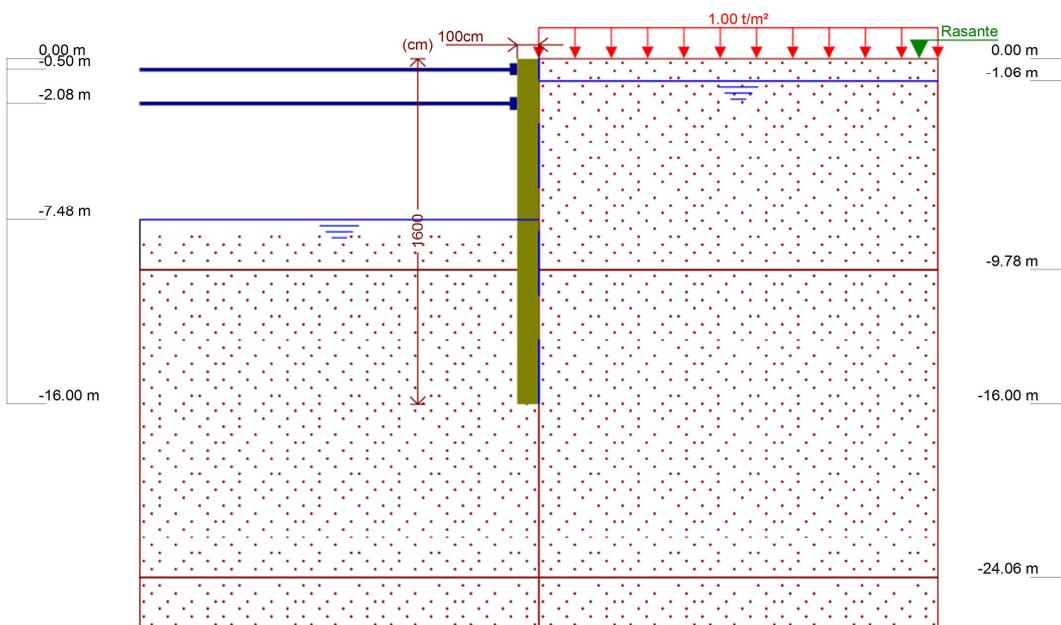
Referencias	Nombre	Descripción
Fase 4	Colocación 2º puntal	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -3.20 m Con nivel freático trasdós hasta la cota: -1.06 m Con nivel freático intradós hasta la cota: -3.20 m



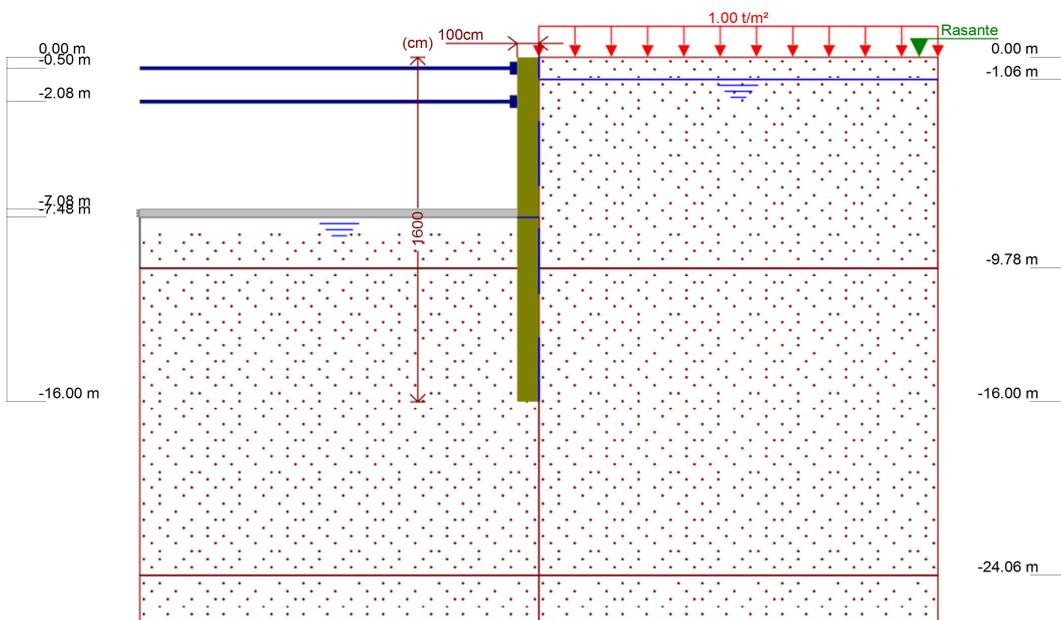
Selección de listados

modelización muro largo arqueta de hinca

Fecha: 26/12/24



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 5	Excavación total	Tipo de fase: Servicio Cota de excavación: -7.48 m Con nivel freático trasdós hasta la cota: -1.06 m Con nivel freático intradós hasta la cota: -7.48 m



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 6	Solera	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -7.48 m Con nivel freático trasdós hasta la cota: -1.06 m Con nivel freático intradós hasta la cota: -7.48 m



Selección de listados

modelización muro largo arqueta de hinca

Fecha: 26/12/24

8. CARGAS

CARGAS EN EL TRASDÓS

Tipo	Cota	Datos	Fase inicial	Fase final
Uniforme	En superficie	Valor: 1 t/m ²	1ª excavación	Solera

9. ELEMENTOS DE APOYO

PUNTALES

Descripción	Fase inicial	Fase final
Cota: -0.50 m Rigidez axil: 11100 t/m Separación: 8.5 m	Colocación 1er puntal	Solera
Cota: -2.08 m Rigidez axil: 3200 t/m Separación: 8.5 m	Colocación 2º puntal	Solera

FORJADOS

Descripción	Fase de construcción	Fase de servicio
Cota: -7.08 m Canto: 40 cm Cortante fase constructiva: 0 t/m Cortante fase de servicio: 0 t/m Rigidez axil: 1000000 t/m ²	Solera	Solera

10. RESULTADOS DE LAS FASES

Esfuerzos sin mayorar.

FASE 1: 1ª EXCAVACIÓN

BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m ²)	Presión hidrostática (t/m ²)
0.00	-0.25	-0.00	0.03	-0.00	0.22	0.00
-1.50	-0.22	3.75	0.50	0.44	-0.19	0.00
-3.00	-0.20	7.50	0.15	0.89	-0.20	0.00
-4.50	-0.18	11.25	-0.06	0.91	-0.08	0.00
-6.00	-0.17	15.00	-0.13	0.74	-0.02	0.00
-7.50	-0.17	18.75	-0.15	0.53	-0.01	0.00
-9.00	-0.17	22.50	-0.17	0.29	-0.03	0.00
-10.50	-0.18	26.25	-0.15	0.01	0.11	0.00
-12.00	-0.19	30.00	-0.02	-0.10	0.06	0.00
-13.50	-0.19	33.75	0.03	-0.08	0.02	0.00
-15.00	-0.20	37.50	0.03	-0.02	-0.02	0.00
Máximos	-0.17 Cota: -7.25 m	40.00 Cota: -16.00 m	0.54 Cota: -1.25 m	0.94 Cota: -3.75 m	0.68 Cota: -1.00 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínimos	-0.25 Cota: 0.00 m	-0.00 Cota: 0.00 m	-0.21 Cota: -10.00 m	-0.10 Cota: -12.25 m	-0.27 Cota: -2.25 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 2: COLOCACIÓN 1ER PUNTAL

BÁSICA



Selección de listados

modelización muro largo arqueta de hinca

Fecha: 26/12/24

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m ²)	Presión hidrostática (t/m ²)
0.00	-0.25	-0.00	0.03	-0.00	0.22	0.00
-1.50	-0.22	3.75	0.50	0.44	-0.19	0.00
-3.00	-0.20	7.50	0.15	0.89	-0.20	0.00
-4.50	-0.18	11.25	-0.06	0.91	-0.08	0.00
-6.00	-0.17	15.00	-0.13	0.74	-0.02	0.00
-7.50	-0.17	18.75	-0.15	0.53	-0.01	0.00
-9.00	-0.17	22.50	-0.17	0.29	-0.03	0.00
-10.50	-0.18	26.25	-0.15	0.01	0.11	0.00
-12.00	-0.19	30.00	-0.02	-0.10	0.06	0.00
-13.50	-0.19	33.75	0.03	-0.08	0.02	0.00
-15.00	-0.20	37.50	0.03	-0.02	-0.02	0.00
Máximos	-0.17 Cota: -7.25 m	40.00 Cota: -16.00 m	0.54 Cota: -1.25 m	0.94 Cota: -3.75 m	0.68 Cota: -1.00 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínimos	-0.25 Cota: 0.00 m	-0.00 Cota: 0.00 m	-0.21 Cota: -10.00 m	-0.10 Cota: -12.25 m	-0.27 Cota: -2.25 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 3: 2ª EXCAVACIÓN

BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m ²)	Presión hidrostática (t/m ²)
0.00	-2.06	-0.00	0.03	-0.00	0.22	0.00
-1.50	-1.82	3.75	-1.50	-1.76	0.81	0.44
-3.00	-1.57	7.50	1.52	-1.70	1.14	1.94
-4.50	-1.30	11.25	2.76	2.84	-3.60	2.14
-6.00	-1.06	15.00	0.97	5.31	-3.00	2.14
-7.50	-0.87	18.75	-0.02	5.81	-2.57	2.14
-9.00	-0.73	22.50	-0.50	5.31	-2.33	2.14
-10.50	-0.64	26.25	-0.90	4.29	-2.47	2.14
-12.00	-0.60	30.00	-1.12	2.67	-2.08	2.14
-13.50	-0.57	33.75	-0.89	1.16	-1.89	2.14
-15.00	-0.56	37.50	-0.44	0.20	-1.78	2.14
Máximos	-0.55 Cota: -16.00 m	40.00 Cota: -16.00 m	3.48 Cota: -4.00 m	5.82 Cota: -7.25 m	1.14 Cota: -3.00 m	2.14 Cota: -3.25 m
Mínimos	-2.06 Cota: 0.00 m	-0.00 Cota: 0.00 m	-2.05 Cota: -0.75 m	-2.34 Cota: -2.25 m	-3.71 Cota: -4.25 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 4: COLOCACIÓN 2º PUNTAL

BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m ²)	Presión hidrostática (t/m ²)
0.00	-2.06	-0.00	0.03	-0.00	0.22	0.00
-1.50	-1.82	3.75	-1.50	-1.76	0.81	0.44
-2.75	-1.62	6.87	0.83	-2.08	1.08	1.69
-4.25	-1.35	10.62	3.15	2.15	-3.71	2.14
-5.75	-1.10	14.37	1.21	5.06	-3.08	2.14
-7.25	-0.90	18.12	0.10	5.82	-2.63	2.14
-8.75	-0.75	21.87	-0.44	5.44	-2.36	2.14
-10.25	-0.66	25.62	-0.79	4.51	-2.56	2.14
-11.75	-0.60	29.37	-1.12	2.95	-2.13	2.14
-13.25	-0.57	33.12	-0.95	1.38	-1.91	2.14
-14.75	-0.56	36.87	-0.52	0.31	-1.79	2.14
Máximos	-0.55 Cota: -16.00 m	40.00 Cota: -16.00 m	3.48 Cota: -4.00 m	5.82 Cota: -7.25 m	1.14 Cota: -3.00 m	2.14 Cota: -3.25 m
Mínimos	-2.06 Cota: 0.00 m	-0.00 Cota: 0.00 m	-2.05 Cota: -0.75 m	-2.34 Cota: -2.25 m	-3.71 Cota: -4.25 m	0.00 Cota: 0.00 m



Selección de listados

modelización muro largo arqueta de hinca

Fecha: 26/12/24

FASE 5: EXCAVACIÓN TOTAL

BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m ²)	Presión hidrostática (t/m ²)
0.00	-9.84	-0.00	0.03	0.00	0.22	0.00
-1.50	-9.80	3.75	-11.74	-12.00	0.81	0.44
-2.75	-9.69	6.87	-12.44	-27.15	1.08	1.69
-4.25	-9.33	10.62	-7.14	-41.51	1.41	3.19
-5.75	-8.58	14.37	0.91	-45.50	1.74	4.69
-7.25	-7.40	18.12	11.71	-35.02	2.08	6.19
-8.75	-5.89	21.87	20.70	-8.26	-5.22	6.42
-10.25	-4.31	25.62	15.30	20.77	-18.66	6.42
-11.75	-2.93	29.37	0.02	29.47	-13.94	6.42
-13.25	-1.82	33.12	-8.87	21.05	-9.71	6.42
-14.75	-0.90	36.87	-9.11	6.19	-2.39	6.42
Máximos	-0.19 Cota: -16.00 m	40.00 Cota: -16.00 m	21.00 Cota: -9.00 m	29.47 Cota: -11.75 m	3.33 Cota: -16.00 m	6.42 Cota: -7.50 m
Mínimos	-9.84 Cota: 0.00 m	-0.00 Cota: 0.00 m	-13.60 Cota: -2.25 m	-45.73 Cota: -5.50 m	-19.55 Cota: -10.00 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 6: SOLERA

BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m ²)	Presión hidrostática (t/m ²)
0.00	-9.84	-0.00	0.03	-0.00	0.22	0.00
-1.50	-9.80	3.75	-11.74	-12.00	0.81	0.44
-2.75	-9.69	6.87	-12.44	-27.15	1.08	1.69
-4.25	-9.33	10.62	-7.14	-41.51	1.41	3.19
-5.75	-8.58	14.37	0.91	-45.50	1.74	4.69
-7.25	-7.40	18.12	11.71	-35.02	2.08	6.19
-8.50	-6.16	21.25	20.04	-13.43	-3.77	6.42
-10.00	-4.57	25.00	18.59	16.94	-19.55	6.42
-11.50	-3.14	28.75	2.08	29.47	-14.65	6.42
-13.00	-1.98	32.50	-7.76	23.27	-10.86	6.42
-14.50	-1.05	36.25	-9.83	8.46	-3.55	6.42
-16.00	-0.19	40.00	-1.22	0.00	3.33	6.42
Máximos	-0.19 Cota: -16.00 m	40.00 Cota: -16.00 m	21.00 Cota: -9.00 m	29.47 Cota: -11.75 m	3.33 Cota: -16.00 m	6.42 Cota: -7.50 m
Mínimos	-9.84 Cota: 0.00 m	-0.00 Cota: 0.00 m	-13.60 Cota: -2.25 m	-45.73 Cota: -5.50 m	-19.55 Cota: -10.00 m	0.00 Cota: 0.00 m

11. RESULTADOS PARA LOS ELEMENTOS DE APOYO

Esfuerzos sin mayorar.



Selección de listados

modelización muro largo arqueta de hinca

Fecha: 26/12/24

Puntales

Cota: -0.50 m	
Fase	Resultado
Colocación 1er puntal	Carga puntual: 0.00 t Carga lineal: 0.00 t/m
2ª excavación	Carga puntual: 19.30 t Carga lineal: 2.27 t/m
Colocación 2º puntal	Carga puntual: 19.30 t Carga lineal: 2.27 t/m
Excavación total	Carga puntual: 106.35 t Carga lineal: 12.51 t/m
Solera	Carga puntual: 106.35 t Carga lineal: 12.51 t/m

Cota: -2.08 m	
Fase	Resultado
Colocación 2º puntal	Carga puntual: 0.00 t Carga lineal: 0.00 t/m
Excavación total	Carga puntual: 25.71 t Carga lineal: 3.03 t/m
Solera	Carga puntual: 25.71 t Carga lineal: 3.03 t/m

Forjados

Cota: -7.08 m	
Fase	Resultado
Solera	Carga lineal: 0.46 t/m

12. DESCRIPCIÓN DEL ARMADO

Armado vertical trasdós	Armado vertical intradós	Armado base horizontal	Rigidizador vertical	Rigidizador horizontal
Ø20c/30 Refuerzos: - Ø16 L(610), D(870) D: Distancia desde coronación	Ø16c/15 Refuerzos: - Ø12 L(790), D(130) D: Distancia desde coronación	Ø12c/20	2Ø20	7Ø20

13. COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA

Referencia: Hinca FCC Alsasua pozo ataque (modelización muro largo arqueta de hinca)		
Comprobación	Valores	Estado
Recubrimiento:	Mínimo: 7 cm Calculado: 7 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales:	Mínimo: 2 cm Calculado: 18.8 cm	Cumple
Separación máxima armaduras horizontales:	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara:	Mínimo: 0.001 Calculado: 0.00113	Cumple
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara: <i>Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano". (Cuantía horizontal > 20% Cuantía vertical)</i>	Mínimo: 0.00041 Calculado: 0.00056	Cumple
Longitud de patilla horizontal: <i>La longitud de la patilla debe ser, como mínimo, 12 veces el diámetro. Criterio de J. Calavera, "Manual de Detalles Constructivos en Obras de Hormigón Armado".</i>	Mínimo: 14 cm Calculado: 62 cm	Cumple



Selección de listados

modelización muro largo arqueta de hinca

Fecha: 26/12/24

Referencia: Hinca FCC Alsasua pozo ataque (modelización muro largo arqueta de hinca)		
Comprobación	Valores	Estado
Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada: - Trasdós: - Intradós:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.00104 Calculado: 0.00134	Cumple Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida: - Trasdós: - Intradós:	Mínimo: 0.00027 Calculado: 0.00104 Calculado: 0.00134	Cumple Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada: - Trasdós: - Intradós:	Mínimo: 0.0011 Calculado: 0.00171 Calculado: 0.00209	Cumple Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara comprimida: - Trasdós: - Intradós:	Mínimo: 8e-005 Calculado: 0.00104 Calculado: 0.00134	Cumple Cumple
Separación libre mínima armaduras verticales: - Trasdós, vertical: - Intradós, vertical:	Mínimo: 2 cm Calculado: 13.2 cm Calculado: 6.1 cm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: - Armadura vertical Trasdós, vertical: - Armadura vertical Intradós, vertical:	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm Calculado: 15 cm	Cumple Cumple
Comprobación a flexión compuesta: <i>Comprobación realizada por módulo de pantalla</i>		Cumple
Comprobación a cortante:	Máximo: 83.2 t Calculado: 80 t	Cumple
Comprobación de fisuración:	Máximo: 0.3 mm Calculado: 0.3 mm	Cumple
Longitud de solapes: - Base trasdós: - Base intradós:	Mínimo: 0.72 m Calculado: 0.75 m Mínimo: 0.8 m Calculado: 0.8 m	Cumple Cumple
Rigidizadores horizontales: - Diámetro mínimo: <i>Criterio de CYPE. El diámetro del rigidizador debe ser como mínimo igual al mayor diámetro de la armadura base vertical.</i> - Separación máxima: <i>Criterio NTE. Acondicionamiento del Terreno. Cimentaciones.</i>	Mínimo: 20 mm Calculado: 20 mm Máximo: 2.5 m Calculado: 2.28 m	Cumple Cumple
Rigidizadores verticales: - Diámetro mínimo: <i>Criterio de CYPE. El diámetro del rigidizador debe ser como mínimo igual al mayor diámetro de la armadura base vertical.</i> - Separación máxima: <i>Criterio NTE. Acondicionamiento del Terreno. Cimentaciones.</i>	Mínimo: 20 mm Calculado: 20 mm Máximo: 1.5 m Calculado: 1.25 m	Cumple Cumple
Información adicional: - Sección crítica a flexión compuesta: Cota: -5.50 m, Md: -182.92 t·m, Nd: 55.00 t, Vd: -2.47 t, Tensión máxima del acero: 4.432 t/cm ²		



Selección de listados

modelización muro largo arqueta de hinca

Fecha: 26/12/24

Referencia: Hinca FCC Alsasua pozo ataque (modelización muro largo arqueta de hinca)		
Comprobación	Valores	Estado
<ul style="list-style-type: none"> - Sección crítica a cortante: Cota: -9.00 m - Sección con la máxima abertura de fisuras: Cota: -5.50 m, M: -114.32 t·m, N: 34.37 t - Los esfuerzos están mayorados y corresponden al ancho total del tramo definido. (Longitud tramo: 2.50 m) 		

14. COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (COEFICIENTES DE SEGURIDAD)

Referencia: Comprobaciones de estabilidad (Coeficientes de seguridad): Hinca FCC Alsasua pozo ataque (modelización muro largo arqueta de hinca)		
Comprobación	Valores	Estado
<p>Relación entre el momento originado por los empujes pasivos en el intradós y el momento originado por los empujes activos en el trasdós:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hipótesis básica: <i>Valor introducido por el usuario.</i> - 1ª excavación: - Colocación 1er puntal: - 2ª excavación: - Colocación 2º puntal: - Excavación total: - Solera: <p>⁽¹⁾ Existe más de un apoyo.</p>	<p>Mínimo: 1.67</p> <p>Calculado: 22.089</p> <p>Calculado: 75.502</p> <p>Calculado: 15.816</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>No procede⁽¹⁾</p> <p>No procede⁽¹⁾</p> <p>No procede⁽¹⁾</p>
<p>Relación entre el empuje pasivo total en el intradós y el empuje realmente movilizado en el intradós:</p> <p><i>Valor introducido por el usuario.</i></p> <p>Hipótesis básica:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1ª excavación: - Colocación 1er puntal: - 2ª excavación: - Colocación 2º puntal: - Excavación total: - Solera: 	<p>Mínimo: 1.67</p> <p>Calculado: 10.15</p> <p>Calculado: 10.15</p> <p>Calculado: 6.421</p> <p>Calculado: 6.421</p> <p>Calculado: 3.059</p> <p>Calculado: 3.059</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
Se cumplen todas las comprobaciones		

15. MEDICIÓN

Referencia: Muro pantalla de hormigón armado		B 500 S, Ys=1.15			Total
Nombre de armado		Ø12	Ø16	Ø20	
Armado vertical trasdós	Longitud (m)			8x6.02	48.16
	Peso (kg)			8x14.85	118.77
Armado vertical trasdós	Longitud (m)			8x11.38	91.04
	Peso (kg)			8x28.06	224.52
Armado vertical trasdós - Refuerzos	Longitud (m)		7x6.10		42.70
	Peso (kg)		7x9.63		67.39
Armado vertical intradós	Longitud (m)		14x5.92		82.88
	Peso (kg)		14x9.34		130.81
Armado vertical intradós	Longitud (m)		14x11.53		161.42
	Peso (kg)		14x18.20		254.77
Armado vertical intradós - Refuerzos	Longitud (m)	13x7.90			102.70
	Peso (kg)	13x7.01			91.18



Selección de listados

modelización muro largo arqueta de hinca

Fecha: 26/12/24

Referencia: Muro pantalla de hormigón armado		B 500 S, Ys=1.15			Total
Nombre de armado		Ø12	Ø16	Ø20	
Junta lateral positiva	Longitud (m)		7x5.90		41.30
	Peso (kg)		7x9.31		65.18
Junta lateral positiva	Longitud (m)		7x11.53		80.71
	Peso (kg)		7x18.20		127.39
Junta lateral negativa	Longitud (m)		5x5.90		29.50
	Peso (kg)		5x9.31		46.56
Junta lateral negativa	Longitud (m)		5x11.53		57.65
	Peso (kg)		5x18.20		90.99
Armado horizontal	Longitud (m)	80x6.81			544.80
	Peso (kg)	80x6.05			483.69
Armado rigidizadores verticales	Longitud (m)			2x9.87	19.74
	Peso (kg)			2x24.34	48.68
Armado rigidizadores verticales	Longitud (m)			2x9.84	19.68
	Peso (kg)			2x24.27	48.53
Armado rigidizadores verticales	Longitud (m)			2x9.87	19.74
	Peso (kg)			2x24.34	48.68
Armado rigidizadores verticales	Longitud (m)			2x9.84	19.68
	Peso (kg)			2x24.27	48.53
Armado rigidizadores horizontales	Longitud (m)			14x4.18	58.52
	Peso (kg)			14x10.31	144.32
Totales	Longitud (m)	647.50	496.16	276.56	
	Peso (kg)	574.87	783.09	682.03	2039.99
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	712.25	545.78	304.22	
	Peso (kg)	632.36	861.40	750.23	2243.99

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

Elemento	B 500 S, Ys=1.15 (kg)				Hormigón (m³)
	Ø12	Ø16	Ø20	Total	HA-30, Yc=1.5
Referencia: Muro pantalla de hormigón armado	632.36	861.40	750.23	2243.99	40.00
Totales	632.36	861.40	750.23	2243.99	40.00

COMPROBACIÓN DE CODALES

ÍNDICE

1. DATOS DE OBRA	2
1.1. Normas consideradas	2
1.2. Estados límite	2
1.2.1. Situaciones de proyecto.....	2
1.2.2. Combinaciones	4
1.3. Resistencia al fuego	4
2. ESTRUCTURA	4
2.1. Geometría	4
2.1.1. Nudos.....	4
2.1.2. Barras	5
2.2. Resultados	8
2.2.1. Barras	8



1. DATOS DE OBRA

1.1. Normas consideradas

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

Hormigón: Código Estructural

1.2. Estados límite

E.L.U. de rotura. Hormigón	CTE
E.L.U. de rotura. Acero laminado	Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Desplazamientos	Acciones características

1.2.1. Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

G_k Acción permanente

P_k Acción de pretensado

Q_k Acción variable

γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

γ_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado

$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

$\Psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$\Psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón: Código Estructural

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.350	-	-



Listados

para pozode hinca Río Ebro

Fecha: 26/12/24

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.350	-	-

E.L.U. de rotura. Acero laminado: CTE DB SE-A

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Empujes del terreno (H)	0.700	1.350	-	-

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Empujes del terreno (H)	0.700	1.350	-	-

Accidental de incendio				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.000	-	-

Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.000	-	-

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.000	-	-



1.2.2. Combinaciones

▪ Nombres de las hipótesis

PP Peso propio

H 1 H 1

▪ E.L.U. de rotura. Hormigón

Comb.	PP	H 1
1	1.000	1.000
2	1.350	1.000
3	1.000	1.350
4	1.350	1.350

▪ E.L.U. de rotura. Acero laminado

1. Coeficientes para situaciones persistentes o transitorias

Comb.	PP	H 1
1	0.800	0.700
2	1.350	0.700
3	0.800	1.350
4	1.350	1.350

2. Coeficientes para situaciones accidentales de incendio

Comb.	PP	H 1
1	1.000	1.000

▪ Desplazamientos

Comb.	PP	H 1
1	1.000	1.000

1.3. Resistencia al fuego

Perfiles de acero

Norma: CTE DB SI. Anejo D: Resistencia al fuego de los elementos de acero.

Resistencia requerida: R 15

2. ESTRUCTURA

2.1. Geometría

2.1.1. Nudos

Referencias:

 $\Delta_x, \Delta_y, \Delta_z$: Desplazamientos prescritos en ejes globales. $\theta_x, \theta_y, \theta_z$: Giros prescritos en ejes globales.Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.



Listados

para pozode hinca Río Ebro

Fecha: 26/12/24

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N1	0.000	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N2	0.000	13.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N3	15.000	13.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N4	15.000	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N5	0.000	9.750	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N6	3.250	13.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N7	11.750	13.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N8	15.000	9.750	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N9	11.750	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N10	15.000	3.250	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N11	0.000	3.250	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N12	3.250	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado

2.1.2. Barras

2.1.2.1. Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E	ν	G	f_y	α_t	γ
Tipo	Designación	(kp/cm ²)		(kp/cm ²)	(kp/cm ²)	(m/m°C)	(t/m ³)
Acero laminado	S275	2140672.8	0.300	825688.1	2803.3	0.000012	7.850
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	291304.8	0.200	121377.0	-	0.000010	2.500

Notación:
E: Módulo de elasticidad
 ν : Módulo de Poisson
G: Módulo de cortadura
 f_y : Límite elástico
 α_t : Coeficiente de dilatación
 γ : Peso específico



Listados

para pozode hinc a Río Ebro

Fecha: 26/12/24

2.1.2.2. Descripción

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.} (m)	Lb _{Inf.} (m)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	N5/N6	N5/N6	HE 300 B (HEB)	4.596	1.00	1.00	-	-
		N8/N7	N8/N7	HE 300 B (HEB)	4.596	1.00	1.00	-	-
		N9/N10	N9/N10	HE 300 B (HEB)	4.596	1.00	1.00	-	-
		N12/N11	N12/N11	HE 300 B (HEB)	4.596	1.00	1.00	-	-
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	N1/N11	N1/N2	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N11/N5	N1/N2	105x100 (Viga descolgada rectangular)	6.500	1.00	1.00	-	-
		N5/N2	N1/N2	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N2/N6	N2/N3	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N6/N7	N2/N3	105x100 (Viga descolgada rectangular)	8.500	1.00	1.00	-	-
		N7/N3	N2/N3	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N4/N10	N4/N3	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N10/N8	N4/N3	105x100 (Viga descolgada rectangular)	6.500	1.00	1.00	-	-
		N8/N3	N4/N3	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N1/N12	N1/N4	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N12/N9	N1/N4	105x100 (Viga descolgada rectangular)	8.500	1.00	1.00	-	-
		N9/N4	N1/N4	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
<p>Notación:</p> <p>Ni: Nudo inicial</p> <p>Nf: Nudo final</p> <p>i_{xy}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'</p> <p>i_{xz}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'</p> <p>Lb_{Sup.}: Separación entre arriostramientos del ala superior</p> <p>Lb_{Inf.}: Separación entre arriostramientos del ala inferior</p>									

2.1.2.3. Características mecánicas



Listados

para pozode hinca Río Ebro

Fecha: 26/12/24

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N5/N6, N8/N7, N9/N10 y N12/N11
2	N1/N2, N2/N3, N4/N3 y N1/N4

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	Avy (cm ²)	Avz (cm ²)	Iyy (cm ⁴)	Izz (cm ⁴)	It (cm ⁴)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	HE 300 B, (HEB)	149.10	85.50	25.94	25170.00	8563.00	189.18
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	2	105x100, (Viga descolgada rectangular)	10500.00	8750.00	8750.00	8750000.00	9646875.00	15351000.00

Notación:
 Ref.: Referencia
 A: Área de la sección transversal
 Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'
 Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'
 Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'
 Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'
 It: Inercia a torsión
 Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

2.1.2.4. Tabla de medición

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m ³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
Acero laminado	S275	N5/N6	HE 300 B (HEB)	4.596	0.069	537.95
		N8/N7	HE 300 B (HEB)	4.596	0.069	537.95
		N9/N10	HE 300 B (HEB)	4.596	0.069	537.95
		N12/N11	HE 300 B (HEB)	4.596	0.069	537.95
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	N1/N2	105x100 (Viga descolgada rectangular)	13.000	13.650	34125.00
		N2/N3	105x100 (Viga descolgada rectangular)	15.000	15.750	39375.00
		N4/N3	105x100 (Viga descolgada rectangular)	13.000	13.650	34125.00
		N1/N4	105x100 (Viga descolgada rectangular)	15.000	15.750	39375.00

Notación:
 Ni: Nudo inicial
 Nf: Nudo final

2.1.2.5. Resumen de medición

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m ³)	Serie (m ³)	Material (m ³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
Acero laminado	S275	HEB	HE 300 B	18.385	18.385	18.385	0.274	0.274	0.274	2151.82	2151.82	2151.82
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	Viga descolgada rectangular	105x100	56.000	56.000	56.000	58.800	58.800	58.800	147000.00	147000.00	147000.00

2.1.2.6. Medición de superficies

Acero laminado: Medición de las superficies a pintar				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m ² /m)	Longitud (m)	Superficie (m ²)
HEB	HE 300 B	1.778	18.385	32.688
Total				32.688



Listados

para pozode hinca Río Ebro

Fecha: 26/12/24

Hormigón: Medición de las superficies de encofrado				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m ² /m)	Longitud (m)	Superficie (m ²)
Viga descolgada rectangular	105x100	4.100	56.000	229.600
			Total	229.600

2.2. Resultados

2.2.1. Barras

2.2.1.1. Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE													Estado		
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$NM_y M_z$	$NM_y M_z V_y V_z$	M_t		$M_y V_z$	$M_z V_y$
N5/N6	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 4.596 m $\eta = 0.8$	x: 4.596 m $\eta = 1.4$	x: 4.596 m $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.596 m $\eta = 2.2$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE pt = 2.2
N8/N7	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 4.596 m $\eta = 0.8$	x: 4.596 m $\eta = 1.4$	x: 4.596 m $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.596 m $\eta = 2.2$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE pt = 2.2
N9/N10	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 0.8$	x: 0 m $\eta = 1.4$	x: 0 m $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 2.2$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE pt = 2.2
N12/N11	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 0.8$	x: 0 m $\eta = 1.4$	x: 0 m $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 2.2$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE pt = 2.2

Notación:
 $\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez
 λ_w : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
 N_t : Resistencia a tracción
 N_c : Resistencia a compresión
 M_y : Resistencia a flexión eje Y
 M_z : Resistencia a flexión eje Z
 V_z : Resistencia a corte Z
 V_y : Resistencia a corte Y
 $M_y V_z$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
 $M_z V_y$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
 $NM_y M_z$: Resistencia a flexión y axil combinados
 $NM_y M_z V_y V_z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
 M_t : Resistencia a torsión
 $M_y V_z$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
 $M_z V_y$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
 η : Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.
⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.
⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.
⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
⁽⁵⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO													Estado
	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$NM_y M_z$	$NM_y M_z V_y V_z$	M_t	$M_y V_z$	$M_z V_y$	
N5/N6	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 4.596 m $\eta = 0.9$	x: 4.596 m $\eta = 1.7$	x: 4.596 m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.596 m $\eta = 2.6$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE pt = 2.6
N8/N7	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 4.596 m $\eta = 0.9$	x: 4.596 m $\eta = 1.7$	x: 4.596 m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.596 m $\eta = 2.6$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE pt = 2.6
N9/N10	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 0.9$	x: 0 m $\eta = 1.7$	x: 0 m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 2.6$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE pt = 2.6
N12/N11	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 0.9$	x: 0 m $\eta = 1.7$	x: 0 m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 2.6$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE pt = 2.6

Notación:
 N_t : Resistencia a tracción
 N_c : Resistencia a compresión
 M_y : Resistencia a flexión eje Y
 M_z : Resistencia a flexión eje Z
 V_z : Resistencia a corte Z
 V_y : Resistencia a corte Y
 $M_y V_z$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
 $M_z V_y$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
 $NM_y M_z$: Resistencia a flexión y axil combinados
 $NM_y M_z V_y V_z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
 M_t : Resistencia a torsión
 $M_y V_z$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
 $M_z V_y$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
 η : Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.
⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.
⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
⁽⁴⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

ÍNDICE

1. DATOS DE OBRA	2
1.1. Normas consideradas	2
1.2. Estados límite	2
1.2.1. Situaciones de proyecto.....	2
1.2.2. Combinaciones	4
1.3. Resistencia al fuego	4
2. ESTRUCTURA	4
2.1. Geometría	4
2.1.1. Nudos.....	4
2.1.2. Barras	5
2.2. Resultados	8
2.2.1. Barras	8

**1. DATOS DE OBRA****1.1. Normas consideradas**

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

Hormigón: Código Estructural

1.2. Estados límite

E.L.U. de rotura. Hormigón	CTE
E.L.U. de rotura. Acero laminado	Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Desplazamientos	Acciones características

1.2.1. Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

G_k Acción permanenteP_k Acción de pretensadoQ_k Acción variableγ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentesγ_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensadoγ_{Q,1} Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principalγ_{Q,i} Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamientoΨ_{p,1} Coeficiente de combinación de la acción variable principalΨ_{a,i} Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón: Código Estructural

	Persistente o transitoria			
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ _p)	Acompañamiento (ψ _a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.350	-	-



Listados

para pozode hinca

Fecha: 26/12/24

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.350	-	-

E.L.U. de rotura. Acero laminado: CTE DB SE-A

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Empujes del terreno (H)	0.700	1.350	-	-

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Empujes del terreno (H)	0.700	1.350	-	-

Accidental de incendio				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.000	-	-

Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.000	-	-

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.000	-	-



1.2.2. Combinaciones

▪ Nombres de las hipótesis

PP Peso propio

H 1 H 1

▪ E.L.U. de rotura. Hormigón

Comb.	PP	H 1
1	1.000	1.000
2	1.350	1.000
3	1.000	1.350
4	1.350	1.350

▪ E.L.U. de rotura. Acero laminado

1. Coeficientes para situaciones persistentes o transitorias

Comb.	PP	H 1
1	0.800	0.700
2	1.350	0.700
3	0.800	1.350
4	1.350	1.350

2. Coeficientes para situaciones accidentales de incendio

Comb.	PP	H 1
1	1.000	1.000

▪ Desplazamientos

Comb.	PP	H 1
1	1.000	1.000

1.3. Resistencia al fuego

Perfiles de acero

Norma: CTE DB SI. Anejo D: Resistencia al fuego de los elementos de acero.

Resistencia requerida: R 15

2. ESTRUCTURA

2.1. Geometría

2.1.1. Nudos

Referencias:

 $\Delta_x, \Delta_y, \Delta_z$: Desplazamientos prescritos en ejes globales. $\theta_x, \theta_y, \theta_z$: Giros prescritos en ejes globales.Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.



Listados

para pozode hinca

Fecha: 26/12/24

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N1	0.000	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N2	0.000	13.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N3	15.000	13.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N4	15.000	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N5	0.000	9.750	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N6	3.250	13.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N7	11.750	13.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N8	15.000	9.750	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N9	11.750	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N10	15.000	3.250	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N11	0.000	3.250	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N12	3.250	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado

2.1.2. Barras

2.1.2.1. Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E	ν	G	f_y	α_t	γ
Tipo	Designación	(kp/cm ²)		(kp/cm ²)	(kp/cm ²)	(m/m°C)	(t/m ³)
Acero laminado	S275	2140672.8	0.300	825688.1	2803.3	0.000012	7.850
Hormigón	HA-30, $Y_c=1.5$	291304.8	0.200	121377.0	-	0.000010	2.500

Notación:
E: Módulo de elasticidad
 ν : Módulo de Poisson
G: Módulo de cortadura
 f_y : Límite elástico
 α_t : Coeficiente de dilatación
 γ : Peso específico



2.1.2.2. Descripción

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.} (m)	Lb _{Inf.} (m)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	N5/N6	N5/N6	HE 300 B (HEB)	4.596	1.00	1.00	-	-
		N8/N7	N8/N7	HE 300 B (HEB)	4.596	1.00	1.00	-	-
		N9/N10	N9/N10	HE 300 B (HEB)	4.596	1.00	1.00	-	-
		N12/N11	N12/N11	HE 300 B (HEB)	4.596	1.00	1.00	-	-
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	N1/N11	N1/N2	80x60 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N11/N5	N1/N2	80x60 (Viga descolgada rectangular)	6.500	1.00	1.00	-	-
		N5/N2	N1/N2	80x60 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N2/N6	N2/N3	80x60 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N6/N7	N2/N3	80x60 (Viga descolgada rectangular)	8.500	1.00	1.00	-	-
		N7/N3	N2/N3	80x60 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N4/N10	N4/N3	80x60 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N10/N8	N4/N3	80x60 (Viga descolgada rectangular)	6.500	1.00	1.00	-	-
		N8/N3	N4/N3	80x60 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N1/N12	N1/N4	80x60 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N12/N9	N1/N4	80x60 (Viga descolgada rectangular)	8.500	1.00	1.00	-	-
		N9/N4	N1/N4	80x60 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
<p>Notación:</p> <p>Ni: Nudo inicial</p> <p>Nf: Nudo final</p> <p>i_{xy}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'</p> <p>i_{xz}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'</p> <p>Lb_{Sup.}: Separación entre arriostramientos del ala superior</p> <p>Lb_{Inf.}: Separación entre arriostramientos del ala inferior</p>									

2.1.2.3. Características mecánicas



Listados

para pozode hinca

Fecha: 26/12/24

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N5/N6, N8/N7, N9/N10 y N12/N11
2	N1/N2, N2/N3, N4/N3 y N1/N4

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	Avy (cm ²)	Avz (cm ²)	Iyy (cm ⁴)	Izz (cm ⁴)	It (cm ⁴)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	HE 300 B, (HEB)	149.10	85.50	25.94	25170.00	8563.00	189.18
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	2	80x60, (Viga descolgada rectangular)	4800.00	4000.00	4000.00	1440000.00	2560000.00	3098880.00

Notación:
 Ref.: Referencia
 A: Área de la sección transversal
 Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'
 Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'
 Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'
 Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'
 It: Inercia a torsión
 Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

2.1.2.4. Tabla de medición

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m ³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
Acero laminado	S275	N5/N6	HE 300 B (HEB)	4.596	0.069	537.95
		N8/N7	HE 300 B (HEB)	4.596	0.069	537.95
		N9/N10	HE 300 B (HEB)	4.596	0.069	537.95
		N12/N11	HE 300 B (HEB)	4.596	0.069	537.95
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	N1/N2	80x60 (Viga descolgada rectangular)	13.000	6.240	15600.00
		N2/N3	80x60 (Viga descolgada rectangular)	15.000	7.200	18000.00
		N4/N3	80x60 (Viga descolgada rectangular)	13.000	6.240	15600.00
		N1/N4	80x60 (Viga descolgada rectangular)	15.000	7.200	18000.00

Notación:
 Ni: Nudo inicial
 Nf: Nudo final

2.1.2.5. Resumen de medición

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m ³)	Serie (m ³)	Material (m ³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
Acero laminado	S275	HEB	HE 300 B	18.385	18.385	18.385	0.274	0.274	0.274	2151.82	2151.82	2151.82
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	Viga descolgada rectangular	80x60	56.000	56.000	56.000	26.880	26.880	26.880	67200.00	67200.00	67200.00

2.1.2.6. Medición de superficies

Acero laminado: Medición de las superficies a pintar				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m ² /m)	Longitud (m)	Superficie (m ²)
HEB	HE 300 B	1.778	18.385	32.688



Listados

para pozode hinca

Fecha: 26/12/24

Acero laminado: Medición de las superficies a pintar				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m ² /m)	Longitud (m)	Superficie (m ²)
			Total	32.688

Hormigón: Medición de las superficies de encofrado				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m ² /m)	Longitud (m)	Superficie (m ²)
Viga descolgada rectangular	80x60	2.800	56.000	156.800
			Total	156.800

2.2. Resultados

2.2.1. Barras

2.2.1.1. Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_{lim}	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	M_yV_z	M_zV_y	M_xM_z	$NM_yM_zV_yV_z$	M_t	M_yV_z	M_zV_y		
N5/N6	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_{lim} \leq \lambda_{lim, máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	x: 4.596 m $\eta = 1.1$	x: 4.596 m $\eta = 1.2$	x: 4.596 m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.596 m $\eta = 2.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.596 m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	CUMPLE pt = 2.3
N8/N7	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_{lim} \leq \lambda_{lim, máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	x: 4.596 m $\eta = 1.1$	x: 4.596 m $\eta = 1.2$	x: 4.596 m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.596 m $\eta = 2.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.596 m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	CUMPLE pt = 2.3
N9/N10	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_{lim} \leq \lambda_{lim, máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 1.1$	x: 0 m $\eta = 1.2$	x: 0 m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 2.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	CUMPLE pt = 2.3
N12/N11	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_{lim} \leq \lambda_{lim, máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 1.1$	x: 0 m $\eta = 1.2$	x: 0 m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 2.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	CUMPLE pt = 2.3

Notación:
 λ : Limitación de esbeltez
 λ_{lim} : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
 N_t : Resistencia a tracción
 N_c : Resistencia a compresión
 M_y : Resistencia a flexión eje Y
 M_z : Resistencia a flexión eje Z
 V_z : Resistencia a corte Z
 V_y : Resistencia a corte Y
 M_yV_z : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
 M_zV_y : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
 NM_xM_z : Resistencia a flexión y axil combinados
 $NM_yM_zV_yV_z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
 M_t : Resistencia a torsión
 M_yV_z : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
 M_zV_y : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
 η : Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.
⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.
⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO															Estado
	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	M_yV_z	M_zV_y	NM_xM_z	$NM_yM_zV_yV_z$	M_t	M_yV_z	M_zV_y			
N5/N6	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	x: 4.596 m $\eta = 1.2$	x: 4.596 m $\eta = 1.4$	x: 4.596 m $\eta = 0.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.596 m $\eta = 2.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.596 m $\eta = 0.7$	$\eta < 0.1$	CUMPLE pt = 2.7		
N8/N7	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	x: 4.596 m $\eta = 1.2$	x: 4.596 m $\eta = 1.4$	x: 4.596 m $\eta = 0.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.596 m $\eta = 2.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.596 m $\eta = 0.7$	$\eta < 0.1$	CUMPLE pt = 2.7		
N9/N10	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 1.2$	x: 0 m $\eta = 1.4$	x: 0 m $\eta = 0.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 2.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.7$	$\eta < 0.1$	CUMPLE pt = 2.7		
N12/N11	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 1.2$	x: 0 m $\eta = 1.4$	x: 0 m $\eta = 0.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 2.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.7$	$\eta < 0.1$	CUMPLE pt = 2.7		

Notación:
 N_t : Resistencia a tracción
 N_c : Resistencia a compresión
 M_y : Resistencia a flexión eje Y
 M_z : Resistencia a flexión eje Z
 V_z : Resistencia a corte Z
 V_y : Resistencia a corte Y
 M_yV_z : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
 M_zV_y : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
 NM_xM_z : Resistencia a flexión y axil combinados
 $NM_yM_zV_yV_z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
 M_t : Resistencia a torsión
 M_yV_z : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
 M_zV_y : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
 η : Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.
⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

COMPROBACIÓN DE LA LOSA

ÍNDICE

1. VERSIÓN DEL PROGRAMA Y NÚMERO DE LICENCIA	2
2. DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA.....	2
3. NORMAS CONSIDERADAS.....	2
4. ACCIONES CONSIDERADAS	2
4.1. Gravitatorias	2
4.2. Viento.....	2
4.3. Sismo	2
4.4. Hipótesis de carga	2
4.5. Leyes de presiones sobre muros.....	2
4.6. Listado de cargas.....	2
5. ESTADOS LÍMITE.....	2
6. SITUACIONES DE PROYECTO.....	3
6.1. Coeficientes parciales de seguridad (ψ) y coeficientes de combinación (γ)	3
6.2. Combinaciones	4
7. DATOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS Y PLANTAS	5
8. DATOS GEOMÉTRICOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS.....	5
8.1. Muros	5
9. INTERACCIÓN TERRENO-ESTRUCTURA (ZAPATAS Y ENCEPADOS)	6
10. LOSAS Y ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN.....	6
10.1. Zapatas.....	6
11. MATERIALES UTILIZADOS.....	6
11.1. Hormigones	6
11.2. Aceros por elemento y posición	6
11.2.1. Aceros en barras.....	6
11.2.2. Aceros en perfiles	7



Listado de datos de la obra

Losa sometida a subpresión

Fecha: 26/12/24

1. VERSIÓN DEL PROGRAMA Y NÚMERO DE LICENCIA

Versión: 2024

Número de licencia: 170339

2. DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA

Proyecto: Losa sometida a subpresión

Clave: Losa maciza sometida a subpresión

3. NORMAS CONSIDERADAS

Hormigón: Código Estructural

Aceros conformados: CTE DB SE-A

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

Categoría de uso: E. Zonas de tráfico y aparcamiento para vehículos ligeros

4. ACCIONES CONSIDERADAS

4.1. Gravitatorias

Planta	S.C.U (t/m ²)	Cargas muertas (t/m ²)
Forjado 1	0.10	0.10
Cimentación	0.00	0.00

4.2. Viento

Sin acción de viento

4.3. Sismo

Sin acción de sismo

4.4. Hipótesis de carga

Automáticas	Peso propio Cargas muertas Sobrecarga de uso
-------------	--

4.5. Leyes de presiones sobre muros

No se ha definido ninguna ley de presiones

4.6. Listado de cargas

Cargas especiales introducidas (en t, t/m y t/m²)

Grupo	Hipótesis	Tipo	Valor	Coordenadas
Forjado 1	Cargas muertas	Superficial	1.00	(10.62,9.99) (-4.38,9.99) (-4.38,-3.01) (10.62,-3.01)
	Sobrecarga de uso	Superficial	-2.50	(10.62,9.99) (-4.38,9.99) (-4.38,-3.01) (10.62,-3.01)

5. ESTADOS LÍMITE

E.L.U. de rotura. Hormigón	CTE
E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Tensiones sobre el terreno Desplazamientos	Acciones características



Listado de datos de la obra

Losa sometida a subpresión

Fecha: 26/12/24

6. SITUACIONES DE PROYECTO

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

G_k Acción permanente

P_k Acción de pretensado

Q_k Acción variable

γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

γ_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado

$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

$\Psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$\Psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

6.1. Coeficientes parciales de seguridad (γ) y coeficientes de combinación (ψ)

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón: Código Estructural

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.700

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: Código Estructural / CTE DB-SE C

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	1.000	0.700



Listado de datos de la obra

Losa sometida a subpresión

Fecha: 26/12/24

Tensiones sobre el terreno

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_s)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_s)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

6.2. Combinaciones

• Nombres de las hipótesis

PP Peso propio

CM Cargas muertas

Qa Sobrecarga de uso

• E.L.U. de rotura. Hormigón

Comb.	PP	CM	Qa
1	1.000	1.000	
2	1.350	1.350	
3	1.000	1.000	1.500
4	1.350	1.350	1.500

• E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones

Comb.	PP	CM	Qa
1	1.000	1.000	
2	1.600	1.600	
3	1.000	1.000	1.600
4	1.600	1.600	1.600

• Tensiones sobre el terreno

• Desplazamientos

Comb.	PP	CM	Qa
1	1.000	1.000	
2	1.000	1.000	1.000



Listado de datos de la obra

Losa sometida a subpresión

Fecha: 26/12/24

7. DATOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS Y PLANTAS

Grupo	Nombre del grupo	Planta	Nombre planta	Altura	Cota
1	Forjado 1	1	Forjado 1	3.00	3.00
0	Cimentación				0.00

8. DATOS GEOMÉTRICOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS

8.1. Muros

- Las coordenadas de los vértices inicial y final son absolutas.
- Las dimensiones están expresadas en metros.

Datos geométricos del muro

Referencia	Tipo muro	GI- GF	Vértices		Planta	Dimensiones Izquierda+Derecha=Total
			Inicial	Final		
M6	Muro de hormigón armado	0-1	(-4.38, -3.01)	(-4.38, 9.99)	1	0.15+0.15=0.3
M7	Muro de hormigón armado	0-1	(-4.38, 9.99)	(10.62, 9.99)	1	0.15+0.15=0.3
M10	Muro de hormigón armado	0-1	(10.62, -3.01)	(10.62, 9.99)	1	0.15+0.15=0.3
M11	Muro de hormigón armado	0-1	(-4.38, -3.01)	(10.62, -3.01)	1	0.15+0.15=0.3

Zapata del muro

Referencia	Zapata del muro
M6	Zapata corrida: 0.800 x 0.500 Vuelos: izq.:0.00 der.:0.50 canto:0.50
M7	Zapata corrida: 0.800 x 0.500 Vuelos: izq.:0.00 der.:0.50 canto:0.50
M10	Zapata corrida: 0.800 x 0.500 Vuelos: izq.:0.50 der.:0.00 canto:0.50
M11	Zapata corrida: 0.800 x 0.500 Vuelos: izq.:0.50 der.:0.00 canto:0.50



Listado de datos de la obra

Losa sometida a subpresión

Fecha: 26/12/24

9. INTERACCIÓN TERRENO-ESTRUCTURA (ZAPATAS Y ENCEPADOS)

Referencias	Datos de cálculo
M6	Zapata corrida Longitud: 1330 cm Ancho total: 80 cm Vuelo a la izquierda: 0 cm Vuelo a la derecha: 50 cm No se considera la interacción
M7	Zapata corrida Longitud: 1530 cm Ancho total: 80 cm Vuelo a la izquierda: 0 cm Vuelo a la derecha: 50 cm No se considera la interacción
M10	Zapata corrida Longitud: 1330 cm Ancho total: 80 cm Vuelo a la izquierda: 50 cm Vuelo a la derecha: 0 cm No se considera la interacción
M11	Zapata corrida Longitud: 1530 cm Ancho total: 80 cm Vuelo a la izquierda: 50 cm Vuelo a la derecha: 0 cm No se considera la interacción

10. LOSAS Y ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN

10.1. Zapatas

-Tensión admisible en situaciones persistentes: 2.00 kp/cm²

-Tensión admisible en situaciones accidentales: 3.00 kp/cm²

11. MATERIALES UTILIZADOS

11.1. Hormigones

Elemento	Hormigón	f_{ck} (kp/cm ²)	γ_c	Árido		E_c (kp/cm ²)
				Naturaleza	Tamaño máximo (mm)	
Todos	HA-30	306	1.50	Cuarcita	15	291305

11.2. Aceros por elemento y posición

11.2.1. Aceros en barras

Elemento	Acero	f_{yk} (kp/cm ²)	γ_s
Todos	B 500 S	5097	1.15



Listado de datos de la obra

Losa sometida a subpresión

Fecha: 26/12/24

11.2.2. Aceros en perfiles

Tipo de acero para perfiles	Acero	Límite elástico (kp/cm ²)	Módulo de elasticidad (kp/cm ²)
Acero conformado	S235	2396	2140673
Acero laminado	S275	2803	2140673

Combinaciones

Nombre Obra: Losa maciza sometida a subpresión

Fecha:26/12/24

▪ Nombres de las hipótesis

PP Peso propio

CM Cargas muertas

Qa Sobrecarga de uso

▪ Categoría de uso

E. Zonas de tráfico y aparcamiento para vehículos ligeros

▪ E.L.U. de rotura. Hormigón

CTE

Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

▪ E.L.U. de rotura. Pilares mixtos de hormigón y acero

CTE

Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

▪ E.L.U. de rotura. Aluminio

EC

Nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

Comb.	PP	CM	Qa
1	1.000	1.000	
2	1.350	1.350	
3	1.000	1.000	1.500
4	1.350	1.350	1.500

▪ E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones

CTE

Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

Comb.	PP	CM	Qa
1	1.000	1.000	
2	1.600	1.600	
3	1.000	1.000	1.600
4	1.600	1.600	1.600

▪ E.L.U. de rotura. Acero conformado

CTE

Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

▪ E.L.U. de rotura. Acero laminado

CTE

Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

▪ E.L.U. de rotura. Madera

CTE

Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

1. Coeficientes para situaciones persistentes o transitorias

Comb.	PP	CM	Qa
1	0.800	0.800	
2	1.350	1.350	
3	0.800	0.800	1.500
4	1.350	1.350	1.500

2. Coeficientes para situaciones accidentales de incendio

Comb.	PP	CM	Qa
1	1.000	1.000	
2	1.000	1.000	0.700

Combinaciones

Nombre Obra: Losa maciza sometida a subpresión

Fecha:26/12/24

- **Tensiones sobre el terreno**
Acciones características
- **Desplazamientos**
Acciones características

Comb.	PP	CM	Qa
1	1.000	1.000	
2	1.000	1.000	1.000



Armados de losas

Losa sometida a subpresión

Fecha: 26/12/24

Forjado 1

Número Plantas Iguales: 1

Malla 1: Losa maciza

Alineaciones longitudinales

Armadura Base Inferior: 1Ø20c/15

Armadura Base Superior: 1Ø20c/15

Canto: 40

Alineaciones transversales

Armadura Base Inferior: 1Ø20c/15

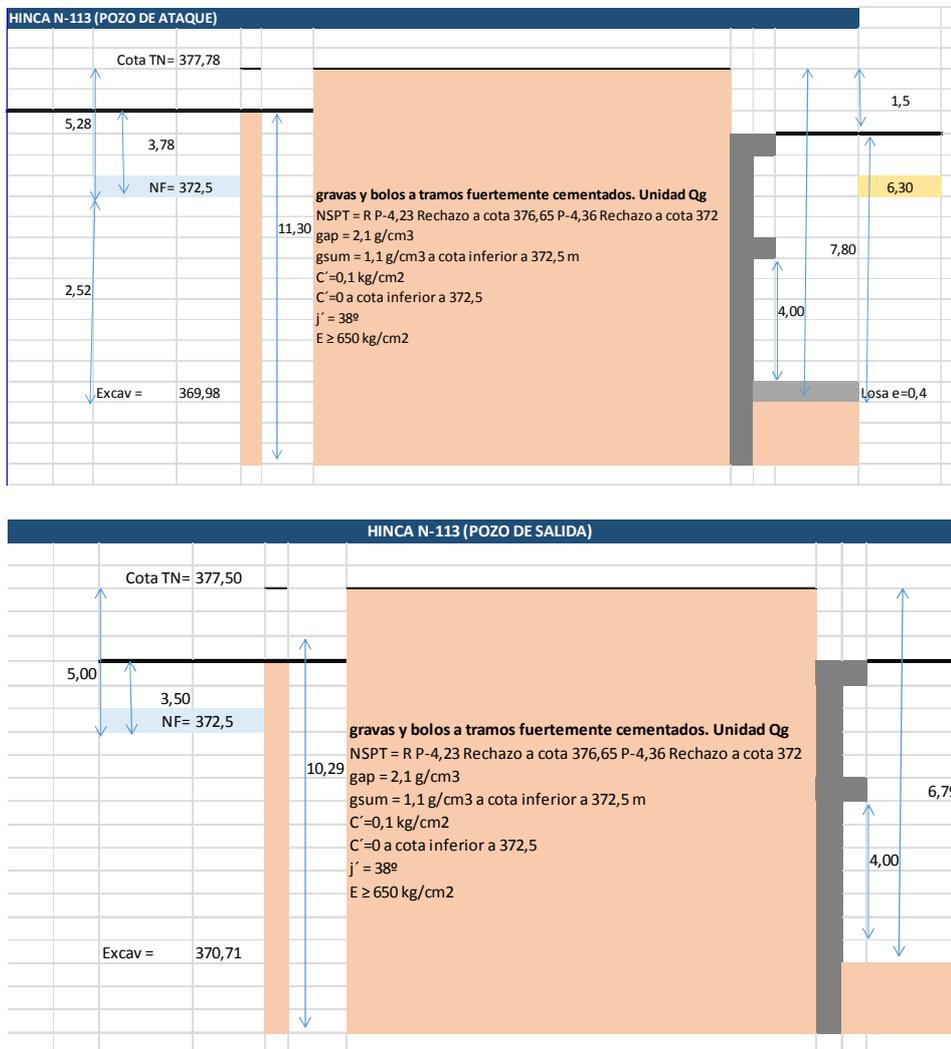
Armadura Base Superior: 1Ø20c/15

Canto: 40

5.8.1.5. Listados de cálculo: Pantalla de pozo de ataque (NA-113)

5.8.2. Pozo de salida (hinca NA-113)

Las características geotécnicas y profundidades del pozo de salida son similares a las del pozo de ataque, por lo que los cálculos realizados en el pozo de ataque son de aplicación en el pozo de salida.



Desaparecerá la fase de construcción de la losa, pero por otro lado se ha de considerar que para la conexión de tuberías y extracción de la cabeza de la hinca será necesario excavar el frente del pozo donde no se dispone de pantalla. Esta circunstancia requiere ejecutar la excavación en trinchera y con bombeos continuados que producirán además un rebaje del nivel freático en el pozo, disminuyendo así los empujes generados.

Se consideran extrapolables los cálculos del pozo de ataque estando éstos del lado de la seguridad, y por lo tanto, no procede realizar comprobaciones adicionales. Adoptaremos los mismos armados de la pantalla, viga de coronación y viga intermedia que en el caso del pozo de ataque.

El arrioste de la cara del pozo, que no dispondrá de pantalla, se ejecutará mediante viga EHB-500 en la viga de coronación y viga intermedia. Adicionalmente se dispondrá de codales de EHB-300.

COMPROBACIÓN DE LA PANTALLA DE LA HINCA NA-113

ÍNDICE

1. NORMA Y MATERIALES	2
2. ACCIONES	2
3. DATOS GENERALES	2
4. DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	2
5. SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO	3
6. GEOMETRÍA	3
7. ESQUEMA DE LAS FASES	4
8. CARGAS	7
9. ELEMENTOS DE APOYO	7
10. RESULTADOS DE LAS FASES	7
11. RESULTADOS PARA LOS ELEMENTOS DE APOYO	9
12. DESCRIPCIÓN DEL ARMADO	10
13. COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA	10
14. COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (COEFICIENTES DE SEGURIDAD)	12
15. MEDICIÓN	12



Selección de listados

modelización muro largo arqueta de hinca N-113

Fecha: 26/12/24

1. NORMA Y MATERIALES

Norma de hormigón: Código Estructural

Hormigón: HA-30, $Y_c=1.5$

Acero: B 500 S, $Y_s=1.15$

Clase de exposición: XC2+XA2

Recubrimiento geométrico: 7.0 cm

Tamaño máximo del árido: 12 mm

2. ACCIONES

Mayoración esfuerzos en construcción: 1.60

Mayoración esfuerzos en servicio: 1.60

Sin análisis sísmico

Sin considerar acciones térmicas en puntales

3. DATOS GENERALES

Cota de la rasante: 0.00 m

Altura del muro sobre la rasante: 0.00 m

Tipología: Muro pantalla de hormigón armado

4. DESCRIPCIÓN DEL TERRENO

Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el trasdós del muro pantalla: 25.0 %

Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el intradós del muro pantalla: 25.0 %

Profundidad del nivel freático: 3.78 m

ESTRATOS

Referencias	Cota superior	Descripción	Coefficientes de empuje
1 - gravas	0.00 m	Densidad aparente: 2.1 kg/dm ³ Densidad sumergida: 1.0 kg/dm ³ Ángulo rozamiento interno: 38 grados Cohesión: 1.50 t/m ² Módulo de balasto empuje activo: 5000.0 t/m ³ Módulo de balasto empuje pasivo: 5000.0 t/m ³ Gradiente módulo de balasto: 0.0 t/m ⁴	Activo trasdós: 0.22 Reposo trasdós: 0.38 Pasivo trasdós: 6.00 Activo intradós: 0.22 Reposo intradós: 0.38 Pasivo intradós: 6.00

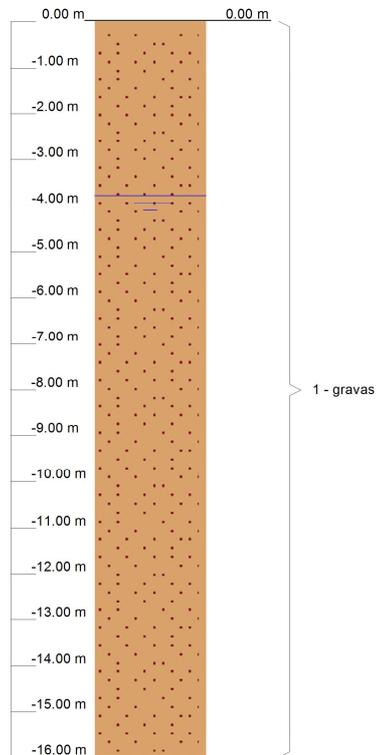


Selección de listados

modelización muro largo arqueta de hinca N-113

Fecha: 26/12/24

5. SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO



6. GEOMETRÍA

Altura total: 16.00 m
Espesor: 100 cm
Longitud tramo: 2.50 m

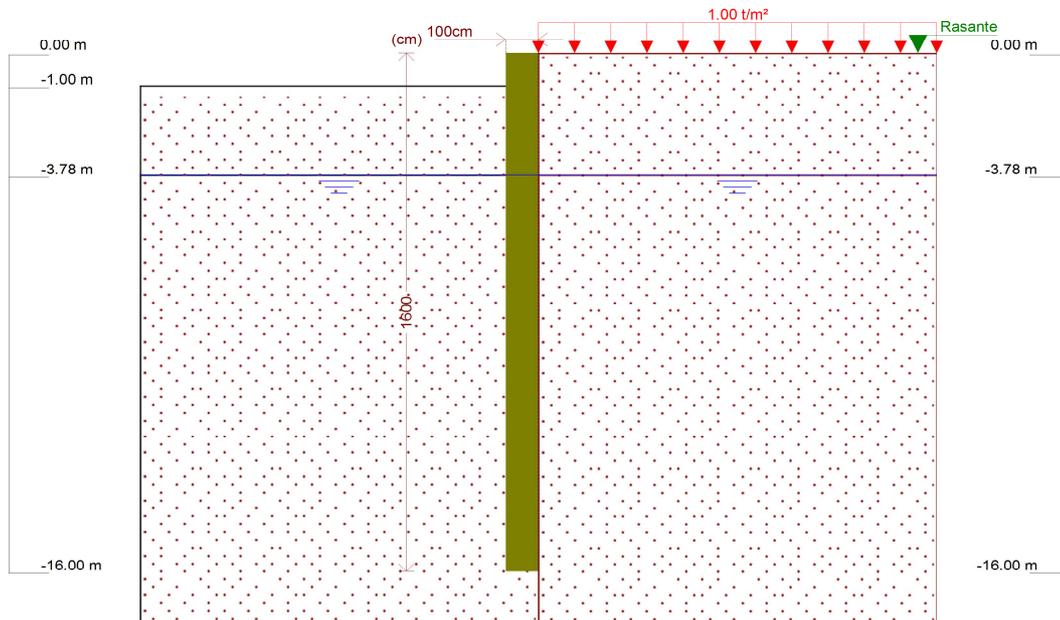


Selección de listados

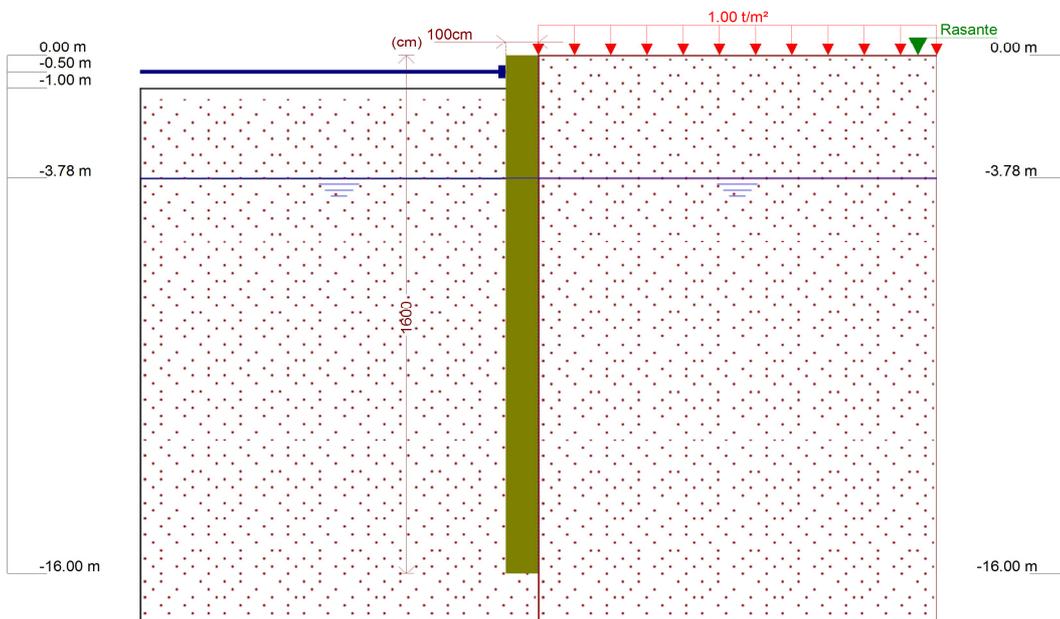
modelización muro largo arqueta de hinca N-113

Fecha: 26/12/24

7. ESQUEMA DE LAS FASES



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 1	1ª excavación	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -1.00 m Con nivel freático trasdós hasta la cota: -3.78 m Con nivel freático intradós hasta la cota: -3.78 m



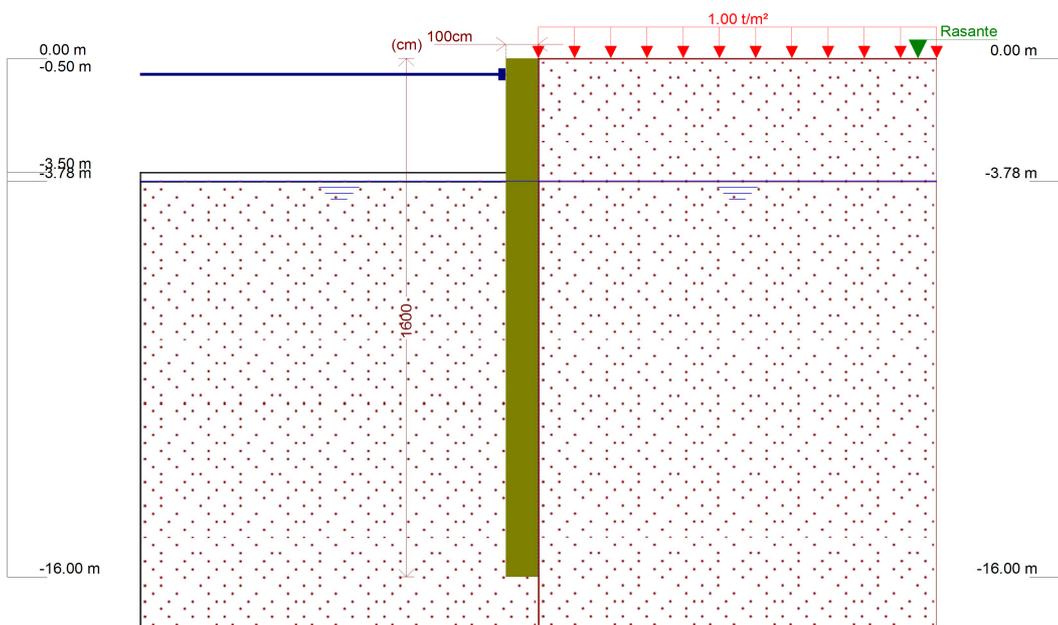
Referencias	Nombre	Descripción
Fase 2	Colocación 1er puntal	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -1.00 m Con nivel freático trasdós hasta la cota: -3.78 m Con nivel freático intradós hasta la cota: -3.78 m



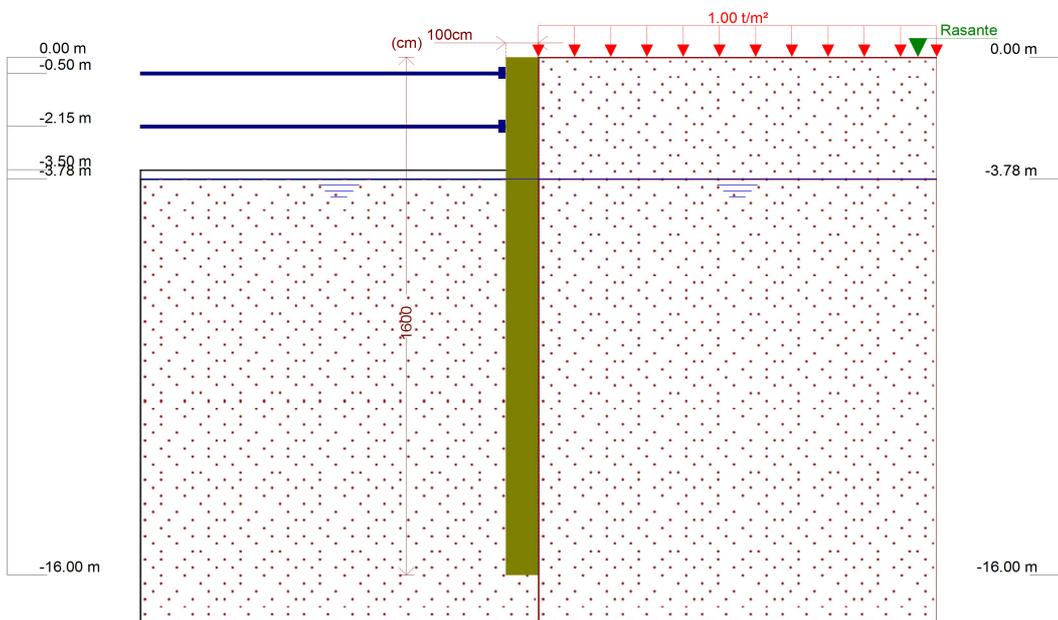
Selección de listados

modelización muro largo arqueta de hinca N-113

Fecha: 26/12/24



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 3	2ª excavación	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -3.50 m Con nivel freático trasdós hasta la cota: -3.78 m Con nivel freático intradós hasta la cota: -3.78 m



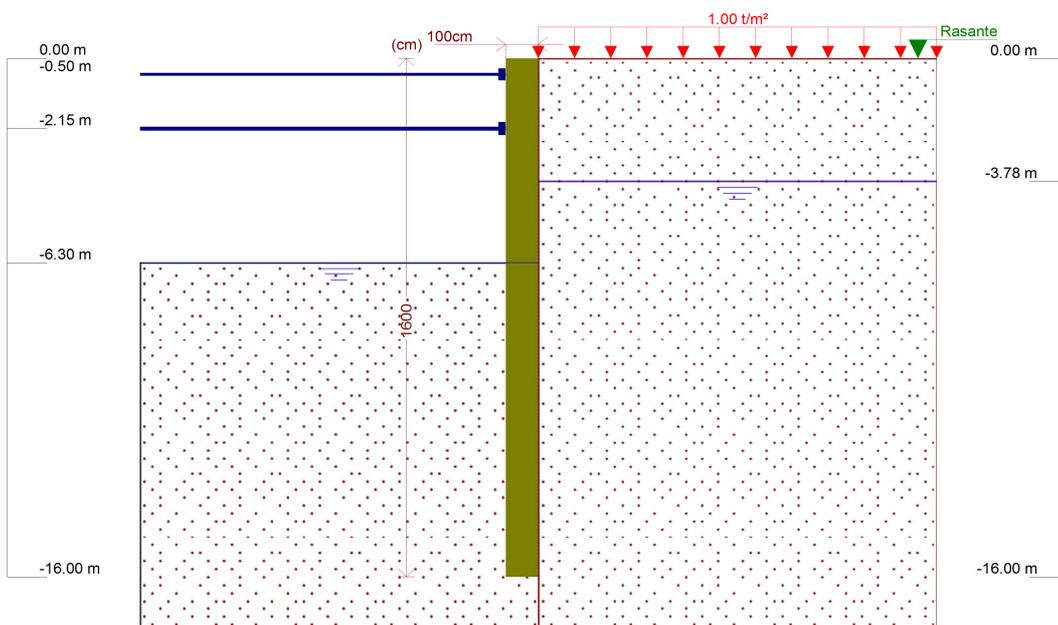
Referencias	Nombre	Descripción
Fase 4	Colocación 2º puntal	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -3.50 m Con nivel freático trasdós hasta la cota: -3.78 m Con nivel freático intradós hasta la cota: -3.78 m



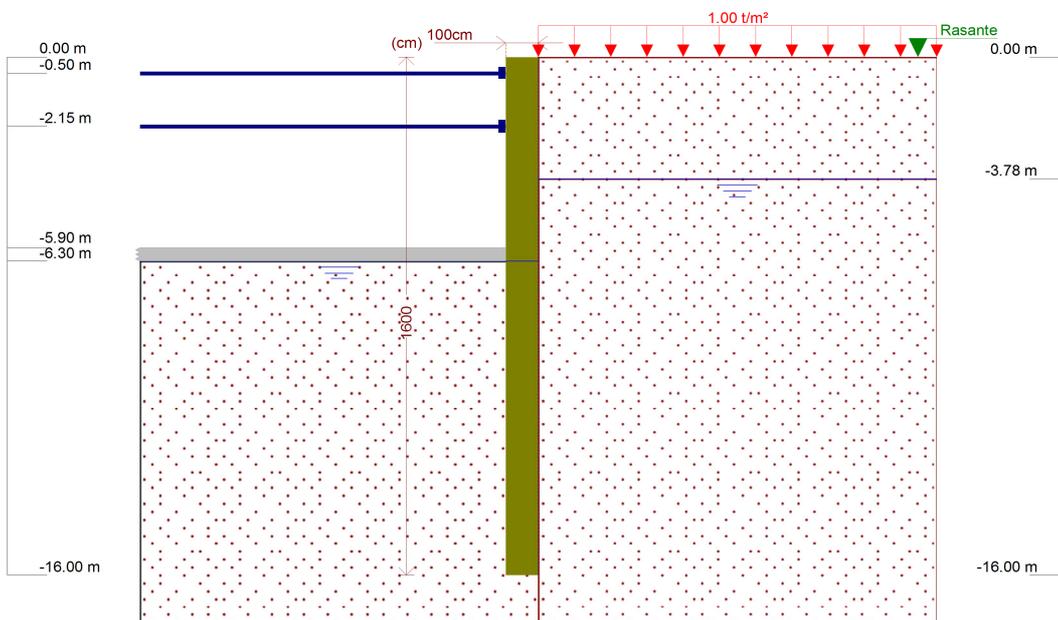
Selección de listados

modelización muro largo arqueta de hinca N-113

Fecha: 26/12/24



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 5	Excavación total	Tipo de fase: Servicio Cota de excavación: -6.30 m Con nivel freático trasdós hasta la cota: -3.78 m Con nivel freático intradós hasta la cota: -6.30 m



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 6	Solera	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -6.30 m Con nivel freático trasdós hasta la cota: -3.78 m Con nivel freático intradós hasta la cota: -6.30 m



Selección de listados

modelización muro largo arqueta de hinca N-113

Fecha: 26/12/24

8. CARGAS

CARGAS EN EL TRASDÓS

Tipo	Cota	Datos	Fase inicial	Fase final
Uniforme	En superficie	Valor: 1 t/m ²	1ª excavación	Solera

9. ELEMENTOS DE APOYO

PUNTALES

Descripción	Fase inicial	Fase final
Cota: -0.50 m Rigidez axil: 11100 t/m Separación: 8.5 m	Colocación 1er puntal	Solera
Cota: -2.15 m Rigidez axil: 3200 t/m Separación: 8.5 m	Colocación 2º puntal	Solera

FORJADOS

Descripción	Fase de construcción	Fase de servicio
Cota: -5.90 m Canto: 40 cm Cortante fase constructiva: 0 t/m Cortante fase de servicio: 0 t/m Rigidez axil: 1000000 t/m ²	Solera	Solera

10. RESULTADOS DE LAS FASES

Esfuerzos sin mayorar.

FASE 1: 1ª EXCAVACIÓN

BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m ²)	Presión hidrostática (t/m ²)
0.00	-0.14	-0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
-1.50	-0.13	3.75	0.19	0.14	-0.14	0.00
-3.00	-0.13	7.50	0.03	0.27	-0.07	0.00
-4.50	-0.12	11.25	-0.04	0.24	-0.02	0.00
-6.00	-0.12	15.00	-0.05	0.16	0.00	0.00
-7.50	-0.12	18.75	-0.04	0.09	0.01	0.00
-9.00	-0.12	22.50	-0.03	0.04	0.01	0.00
-10.50	-0.12	26.25	-0.01	0.01	0.01	0.00
-12.00	-0.12	30.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00
-13.50	-0.12	33.75	0.00	-0.00	0.00	0.00
-15.00	-0.12	37.50	0.00	-0.00	-0.00	0.00
Máximos	-0.12 Cota: -8.25 m	40.00 Cota: -16.00 m	0.23 Cota: -1.25 m	0.27 Cota: -3.25 m	0.51 Cota: -1.00 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínimos	-0.14 Cota: 0.00 m	-0.00 Cota: 0.00 m	-0.05 Cota: -6.00 m	-0.01 Cota: -12.75 m	-0.15 Cota: -1.25 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 2: COLOCACIÓN 1ER PUNTAL

BÁSICA



Selección de listados

modelización muro largo arqueta de hinca N-113

Fecha: 26/12/24

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m ²)	Presión hidrostática (t/m ²)
0.00	-0.14	-0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
-1.50	-0.13	3.75	0.19	0.14	-0.14	0.00
-3.00	-0.13	7.50	0.03	0.27	-0.07	0.00
-4.50	-0.12	11.25	-0.04	0.24	-0.02	0.00
-6.00	-0.12	15.00	-0.05	0.16	0.00	0.00
-7.50	-0.12	18.75	-0.04	0.09	0.01	0.00
-9.00	-0.12	22.50	-0.03	0.04	0.01	0.00
-10.50	-0.12	26.25	-0.01	0.01	0.01	0.00
-12.00	-0.12	30.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00
-13.50	-0.12	33.75	0.00	-0.00	0.00	0.00
-15.00	-0.12	37.50	0.00	-0.00	-0.00	0.00
Máximos	-0.12 Cota: -8.25 m	40.00 Cota: -16.00 m	0.23 Cota: -1.25 m	0.27 Cota: -3.25 m	0.51 Cota: -1.00 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínimos	-0.14 Cota: 0.00 m	-0.00 Cota: 0.00 m	-0.05 Cota: -6.00 m	-0.01 Cota: -12.75 m	-0.15 Cota: -1.25 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 3: 2ª EXCAVACIÓN

BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m ²)	Presión hidrostática (t/m ²)
0.00	-0.40	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00
-1.50	-0.39	3.75	-0.34	-0.34	0.00	0.00
-3.00	-0.38	7.50	0.03	-0.69	0.91	0.00
-4.50	-0.36	11.25	0.55	0.23	-0.37	0.00
-6.00	-0.34	15.00	0.11	0.64	-0.19	0.00
-7.50	-0.33	18.75	-0.08	0.62	-0.07	0.00
-9.00	-0.32	22.50	-0.13	0.43	0.00	0.00
-10.50	-0.32	26.25	-0.12	0.24	0.03	0.00
-12.00	-0.32	30.00	-0.07	0.11	0.03	0.00
-13.50	-0.32	33.75	-0.03	0.03	0.02	0.00
-15.00	-0.32	37.50	-0.01	0.00	0.01	0.00
Máximos	-0.32 Cota: -11.50 m	40.00 Cota: -16.00 m	0.88 Cota: -3.75 m	0.66 Cota: -6.50 m	1.35 Cota: -3.50 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínimos	-0.40 Cota: 0.00 m	-0.00 Cota: 0.00 m	-0.34 Cota: -1.00 m	-0.69 Cota: -2.75 m	-0.48 Cota: -3.75 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 4: COLOCACIÓN 2º PUNTAL

BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m ²)	Presión hidrostática (t/m ²)
0.00	-0.40	-0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
-1.50	-0.39	3.75	-0.34	-0.34	0.00	0.00
-2.75	-0.38	6.87	-0.14	-0.69	0.70	0.00
-4.25	-0.36	10.62	0.65	0.09	-0.41	0.00
-5.75	-0.34	14.37	0.17	0.61	-0.22	0.00
-7.25	-0.33	18.12	-0.06	0.64	-0.08	0.00
-8.75	-0.32	21.87	-0.13	0.47	-0.01	0.00
-10.25	-0.32	25.62	-0.12	0.27	0.02	0.00
-11.75	-0.32	29.37	-0.08	0.13	0.03	0.00
-13.25	-0.32	33.12	-0.04	0.04	0.02	0.00
-14.75	-0.32	36.87	-0.01	0.01	0.01	0.00
Máximos	-0.32 Cota: -11.50 m	40.00 Cota: -16.00 m	0.88 Cota: -3.75 m	0.66 Cota: -6.50 m	1.35 Cota: -3.50 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínimos	-0.40 Cota: 0.00 m	-0.00 Cota: 0.00 m	-0.34 Cota: -1.00 m	-0.69 Cota: -2.75 m	-0.48 Cota: -3.75 m	0.00 Cota: 0.00 m



Selección de listados

modelización muro largo arqueta de hinca N-113

Fecha: 26/12/24

FASE 5: EXCAVACIÓN TOTAL

BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m ²)	Presión hidrostática (t/m ²)
0.00	-1.19	-0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
-1.50	-1.20	3.75	-1.37	-1.37	0.00	0.00
-2.75	-1.20	6.87	-1.68	-3.28	0.08	0.00
-4.25	-1.17	10.62	-1.08	-5.42	0.67	0.47
-5.75	-1.10	14.37	1.77	-4.88	1.00	1.97
-7.25	-0.98	18.12	3.08	0.22	-3.91	2.52
-8.75	-0.85	21.87	1.22	3.15	-3.56	2.52
-10.25	-0.76	25.62	-0.18	3.71	-3.24	2.52
-11.75	-0.71	29.37	-0.86	2.74	-2.67	2.52
-13.25	-0.68	33.12	-0.88	1.37	-2.37	2.52
-14.75	-0.66	36.87	-0.53	0.32	-2.19	2.52
Máximos	-0.65 Cota: -16.00 m	40.00 Cota: -16.00 m	4.22 Cota: -6.50 m	3.76 Cota: -10.00 m	1.11 Cota: -6.25 m	2.52 Cota: -6.50 m
Mínimos	-1.20 Cota: -2.25 m	-0.00 Cota: 0.00 m	-1.68 Cota: -2.25 m	-5.73 Cota: -4.75 m	-4.11 Cota: -6.50 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 6: SOLERA

BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m ²)	Presión hidrostática (t/m ²)
0.00	-1.19	-0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
-1.50	-1.20	3.75	-1.37	-1.37	0.00	0.00
-2.75	-1.20	6.87	-1.68	-3.28	0.08	0.00
-4.25	-1.17	10.62	-1.08	-5.42	0.67	0.47
-5.75	-1.10	14.37	1.77	-4.88	1.00	1.97
-7.00	-1.00	17.50	3.44	-0.55	-3.98	2.52
-8.50	-0.87	21.25	1.50	2.84	-3.61	2.52
-10.00	-0.78	25.00	0.03	3.76	-3.36	2.52
-11.50	-0.72	28.75	-0.81	2.96	-2.75	2.52
-13.00	-0.68	32.50	-0.91	1.59	-2.41	2.52
-14.50	-0.66	36.25	-0.61	0.46	-2.22	2.52
-16.00	-0.65	40.00	0.00	-0.00	-2.06	2.52
Máximos	-0.65 Cota: -16.00 m	40.00 Cota: -16.00 m	4.22 Cota: -6.50 m	3.76 Cota: -10.00 m	1.11 Cota: -6.25 m	2.52 Cota: -6.50 m
Mínimos	-1.20 Cota: -2.25 m	-0.00 Cota: 0.00 m	-1.68 Cota: -2.75 m	-5.73 Cota: -4.75 m	-4.11 Cota: -6.50 m	0.00 Cota: 0.00 m

11. RESULTADOS PARA LOS ELEMENTOS DE APOYO

Esfuerzos sin mayorar.



Selección de listados

modelización muro largo arqueta de hinca N-113

Fecha: 26/12/24

Puntales

Cota: -0.50 m	
Fase	Resultado
Colocación 1er puntal	Carga puntual: 0.00 t Carga lineal: 0.00 t/m
2ª excavación	Carga puntual: 2.90 t Carga lineal: 0.34 t/m
Colocación 2º puntal	Carga puntual: 2.90 t Carga lineal: 0.34 t/m
Excavación total	Carga puntual: 11.68 t Carga lineal: 1.37 t/m
Solera	Carga puntual: 11.68 t Carga lineal: 1.37 t/m

Cota: -2.15 m	
Fase	Resultado
Colocación 2º puntal	Carga puntual: 0.00 t Carga lineal: 0.00 t/m
Excavación total	Carga puntual: 2.61 t Carga lineal: 0.31 t/m
Solera	Carga puntual: 2.61 t Carga lineal: 0.31 t/m

Forjados

Cota: -5.90 m	
Fase	Resultado
Solera	Carga lineal: 0.12 t/m

12. DESCRIPCIÓN DEL ARMADO

Armado vertical trasdós	Armado vertical intradós	Armado base horizontal	Rigidizador vertical	Rigidizador horizontal
Ø20c/30 Refuerzos: - Ø12 L(540), D(855) D: Distancia desde coronación	Ø20c/30 Refuerzos: - Ø16 L(685), D(145) D: Distancia desde coronación	Ø12c/20	2Ø20	7Ø20

13. COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA

Referencia: Hinca N-113pozo ataque (modelización muro largo arqueta de hinca)		
Comprobación	Valores	Estado
Recubrimiento:	Mínimo: 7 cm Calculado: 7 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales:	Mínimo: 2 cm Calculado: 18.8 cm	Cumple
Separación máxima armaduras horizontales:	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara:	Mínimo: 0.001 Calculado: 0.00113	Cumple
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara: <i>Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano". (Cuantía horizontal > 20% Cuantía vertical)</i>	Mínimo: 0.00034 Calculado: 0.00056	Cumple
Longitud de patilla horizontal: <i>La longitud de la patilla debe ser, como mínimo, 12 veces el diámetro. Criterio de J. Calavera, "Manual de Detalles Constructivos en Obras de Hormigón Armado".</i>	Mínimo: 14 cm Calculado: 62 cm	Cumple



Selección de listados

modelización muro largo arqueta de hinca N-113

Fecha: 26/12/24

Referencia: Hinca N-113pozo ataque (modelización muro largo arqueta de hinca)		
Comprobación	Valores	Estado
Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada: - Trasdós: - Intradós:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.00104 Calculado: 0.00104	Cumple Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida: - Trasdós: - Intradós:	Mínimo: 0.00027 Calculado: 0.00104 Calculado: 0.00104	Cumple Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada: - Trasdós: - Intradós:	Mínimo: 0.00026 Calculado: 0.00142 Mínimo: 0.00038 Calculado: 0.00171	Cumple Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara comprimida: - Trasdós: - Intradós:	Mínimo: 8e-005 Calculado: 0.00104 Calculado: 0.00104	Cumple Cumple
Separación libre mínima armaduras verticales: - Trasdós, vertical: - Intradós, vertical:	Mínimo: 2 cm Calculado: 13.4 cm Calculado: 13.2 cm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: - Armadura vertical Trasdós, vertical: - Armadura vertical Intradós, vertical:	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple Cumple
Comprobación a flexión compuesta: <i>Comprobación realizada por módulo de pantalla</i>		Cumple
Comprobación a cortante:	Máximo: 79.61 t Calculado: 16.89 t	Cumple
Comprobación de fisuración:	Máximo: 0.3 mm Calculado: 0 mm	Cumple
Longitud de solapes: - Base trasdós: - Base intradós:	Mínimo: 0.72 m Calculado: 0.75 m Calculado: 0.75 m	Cumple Cumple
Rigidizadores horizontales: - Diámetro mínimo: <i>Criterio de CYPE. El diámetro del rigidizador debe ser como mínimo igual al mayor diámetro de la armadura base vertical.</i> - Separación máxima: <i>Criterio NTE. Acondicionamiento del Terreno. Cimentaciones.</i>	Mínimo: 20 mm Calculado: 20 mm Máximo: 2.5 m Calculado: 2.28 m	Cumple Cumple
Rigidizadores verticales: - Diámetro mínimo: <i>Criterio de CYPE. El diámetro del rigidizador debe ser como mínimo igual al mayor diámetro de la armadura base vertical.</i> - Separación máxima: <i>Criterio NTE. Acondicionamiento del Terreno. Cimentaciones.</i>	Mínimo: 20 mm Calculado: 20 mm Máximo: 1.5 m Calculado: 1.25 m	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Sección crítica a flexión compuesta: Cota: -4.50 m, Md: -22.48 t·m, Nd: 45.00 t, Vd: -3.17 t, Tensión máxima del acero: 0.225 t/cm ²		



Selección de listados

modelización muro largo arqueta de hinca N-113

Fecha: 26/12/24

Referencia: Hinca N-113pozo ataque (modelización muro largo arqueta de hinca)		
Comprobación	Valores	Estado
- Sección crítica a cortante: Cota: -6.50 m - Los esfuerzos están mayorados y corresponden al ancho total del tramo definido. (Longitud tramo: 2.50 m)		

14. COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (COEFICIENTES DE SEGURIDAD)

Referencia: Comprobaciones de estabilidad (Coeficientes de seguridad): Hinca N-113pozo ataque (modelización muro largo arqueta de hinca)		
Comprobación	Valores	Estado
Relación entre el momento originado por los empujes pasivos en el intradós y el momento originado por los empujes activos en el trasdós: - Hipótesis básica: <i>Valor introducido por el usuario.</i> - 1ª excavación: - Colocación 1er puntal: - 2ª excavación: - Colocación 2º puntal: - Excavación total: - Solera:	Mínimo: 1.67 Calculado: 52.038 Calculado: 40 Calculado: 25.151	Cumple Cumple Cumple No procede ⁽¹⁾ No procede ⁽¹⁾ No procede ⁽¹⁾
⁽¹⁾ Existe más de un apoyo.		
Relación entre el empuje pasivo total en el intradós y el empuje realmente movilizado en el intradós: <i>Valor introducido por el usuario.</i> Hipótesis básica: - 1ª excavación: - Colocación 1er puntal: - 2ª excavación: - Colocación 2º puntal: - Excavación total: - Solera:	Mínimo: 1.67 Calculado: 15.168 Calculado: 15.168 Calculado: 11.254 Calculado: 11.254 Calculado: 6.401 Calculado: 6.401	Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

15. MEDICIÓN

Referencia: Muro pantalla de hormigón armado		B 500 S, Ys=1.15			Total
Nombre de armado		Ø12	Ø16	Ø20	
Armado vertical trasdós	Longitud (m)			8x6.02	48.16
	Peso (kg)			8x14.85	118.77
Armado vertical trasdós	Longitud (m)			8x11.38	91.04
	Peso (kg)			8x28.06	224.52
Armado vertical trasdós - Refuerzos	Longitud (m)	7x5.40			37.80
	Peso (kg)	7x4.79			33.56
Armado vertical intradós	Longitud (m)			8x6.02	48.16
	Peso (kg)			8x14.85	118.77
Armado vertical intradós	Longitud (m)			8x11.38	91.04
	Peso (kg)			8x28.06	224.52
Armado vertical intradós - Refuerzos	Longitud (m)		7x6.85		47.95
	Peso (kg)		7x10.81		75.68
Junta lateral positiva	Longitud (m)			4x6.00	24.00
	Peso (kg)			4x14.80	59.19



Selección de listados

modelización muro largo arqueta de hinca N-113

Fecha: 26/12/24

Referencia: Muro pantalla de hormigón armado		B 500 S, Ys=1.15			Total
Nombre de armado		Ø12	Ø16	Ø20	
Junta lateral positiva	Longitud (m)			4x11.38	45.52
	Peso (kg)			4x28.06	112.26
Junta lateral negativa	Longitud (m)			3x6.00	18.00
	Peso (kg)			3x14.80	44.39
Junta lateral negativa	Longitud (m)			3x11.38	34.14
	Peso (kg)			3x28.06	84.19
Armado horizontal	Longitud (m)	80x6.81			544.80
	Peso (kg)	80x6.05			483.69
Armado rigidizadores verticales	Longitud (m)			2x9.87	19.74
	Peso (kg)			2x24.34	48.68
Armado rigidizadores verticales	Longitud (m)			2x9.84	19.68
	Peso (kg)			2x24.27	48.53
Armado rigidizadores verticales	Longitud (m)			2x9.87	19.74
	Peso (kg)			2x24.34	48.68
Armado rigidizadores verticales	Longitud (m)			2x9.84	19.68
	Peso (kg)			2x24.27	48.53
Armado rigidizadores horizontales	Longitud (m)			14x4.18	58.52
	Peso (kg)			14x10.31	144.32
Totales	Longitud (m)	582.60	47.95	537.42	
	Peso (kg)	517.25	75.68	1325.35	1918.28
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	640.86	52.75	591.16	
	Peso (kg)	568.98	83.24	1457.89	2110.11

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

Elemento	B 500 S, Ys=1.15 (kg)				Hormigón (m³)
	Ø12	Ø16	Ø20	Total	HA-30, Yc=1.5
Referencia: Muro pantalla de hormigón armado	568.97	83.25	1457.89	2110.11	40.00
Totales	568.97	83.25	1457.89	2110.11	40.00

COMPROBACIÓN DE CODALES

COMPROBACIÓN DE LA LOSA

1. DATOS DE OBRA.....	2
1.1. Normas consideradas	2
1.2. Estados límite.....	2
1.2.1. Situaciones de proyecto.....	2
1.2.2. Combinaciones	4
1.3. Resistencia al fuego.....	4
2. ESTRUCTURA.....	4
2.1. Geometría.....	4
2.1.1. Nudos.....	4
2.1.2. Barras	5
2.2. Resultados.....	8
2.2.1. Barras	8

1. DATOS DE OBRA

1.1. Normas consideradas

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

Hormigón: Código Estructural

1.2. Estados límite

E.L.U. de rotura. Hormigón	CTE
E.L.U. de rotura. Acero laminado	Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Desplazamientos	Acciones características

1.2.1. Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

G_k Acción permanente

P_k Acción de pretensado

Q_k Acción variable

γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

γ_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado

$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

$\Psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$\Psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón: Código Estructural

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.350	-	-

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.350	-	-

E.L.U. de rotura. Acero laminado: CTE DB SE-A

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Empujes del terreno (H)	0.700	1.350	-	-

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Empujes del terreno (H)	0.700	1.350	-	-

Accidental de incendio				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.000	-	-

Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.000	-	-

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Empujes del terreno (H)	1.000	1.000	-	-

1.2.2. Combinaciones

• Nombres de las hipótesis

PP Peso propio

H 1 H 1

• E.L.U. de rotura. Hormigón

Comb.	PP	H 1
1	1.000	1.000
2	1.350	1.000
3	1.000	1.350
4	1.350	1.350

• E.L.U. de rotura. Acero laminado

1. Coeficientes para situaciones persistentes o transitorias

Comb.	PP	H 1
1	0.800	0.700
2	1.350	0.700
3	0.800	1.350
4	1.350	1.350

2. Coeficientes para situaciones accidentales de incendio

Comb.	PP	H 1
1	1.000	1.000

• Desplazamientos

Comb.	PP	H 1
1	1.000	1.000

1.3. Resistencia al fuego

Perfiles de acero

Norma: CTE DB SI. Anejo D: Resistencia al fuego de los elementos de acero.

Resistencia requerida: R 15

2. ESTRUCTURA

2.1. Geometría

2.1.1. Nudos

Referencias:

$\Delta_x, \Delta_y, \Delta_z$: Desplazamientos prescritos en ejes globales.

$\theta_x, \theta_y, \theta_z$: Giros prescritos en ejes globales.

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.
-

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N1	0.000	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N2	0.000	13.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N3	15.000	13.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N4	15.000	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N5	0.000	9.750	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N6	3.250	13.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N7	11.750	13.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N8	15.000	9.750	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N9	11.750	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N10	15.000	3.250	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N11	0.000	3.250	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N12	3.250	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado

2.1.2. Barras

2.1.2.1. Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E	ν	G	f_y	α_t	γ
Tipo	Designación	(kp/cm ²)		(kp/cm ²)	(kp/cm ²)	(m/m°C)	(t/m ³)
Acero laminado	S275	2140672.8	0.300	825688.1	2803.3	0.000012	7.850
Hormigón	HA-30, $\gamma_c=1.5$	291304.8	0.200	121377.0	-	0.000010	2.500

Notación:
E: Módulo de elasticidad
 ν : Módulo de Poisson
G: Módulo de cortadura
 f_y : Límite elástico
 α_t : Coeficiente de dilatación
 γ : Peso específico

2.1.2.2. Descripción

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.} (m)	Lb _{Inf.} (m)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	N5/N6	N5/N6	HE 300 B (HEB)	4.596	1.00	1.00	-	-
		N8/N7	N8/N7	HE 300 B (HEB)	4.596	1.00	1.00	-	-
		N9/N10	N9/N10	HE 300 B (HEB)	4.596	1.00	1.00	-	-
		N12/N11	N12/N11	HE 300 B (HEB)	4.596	1.00	1.00	-	-
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	N1/N11	N1/N2	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N11/N5	N1/N2	105x100 (Viga descolgada rectangular)	6.500	1.00	1.00	-	-
		N5/N2	N1/N2	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N2/N6	N2/N3	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N6/N7	N2/N3	105x100 (Viga descolgada rectangular)	8.500	1.00	1.00	-	-
		N7/N3	N2/N3	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N4/N10	N4/N3	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N10/N8	N4/N3	105x100 (Viga descolgada rectangular)	6.500	1.00	1.00	-	-
		N8/N3	N4/N3	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N1/N12	N1/N4	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
		N12/N9	N1/N4	105x100 (Viga descolgada rectangular)	8.500	1.00	1.00	-	-
		N9/N4	N1/N4	105x100 (Viga descolgada rectangular)	3.250	1.00	1.00	-	-
<p>Notación:</p> <p>Ni: Nudo inicial</p> <p>Nf: Nudo final</p> <p>β_{xy}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'</p> <p>β_{xz}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'</p> <p>Lb_{Sup.}: Separación entre arriostramientos del ala superior</p> <p>Lb_{Inf.}: Separación entre arriostramientos del ala inferior</p>									

2.1.2.3. Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N5/N6, N8/N7, N9/N10 y N12/N11
2	N1/N2, N2/N3, N4/N3 y N1/N4

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	A _{vy} (cm ²)	A _{vz} (cm ²)	I _{yy} (cm ⁴)	I _{zz} (cm ⁴)	I _t (cm ⁴)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	HE 300 B, (HEB)	149.10	85.50	25.94	25170.00	8563.00	189.18
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	2	105x100, (Viga descolgada rectangular)	10500.00	8750.00	8750.00	8750000.00	9646875.00	15351000.00

Notación:
 Ref.: Referencia
 A: Área de la sección transversal
 A_{vy}: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'
 A_{vz}: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'
 I_{yy}: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'
 I_{zz}: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'
 I_t: Inercia a torsión
 Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

2.1.2.4. Tabla de medición

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m ³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
Acero laminado	S275	N5/N6	HE 300 B (HEB)	4.596	0.069	537.95
		N8/N7	HE 300 B (HEB)	4.596	0.069	537.95
		N9/N10	HE 300 B (HEB)	4.596	0.069	537.95
		N12/N11	HE 300 B (HEB)	4.596	0.069	537.95
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	N1/N2	105x100 (Viga descolgada rectangular)	13.000	13.650	34125.00
		N2/N3	105x100 (Viga descolgada rectangular)	15.000	15.750	39375.00
		N4/N3	105x100 (Viga descolgada rectangular)	13.000	13.650	34125.00
		N1/N4	105x100 (Viga descolgada rectangular)	15.000	15.750	39375.00

Notación:
 Ni: Nudo inicial
 Nf: Nudo final

2.1.2.5. Resumen de medición

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m ³)	Serie (m ³)	Material (m ³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
Acero laminado	S275	HEB	HE 300 B	18.385	18.385	18.385	0.274	0.274	0.274	2151.82	2151.82	2151.82
Hormigón	HA-30, Yc=1.5	Viga descolgada rectangular	105x100	56.000	56.000	56.000	58.800	58.800	58.800	147000.00	147000.00	147000.00

2.1.2.6. Medición de superficies

Acero laminado: Medición de las superficies a pintar				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m ² /m)	Longitud (m)	Superficie (m ²)
HEB	HE 300 B	1.778	18.385	32.688
			Total	32.688

Hormigón: Medición de las superficies de encofrado				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m ² /m)	Longitud (m)	Superficie (m ²)
Viga descolgada rectangular	105x100	4.100	56.000	229.600
Total				229.600

2.2. Resultados

2.2.1. Barras

2.2.1.1. Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE													Estado		
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$NM_y M_z$	$NM_y M_z V_y V_z$	M_t		$M_y V_z$	$M_z V_y$
N5/N6	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 4.596 m $\eta = 0.8$	x: 4.596 m $\eta = 0.2$	x: 4.596 m $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.596 m $\eta = 1.0$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE pt = 1.0
N8/N7	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 4.596 m $\eta = 0.8$	x: 4.596 m $\eta = 0.2$	x: 4.596 m $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.596 m $\eta = 1.0$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE pt = 1.0
N9/N10	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 0.8$	x: 0 m $\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 1.0$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE pt = 1.0
N12/N11	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 0.8$	x: 0 m $\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 1.0$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE pt = 1.0

Notación:
 $\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez
 λ_w : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
 N_t : Resistencia a tracción
 N_c : Resistencia a compresión
 M_y : Resistencia a flexión eje Y
 M_z : Resistencia a flexión eje Z
 V_z : Resistencia a corte Z
 V_y : Resistencia a corte Y
 $M_y V_z$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
 $M_z V_y$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
 $NM_y M_z$: Resistencia a flexión y axil combinados
 $NM_y M_z V_y V_z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
 M_t : Resistencia a torsión
 $M_y V_z$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
 $M_z V_y$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
 η : Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.
⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.
⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.
⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
⁽⁵⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO													Estado
	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$NM_y M_z$	$NM_y M_z V_y V_z$	M_t	$M_y V_z$	$M_z V_y$	
N5/N6	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 4.596 m $\eta = 0.9$	x: 4.596 m $\eta = 0.2$	x: 4.596 m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.596 m $\eta = 1.1$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE pt = 1.1
N8/N7	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 4.596 m $\eta = 0.9$	x: 4.596 m $\eta = 0.2$	x: 4.596 m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.596 m $\eta = 1.1$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE pt = 1.1
N9/N10	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 0.9$	x: 0 m $\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 1.1$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE pt = 1.1
N12/N11	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 0.9$	x: 0 m $\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 1.1$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE pt = 1.1

Notación:
 N_t : Resistencia a tracción
 N_c : Resistencia a compresión
 M_y : Resistencia a flexión eje Y
 M_z : Resistencia a flexión eje Z
 V_z : Resistencia a corte Z
 V_y : Resistencia a corte Y
 $M_y V_z$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
 $M_z V_y$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
 $NM_y M_z$: Resistencia a flexión y axil combinados
 $NM_y M_z V_y V_z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
 M_t : Resistencia a torsión
 $M_y V_z$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
 $M_z V_y$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
 η : Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.
⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.
⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
⁽⁴⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

ÍNDICE

1.	VERSIÓN DEL PROGRAMA Y NÚMERO DE LICENCIA	2
2.	DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA	2
3.	NORMAS CONSIDERADAS.....	2
4.	ACCIONES CONSIDERADAS	2
	4.1. Gravitatorias	2
	4.2. Viento.....	2
	4.3. Sismo	2
	4.4. Hipótesis de carga	2
	4.5. Leyes de presiones sobre muros.....	2
	4.6. Listado de cargas.....	2
5.	ESTADOS LÍMITE.....	2
6.	SITUACIONES DE PROYECTO.....	3
	6.1. Coeficientes parciales de seguridad (ψ) y coeficientes de combinación (ψ_{di})	3
	6.2. Combinaciones	4
7.	DATOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS Y PLANTAS	5
8.	DATOS GEOMÉTRICOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS.....	5
	8.1. Muros	5
9.	INTERACCIÓN TERRENO-ESTRUCTURA (ZAPATAS Y ENCEPADOS)	6
10.	LOSAS Y ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN.....	6
	10.1. Zapatas.....	6
11.	MATERIALES UTILIZADOS.....	6
	11.1. Hormigones	6
	11.2. Aceros por elemento y posición	6
	11.2.1. Aceros en barras.....	6
	11.2.2. Aceros en perfiles	7



Listado de datos de la obra

Losa sometida a subpresión

Fecha: 26/12/24

1. VERSIÓN DEL PROGRAMA Y NÚMERO DE LICENCIA

Versión: 2024

Número de licencia: 170339

2. DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA

Proyecto: Losa sometida a subpresión

Clave: Losa maciza sometida a subpresión

3. NORMAS CONSIDERADAS

Hormigón: Código Estructural

Aceros conformados: CTE DB SE-A

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

Categoría de uso: E. Zonas de tráfico y aparcamiento para vehículos ligeros

4. ACCIONES CONSIDERADAS

4.1. Gravitatorias

Planta	S.C.U (t/m ²)	Cargas muertas (t/m ²)
Forjado 1	0.10	0.10
Cimentación	0.00	0.00

4.2. Viento

Sin acción de viento

4.3. Sismo

Sin acción de sismo

4.4. Hipótesis de carga

Automáticas	Peso propio Cargas muertas Sobrecarga de uso
-------------	--

4.5. Leyes de presiones sobre muros

No se ha definido ninguna ley de presiones

4.6. Listado de cargas

Cargas especiales introducidas (en t, t/m y t/m²)

Grupo	Hipótesis	Tipo	Valor	Coordenadas
Forjado 1	Cargas muertas	Superficial	1.00	(10.62,9.99) (-4.38,9.99) (-4.38,-3.01) (10.62,-3.01)
	Sobrecarga de uso	Superficial	-2.50	(10.62,9.99) (-4.38,9.99) (-4.38,-3.01) (10.62,-3.01)

5. ESTADOS LÍMITE

E.L.U. de rotura. Hormigón	CTE
E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Tensiones sobre el terreno Desplazamientos	Acciones características



Listado de datos de la obra

Losa sometida a subpresión

Fecha: 26/12/24

6. SITUACIONES DE PROYECTO

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

G_k Acción permanente

P_k Acción de pretensado

Q_k Acción variable

γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

γ_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado

$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

$\Psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$\Psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

6.1. Coeficientes parciales de seguridad (γ) y coeficientes de combinación (ψ)

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón: Código Estructural

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.700

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: Código Estructural / CTE DB-SE C

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	1.000	0.700



Listado de datos de la obra

Losa sometida a subpresión

Fecha: 26/12/24

Tensiones sobre el terreno

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_s)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_s)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

6.2. Combinaciones

• Nombres de las hipótesis

PP Peso propio

CM Cargas muertas

Qa Sobrecarga de uso

• E.L.U. de rotura. Hormigón

Comb.	PP	CM	Qa
1	1.000	1.000	
2	1.350	1.350	
3	1.000	1.000	1.500
4	1.350	1.350	1.500

• E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones

Comb.	PP	CM	Qa
1	1.000	1.000	
2	1.600	1.600	
3	1.000	1.000	1.600
4	1.600	1.600	1.600

• Tensiones sobre el terreno

• Desplazamientos

Comb.	PP	CM	Qa
1	1.000	1.000	
2	1.000	1.000	1.000



Listado de datos de la obra

Losa sometida a subpresión

Fecha: 26/12/24

7. DATOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS Y PLANTAS

Grupo	Nombre del grupo	Planta	Nombre planta	Altura	Cota
1	Forjado 1	1	Forjado 1	3.00	3.00
0	Cimentación				0.00

8. DATOS GEOMÉTRICOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS

8.1. Muros

- Las coordenadas de los vértices inicial y final son absolutas.
- Las dimensiones están expresadas en metros.

Datos geométricos del muro

Referencia	Tipo muro	GI- GF	Vértices		Planta	Dimensiones Izquierda+Derecha=Total
			Inicial	Final		
M6	Muro de hormigón armado	0-1	(-4.38, -3.01)	(-4.38, 9.99)	1	0.15+0.15=0.3
M7	Muro de hormigón armado	0-1	(-4.38, 9.99)	(10.62, 9.99)	1	0.15+0.15=0.3
M10	Muro de hormigón armado	0-1	(10.62, -3.01)	(10.62, 9.99)	1	0.15+0.15=0.3
M11	Muro de hormigón armado	0-1	(-4.38, -3.01)	(10.62, -3.01)	1	0.15+0.15=0.3

Zapata del muro

Referencia	Zapata del muro
M6	Zapata corrida: 0.800 x 0.500 Vuelos: izq.:0.00 der.:0.50 canto:0.50
M7	Zapata corrida: 0.800 x 0.500 Vuelos: izq.:0.00 der.:0.50 canto:0.50
M10	Zapata corrida: 0.800 x 0.500 Vuelos: izq.:0.50 der.:0.00 canto:0.50
M11	Zapata corrida: 0.800 x 0.500 Vuelos: izq.:0.50 der.:0.00 canto:0.50



Listado de datos de la obra

Losa sometida a subpresión

Fecha: 26/12/24

9. INTERACCIÓN TERRENO-ESTRUCTURA (ZAPATAS Y ENCEPADOS)

Referencias	Datos de cálculo
M6	Zapata corrida Longitud: 1330 cm Ancho total: 80 cm Vuelo a la izquierda: 0 cm Vuelo a la derecha: 50 cm No se considera la interacción
M7	Zapata corrida Longitud: 1530 cm Ancho total: 80 cm Vuelo a la izquierda: 0 cm Vuelo a la derecha: 50 cm No se considera la interacción
M10	Zapata corrida Longitud: 1330 cm Ancho total: 80 cm Vuelo a la izquierda: 50 cm Vuelo a la derecha: 0 cm No se considera la interacción
M11	Zapata corrida Longitud: 1530 cm Ancho total: 80 cm Vuelo a la izquierda: 50 cm Vuelo a la derecha: 0 cm No se considera la interacción

10. LOSAS Y ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN

10.1. Zapatas

-Tensión admisible en situaciones persistentes: 2.00 kp/cm²

-Tensión admisible en situaciones accidentales: 3.00 kp/cm²

11. MATERIALES UTILIZADOS

11.1. Hormigones

Elemento	Hormigón	f_{ck} (kp/cm ²)	γ_c	Árido		E_c (kp/cm ²)
				Naturaleza	Tamaño máximo (mm)	
Todos	HA-30	306	1.50	Cuarcita	15	291305

11.2. Aceros por elemento y posición

11.2.1. Aceros en barras

Elemento	Acero	f_{yk} (kp/cm ²)	γ_s
Todos	B 500 S	5097	1.15



Listado de datos de la obra

Losa sometida a subpresión

Fecha: 26/12/24

11.2.2. Aceros en perfiles

Tipo de acero para perfiles	Acero	Límite elástico (kp/cm ²)	Módulo de elasticidad (kp/cm ²)
Acero conformado	S235	2396	2140673
Acero laminado	S275	2803	2140673

Combinaciones

Nombre Obra: Losa maciza sometida a subpresión

Fecha:26/12/24

▪ Nombres de las hipótesis

PP Peso propio

CM Cargas muertas

Qa Sobrecarga de uso

▪ Categoría de uso

E. Zonas de tráfico y aparcamiento para vehículos ligeros

▪ E.L.U. de rotura. Hormigón

CTE

Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

▪ E.L.U. de rotura. Pilares mixtos de hormigón y acero

CTE

Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

▪ E.L.U. de rotura. Aluminio

EC

Nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

Comb.	PP	CM	Qa
1	1.000	1.000	
2	1.350	1.350	
3	1.000	1.000	1.500
4	1.350	1.350	1.500

▪ E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones

CTE

Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

Comb.	PP	CM	Qa
1	1.000	1.000	
2	1.600	1.600	
3	1.000	1.000	1.600
4	1.600	1.600	1.600

▪ E.L.U. de rotura. Acero conformado

CTE

Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

▪ E.L.U. de rotura. Acero laminado

CTE

Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

▪ E.L.U. de rotura. Madera

CTE

Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

1. Coeficientes para situaciones persistentes o transitorias

Comb.	PP	CM	Qa
1	0.800	0.800	
2	1.350	1.350	
3	0.800	0.800	1.500
4	1.350	1.350	1.500

2. Coeficientes para situaciones accidentales de incendio

Comb.	PP	CM	Qa
1	1.000	1.000	
2	1.000	1.000	0.700

Combinaciones

Nombre Obra: Losa maciza sometida a subpresión

Fecha:26/12/24

- **Tensiones sobre el terreno**
Acciones características
- **Desplazamientos**
Acciones características

Comb.	PP	CM	Qa
1	1.000	1.000	
2	1.000	1.000	1.000



Armados de losas

Losa sometida a subpresión

Fecha: 26/12/24

Forjado 1

Número Plantas Iguales: 1

Malla 1: Losa maciza

Alineaciones longitudinales

Armadura Base Inferior: 1Ø20c/15

Armadura Base Superior: 1Ø20c/15

Canto: 40

Alineaciones transversales

Armadura Base Inferior: 1Ø20c/15

Armadura Base Superior: 1Ø20c/15

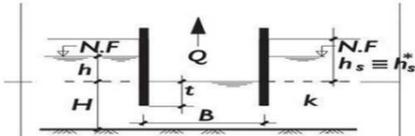
Canto: 40

5.9. COMPROBACIÓN DE SIFONAMIENTO DE PANTALLAS

COMPROBACIÓN A SIFONAMIENTO Y DESPEGUE. CÁLCULO DE FILTRACIONES

	Río Aragón		NA-128		NA-134		Río Ebro		FFCC Alsua		N-113	
	Pozo ataque	Pozo salida	Pozo ataque	Pozo salida	Pozo ataque	Pozo salida	Pozo ataque	Pozo salida	Pozo ataque	Pozo salida	Pozo ataque	Pozo salida
Cálculo de seguridad de sifonamiento												
L= Longitud (m) recinto apantallado	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
B=Ancho (m) recinto apantallado	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00
Tipo de suelo	k_s (m/s)											
Grava limpia	> 10 ⁻²											
Arena limpia y mezcla de grava y arena limpia	10 ⁻² - 10 ⁻³											
Arena fina, limo, mezclas de arenas, limos y arcillas	10 ⁻³ - 10 ⁻⁵											
Arcilla	< 10 ⁻⁵											
estrato-1	Gravas arenosas saturadas	Gravas arenosas saturadas	Arcillas limosa con arenas y gravas saturadas	Arcillas limosa con arenas y gravas saturadas	Arcillas con arenas y gravas saturadas	Arcillas con arenas y gravas saturadas	Arcillas limosa con arenas y gravas saturadas	Arcillas limosa con arenas y gravas saturadas	Gravas aluviales	Gravas aluviales	Gravas y bolos cementados	Gravas y bolos cementados
K1= permeabilidad del estrato-1 (m/s)	1,00E-02	1,00E-02	1,00E-03	1,00E-03	1,00E-03	1,00E-03	1,00E-02	1,00E-02	1,00E-02	1,00E-02	1,00E-04	1,00E-04
Potencia estrato-1 desde fondo de pantalla	0,00	0,00	0,00	0,00	3,03	3,03	5,00	5,00	0,00	0,00	10,00	10,00
estrato-2	Lutitas, margas u arcillas (terciario)	Lutitas, margas u arcillas (terciario)	Lutitas, margas u arcillas (terciario)	Lutitas, margas u arcillas (terciario)	Lutitas, margas u arcillas (terciario)	Lutitas, margas u arcillas (terciario)	Lutitas, margas u arcillas (terciario)	Lutitas, margas u arcillas (terciario)	Arcillas margosas	Arcillas margosas	Lutitas, margas u arcillas (terciario)	Lutitas, margas u arcillas (terciario)
K2= permeabilidad del estrato-2 (m/s)	1,00E-08	1,00E-08	1,00E-08	1,00E-08	1,00E-08	1,00E-08	1,00E-08	1,00E-08	1,00E-07	1,00E-07	1,00E-08	1,00E-08
Potencia estrato-2 desde fondo de pantalla a estrato impermeable	5,26	0,92	12,53	12,80	13,25	13,50	10,97	11,42	12,52	12,26	13,70	14,71
Profundidad de cota terreno natural a capa impermeable media (m)	15,00	15,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
γw es la densidad del agua (1T/m3)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
γsum es la densidad del suelo sumergido, del orden de 1T/m3 = Dens. Sat- dens. Agua	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
Cota de Terreno natural	326,25	332,08	325,17	325,40	260,48	260,48	259,93	259,88	262,56	262,56	377,78	377,50
Cota terreno-plataforma de hinca pantalla	324,75	330,58	323,67	323,90	258,98	258,98	258,43	258,38	261,06	261,06	376,28	376,00
Cota NF	324,00	325,00	322,10	322,10	257,90	257,90	257,10	257,10	260,00	260,00	372,50	372,50
Cota MEDIA excav=	315,00	316,50	316,20	316,70	252,23	252,48	249,40	249,80	253,58	253,32	369,98	370,71
Profundidad del NF desde terreno natural (m)=	2,25	7,08	3,07	3,29	2,58	2,58	2,83	2,78	2,56	2,56	5,28	5,00
H=Profundidad de la excavación desde coronación (m)	9,74	14,08	7,47	7,20	6,75	6,50	9,03	8,58	7,48	7,74	6,30	5,29
h es la altura existente entre el nivel freático y el fondo de excavación (m)	9,00	8,50	5,90	5,40	5,67	5,42	7,70	7,30	6,42	6,68	2,52	1,79
Empotre recomendado=3/2 *h	14,61	21,12	11,20	10,80	10,12	9,75	13,55	12,87	11,22	11,62	9,45	7,93
Empotre mínimo=3/2 *h	6,49	9,39	4,98	4,80	4,50	4,33	6,02	5,72	4,99	5,16	4,20	3,52
Profundidad de pantalla recomendada	24,35	35,20	18,67	17,99	16,87	16,25	22,58	21,46	18,70	19,36	15,75	13,22
Profundidad de pantalla mínima	16,24	23,47	12,45	12,00	11,25	10,83	15,05	14,31	12,47	12,91	10,50	8,81
Profundidad de la pantalla adoptada	18,00	24,00	18,00	18,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00
e=empotramiento desde el fondo de excavación hasta el pie de pantalla	8,26	9,92	10,53	10,80	9,25	9,50	6,97	7,42	8,52	8,26	9,70	10,71
i es el gradiente hidráulico =h/(2xe)	0,54	0,43	0,28	0,25	0,31	0,29	0,55	0,49	0,38	0,40	0,13	0,08
Gradiente a pie de pantalla en terrenos heterogéneos =h/e	1,09	0,86	0,56	0,50	0,61	0,57	1,10	0,98	0,75	0,81	0,26	0,17
Gradiente a pie de pantalla en terrenos homogéneos =0,44*h/e	0,48	0,38	0,25	0,22	0,27	0,25	0,49	0,43	0,33	0,36	0,11	0,07
i _c es el gradiente hidráulico crítico, a partir del cual se produce sifonamiento =γsum/γw	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
Factor de seguridad a sifonamiento F_s > 2	2,02	2,57	3,93	4,40	3,59	3,85	1,99	2,23	2,92	2,72	8,47	13,19
Cumple seguridad	si	si	si	si	si	si	no	si	si	si	si	si

Cálculo según ROM 05-05



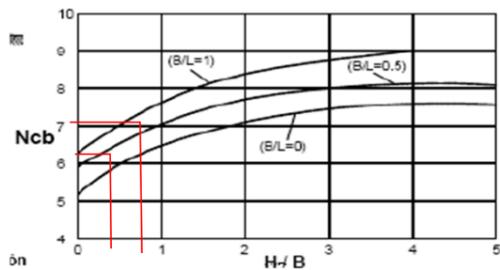
$$h_s^* = h_s \cdot \frac{k_2}{k_1} \quad \text{cuando } h > h_s$$

$$h_s^* = h \cdot \frac{k_2}{k_1} \quad \text{cuando } h < h_s$$

e= empotre pantalla (m)	8,26	9,92	10,53	10,80	9,25	9,50	6,97	7,42	8,52	8,26	9,70	10,71
B= separación entre tablestacas o pantallas (m)	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00
VH: Para B>e => γw*h/(1+(1+hs/e)^(1/3))												
Para B<=e => γw*h	4,50	4,25	2,95	2,70	2,83	2,71	3,85	3,65	3,21	3,34	1,26	0,89
hs= h*K2/K1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ir= VH/(γw*e)	0,54	0,43	0,28	0,25	0,31	0,29	0,55	0,49	0,38	0,40	0,13	0,08
Factor de seguridad: F_s=γsum/(ir*γw)	2,02	2,57	3,93	4,40	3,59	3,85	1,99	2,23	2,92	2,72	8,47	13,19
Cumple seguridad	si	si	si	si	si	si	no	si	si	si	si	si

Cálculo de seguridad del despegue

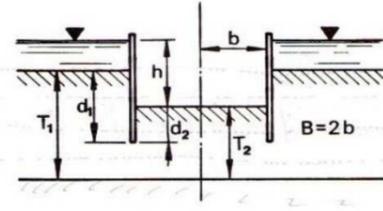
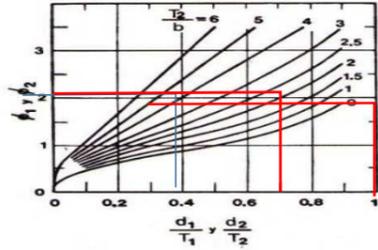
H=profundidad de excavación	9,74	14,08	7,47	7,20	6,75	6,50	9,03	8,58	7,48	7,74	6,30	5,29
H/B=	0,75	1,08	0,57	0,55	0,52	0,50	0,69	0,66	0,58	0,60	0,48	0,41
B/L=	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87



Nc=factor de capacidad de carga s/ tabla. Función de H/B y B/L	7,10	7,10	6,20	6,20	6,10	6,10	6,50	6,50	6,20	6,20	6,00	6,00
Densidad =2,0 si no existe edificaciones, o servicios sensibles; 2,5 en caso contrario	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Cu = resistencia a corte sin drenaje del terreno en el fondo de excavación (T/m2)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Sigma= Tensión vertical a nivel fondo de excavación <=	3,55	3,55	3,10	3,10	3,05	3,05	3,25	3,25	3,10	3,10	3,00	3,00

COMPROBACIÓN A SIFONAMIENTO Y DESPEGUE. CÁLCULO DE FILTRACIONES

	Río Aragón	NA-128	NA-134	Río Ebro	FFCC Alsasua	N-113
Cálculo del caudal filtrado y necesidad de bombeo						
L= Longitud (m) recinto apantallado	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
B=Ancho (m) recinto apantallado	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00
A=Área estimada (m2)	195,00	195,00	195,00	195,00	195,00	195,00
estrato-1	Gravas arenosas saturadas	Gravas arenosas saturadas	Arcillas limosa con arenas y gravas saturadas	Arcillas limosa con arenas y gravas saturadas	Arcillas con arenas y gravas saturadas	Arcillas con arenas y gravas saturadas
K= permeabilidad del estrato-1 (m/s)	1,00E-02	1,00E-02	1,00E-03	1,00E-03	1,00E-03	1,00E-03
Potencia estrato-1(arenas) desde fondo de pantalla a estrato impermeable	0,00	0,00	0,00	0,00	3,03	3,03
estrato-2	Lutitas, margas u arcillas (terciario)	Lutitas, margas u arcillas (terciario)	Lutitas, margas u arcillas (terciario)	Lutitas, margas u arcillas (terciario)	Lutitas, margas u arcillas (terciario)	Lutitas, margas u arcillas (terciario)
K= permeabilidad del estrato-2 (m/s)	1,00E-08	1,00E-08	1,00E-08	1,00E-08	1,00E-08	1,00E-08
Potencia estrato-2 desde fondo de pantalla a estrato impermeable	5,26	0,92	12,53	12,80	13,25	13,50
K= permeabilidad del estrato medio (m/s)	1,00E-08	1,00E-08	1,00E-08	1,00E-08	1,86E-04	1,83E-04
Cota estrato impermeable	309,75	315,58	303,67	303,90	238,98	238,98
h=Altura desde NF a fondo de excavación (m)	9,00	8,50	5,90	5,40	5,67	5,42
e= empotre pantalla (m)=d2	8,26	9,92	10,53	10,80	9,25	9,50
b= profundidad desde fondo pantalla a estrato impermeable	-3,00	-9,00	2,00	2,00	4,00	4,00
T2=profundidad desde fondo de excavación a estrato impermeable	5,26	0,92	12,53	12,80	13,25	13,50
l=Altura de carga desde NF a estrato impermeable=T1	14,26	9,42	18,43	18,21	18,92	18,92
Long.p =Longitud de pantalla	56,00	56,00	56,00	56,00	56,00	56,00
d1=(h+e)	17,26	18,42	16,43	16,21	14,92	14,92
d1/T1=(h+e)/l	1,21	1,96	0,89	0,89	0,79	0,79
d2/T2=	1,57	10,78	0,84	0,84	0,70	0,64
T2/b=	0,81	0,14	1,93	1,97	2,04	2,08



Formulación s/ tabulación Geotecnia y Cimientos III (Jiménez Salas, 1980) en secciones cuadradas

T2/b	0,81	0,14	1,93	1,97	2,04	2,08	1,69	1,76	1,93	1,89	2,11	2,26
Ø1	1,75	1,75	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,95	1,95	2,00	2,00
Ø2	1,75	1,75	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,95	1,95	2,00	2,00
Q=2.8B*K*h*(Ø1+Ø2) (m3/s)	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00001	0,00001	0,00000	0,00000
Q=(m3/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	0,00
Q=(l/s)	0,001	0,001	0,001	0,000	0,001	0,000	0,001	0,001	0,006	0,006	0,000	0,000
Fórmulas aprox. Darcy												
Q=KhA/(h+2e)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Q= KAI (m3/s)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,010	0,337	0,292	0,000	0,000	0,001	0,001
Caudal= Kx h*L*b/(l)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,009	0,250	0,225	0,000	0,000	0,001	0,001
Caudal=K x VH x b/l x long.p (m3/s)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,012	0,012	0,289	0,266	0,000	0,000	0,001	0,001
Caudal (m3/h)	0,00	0,00	0,00	0,00	44,97	42,36	1,041,27	957,97	0,03	0,03	5,29	3,53
Caudal unitario de bomba (L/S)	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00
Hm= Manométrica (m)	12,00	16,08	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00
Rendimiento motor	75%	75%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%
Pot (Kw)	6,27	8,40	7,24	7,24	7,24	7,24	7,24	7,24	7,24	7,24	7,24	7,24
Caudal unitario de bomba (m3/h)	144,00	144,00	144,00	144,00	144,00	144,00	144,00	144,00	144,00	144,00	144,00	144,00
Nº de bombas mínimas requeridas	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	8,00	7,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Pot (Kw/h) consumidos	0,00	0,00	7,24	7,24	7,24	7,24	57,90	50,66	7,24	7,24	7,24	7,24
Superficie/ bomba (m2)	0,00	0,00	195,00	195,00	195,00	195,00	24,38	27,86	195,00	195,00	195,00	195,00

ABS Jumbo 54

J 54 HD
J 54 LD
J 54 LD

Media altura
Gran altura
Gran caudal

Potencia del motor P1: 6,6 kW, trifásica
Tensión (V): 230 / 400 / 690
Intensidad (A): 22 / 11 / 6,8
Velocidad: 3450 rpm
Paso aberturas cistón: 7,5 x 20 mm
Codo de descarga: 2", 4", 6" manguera rasca BSP 2", 4", 6" rasca NPT 2", 4", 6" rasca NPT 2", 4", 6"

Peso (con cable): 80 kg (110 kg)
Protección del motor: incorporada
Cable estándar: 20 m (40 m) (10 m) (15 m) (20 m)

ABS Jumbo 84

J 84 HD
J 84 LD
J 84 LD

Media altura
Gran altura
Gran caudal

Potencia del motor P1: 11 kW, trifásica
Tensión (V): 230 / 400 / 690
Intensidad (A): 24 / 12 / 13,5
Velocidad: 2950 rpm
Paso aberturas cistón: 7,5 x 20 mm
Codo de descarga: 2", 4", 6" manguera rasca BSP 2", 4", 6" rasca NPT 2", 4", 6" rasca NPT 2", 4", 6"

Peso (con cable): 80 kg (110 kg)
Protección del motor: incorporada
Cable estándar: 20 m (40 m) (10 m) (15 m) (20 m)

5.10. COMPROBACIÓN DE FLOTABILIDAD DE PANTALLAS

CÁLCULO DE FLOTABILIDAD

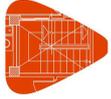
Parámetros generales	Río Aragón		NA-128		NA-134		Río Ebro		FFCC Alsasua		N-113	
	Pozo de ataque	Pozo de salida										
Largo interior de pantalla (m)	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
Ancho interior de pantalla (m)	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	6,80	6,80
Espesor pantalla (m)	1,00	1,00	2,00	1,00	3,00	1,00	4,00	1,00	5,00	3,00	1,00	6,00
Profundidad de pantalla (m)	18,00	24,00	18,00	18,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00
Espesor de losa de fondo	0,40	0,00	0,40	0,00	0,40	0,00	0,40	0,00	0,40	0,00	0,40	0,00
Densidad hormigón (Tn/m3)	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
Cota de Terreno natural	326,25	332,08	325,17	259,88	260,48	325,17	259,93	260,48	262,56	262,56	377,78	377,50
Cota terreno-plataforma de hinca pantalla	324,75	330,58	323,67	258,38	258,98	323,90	258,43	258,98	261,06	261,06	376,28	376,00
Cota NF	324,00	325,00	322,10	257,10	257,90	322,10	257,10	257,90	260,00	260,00	372,50	372,50
Cota MEDIA excav=	315,00	317,34	316,20	249,80	252,23	316,70	249,40	252,48	253,58	253,32	369,98	370,71
Ho=Altura de excavación a fondo de losa desde explanada	9,74	13,24	7,47	8,58	6,75	7,20	9,03	6,50	7,48	7,74	6,30	5,29
H1=Altura entre el nivel freático y fondo de excavación	9,00	7,66	5,90	7,30	5,67	5,40	7,70	5,42	6,42	6,68	2,52	1,79
H2=Altura entre el nivel freático y fondo de pantalla	17,26	18,42	16,43	16,72	14,92	14,21	14,67	14,92	14,94	14,94	12,22	12,50
S1= superficie losa (m2)	195,00	0,00	195,00	0,00	195,00	0,00	195,00	0,00	195,00	0,00	102,00	0,00
S2= Superficie de pantalla (m2)	60,00	44,00	128,00	44,00	204,00	44,00	288,00	44,00	380,00	44,00	405,60	31,60
Fuerzas desestabilizantes (subpresión)												
F1=Subpresión en losa (Tn)	1.754,22	0,00	1.150,50	0,00	1.105,65	0,00	1.501,50	0,00	1.251,90	0,00	256,94	0,00
F2=Subpresión en pantalla (Tn)	1.035,30	810,48	2.103,30	735,59	3.044,09	625,02	4.224,96	656,57	5.677,20	657,36	4.956,03	395,00
F1+F2	2.789,52	810,48	3.253,80	735,59	4.149,74	625,02	5.726,46	656,57	6.929,10	657,36	5.212,96	395,00
Fuerzas estabilizantes (pesos)												
P1= Peso losa (Tn)	195,00	0,00	195,00	0,00	195,00	0,00	195,00	0,00	195,00	0,00	102,00	0,00
P2=Subpresión en pantalla (Tn)	2.700,00	2.640,00	5.760,00	1.980,00	8.160,00	1.760,00	11.520,00	1.760,00	15.200,00	1.760,00	16.224,00	1.264,00
Fuerzas estabilizantes por rozamiento de pantalla												
Ángulo de rozamiento promedio	33,00	33,00	33,00	33,00	33,00	33,00	33,00	33,00	33,00	33,00	38,00	38,00
Coef rozamiento (Tn/m2)	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,52	0,52
Superficie exterior de pantalla (m2)	64,00	64,00	72,00	64,00	80,00	64,00	88,00	64,00	96,00	64,00	91,60	51,60
P3= Esfuerzo por rozamiento	747,75	1.117,14	937,66	794,69	911,36	736,48	925,20	735,95	1.062,48	701,01	1.405,58	811,45
P1+P2+P3	3.642,75	3.757,14	6.892,66	2.774,69	9.266,36	2.496,48	12.640,20	2.495,95	16.457,48	2.461,01	17.731,58	2.075,45
Total Pi-Fi	853,23	2.946,66	3.638,87	2.039,09	5.116,62	1.871,46	6.913,74	1.839,39	9.528,38	1.803,65	12.518,61	1.680,45
Coef. seguridad	1,31	4,64	2,12	3,77	2,23	3,99	2,21	3,80	2,38	3,74	3,40	5,25
Coeficiente seguridad >=1,3 en escenario normal	cumple											
Coeficiente seguridad >=1,2 en escenario circunstancial	cumple											
Coeficiente de seguridad >1,0 en escenario extremo	cumple											

Nota: asume que el empotre en margas o lutitas generará una subpresión a medio plazo, aunque estas sean casi impermeables

6. APÉNDICE 7.3.3: PANTALLA DE MICROPILOTES

ÍNDICE

1. NORMA Y MATERIALES	2
2. ACCIONES	2
3. DATOS GENERALES	2
4. DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	2
5. GEOMETRÍA	2
6. COMPROBACIÓN DE LA GEOMETRÍA	3
7. ESQUEMA DE LAS FASES	3
8. CARGAS	3
9. RESULTADOS DE LAS FASES	4
10. COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (COEFICIENTES DE SEGURIDAD)	4
11. COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (CÍRCULO DE DESLIZAMIENTO PÉSIMO)	4



1. NORMA Y MATERIALES

Norma de hormigón: Código Estructural

Hormigón: HA-30, $Y_c=1.5$

Clase de exposición: XC2+XA2

2. ACCIONES

Mayoración esfuerzos en construcción: 1.60

Mayoración esfuerzos en servicio: 1.60

Sin análisis sísmico

Sin considerar acciones térmicas en puntales

3. DATOS GENERALES

Cota de la rasante: 0.00 m

Altura del muro sobre la rasante: 0.00 m

Tipología: Cortina de micropilotes

4. DESCRIPCIÓN DEL TERRENO

Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el trasdós del muro pantalla: 0.0 %

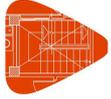
Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el intradós del muro pantalla: 0.0 %

ESTRATOS

Referencias	Cota superior	Descripción	Coefficientes de empuje
1 - Terciario	0.00 m	Densidad aparente: 2.3 kg/dm ³ Densidad sumergida: 1.1 kg/dm ³ Ángulo rozamiento interno: 30 grados Cohesión: 5.00 t/m ² Módulo de balasto empuje activo: 4500.0 t/m ³ Módulo de balasto empuje pasivo: 4500.0 t/m ³ Gradiente módulo de balasto: 0.0 t/m ⁴	Activo trasdós: 0.33 Reposo trasdós: 0.50 Pasivo trasdós: 3.00 Activo intradós: 0.33 Reposo intradós: 0.50 Pasivo intradós: 3.00

5. GEOMETRÍA

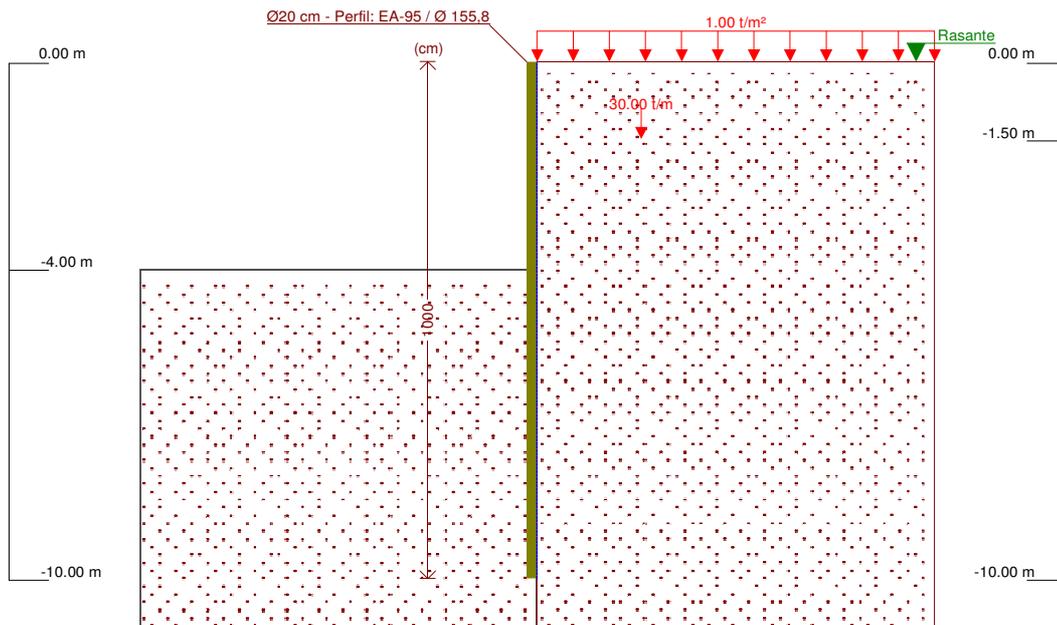
Altura total: 10.00 m
Diámetro: 20.00 cm
Separación: 40.00 cm
Serie de micropilotes: EA-95
Perfil: Ø 155,8



6. COMPROBACIÓN DE LA GEOMETRÍA

Referencia: micropilotes Paso subterráneo		
Comprobación	Valores	Estado
Esbeltez máxima:	Máximo: 200 Calculado: 85	Cumple
Tensión máxima:		
- Acero:	Máximo: 2.6 t/cm ² Calculado: 2.452 t/cm ²	Cumple
- Hormigón:	Máximo: 0.122 t/cm ² Calculado: 0.103 t/cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Esfuerzos para el cálculo de la tensión en el acero: Axil: 0.71 t; Momento: 3.55 t·m; Cortante: 0.15 t		
- Esfuerzos para el cálculo de la tensión en el hormigón: Axil: 0.71 t; Momento: 3.55 t·m; Cortante: 0.15 t		
- Esfuerzos mayorados por micropilote (Diámetro: 20.00 cm)		

7. ESQUEMA DE LAS FASES



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 1	Excavación	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -4.00 m

8. CARGAS

CARGAS EN EL TRASDÓS

Tipo	Cota	Datos	Fase inicial	Fase final
Lineal	-1.5 m	Valor: 30 t/m Separación: 2 m	Excavación	Excavación
Uniforme	En superficie	Valor: 1 t/m ²	Excavación	Excavación



Selección de listados

micropilotes Paso subterráneo

Fecha:26/12/24

9. RESULTADOS DE LAS FASES

Esfuerzos sin mayorar.

FASE 1: EXCAVACIÓN

BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m ²)	Presión hidrostática (t/m ²)
0.00	-46.76	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00
-1.00	-36.16	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00
-2.00	-25.55	0.49	-0.00	0.00	0.32	0.00
-3.00	-14.97	0.74	1.89	0.92	2.73	0.00
-4.00	-5.61	0.98	4.08	4.29	1.26	0.00
-5.00	-0.89	1.23	-4.06	3.80	-0.93	0.00
-6.00	-0.36	1.47	-2.15	0.49	3.01	0.00
-7.00	-0.58	1.72	-0.10	-0.18	0.63	0.00
-8.00	-0.63	1.97	0.14	-0.06	-0.11	0.00
-9.00	-0.61	2.21	0.02	0.00	-0.07	0.00
-10.00	-0.59	2.46	0.00	-0.00	0.04	0.00
Máximos	-0.34 Cota: -5.75 m	2.46 Cota: -10.00 m	4.40 Cota: -4.25 m	5.45 Cota: -4.50 m	3.40 Cota: -5.75 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínimos	-46.76 Cota: 0.00 m	0.00 Cota: 0.00 m	-4.30 Cota: -5.25 m	-0.18 Cota: -7.00 m	-16.63 Cota: -4.25 m	0.00 Cota: 0.00 m

10. COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (COEFICIENTES DE SEGURIDAD)

Referencia: Comprobaciones de estabilidad (Coeficientes de seguridad): micropilotes Paso subterráneo		
Comprobación	Valores	Estado
Relación entre el momento originado por los empujes pasivos en el intradós y el momento originado por los empujes activos en el trasdós: Hipótesis básica: - Excavación: <i>Valor introducido por el usuario.</i>	Mínimo: 1.67 Calculado: 12.901	Cumple
Relación entre el empuje pasivo total en el intradós y el empuje realmente movilizado en el intradós: Hipótesis básica: - Excavación: <i>Valor introducido por el usuario.</i>	Mínimo: 1.67 Calculado: 5.312	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

11. COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (CÍRCULO DE DESLIZAMIENTO PÉSIMO)

Referencia: Comprobaciones de estabilidad (Círculo de deslizamiento pésimo): micropilotes Paso subterráneo		
Comprobación	Valores	Estado
Círculo de deslizamiento pésimo: Combinaciones sin sismo: - Excavación: Coordenadas del centro del círculo (-3.03 m ; 0.36 m) - Radio: 10.86 m: <i>Valor introducido por el usuario.</i>	Mínimo: 1.8 Calculado: 5.804	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

7. APÉNDICE 7.3.4: CÁLCULO DE MARCOS PREFABRICADOS

Se adjuntan los cálculos de marcos prefabricados de dimensiones 3.0x1.5m; 2.5x2.0m y 2.0x1.0m realizados en el caso pésimo de 0.5m de tierras de cobertura y TP 60tn (IAP-11).



MEMORIA DE CÁLCULO

MARCO 3000 X 1500 X 2200 – 250/200

Hr = 0.50-1.0 m. + TP IAP-11

1.- INTRODUCCION

- 1.1 Descripción de la estructura**
- 1.2 Identificación de la Obra**
- 1.3 Características de la Obra**
- 1.4 Características físicas del marco**
- 1.5 Características de los materiales**
- 1.6 Normas utilizadas 2.-**

ACCIONES

- 2.1 Peso propio**
- 2.2 Peso del relleno de tierras**
- 2.3 Empuje lateral del relleno**
- 2.4 Carga debida al tráfico**
- 2.5 Cargas sísmicas, freáticas y térmicas**
- 2.6 Coeficientes de ponderación**

3.- CALCULO DE LA ESTRUCTURA

- 3.1 Programa utilizado**
- 3.2 Hipótesis combinadas para el ELU**
 - 3.2.1 Estudio Dintel y Solera**
 - 3.2.2 Estudio Esquinas**
 - 3.2.3 Estudio Hastiales**
 - 3.2.4 Acciones accidentales. Sismo.**
 - 3.2.5 Hipótesis Combinada para el ELS**
- 3.3 Armado**
- 3.4 Estado Límite de Fisuración**
- 3.5 Detalle de disposición de armaduras**
- 3.6 Cálculo y comprobación apertura de fisura**

4.- ANEJOS DE CALCULO

5.- SELLADO DE UNIONES EN MARCOS PREFABRICADOS

6.- CERTIFICADOS DE CALIDAD Y DECLARACIÓN DE PRESTACIONES

1.- INTRODUCCION

1.1 Descripción de la estructura.-

La presente memoria de cálculo se refiere al proyecto de la estructura para los marcos de drenaje que hay que realizar a lo largo de todo el tramo proyectado.

La tipología adoptada es la de un marco cerrado o cajón, con gálibos interiores de 3,00 metros en horizontal y altura de hastiales igual a 1,50.

1.2 Identificación de la Obra

La presente memoria de cálculo corresponde al Proyecto que la sociedad denominada **CANASA**, lleva a cabo con el nombre de *Proyecto de Construcción de la segunda fase del Canal de Navarra*.

1.3 Características de la obra

Las obras de drenaje transversal tienen por objeto varias funciones:

- Permeabilizar la plataforma mitigando el efecto presa de la obra y por lo tanto de permitir el drenaje transversal a lo largo de la misma, destacando especialmente las zonas sensibles a inundaciones.
- Permitir el paso de servicios
- Permitir el paso de fauna

Se estudian y dimensionan los marcos para un relleno de tierras por encima del dintel de entre 0,50 m. y 1,0 m. (incluido el paquete asfáltico) y considerando la carga móvil debida al tráfico carretero (Tanque Instrucción de Carreteras según IAP-2011); los cálculos que se adjuntan son para el caso más desfavorable, que es el de 0,50 m. de tierras sobre el dintel.

La condición del terreno de apoyo sobre el suelo en las hipótesis de cálculo, considera un medio elástico con coeficiente de balasto de **5000 t/m³**. La colocación se hará en terraplén, sobre cama de hormigón de limpieza o cama granular compactada, que no tenga la rigidez suficiente como para alterar el estado tensional del apoyo.

En cuanto al recubrimiento de las armaduras, para una resistencia característica del hormigón comprendida entre 25 y 40 Mpa, para elementos prefabricados con una exposición XA3, el recubrimiento indicado es de 40 mm. El margen de recubrimiento en elementos prefabricados para nivel de control intenso, tiene valor cero. No obstante, en aras de una mayor protección de las armaduras, el recubrimiento nominal de las mismas empleado para el cálculo y fabricación de los marcos referidos en esta memoria de cálculo es de 45 mm.

El relleno del terraplén se hará con material granular, que se supone en el cálculo de densidad 2,0 t/m³ y **30° de ángulo de rozamiento interno**. En los laterales del marco, este relleno estará compactado para conseguir el 95% del Proctor Modificado.

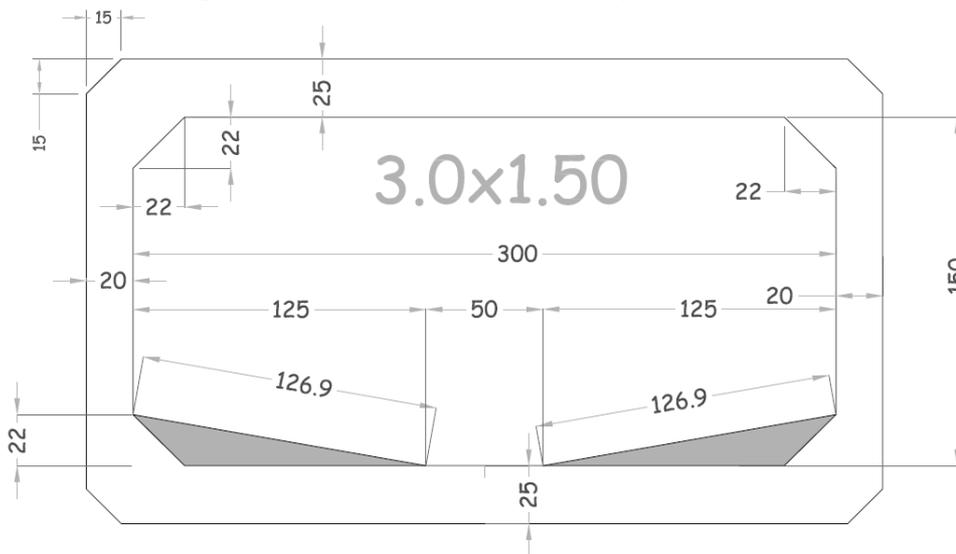
Para dicho relleno, *debe compensarse la zanja hasta la altura de la parte superior del marco, rellenando alternativamente sobre los dos lados, utilizando los materiales granulados seleccionados, compactados con la ayuda de un compactador ligero o a mano, en capas que no excedan de 200 mm y respetando un desnivel a cada lado del marco que no exceda 500 mm. Asimismo, se debería realizar el relleno inicial por encima del marco en capas de material de 200 mm. de espesor. (Anexo C.2 Norma UNE EN 14844).*

Los criterios adoptados para la consideración del reparto de cargas de tráfico en profundidad han sido los siguientes:

- **Relleno normal:** Se consideran cargas repartidas en profundidad a partir de 90 cm.
- **Relleno compactado:** Se consideran cargas repartidas en profundidad a partir de 65 cm.
- **Relleno compactado y losa de reparto de 10 cm:** Se consideran cargas repartidas en profundidad a partir de 50 cm.

1.4 Características físicas del marco.-

El marco tiene unas dimensiones interiores de 3,00 metros en horizontal por 1,50 metros en vertical, con una longitud útil de 2,20 metros, con unión entre ellos por el sistema de machihembrado, con espesor de 25 cm. en dintel/solera y 20 cm en hastiales.



MEDIDAS (cm)	
Ancho Interior.....	300
Alto Interior.....	150
Longitud Útil.....	210
Espesor Dintel.....	25
Espesor Solera.....	25
Espesor Hastiales.....	20
Longitud Máxima.....	218

DATOS PARA CARGA	
Peso del marco completo (kg)	13.293
Peso metro lineal (kg).....	6.330
Carga ml/camión.....	4,20
MATERIALES	
Hormigón.....	HA-35
Acero Barras.....	B-500-SB
Acero Malla.....	B-500-T

1.5 Características de los materiales.-

El control de calidad atenderá a lo especificado en el Código Estructural asignándose para la realización y fabricación de los marcos “**Control Intenso**”.

Los materiales principalmente empleados en la fabricación son:

Hormigón	HA-35/S/20/XA3-SR
Acero	B500 SD
Coeficiente de minoración del hormigón	$\gamma_c = 1,5$
Coeficiente de minoración del acero	$\gamma_s = 1,15$

1.6 Normas utilizadas.-

Para la elaboración de la presente Memoria de Cálculo, se emplean las normas y recomendaciones enumeradas a continuación:

- Código Estructural (2021)
- Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera, de la Secretaría de Estado de Infraestructura del Transporte, dependiente del Ministerio de Fomento. (IAP-11), Orden FOM/2842/2011, de 29 de Septiembre
- Instrucciones y Recomendaciones para la Redacción de Proyectos de Plataforma IGP-08, emitido por ADIF.
- Norma UNE EN 14844:2006 de Productos prefabricados de hormigón. Marcos
- Norma Sismorresistente NCSP-07

2.- ACCIONES

Para la clasificación de acciones aplicamos los criterios de la IAP 2011 que son los siguientes:

Acciones permanentes de valor constante

Peso Propio

Cargas muertas que en nuestro caso es el **peso del relleno de tierras**

Acciones permanentes de valor no constante

Empuje lateral del relleno

Acciones variables

Sobrecarga de uso, que en nuestro caso es la **carga debida al tráfico**

Acciones accidentales

Carga debida al **sismo**

2.1 Peso propio.

Su valor característico se deducirá de las dimensiones de los elementos especificados en los planos, y de los pesos específicos correspondientes. Salvo justificación expresa, se tomarán para los materiales de construcción más usuales los pesos específicos recogidos en la tabla 3.1-a de la Instrucción, que para el caso de elementos de hormigón armado de los marcos prefabricados será de $2,5 \text{ t/m}^3$

2.2. Peso del relleno de tierras

Carga vertical debida al peso de las tierras del relleno. Este peso se determina en función del volumen de terreno (altura de tierras) que gravite sobre el dintel del marco, y considerando salvo justificación expresa el peso específico definido en la tabla 3.1-a de la Instrucción, que es de $2,0 \text{ t/m}^3$ para materiales granulares y rellenos (zahorras, gravas y arenas).

2.3 Empuje lateral del relleno

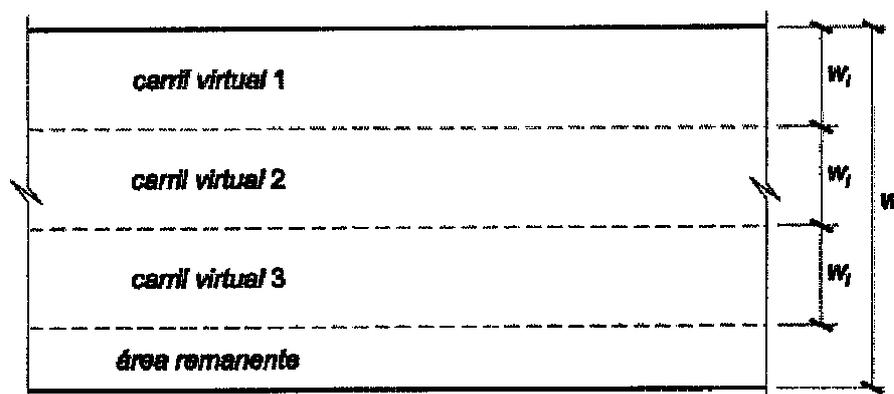
Se ha tomado el coeficiente de **empuje al reposo, de valor 0,50**, siendo el empuje que se produce cuando no existe movimiento entre la estructura y el terreno que la rodea. En el caso de que la estructura ceda, el empuje decrece hasta llegar un momento (si la estructura se sigue moviendo) en que el terreno acaba por romperse y entramos en el régimen plástico con lo que hemos de considerar el empuje activo.

El empuje activo siempre es inferior al empuje al reposo.

2.4 Carga debida al tráfico

Se aplican los criterios de la IAP 2011 considerando la carga repartida en profundidad (ver apartado 1.3).

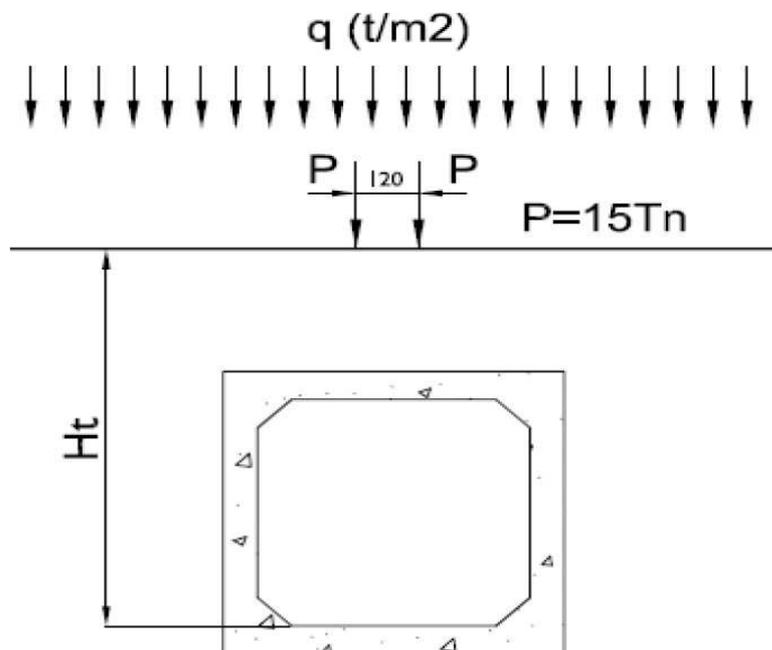
Se considerará la acción de uno o más vehículos pesados, según el número de carriles virtuales en los que se dividirá la plataforma.



Cada vehículo pesado estará constituido por dos ejes, siendo Q_{ik} la carga de cada eje, indicada en la tabla 4.1-b de la Instrucción, correspondiente al carril 1

SITUACIÓN	VEHÍCULO PESADO $2Q_{ik}$ (kN)	SOBRECARGA UNIFORME Q_{ik} (kN/m ²)
Carril virtual 1	2 * 300	9,0
Carril virtual 2	2 * 200	2,5
Carril virtual 3	2 * 100	2,5
Otros carriles virtuales	0	2,5
Área remanente	0	2,5

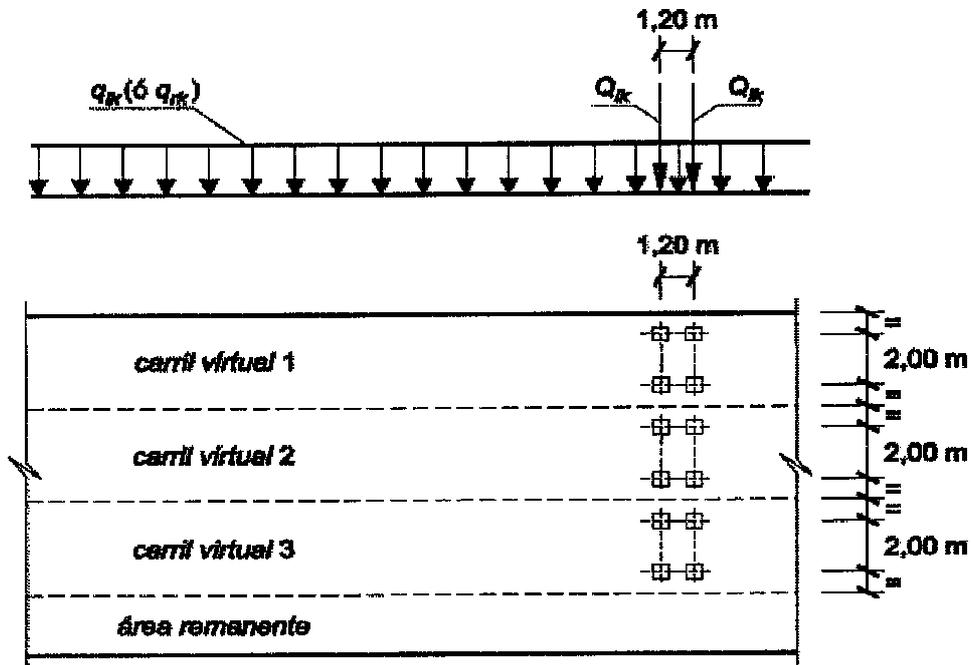
Como el carril 1 siempre será el más desfavorable, aplicaremos las cargas de éste en los cálculos. Supondremos el carro de la Instrucción centrado en la clave del arco.



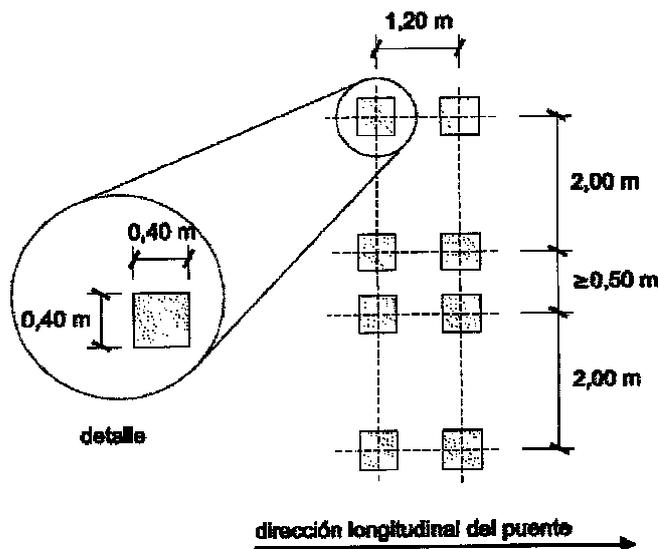
La separación transversal entre ruedas del mismo eje será de 2,00 metros. La distancia longitudinal entre ejes será de 1,20 metros.

Las dos ruedas de cada eje tendrán la misma carga, que será por tanto igual a $0,5Q_{ik}$.

A efectos de comprobaciones generales, se supondrá que cada vehículo pesado actúa centrado en el carril virtual.



Para las comprobaciones locales, la carga puntual de cada rueda de un vehículo pesado se supondrá uniformemente repartida en una superficie de contacto cuadrada de $0,40 \times 0,40$ metros. Se considerará que esta carga se reparte con un a pendiente 1:1 (H:V), tanto a través del pavimento como a través de la losa del tablero, hasta el centro de dicha losa.



También se consideran una sobrecarga uniforme valor q_{ik} ($0,9 \text{ Tn/m}^2$) según la tabla 4.1-b de la Instrucción, que se extenderá, longitudinal y transversalmente, a todas las zonas donde su efecto resulte desfavorable para el elemento en estudio, incluso en aquellas ya ocupadas por algún vehículo pesado.

Para la carga horizontal debida al tráfico se considera que las tensiones verticales actuando sobre un plano horizontal ejercen una presión horizontal sobre los hastiales equivalentes a la tensión vertical multiplicada por el coeficiente de empuje.

2.5 Cargas sísmicas y freáticas.

No se consideran cargas sísmicas ni freáticas.

2.6 Coeficientes de ponderación

Los coeficientes parciales para las acciones se corresponden con los recogidos en la IAP-2011 (tabla 6.2-b) con los valores siguientes:

Estados Límites Ultimos (ELU)		
Tipo de acción	Efecto	
	Favorable	Desfavorable
Peso Propio. (Permanente de valor constante)	1,00	1,35
Peso del relleno de tierras. (Carga muerta). (Permanente de valor constante)	1,00	1,35
Empuje lateral del relleno de tierras. (Permanente de valor no constante)	1,00	1,50
Carga debida al tráfico. (Sobrecarga de uso). (Variable)	0,00	1,35
Estados Límites de Servicio (ELS)		
Tipo de acción	Efecto	
	Favorable	Desfavorable
Peso Propio. (Permanente de valor constante)	1,00	1,00
Peso del relleno de tierras (Carga muerta). (Permanente de valor constante)	1,00	1,00
Empuje lateral del relleno de tierras. (Permanente de valor no constante)	1,00	1,00
Carga debida al tráfico. (Sobrecarga de uso). (Variable)	0,00	1,00

3.-CALCULO DE LA ESTRUCTURA

3.1 Programa utilizado

Para el cálculo se utiliza el programa informático GALERIA, realizado por D. Julián Díaz del Valle, Dr. Ingeniero de Caminos Catedrático de Mecánica de los Medios Continuos y Teoría de Estructuras de la E.T.S. I.C.C. y Puertos, y revisado en su versión número 4 para actualizarlo al Código Estructural en vigor.

El Programa GALERIA constituye una versión avanzada del programa ARCO, que se desarrolló para el cálculo y diseño de estructuras enterradas que se suponen formadas por arcos de sección variable y directriz arbitraria y que tenía el inconveniente el programa ARCO de que dichas estructuras tienen un eje de simetría y las acciones están dispuestas simétricamente respecto de dicho eje.

Se ha modificado substancialmente la técnica de cálculo que en el programa ARCO se basaba en los teoremas energéticos de Castigliano. Ahora, el programa GALERIA se ha desarrollado en base a las técnicas matriciales propias del método de los desplazamientos o de la matriz de rigidez. La nueva tecnología matricial va a permitir considerar tipologías más complejas en cuanto a su geometría y condiciones de apoyo, así como refinamientos de cálculo.

Su aplicación es muy útil en el caso de galerías, pasos inferiores de autopistas y ferrocarril, falsos túneles, etc. Además del peso y empuje de las tierras, considera las sobrecargas superiores, así como cualquier otro tipo de acciones.

Importante resaltar una serie de consideraciones que han condicionado el desarrollo y puesta en práctica el Programa GALERIA, como son:

- a) El campo de aplicación de las estructuras enterradas es muy amplio, extendiéndose desde los colectores y galerías de servicios, hasta las obras de paso de carretera o ferrocarril.
- b) El proceso constructivo puede variar sustancialmente desde la construcción en zanja propia de las galerías urbanas, hasta las obras de paso de carretera o ferrocarril que se colocan al nivel del terreno natural, construyendo después el terraplén.
- c) Se recoge una tipología muy extensa de conducciones subterráneas, dependiendo el empleo de una u otras de condiciones hidráulicas, de gálibo, geotécnicas, económicas y constructivas.
- d) Las acciones que se contemplan en el programa y que pueden actuar sobre una estructura enterrada son:
 - 1) Cargas gravitatorias debido al peso propio y de las tierras, así como a los empujes laterales del terreno.

- 2) Presiones transmitidas por sobrecargas móviles, compactadores, tráfico de vehículos, paso de trenes, etc.
- 3) Presiones hidrostáticas internas o producidas por las aguas freáticas
- 4) Presiones transmitidas por cimentaciones u otras estructuras enterradas, sismo, etc.

Las acciones del tipo 1, dependen de la deformabilidad relativa de la estructura. En el caso de galerías muy rígidas, el peso efectivo de las tierras puede llegar a ser el doble del que resulta por geostasia. Por el contrario en las galerías muy flexibles se produce un “abovedamiento” o “efecto arco” que puede producir las cargas del terreno casi al 70 % de su valor en algunos casos.

En el programa se introduce la altura de tierras HT sobre la base de la galería, pues dicha base estará a la cota de la rasante o del terreno dependiendo del caso, y es fácil de determinar. Como es lógico se introducen el peso específico de las tierras y el coeficiente de empuje que corresponda.

Las acciones del tipo 2, son determinantes cuando el recubrimiento de tierras es pequeño ($\leq 1,5$ metros ó $D / 2$) y por el contrario se pueden considerar despreciables con coberturas del orden de $4 \times D$ (siendo D la máxima dimensión vertical).

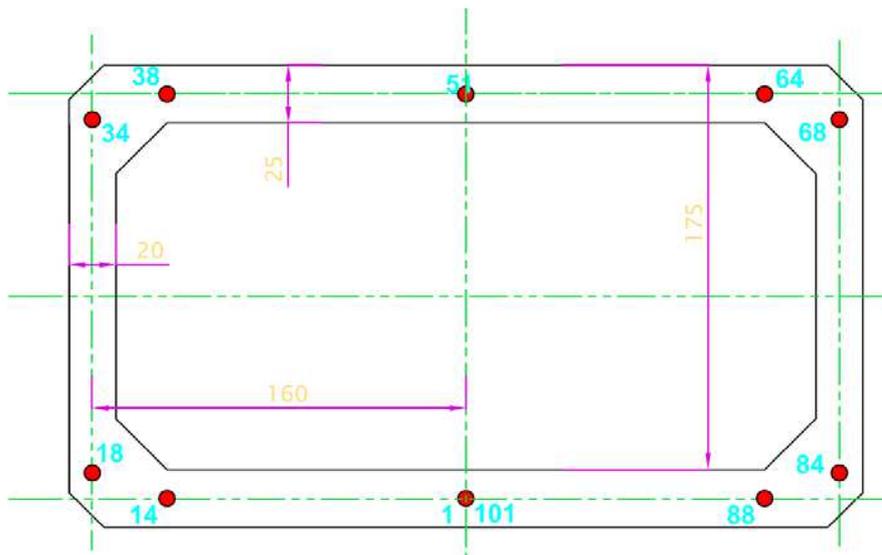
La carga vertical, se podrá “repartir en profundidad” cuando la cobertura de tierras sea suficiente.

En el programa y eventualmente, las cargas estáticas se mayoran con un coeficiente de impacto.

Dicho coeficiente puede variar entre 1 y 2, y depende del tipo y estado del pavimento, de la cobertura de tierras y de la rigidez de la obra de paso.

Las acciones de los tipos 3 y 4, dependen de cada caso particular y el Programa ofrece de forma sencilla la forma de introducir en el cálculo estructural.

La estructura se ha esquematizado mediante elementos finitos, considerando un ancho unitario de 1 metro y dividiendo el arco completo en **cien segmentos**.



3.2 Hipótesis combinadas para el ELU

Para cada situación se identifican las hipótesis de carga críticas y para cada una de ellas el valor de cálculo se obtiene combinando las acciones que puedan actuar simultáneamente según los criterios generales que se indican en el apartado 6 de la IAP-11.

3.2.1 Estudio DINTEL Y SOLERA (Hip 1)

Peso propio (\emptyset_{pp}) x 1,35

Peso de las tierras vertical (\emptyset_{pt}) x 1,35

Empuje de tierras horizontal (\emptyset_{et}) x 1,0

Acciones de Trafico (\emptyset_{tr}) x 1,35

Empuje sobrecargas repartidas verticales (\emptyset_{qv}) x 1,35

3.2.2 Estudio ESQUINAS (Hip 2)

Peso propio (\emptyset_{pp}) x 1,35

Peso de las tierras vertical (\emptyset_{pt}) x 1,35

Empuje de tierras horizontal (\emptyset_{et}) x 1,5

Acciones de Trafico (\emptyset_{tr}) x 1,35

Empuje sobrecargas repartidas verticales (\emptyset_{qv}) x 1,35

Empuje sobrecargas repartidas horizontales (\emptyset_{qh}) x 1,5

3.2.3 Estudio HASTIALES (Hip 3)

Peso propio (\emptyset_{pp}) x 1,0

Peso de las tierras vertical (\emptyset_{pt}) x 1,0

Empuje de tierras horizontal (\emptyset_{et}) x 1,5

Empuje sobrecargas repartidas horizontales (\emptyset_{qh}) x 1,5

3.2.4 Acciones accidentales (SISMO) (Hip 4)

Peso propio (\emptyset_{pp}) x 1,0

Peso de las tierras vertical (\emptyset_{pt}) x 1,0

Empuje de tierras horizontal (\emptyset_{et}) x 1,0

Acciones de Trafico (\emptyset_{tr}) x 0,20

Sismo (\emptyset_{si}) x 1,0

3.2.5 Hipótesis combinada para el ELS (Hip 5)

Peso propio (\emptyset_{pp}) x 1,0

Peso de las tierras vertical (\emptyset_{pt}) x 1,0

Empuje de tierras horizontal (\emptyset_{et}) x 1,0

Acciones de Trafico (\emptyset_{tr}) x 0,20

3.3 Armado.-

Los criterios considerados en el armado cumplen las especificaciones del Código Estructural, ajustándose los valores de cálculo de los materiales, los coeficientes de mayoración de las cargas, las disposiciones de las armaduras y las cuantías geométricas y mecánicas mínimas y máximas a dichas especificaciones.

3.4 Estado Límite de Fisuración.-

Teniendo en cuenta que para el paso inferior se ha considerado un ambiente XA3 por ser estructura enterrada, que la resistencia del hormigón será de 35 N / mm² y el recubrimiento de 10 mm, la comprobación a satisfacer consiste en el cumplimiento de la siguiente inecuación:

$$W_k \leq W_{\text{máx}} = 0,10 \text{ mm.}$$

GEYSERMARKT, S.L., somete a la aprobación de la Empresa Constructora y en su caso a la Dirección Facultativa, esta Memoria de Cálculo, sin cuyo previo consentimiento a todas las hipótesis mencionadas, coeficientes adoptados y material empleado, no se procederá a la fabricación.

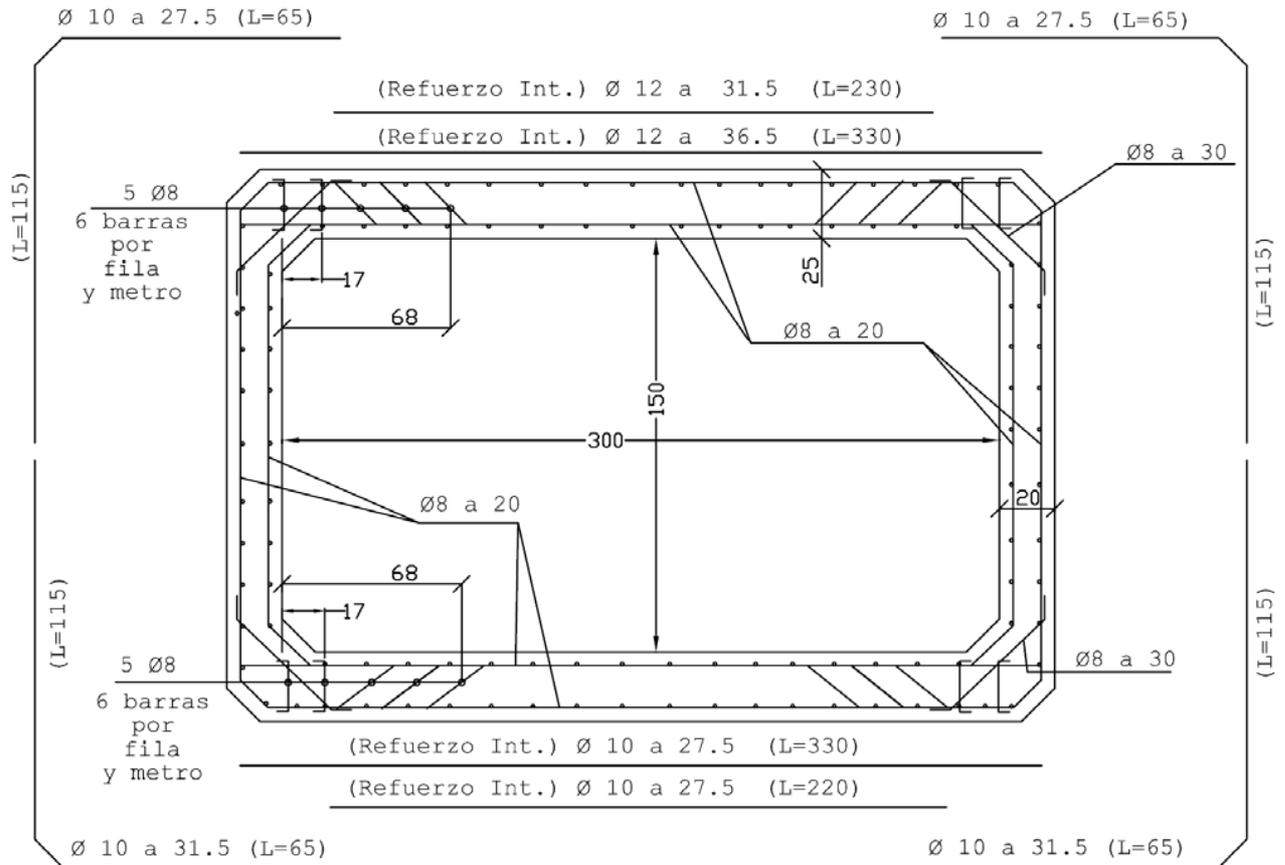


Geysermarkt

3.5 Detalle de Disposición de Armaduras MARCO 3000 x 1500 x 2200 - 250/200 HR: 0.50 + Tp 60 Tn (IAP-11)

(Refuerzo de Esquinas Ext.)

(Refuerzo de Esquinas Ext.)



(Refuerzo de Esquinas Ext.)

(Refuerzo de Esquinas Ext.)

3.6.- CÁLCULO Y COMPROBACIÓN DE FISURA

- Para el cálculo de la comprobación de la fisura, se tiene en cuenta el axil de cada sección porque en este caso al tratar secciones en flexión compuesta es común definir los esfuerzos como un axil N aplicado con una excentricidad e , referida naturalmente a la directriz. Y el momento flector lo expresamos entonces $M = N * e$.

Lo habitual, es suponer que para una distribución de cargas concreta el valor de e permanece constante.

- En cantos inferiores a 600 mm, calculamos con un valor de la resistencia a flexotracción, que toma el valor de:

$$f_{ctm} = 0,30 * f_{ck}^{2/3} ; \text{ siendo } f_{ctm,fl} = \text{máx de } f_{ctm} \text{ ó } (1,6-h/1000) * f_{ctm}$$

Al disponer de información estadística del hormigón, empleamos para $f_{cm} = F_{ck} + 8 \text{ N/mm}^2$

$$T_s = n * N_p (1/A_f + (e + x_{Gf} - v) * (x_{Gf} - d_2)) / I_f$$

$$T_s = n * N_{fis} (1/A_f + (e + x_{Gf} - v) * (x_{Gf} - d_2)) / I_f$$

$$W_x = \beta * S_m * \xi_{sm}; \text{ tomando el valor de } 1,7 \text{ para } \beta$$

El método de comprobación para el cálculo de la abertura de fisura está pensado para regiones "B" de la estructura. Como las zonas de encuentro del dintel o la solera con los hastiales son regiones "D", el acartelamiento las dota además de una mayor rigidez, el cálculo por el método de bielas y tirantes que sugiere la Instrucción no es el adecuado, ya que éste está pensado para el cálculo y diseño en ELU.

En este sentido, se anota textualmente que "las comprobaciones relativas al ELS, especialmente la fisuración, no se realizan explícitamente en el método de bielas y tirantes, pero pueden considerarse satisfechas si el modelo se orienta con los resultados de un análisis lineal y se cumplen las condiciones para los tirantes establecidas en el artículo 40". La consecuencia práctica es que si la disposición de las armaduras se realiza correctamente en la esquina, como es el caso de los marcos, y se han satisfecho las comprobaciones del ELU, puede confiarse en el buen comportamiento en servicio de la región. Por ello la elección de las secciones que se van a comprobar se toman fuera de las secciones acarteladas o en su límite. No obstante y para una mayor seguridad en el cálculo de la comprobación, tomamos en las esquinas el punto situado en la

región "D" más cercano a la región "B", tomando como canto de cálculo el de la región "B".

Comprobación de la fisura

$$W_k = \beta * S_m * E_m \text{ (fisura característica)}$$

β = factor que relaciona la abertura media con la abertura característica

1,3 para acciones indirectas

1,7 para todos los demás

$$S_m = 2 * r + 0,20 * s + K_1 * K_2 * \emptyset * A_{c \text{ eficaz}} / A_{sr}$$

$$E_m = T_s * (1 - K_3 * (T_{sr} / T_s)^2) / E_s$$

r = recubrimiento de las armaduras traccionadas

s real = distancia entre barras (mm)

K₁ = 0,4 coeficiente de calidad de adherencia

K₂ = 0,125 Flexión simple

\emptyset_{real} = Diámetro de la barra traccionada más gruesa (mm)

A_{c eficaz} = Area de la zona de recubrimiento (mm²)

A_{sr} = sección total de las armaduras situadas en el área eficaz

K₃ = Coeficiente de carga no noval (Instantánea, no repetida) = 0,50

E_s = límite elástico del acero

$$T_s = K * f_{yd} * A_{sn} / (CM * Y_s * A_{sr})$$

$$K = (\text{Cargas} + \text{sobrecargas}) / \text{Carga total} = 0,85$$

f_{yd} = Resistencia cálculo del acero

A_{sn} = Area necesaria de hierro en la sección eficaz

CM = Coeficiente de mayoración de cargas

Y_s = Coeficiente de minoración del hierro

$$T_{sr} = b * h^2 * T_{bkt} / (6 * 0,8 * d * A_{sr})$$

b = ancho de cálculo = 100 cm

h = espesor total de pared (mm)

$$T_{bkt} = \text{resistencia del hormigón a tracción} = 0,3 * T_{bk}^{2/3}$$

d = canto útil (centro de armadura)

Cálculo fisura para relleno de tierras de 0,50 metros y TP 60T (IAP-11).

	Dintel int	Esq dintel	Esq sup hastial	Hastial int	Hastial ext	Esq inf hastial	Esq Solera	Solera int
h	250	250	200	200	200	200	250	250
d2	214	215	165	166	165	165	215	215
d1	34	36	34	34	34	34	35	34
As2	918,27	536,10	536,10	251,00	785,86	500,76	500,76	821,20
As1	251,00	558,62	251,00	251,00	251,00	251,00	536,10	251,00
e	2518,057285	144,8529412	276,1144378	0	221,0175146	261,3144431	155,9575795	1293,20025
M (ELS)	2022	197	1245	0	1060	1328	250	2073
N (ELS)	803	1360	4509	4796	4796	5082	1603	1603
Nfis	18228,18117	437462,2211	123401,8995	-898789,4837	159627,9945	131412,8591	394957,8816	36067,82707
Ac ef cál	62500	62500	50000	6000	50000	50000	62500	62500
Ts	104,24	5,80	103,27	112,37	55,72	114,63	8,75	113,67
Tsr	241,46	190,39	288,39	2148,78	189,25	302,45	219,90	260,98

Parámetros de la sección fisurada en flexo-tracción:

Af	54639,38553	79295,12479	45269,40967	-1890,455548	56666,98389	44525,8324	73067,39832	53398,77339
Xgf	45,2346897	44,10184941	32,0465595	-185,6673306	38,17715893	31,25042725	41,52260603	43,26357117
If	206721688,8	141189757	74788760,21	113521386,9	103978112,7	70534762,72	130179951,9	189811039,4
x'	46,78634243	71,942772	39,98311656	24,54134792	49,70328326	39,47690829	66,1036977	46,19770377
h eficaz	62,5	62,5	50	50	50	50	62,5	62,5

Sm	119,1708051	141,449309	129,7910262	179,6812749	108,7355149	134,3688972	146,8500104	114,3504068
ξsm	0,00020848	1,1601E-05	0,000206533	0,000224734	0,000111445	0,00022925	1,74932E-05	0,000227341
Wx	0,042236061	0,002789626	0,045570435	0	0,02060064	0,052366973	0,0043671	0,044194187

4.- ANEJOS DE CALCULO

D A T O S G E O M E T R I C O S

DEFINICION DEL ARCO :

 TIPO 14: Seccion cajon definida por: L,H,b,c
 Altura media del cajon (m) H = 1.750
 Longitud media horizontal del cajon L = 3.200
 Longitud horizontal de las cartelas (m) b = 0.220
 Longitud vertical de las cartelas (m) c = 0.220
 Espesor de las paredes verticales (m) = 0.200
 Espesor de las paredes horizontales (m) = 0.250
 Numero de segmentos en que se divide el arco = 100
 Salto de impresion de resultados = 1
 Nudos de separacion entre tramos : 1 14 18 34 38 51 64
 68 84 88 101
 Apoyo inferior sobre lecho elastico.(TIPO 1) :
 Coeficiente de balasto del estrato elastico (t/m3) K = 5000
 Limite izquierdo de la zona de apoyo (m) Xizq = -1.60
 Limite derecho de la zona de apoyo (m) Xder = 1.60

COORDENADAS DE LOS NUDOS DEL ARCO

Nudo	X	Y	Nudo	X	Y	Nudo	X	Y
1	0.000	0.000	2	-0.098	0.000	3	-0.197	0.000
4	-0.295	0.000	5	-0.394	0.000	6	-0.492	0.000
7	-0.591	0.000	8	-0.689	0.000	9	-0.788	0.000
10	-0.886	0.000	11	-0.985	0.000	12	-1.083	0.000
13	-1.182	0.000	14	-1.280	0.000	15	-1.360	0.027
16	-1.440	0.055	17	-1.520	0.083	18	-1.600	0.110
19	-1.600	0.206	20	-1.600	0.301	21	-1.600	0.397
22	-1.600	0.493	23	-1.600	0.588	24	-1.600	0.684
25	-1.600	0.779	26	-1.600	0.875	27	-1.600	0.971
28	-1.600	1.066	29	-1.600	1.162	30	-1.600	1.258
31	-1.600	1.353	32	-1.600	1.449	33	-1.600	1.544
34	-1.600	1.640	35	-1.520	1.668	36	-1.440	1.695
37	-1.360	1.722	38	-1.280	1.750	39	-1.182	1.750
40	-1.083	1.750	41	-0.985	1.750	42	-0.886	1.750
43	-0.788	1.750	44	-0.689	1.750	45	-0.591	1.750
46	-0.492	1.750	47	-0.394	1.750	48	-0.295	1.750
49	-0.197	1.750	50	-0.098	1.750	51	0.000	1.750
52	0.098	1.750	53	0.197	1.750	54	0.295	1.750
55	0.394	1.750	56	0.492	1.750	57	0.591	1.750
58	0.689	1.750	59	0.788	1.750	60	0.886	1.750
61	0.985	1.750	62	1.083	1.750	63	1.182	1.750
64	1.280	1.750	65	1.360	1.722	66	1.440	1.695
67	1.520	1.668	68	1.600	1.640	69	1.600	1.544
70	1.600	1.449	71	1.600	1.353	72	1.600	1.258
73	1.600	1.162	74	1.600	1.066	75	1.600	0.971
76	1.600	0.875	77	1.600	0.779	78	1.600	0.684
79	1.600	0.588	80	1.600	0.493	81	1.600	0.397
82	1.600	0.301	83	1.600	0.206	84	1.600	0.110

85	1.520	0.083	86	1.440	0.055	87	1.360	0.027
88	1.280	0.000	89	1.182	0.000	90	1.083	0.000
91	0.985	0.000	92	0.886	0.000	93	0.788	0.000
94	0.689	0.000	95	0.591	0.000	96	0.492	0.000
97	0.394	0.000	98	0.295	0.000	99	0.197	0.000
100	0.098	0.000	101	0.000	0.000			

MATERIALES : HORMIGON Y ARMADURAS
=====

Resistencia característica del hormigón (Kp/cm2) fck = 350
 Coeficiente de minoración de fck γ_c = 1.50
 Límite elástico del acero (Kp/cm2) fyk = 5100
 Coeficiente de minoración de fyk γ_s = 1.15
 Recubrimiento de las armaduras (m) c = 0.030
 Se disponen armaduras mínimas de flexión y cortante.

D A T O S D E A C C I O N E S
=====

ACCIONES DEBIDAS AL PESO PROPIO DEL ARCO :

Peso específico del hormigón (t/m3) = 2.50

ACCIONES DEBIDAS AL PESO DE LAS TIERRAS :

Existe escalón de tierras a izqda y dcha (SI=1,NO=0) = 0
 Inclinación de las tierras a la izquierda (Grados) = 0
 Inclinación de las tierras a la derecha (Grados) = 0
 Altura de las tierras desde el centro de la base (m) = 2.25
 Peso específico de las tierras (t/m3) = 2.00

ACCIONES DEBIDAS AL EMPUJE DE LAS TIERRAS :

Acciones definidas por coeficientes de empuje :
 Coeficiente de empuje de tierras = 0.50
 El terreno reacciona en los dos sentidos (Empuje y despegue del arco)

ACCIONES DEBIDAS AL TRAFICO :

Existe tráfico encima del arco (SI=1,NO=0) = 1
 Tipo de vehículo : Tanque de la Instrucción de Carreteras IAP-11
 Actúa el vehículo repartido en profundidad (SI=1,NO=0) = 1
 Ángulo de reparto (o) = 35.00

ACCIONES DEBIDAS A PRESIONES INTERNAS Y EXTERNAS :

Nivel freático medido desde la base (m) = 0.00
 Nivel del agua interior medido desde la base (m) = 0.00
 Presión interna adicional (t/m2) = 0.0

ACCIONES DEBIDAS A SOBRECARGAS REPARTIDAS :

Carga uniforme (t/m2) (+descendente, -ascendente) Q_y = 0.90
 La carga anterior se extiende desde el nudo No 34 ,hasta el nudo No 68

y se considera por unidad de proyeccion horizontal.

ACCIONES DEBIDAS AL SISMO :

 No se considera la accion sismica.

COEFICIENTES DE PONDERACION DE LAS ACCIONES :

 Coeficiente de ponderacion del peso propio del arco = γ_{pp}
 Coeficiente de ponderacion del peso de las tierras = γ_{pt}
 Coeficiente de ponderacion del empuje de las tierras = γ_{et}
 Coeficiente de ponderacion de las acciones de trafico = γ_{tr}
 Coeficiente de ponderacion de presiones internas y externas = γ_{pr}
 Coeficiente de ponderacion de cargas repartidas verticales = γ_{qv}
 Coeficiente de ponderacion de cargas repartidas horizontales ... = γ_{qh}
 Coeficiente de ponderacion de cargas concentradas verticales ... = γ_{Pv}
 Coeficiente de ponderacion de cargas concentradas horizontales . = γ_{Ph}
 Coeficiente de ponderacion del sismo de izquierda a derecha = γ_{si}
 Coeficiente de ponderacion del sismo de derecha a izquierda = γ_{sd}

CARACTERISTICAS DEL ARCO

=====

Nudo	X	Y	Espesor	Ancho	Inercia	Area	Grados de libertad		
No	(m)	(m)	(m)	(m)	(m4/m)	(m2/m)	u	v	g

Hastial izquierdo :									
19	-1.600	0.206	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
20	-1.600	0.301	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
21	-1.600	0.397	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
22	-1.600	0.493	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
23	-1.600	0.588	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
24	-1.600	0.684	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
25	-1.600	0.779	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
26	-1.600	0.875	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
27	-1.600	0.971	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
28	-1.600	1.066	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
29	-1.600	1.162	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
30	-1.600	1.258	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
31	-1.600	1.353	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
32	-1.600	1.449	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
33	-1.600	1.544	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
Dintel superior :									
34	-1.600	1.640	0.470	1.000	0.0087	0.470	-	-	-
35	-1.520	1.668	0.415	1.000	0.0060	0.415	-	-	-
36	-1.440	1.695	0.360	1.000	0.0039	0.360	-	-	-
37	-1.360	1.722	0.305	1.000	0.0024	0.305	-	-	-
38	-1.280	1.750	0.250	1.000	0.0013	0.250	-	-	-
39	-1.182	1.750	0.250	1.000	0.0013	0.250	-	-	-
40	-1.083	1.750	0.250	1.000	0.0013	0.250	-	-	-
41	-0.985	1.750	0.250	1.000	0.0013	0.250	-	-	-
42	-0.886	1.750	0.250	1.000	0.0013	0.250	-	-	-
43	-0.788	1.750	0.250	1.000	0.0013	0.250	-	-	-
44	-0.689	1.750	0.250	1.000	0.0013	0.250	-	-	-
45	-0.591	1.750	0.250	1.000	0.0013	0.250	-	-	-
46	-0.492	1.750	0.250	1.000	0.0013	0.250	-	-	-

47	-0.394	1.750	0.250	1.000	0.0013	0.250	-	-	-
48	-0.295	1.750	0.250	1.000	0.0013	0.250	-	-	-
49	-0.197	1.750	0.250	1.000	0.0013	0.250	-	-	-
50	-0.098	1.750	0.250	1.000	0.0013	0.250	-	-	-
51	0.000	1.750	0.250	1.000	0.0013	0.250	-	-	-
52	0.098	1.750	0.250	1.000	0.0013	0.250	-	-	-
53	0.197	1.750	0.250	1.000	0.0013	0.250	-	-	-
54	0.295	1.750	0.250	1.000	0.0013	0.250	-	-	-
55	0.394	1.750	0.250	1.000	0.0013	0.250	-	-	-
56	0.492	1.750	0.250	1.000	0.0013	0.250	-	-	-
57	0.591	1.750	0.250	1.000	0.0013	0.250	-	-	-
58	0.689	1.750	0.250	1.000	0.0013	0.250	-	-	-
59	0.788	1.750	0.250	1.000	0.0013	0.250	-	-	-
60	0.886	1.750	0.250	1.000	0.0013	0.250	-	-	-
61	0.985	1.750	0.250	1.000	0.0013	0.250	-	-	-
62	1.083	1.750	0.250	1.000	0.0013	0.250	-	-	-
63	1.182	1.750	0.250	1.000	0.0013	0.250	-	-	-
64	1.280	1.750	0.250	1.000	0.0013	0.250	-	-	-
65	1.360	1.722	0.305	1.000	0.0024	0.305	-	-	-
66	1.440	1.695	0.360	1.000	0.0039	0.360	-	-	-
67	1.520	1.668	0.415	1.000	0.0060	0.415	-	-	-
68	1.600	1.640	0.470	1.000	0.0087	0.470	-	-	-
Hastial derecho :									
69	1.600	1.544	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
70	1.600	1.449	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
71	1.600	1.353	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
72	1.600	1.258	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
73	1.600	1.162	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
74	1.600	1.066	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
75	1.600	0.971	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
76	1.600	0.875	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
77	1.600	0.779	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
78	1.600	0.684	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
79	1.600	0.588	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
80	1.600	0.493	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
81	1.600	0.397	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
82	1.600	0.301	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
83	1.600	0.206	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
Solera :									
18	-1.600	0.110	0.470	1.000	0.0087	0.470	-	K= 200	-
17	-1.520	0.083	0.415	1.000	0.0060	0.415	-	K= 400	-
16	-1.440	0.055	0.360	1.000	0.0039	0.360	-	K= 400	-
15	-1.360	0.027	0.305	1.000	0.0024	0.305	-	K= 400	-
14	-1.280	0.000	0.250	1.000	0.0013	0.250	-	K= 446	-
13	-1.182	0.000	0.250	1.000	0.0013	0.250	-	K= 492	-
12	-1.083	0.000	0.250	1.000	0.0013	0.250	-	K= 492	-
11	-0.985	0.000	0.250	1.000	0.0013	0.250	-	K= 492	-
10	-0.886	0.000	0.250	1.000	0.0013	0.250	-	K= 492	-
9	-0.788	0.000	0.250	1.000	0.0013	0.250	-	K= 492	-
8	-0.689	0.000	0.250	1.000	0.0013	0.250	-	K= 492	-
7	-0.591	0.000	0.250	1.000	0.0013	0.250	-	K= 492	-
6	-0.492	0.000	0.250	1.000	0.0013	0.250	-	K= 492	-
5	-0.394	0.000	0.250	1.000	0.0013	0.250	-	K= 492	-
4	-0.295	0.000	0.250	1.000	0.0013	0.250	-	K= 492	-
3	-0.197	0.000	0.250	1.000	0.0013	0.250	-	K= 492	-
2	-0.098	0.000	0.250	1.000	0.0013	0.250	-	K= 492	-
1	0.000	0.000	0.250	1.000	0.0013	0.250	0.0000	K= 492	-
100	0.098	0.000	0.250	1.000	0.0013	0.250	-	K= 492	-
99	0.197	0.000	0.250	1.000	0.0013	0.250	-	K= 492	-

98	0.295	0.000	0.250	1.000	0.0013	0.250	-	K=	492	-
97	0.394	0.000	0.250	1.000	0.0013	0.250	-	K=	492	-
96	0.492	0.000	0.250	1.000	0.0013	0.250	-	K=	492	-
95	0.591	0.000	0.250	1.000	0.0013	0.250	-	K=	492	-
94	0.689	0.000	0.250	1.000	0.0013	0.250	-	K=	492	-
93	0.788	0.000	0.250	1.000	0.0013	0.250	-	K=	492	-
92	0.886	0.000	0.250	1.000	0.0013	0.250	-	K=	492	-
91	0.985	0.000	0.250	1.000	0.0013	0.250	-	K=	492	-
90	1.083	0.000	0.250	1.000	0.0013	0.250	-	K=	492	-
89	1.182	0.000	0.250	1.000	0.0013	0.250	-	K=	492	-
88	1.280	0.000	0.250	1.000	0.0013	0.250	-	K=	446	-
87	1.360	0.027	0.305	1.000	0.0024	0.305	-	K=	400	-
86	1.440	0.055	0.360	1.000	0.0039	0.360	-	K=	400	-
85	1.520	0.083	0.415	1.000	0.0060	0.415	-	K=	400	-
84	1.600	0.110	0.470	1.000	0.0087	0.470	-	K=	200	-

RESULTADOS DE LA HIPOTESIS DE CARGA No 1

DINTEL Y SOLERA

COEFICIENTES DE PONDERACION

$\gamma_{pp} = 1.350$ $\gamma_{pt} = 1.350$ $\gamma_{et} = 1.000$ $\gamma_{pr} = 0.000$ $\gamma_{qv} = 1.350$
 $\gamma_{qh} = 0.000$ $\gamma_{pv} = 0.000$ $\gamma_{ph} = 0.000$ $\gamma_{si} = 0.000$ $\gamma_{sd} = 0.000$
 $\gamma_{tr} = 1.350$: Posicion de la rueda izquierda del carro (m). $X = -0.600$

RESULTANTE TOTAL SOBRE LA BASE

Resultante sobre OX (t) $R_x = 0.000$
Resultante sobre OY (t) $R_y = -38.578$
Momento resultante en el centro (mxt)..... $M_z = 0.004$

REACCIONES EN APOYOS DEL ARCO

NUDO No	ásuelo (t/m2)	Rx (t/m)	Ry (t/m)	Mz (txm/m)
18	16.990	0.000	0.680	0.000
17	16.435	0.000	1.315	0.000
16	15.874	0.000	1.270	0.000
15	15.308	0.000	1.225	0.000
14	14.737	0.000	1.315	0.000
13	14.036	0.000	1.382	0.000
12	13.348	0.000	1.314	0.000
11	12.683	0.000	1.249	0.000
10	12.053	0.000	1.187	0.000
9	11.466	0.000	1.129	0.000
8	10.930	0.000	1.076	0.000
7	10.452	0.000	1.029	0.000
6	10.038	0.000	0.988	0.000

5	9.692	0.000	0.954	0.000
4	9.420	0.000	0.927	0.000
3	9.223	0.000	0.908	0.000
2	9.104	0.000	0.896	0.000
1	9.064	-0.000	0.892	0.000
100	9.103	0.000	0.896	0.000
99	9.222	0.000	0.908	0.000
98	9.419	0.000	0.927	0.000
97	9.691	0.000	0.954	0.000
96	10.036	0.000	0.988	0.000
95	10.450	0.000	1.029	0.000
94	10.927	0.000	1.076	0.000
93	11.463	0.000	1.129	0.000
92	12.050	0.000	1.186	0.000
91	12.680	0.000	1.249	0.000
90	13.345	0.000	1.314	0.000
89	14.033	0.000	1.382	0.000
88	14.734	0.000	1.315	0.000
87	15.304	0.000	1.224	0.000
86	15.870	0.000	1.270	0.000
85	16.431	0.000	1.314	0.000
84	16.986	0.000	0.679	0.000
Suma =		-0.000	38.578	0.000

ESFUERZOS Y DESPLAZAMIENTOS EN EL ARCO

Nudo No	u (mm)	v (mm)	Giro 1000xrad	Axil (t/m)	Cortante (t/m)	Flector (txm/m)

Hastial izquierdo :						
19	-0.281	-3.399	1.338	17.742	0.744	-4.779
20	-0.400	-3.402	1.146	17.667	0.553	-4.717
21	-0.501	-3.404	0.957	17.602	0.371	-4.673
22	-0.583	-3.407	0.769	17.538	0.198	-4.646
23	-0.648	-3.409	0.581	17.473	0.035	-4.635
24	-0.694	-3.411	0.394	17.408	-0.119	-4.639
25	-0.723	-3.414	0.207	17.344	-0.265	-4.658
26	-0.734	-3.416	0.018	17.279	-0.401	-4.690
27	-0.726	-3.418	-0.172	17.215	-0.528	-4.735
28	-0.701	-3.421	-0.364	17.150	-0.645	-4.791
29	-0.657	-3.423	-0.559	17.086	-0.754	-4.858
30	-0.594	-3.425	-0.757	17.021	-0.853	-4.935
31	-0.512	-3.427	-0.957	16.957	-0.944	-5.021
32	-0.411	-3.430	-1.162	16.892	-1.025	-5.116
33	-0.290	-3.432	-1.370	16.817	-1.097	-5.217
Dintel superior :						
34	-0.156	-3.433	-1.416	11.629	7.067	-5.325
35	-0.118	-3.547	-1.431	6.436	15.100	-4.034
36	-0.078	-3.663	-1.448	6.208	14.387	-2.771
37	-0.039	-3.779	-1.465	5.890	13.419	-1.600
38	0.001	-3.897	-1.479	3.488	13.099	-0.500
39	0.001	-4.043	-1.476	1.222	12.672	0.799
40	0.001	-4.187	-1.446	1.222	11.616	1.995
41	0.001	-4.327	-1.392	1.222	10.560	3.087
42	0.001	-4.460	-1.316	1.222	9.504	4.075
43	0.001	-4.585	-1.220	1.222	8.448	4.958

44	0.001	-4.700	-1.106	1.222	7.392	5.738
45	0.000	-4.803	-0.977	1.222	6.336	6.414
46	0.000	-4.892	-0.834	1.222	5.280	6.986
47	0.000	-4.967	-0.680	1.222	4.224	7.454
48	-0.000	-5.026	-0.518	1.222	3.168	7.817
49	-0.000	-5.068	-0.349	1.222	2.112	8.077
50	-0.000	-5.094	-0.175	1.222	1.056	8.233
51	-0.000	-5.103	0.000	1.222	-0.000	8.285
52	-0.001	-5.094	0.176	1.222	-1.056	8.233
53	-0.001	-5.068	0.349	1.222	-2.112	8.077
54	-0.001	-5.025	0.519	1.222	-3.168	7.817
55	-0.001	-4.966	0.681	1.222	-4.224	7.454
56	-0.001	-4.892	0.835	1.222	-5.280	6.986
57	-0.001	-4.802	0.977	1.222	-6.336	6.414
58	-0.001	-4.700	1.106	1.222	-7.392	5.738
59	-0.002	-4.585	1.220	1.222	-8.448	4.958
60	-0.002	-4.460	1.316	1.222	-9.504	4.074
61	-0.002	-4.326	1.392	1.222	-10.560	3.087
62	-0.002	-4.187	1.446	1.222	-11.616	1.995
63	-0.002	-4.042	1.476	1.222	-12.672	0.799
64	-0.002	-3.897	1.479	3.488	-13.099	-0.500
65	0.038	-3.779	1.465	5.890	-13.419	-1.600
66	0.078	-3.662	1.448	6.208	-14.388	-2.771
67	0.117	-3.547	1.432	6.436	-15.100	-4.034
68	0.156	-3.433	1.416	11.629	-7.067	-5.325
Hastial derecho :						
69	0.289	-3.431	1.371	16.817	1.097	-5.217
70	0.410	-3.429	1.162	16.892	1.025	-5.116
71	0.511	-3.427	0.958	16.957	0.944	-5.021
72	0.593	-3.424	0.757	17.021	0.853	-4.935
73	0.656	-3.422	0.559	17.086	0.754	-4.858
74	0.700	-3.420	0.365	17.150	0.645	-4.791
75	0.726	-3.417	0.173	17.215	0.528	-4.735
76	0.733	-3.415	-0.018	17.279	0.401	-4.690
77	0.723	-3.413	-0.206	17.344	0.265	-4.658
78	0.694	-3.410	-0.394	17.409	0.119	-4.640
79	0.647	-3.408	-0.581	17.473	-0.035	-4.635
80	0.583	-3.406	-0.768	17.538	-0.198	-4.646
81	0.500	-3.403	-0.956	17.602	-0.371	-4.673
82	0.400	-3.401	-1.146	17.667	-0.553	-4.717
83	0.281	-3.399	-1.337	17.742	-0.744	-4.779
Solera :						
18	-0.151	-3.398	1.379	12.152	-7.565	-4.859
17	-0.114	-3.287	1.393	6.352	-15.396	-3.508
16	-0.076	-3.175	1.407	6.024	-14.259	-2.254
15	-0.037	-3.062	1.420	5.707	-13.149	-1.096
14	0.002	-2.947	1.428	3.367	-12.545	-0.030
13	0.002	-2.807	1.415	1.184	-11.838	1.200
12	0.001	-2.670	1.378	1.184	-10.573	2.302
11	0.001	-2.537	1.319	1.184	-9.375	3.282
10	0.001	-2.411	1.239	1.184	-8.240	4.148
9	0.001	-2.293	1.143	1.184	-7.165	4.905
8	0.001	-2.186	1.032	1.184	-6.146	5.559
7	0.001	-2.090	0.908	1.184	-5.176	6.115
6	0.001	-2.008	0.773	1.184	-4.251	6.578
5	0.001	-1.938	0.629	1.184	-3.363	6.952
4	0.000	-1.884	0.478	1.184	-2.505	7.240
3	0.000	-1.845	0.322	1.184	-1.670	7.445
2	0.000	-1.821	0.162	1.184	-0.851	7.569

1	0.000	-1.813	0.000	1.184	-0.444	7.613
100	-0.000	-1.821	-0.161	1.184	1.262	7.573
99	-0.000	-1.844	-0.321	1.184	1.674	7.449
98	-0.000	-1.884	-0.477	1.184	2.509	7.243
97	-0.001	-1.938	-0.628	1.184	3.366	6.955
96	-0.001	-2.007	-0.772	1.184	4.254	6.580
95	-0.001	-2.090	-0.907	1.184	5.180	6.117
94	-0.001	-2.185	-1.031	1.184	6.149	5.560
93	-0.001	-2.293	-1.143	1.184	7.168	4.906
92	-0.001	-2.410	-1.239	1.184	8.243	4.149
91	-0.001	-2.536	-1.318	1.184	9.377	3.283
90	-0.001	-2.669	-1.377	1.184	10.575	2.302
89	-0.002	-2.807	-1.415	1.184	11.840	1.200
88	-0.002	-2.947	-1.427	3.368	12.546	-0.030
87	0.037	-3.061	-1.420	5.707	13.151	-1.096
86	0.076	-3.174	-1.407	6.024	14.260	-2.255
85	0.114	-3.286	-1.392	6.352	15.397	-3.508
84	0.151	-3.397	-1.379	12.152	7.565	-4.859

RESULTADOS DE LA HIPOTESIS DE CARGA No 2

ESQUINAS

COEFICIENTES DE PONDERACION

$\text{Ypp} = 1.350$ $\text{Ypt} = 1.350$ $\text{Yet} = 1.500$ $\text{Ypr} = 0.000$ $\text{Yqv} = 1.350$
 $\text{Yqh} = 1.500$ $\text{YPv} = 0.000$ $\text{YPh} = 0.000$ $\text{Ysi} = 0.000$ $\text{Ysd} = 0.000$
 $\text{Ytr} = 1.350$: Posicion de la rueda izquierda del carro (m). $X = -0.600$

RESULTANTE TOTAL SOBRE LA BASE

Resultante sobre OX (t) $R_x = 0.000$
 Resultante sobre OY (t) $R_y = -38.578$
 Momento resultante en el centro (mxt)..... $M_z = 0.004$

REACCIONES EN APOYOS DEL ARCO

NUDO No	ásuelo (t/m2)	Rx (t/m)	Ry (t/m)	Mz (txm/m)
18	16.902	0.000	0.676	0.000
17	16.359	0.000	1.309	0.000
16	15.810	0.000	1.265	0.000
15	15.256	0.000	1.220	0.000
14	14.696	0.000	1.311	0.000
13	14.008	0.000	1.379	0.000
12	13.332	0.000	1.313	0.000
11	12.678	0.000	1.248	0.000
10	12.057	0.000	1.187	0.000
9	11.478	0.000	1.130	0.000

8	10.950	0.000	1.078	0.000
7	10.478	0.000	1.032	0.000
6	10.070	0.000	0.991	0.000
5	9.729	0.000	0.958	0.000
4	9.459	0.000	0.931	0.000
3	9.265	0.000	0.912	0.000
2	9.147	0.000	0.901	0.000
1	9.108	-0.000	0.897	0.000
100	9.147	0.000	0.901	0.000
99	9.264	0.000	0.912	0.000
98	9.458	0.000	0.931	0.000
97	9.727	0.000	0.958	0.000
96	10.068	0.000	0.991	0.000
95	10.476	0.000	1.032	0.000
94	10.948	0.000	1.078	0.000
93	11.476	0.000	1.130	0.000
92	12.054	0.000	1.187	0.000
91	12.675	0.000	1.248	0.000
90	13.329	0.000	1.312	0.000
89	14.005	0.000	1.379	0.000
88	14.692	0.000	1.311	0.000
87	15.252	0.000	1.220	0.000
86	15.806	0.000	1.264	0.000
85	16.355	0.000	1.308	0.000
84	16.898	0.000	0.676	0.000
Suma =		-0.000	38.578	0.000

ESFUERZOS Y DESPLAZAMIENTOS EN EL ARCO

=====

Nudo No	u (mm)	v (mm)	Giro 1000xrad	Axil (t/m)	Cortante (t/m)	Flector (txm/m)

Hastial izquierdo :						
19	-0.274	-3.382	1.307	17.742	1.267	-4.768
20	-0.390	-3.384	1.117	17.667	0.981	-4.661
21	-0.488	-3.387	0.930	17.602	0.708	-4.581
22	-0.568	-3.389	0.747	17.538	0.449	-4.526
23	-0.631	-3.391	0.565	17.473	0.204	-4.495
24	-0.676	-3.394	0.384	17.408	-0.027	-4.487
25	-0.704	-3.396	0.202	17.344	-0.245	-4.500
26	-0.715	-3.398	0.020	17.279	-0.449	-4.534
27	-0.708	-3.401	-0.164	17.215	-0.640	-4.586
28	-0.683	-3.403	-0.351	17.150	-0.816	-4.656
29	-0.641	-3.405	-0.540	17.086	-0.979	-4.742
30	-0.580	-3.408	-0.734	17.021	-1.129	-4.843
31	-0.500	-3.410	-0.931	16.957	-1.264	-4.958
32	-0.401	-3.412	-1.134	16.892	-1.386	-5.085
33	-0.283	-3.414	-1.342	16.817	-1.494	-5.223
Dintel superior :						
34	-0.153	-3.416	-1.387	11.833	6.789	-5.371
35	-0.115	-3.528	-1.403	6.849	14.958	-4.091
36	-0.076	-3.641	-1.420	6.628	14.243	-2.840
37	-0.037	-3.755	-1.438	6.318	13.272	-1.682
38	0.002	-3.871	-1.453	3.934	13.025	-0.594
39	0.002	-4.014	-1.452	1.682	12.672	0.705
40	0.002	-4.156	-1.424	1.682	11.616	1.901

41	0.001	-4.294	-1.372	1.682	10.560	2.993
42	0.001	-4.425	-1.298	1.682	9.504	3.980
43	0.001	-4.549	-1.204	1.682	8.448	4.864
44	0.001	-4.662	-1.092	1.682	7.392	5.644
45	0.001	-4.763	-0.965	1.682	6.336	6.320
46	0.001	-4.851	-0.824	1.682	5.280	6.891
47	0.000	-4.925	-0.672	1.682	4.224	7.359
48	0.000	-4.983	-0.512	1.682	3.168	7.723
49	-0.000	-5.026	-0.345	1.682	2.112	7.983
50	-0.000	-5.051	-0.173	1.682	1.056	8.139
51	-0.000	-5.060	0.000	1.682	-0.000	8.191
52	-0.001	-5.051	0.174	1.682	-1.056	8.139
53	-0.001	-5.026	0.345	1.682	-2.112	7.983
54	-0.001	-4.983	0.513	1.682	-3.168	7.723
55	-0.001	-4.925	0.673	1.682	-4.224	7.359
56	-0.001	-4.851	0.825	1.682	-5.280	6.891
57	-0.002	-4.763	0.965	1.682	-6.336	6.320
58	-0.002	-4.661	1.092	1.682	-7.392	5.644
59	-0.002	-4.548	1.204	1.682	-8.448	4.864
60	-0.002	-4.425	1.298	1.682	-9.504	3.980
61	-0.002	-4.293	1.372	1.682	-10.560	2.992
62	-0.002	-4.155	1.424	1.682	-11.616	1.901
63	-0.003	-4.014	1.452	1.682	-12.672	0.705
64	-0.003	-3.870	1.453	3.934	-13.025	-0.595
65	0.036	-3.754	1.438	6.318	-13.272	-1.682
66	0.075	-3.640	1.420	6.629	-14.243	-2.840
67	0.114	-3.527	1.403	6.849	-14.958	-4.091
68	0.152	-3.415	1.388	11.834	-6.789	-5.371
Hastial derecho :						
69	0.282	-3.414	1.342	16.817	1.494	-5.223
70	0.401	-3.411	1.134	16.892	1.386	-5.085
71	0.499	-3.409	0.932	16.957	1.264	-4.958
72	0.579	-3.407	0.734	17.021	1.129	-4.843
73	0.640	-3.404	0.541	17.086	0.979	-4.742
74	0.683	-3.402	0.351	17.150	0.816	-4.656
75	0.707	-3.400	0.165	17.215	0.640	-4.586
76	0.714	-3.397	-0.019	17.279	0.449	-4.534
77	0.704	-3.395	-0.202	17.344	0.245	-4.500
78	0.676	-3.393	-0.383	17.409	0.027	-4.487
79	0.630	-3.390	-0.564	17.473	-0.204	-4.495
80	0.568	-3.388	-0.746	17.538	-0.449	-4.526
81	0.488	-3.386	-0.930	17.602	-0.708	-4.581
82	0.390	-3.383	-1.117	17.667	-0.981	-4.661
83	0.274	-3.381	-1.307	17.742	-1.267	-4.768
Solera :						
18	-0.147	-3.380	1.349	12.454	-7.177	-4.903
17	-0.110	-3.272	1.363	6.971	-15.190	-3.570
16	-0.073	-3.162	1.377	6.674	-14.049	-2.333
15	-0.035	-3.051	1.391	6.387	-12.934	-1.193
14	0.003	-2.939	1.400	4.086	-12.447	-0.145
13	0.003	-2.802	1.390	1.927	-11.862	1.087
12	0.002	-2.666	1.355	1.927	-10.599	2.191
11	0.002	-2.536	1.298	1.927	-9.402	3.174
10	0.002	-2.411	1.221	1.927	-8.267	4.042
9	0.002	-2.296	1.127	1.927	-7.192	4.802
8	0.001	-2.190	1.018	1.927	-6.171	5.459
7	0.001	-2.096	0.896	1.927	-5.199	6.017
6	0.001	-2.014	0.763	1.927	-4.270	6.482
5	0.001	-1.946	0.621	1.927	-3.379	6.858

4	0.001	-1.892	0.472	1.927	-2.517	7.148
3	0.000	-1.853	0.318	1.927	-1.678	7.354
2	0.000	-1.829	0.160	1.927	-0.855	7.478
1	0.000	-1.822	0.000	1.927	-0.446	7.522
100	-0.000	-1.829	-0.159	1.927	1.268	7.482
99	-0.000	-1.853	-0.317	1.927	1.682	7.357
98	-0.001	-1.892	-0.471	1.927	2.521	7.151
97	-0.001	-1.945	-0.620	1.927	3.383	6.861
96	-0.001	-2.014	-0.762	1.927	4.274	6.484
95	-0.001	-2.095	-0.895	1.927	5.202	6.019
94	-0.001	-2.190	-1.017	1.927	6.174	5.460
93	-0.002	-2.295	-1.127	1.927	7.195	4.803
92	-0.002	-2.411	-1.221	1.927	8.270	4.043
91	-0.002	-2.535	-1.297	1.927	9.404	3.175
90	-0.002	-2.666	-1.354	1.927	10.602	2.191
89	-0.003	-2.801	-1.389	1.927	11.864	1.087
88	-0.003	-2.938	-1.399	4.087	12.448	-0.145
87	0.035	-3.050	-1.390	6.387	12.935	-1.193
86	0.073	-3.161	-1.377	6.674	14.049	-2.334
85	0.110	-3.271	-1.362	6.971	15.191	-3.570
84	0.147	-3.380	-1.348	12.454	7.177	-4.904

RESULTADOS DE LA HIPOTESIS DE CARGA No 3

HASTIALES

COEFICIENTES DE PONDERACION

¥pp = 1.000	¥pt = 1.000	¥et = 1.500	¥pr = 0.000	¥qv = 0.000
¥qh = 1.500	¥Pv = 0.000	¥Ph = 0.000	¥si = 0.000	¥sd = 0.000

RESULTANTE TOTAL SOBRE LA BASE

Resultante sobre OX (t)	Rx =	0.000
Resultante sobre OY (t)	Ry =	-9.286
Momento resultante en el centro (mxt).....	Mz =	0.003

REACCIONES EN APOYOS DEL ARCO

NUDO No	ásuelo (t/m2)	Rx (t/m)	Ry (t/m)	Mz (txm/m)
18	3.615	0.000	0.145	0.000
17	3.542	0.000	0.283	0.000
16	3.468	0.000	0.277	0.000
15	3.392	0.000	0.271	0.000
14	3.314	0.000	0.296	0.000
13	3.214	0.000	0.316	0.000
12	3.114	0.000	0.307	0.000
11	3.014	0.000	0.297	0.000

10	2.917	0.000	0.287	0.000
9	2.825	0.000	0.278	0.000
8	2.740	0.000	0.270	0.000
7	2.664	0.000	0.262	0.000
6	2.597	0.000	0.256	0.000
5	2.541	0.000	0.250	0.000
4	2.496	0.000	0.246	0.000
3	2.463	0.000	0.243	0.000
2	2.444	0.000	0.241	0.000
1	2.437	-0.000	0.240	0.000
100	2.443	0.000	0.241	0.000
99	2.463	0.000	0.242	0.000
98	2.495	0.000	0.246	0.000
97	2.540	0.000	0.250	0.000
96	2.596	0.000	0.256	0.000
95	2.662	0.000	0.262	0.000
94	2.739	0.000	0.270	0.000
93	2.823	0.000	0.278	0.000
92	2.915	0.000	0.287	0.000
91	3.011	0.000	0.297	0.000
90	3.111	0.000	0.306	0.000
89	3.212	0.000	0.316	0.000
88	3.311	0.000	0.295	0.000
87	3.389	0.000	0.271	0.000
86	3.465	0.000	0.277	0.000
85	3.539	0.000	0.283	0.000
84	3.612	0.000	0.144	0.000
Suma =		-0.000	9.286	0.000

ESFUERZOS Y DESPLAZAMIENTOS EN EL ARCO

Nudo No	u (mm)	v (mm)	Giro 1000xrad	Axil (t/m)	Cortante (t/m)	Flector (txm/m)

Hastial izquierdo :						
19	-0.033	-0.723	0.170	3.497	1.761	-0.988
20	-0.047	-0.724	0.133	3.441	1.475	-0.834
21	-0.059	-0.724	0.102	3.394	1.202	-0.706
22	-0.067	-0.725	0.075	3.346	0.943	-0.604
23	-0.073	-0.725	0.053	3.298	0.698	-0.526
24	-0.077	-0.726	0.033	3.250	0.466	-0.470
25	-0.079	-0.726	0.014	3.202	0.248	-0.436
26	-0.080	-0.726	-0.003	3.154	0.044	-0.423
27	-0.079	-0.727	-0.020	3.107	-0.146	-0.428
28	-0.076	-0.727	-0.038	3.059	-0.323	-0.451
29	-0.072	-0.728	-0.057	3.011	-0.486	-0.490
30	-0.065	-0.728	-0.078	2.963	-0.635	-0.544
31	-0.057	-0.728	-0.101	2.915	-0.770	-0.611
32	-0.046	-0.729	-0.127	2.868	-0.892	-0.691
33	-0.032	-0.729	-0.157	2.812	-1.000	-0.782
Dintel superior :						
34	-0.017	-0.729	-0.164	2.344	0.545	-0.882
35	-0.012	-0.743	-0.167	1.891	2.051	-0.701
36	-0.008	-0.756	-0.170	1.857	1.880	-0.535
37	-0.003	-0.770	-0.173	1.827	1.724	-0.383
38	0.001	-0.784	-0.178	1.501	1.825	-0.243

39	0.001	-0.802	-0.181	1.188	1.920	-0.047
40	0.001	-0.820	-0.180	1.188	1.760	0.135
41	0.001	-0.837	-0.175	1.188	1.600	0.300
42	0.001	-0.854	-0.167	1.188	1.440	0.450
43	0.001	-0.870	-0.156	1.188	1.280	0.584
44	0.001	-0.885	-0.142	1.188	1.120	0.702
45	0.000	-0.898	-0.126	1.188	0.960	0.804
46	0.000	-0.909	-0.108	1.188	0.800	0.891
47	0.000	-0.919	-0.089	1.188	0.640	0.962
48	0.000	-0.927	-0.068	1.188	0.480	1.017
49	-0.000	-0.932	-0.046	1.188	0.320	1.056
50	-0.000	-0.936	-0.023	1.188	0.160	1.080
51	-0.000	-0.937	0.000	1.188	-0.000	1.088
52	-0.000	-0.936	0.023	1.188	-0.160	1.080
53	-0.001	-0.932	0.046	1.188	-0.320	1.056
54	-0.001	-0.927	0.068	1.188	-0.480	1.017
55	-0.001	-0.919	0.089	1.188	-0.640	0.962
56	-0.001	-0.909	0.109	1.188	-0.800	0.891
57	-0.001	-0.898	0.127	1.188	-0.960	0.804
58	-0.001	-0.884	0.143	1.188	-1.120	0.702
59	-0.001	-0.869	0.156	1.188	-1.280	0.584
60	-0.001	-0.854	0.167	1.188	-1.440	0.450
61	-0.002	-0.837	0.175	1.188	-1.600	0.300
62	-0.002	-0.819	0.180	1.188	-1.760	0.135
63	-0.002	-0.801	0.181	1.188	-1.920	-0.047
64	-0.002	-0.784	0.178	1.501	-1.825	-0.244
65	0.003	-0.769	0.174	1.827	-1.724	-0.383
66	0.007	-0.756	0.170	1.857	-1.880	-0.535
67	0.012	-0.742	0.167	1.891	-2.051	-0.701
68	0.016	-0.729	0.165	2.344	-0.545	-0.882
Hastial derecho :						
69	0.032	-0.729	0.157	2.812	1.000	-0.782
70	0.045	-0.728	0.128	2.868	0.892	-0.691
71	0.056	-0.728	0.101	2.915	0.770	-0.611
72	0.065	-0.727	0.078	2.963	0.635	-0.544
73	0.071	-0.727	0.057	3.011	0.486	-0.490
74	0.076	-0.727	0.038	3.059	0.323	-0.451
75	0.079	-0.726	0.021	3.107	0.146	-0.428
76	0.080	-0.726	0.003	3.155	-0.044	-0.423
77	0.079	-0.725	-0.014	3.202	-0.248	-0.437
78	0.077	-0.725	-0.032	3.250	-0.466	-0.470
79	0.073	-0.724	-0.052	3.298	-0.698	-0.526
80	0.067	-0.724	-0.075	3.346	-0.943	-0.604
81	0.058	-0.724	-0.102	3.394	-1.202	-0.706
82	0.047	-0.723	-0.133	3.441	-1.475	-0.834
83	0.033	-0.723	-0.169	3.497	-1.761	-0.988
Solera :						
18	-0.016	-0.723	0.179	3.323	-0.346	-1.170
17	-0.012	-0.708	0.182	3.128	-2.492	-0.950
16	-0.007	-0.694	0.187	3.148	-2.275	-0.749
15	-0.002	-0.678	0.192	3.168	-2.053	-0.565
14	0.003	-0.663	0.198	2.799	-2.286	-0.401
13	0.003	-0.643	0.204	2.421	-2.505	-0.142
12	0.003	-0.623	0.205	2.421	-2.255	0.092
11	0.003	-0.603	0.200	2.421	-2.015	0.302
10	0.002	-0.583	0.192	2.421	-1.784	0.489
9	0.002	-0.565	0.180	2.421	-1.563	0.653
8	0.002	-0.548	0.164	2.421	-1.350	0.796
7	0.002	-0.533	0.146	2.421	-1.146	0.919

6	0.001	-0.519	0.125	2.421	-0.948	1.022
5	0.001	-0.508	0.103	2.421	-0.757	1.106
4	0.001	-0.499	0.079	2.421	-0.571	1.171
3	0.001	-0.493	0.053	2.421	-0.388	1.218
2	0.000	-0.489	0.027	2.421	-0.208	1.248
1	0.000	-0.487	0.000	2.421	-0.118	1.259
100	-0.000	-0.489	-0.026	2.421	0.301	1.250
99	-0.001	-0.493	-0.053	2.421	0.391	1.221
98	-0.001	-0.499	-0.078	2.421	0.574	1.173
97	-0.001	-0.508	-0.102	2.421	0.760	1.108
96	-0.001	-0.519	-0.125	2.421	0.951	1.024
95	-0.002	-0.532	-0.146	2.421	1.148	0.920
94	-0.002	-0.548	-0.164	2.421	1.353	0.797
93	-0.002	-0.565	-0.179	2.421	1.565	0.654
92	-0.002	-0.583	-0.192	2.421	1.786	0.489
91	-0.003	-0.602	-0.200	2.421	2.016	0.302
90	-0.003	-0.622	-0.204	2.421	2.256	0.092
89	-0.003	-0.642	-0.204	2.421	2.506	-0.142
88	-0.003	-0.662	-0.198	2.800	2.287	-0.401
87	0.002	-0.678	-0.191	3.168	2.053	-0.565
86	0.007	-0.693	-0.186	3.149	2.276	-0.749
85	0.011	-0.708	-0.182	3.128	2.493	-0.951
84	0.016	-0.722	-0.179	3.323	0.346	-1.170

RESULTADOS DE LA HIPOTESIS DE CARGA No 4

ESTADO LIMITE DE SERVICIO

COEFICIENTES DE PONDERACION

$\gamma_{pp} = 1.000$ $\gamma_{pt} = 1.000$ $\gamma_{et} = 1.000$ $\gamma_{pr} = 0.000$ $\gamma_{qv} = 0.000$
 $\gamma_{qh} = 0.000$ $\gamma_{pv} = 0.000$ $\gamma_{ph} = 0.000$ $\gamma_{si} = 0.000$ $\gamma_{sd} = 0.000$
 $\gamma_{tr} = 0.200$: Posicion de la rueda izquierda del carro (m). X = -0.600

RESULTANTE TOTAL SOBRE LA BASE

Resultante sobre OX (t) Rx = 0.000
 Resultante sobre OY (t) Ry = -12.568
 Momento resultante en el centro (mxt)..... Mz = 0.003

REACCIONES EN APOYOS DEL ARCO

NUDO No	ásuelo (t/m2)	Rx (t/m)	Ry (t/m)	Mz (txm/m)
18	5.208	0.000	0.208	0.000
17	5.068	0.000	0.405	0.000
16	4.927	0.000	0.394	0.000
15	4.784	0.000	0.383	0.000
14	4.638	0.000	0.414	0.000

13	4.458	0.000	0.439	0.000
12	4.278	0.000	0.421	0.000
11	4.103	0.000	0.404	0.000
10	3.936	0.000	0.388	0.000
9	3.780	0.000	0.372	0.000
8	3.636	0.000	0.358	0.000
7	3.508	0.000	0.345	0.000
6	3.396	0.000	0.334	0.000
5	3.303	0.000	0.325	0.000
4	3.229	0.000	0.318	0.000
3	3.175	0.000	0.313	0.000
2	3.143	0.000	0.309	0.000
1	3.132	-0.000	0.308	0.000
100	3.142	0.000	0.309	0.000
99	3.174	0.000	0.313	0.000
98	3.228	0.000	0.318	0.000
97	3.302	0.000	0.325	0.000
96	3.395	0.000	0.334	0.000
95	3.506	0.000	0.345	0.000
94	3.635	0.000	0.358	0.000
93	3.778	0.000	0.372	0.000
92	3.934	0.000	0.387	0.000
91	4.101	0.000	0.404	0.000
90	4.276	0.000	0.421	0.000
89	4.455	0.000	0.439	0.000
88	4.635	0.000	0.414	0.000
87	4.781	0.000	0.382	0.000
86	4.924	0.000	0.394	0.000
85	5.065	0.000	0.405	0.000
84	5.204	0.000	0.208	0.000
Suma =		-0.000	12.568	0.000

ESFUERZOS Y DESPLAZAMIENTOS EN EL ARCO

Nudo No	u (mm)	v (mm)	Giro 1000xrad	Axil (t/m)	Cortante (t/m)	Flector (txm/m)

Hastial izquierdo :						
19	-0.068	-1.042	0.332	5.138	1.163	-1.429
20	-0.098	-1.043	0.277	5.082	0.972	-1.327
21	-0.121	-1.043	0.225	5.035	0.790	-1.243
22	-0.141	-1.044	0.176	4.987	0.618	-1.176
23	-0.155	-1.045	0.130	4.939	0.454	-1.125
24	-0.166	-1.045	0.085	4.891	0.300	-1.089
25	-0.172	-1.046	0.042	4.843	0.155	-1.068
26	-0.173	-1.047	-0.001	4.795	0.018	-1.060
27	-0.171	-1.047	-0.044	4.748	-0.108	-1.064
28	-0.165	-1.048	-0.088	4.700	-0.226	-1.081
29	-0.155	-1.049	-0.132	4.652	-0.335	-1.108
30	-0.140	-1.049	-0.177	4.604	-0.434	-1.145
31	-0.121	-1.050	-0.224	4.556	-0.525	-1.191
32	-0.097	-1.050	-0.273	4.509	-0.606	-1.245
33	-0.068	-1.051	-0.325	4.453	-0.678	-1.307
Dintel superior :						
34	-0.037	-1.051	-0.336	3.262	1.549	-1.375
35	-0.027	-1.078	-0.340	2.081	3.721	-1.052

36	-0.018	-1.106	-0.345	2.020	3.494	-0.745
37	-0.009	-1.134	-0.350	1.949	3.241	-0.461
38	0.001	-1.162	-0.354	1.360	3.231	-0.197
39	0.001	-1.197	-0.355	0.803	3.201	0.132
40	0.001	-1.232	-0.349	0.803	2.934	0.434
41	0.001	-1.265	-0.336	0.803	2.667	0.709
42	0.000	-1.298	-0.319	0.803	2.400	0.959
43	0.000	-1.328	-0.296	0.803	2.134	1.182
44	0.000	-1.356	-0.269	0.803	1.867	1.379
45	0.000	-1.381	-0.238	0.803	1.600	1.550
46	0.000	-1.402	-0.203	0.803	1.334	1.694
47	0.000	-1.421	-0.166	0.803	1.067	1.812
48	-0.000	-1.435	-0.126	0.803	0.800	1.904
49	-0.000	-1.445	-0.085	0.803	0.533	1.970
50	-0.000	-1.452	-0.043	0.803	0.267	2.009
51	-0.000	-1.454	0.000	0.803	-0.000	2.022
52	-0.000	-1.452	0.043	0.803	-0.267	2.009
53	-0.000	-1.445	0.085	0.803	-0.533	1.970
54	-0.001	-1.435	0.127	0.803	-0.800	1.904
55	-0.001	-1.420	0.166	0.803	-1.067	1.812
56	-0.001	-1.402	0.203	0.803	-1.334	1.694
57	-0.001	-1.380	0.238	0.803	-1.600	1.550
58	-0.001	-1.355	0.269	0.803	-1.867	1.379
59	-0.001	-1.328	0.296	0.803	-2.134	1.182
60	-0.001	-1.297	0.319	0.803	-2.400	0.959
61	-0.001	-1.265	0.337	0.803	-2.667	0.709
62	-0.001	-1.231	0.349	0.803	-2.934	0.433
63	-0.001	-1.196	0.355	0.803	-3.201	0.131
64	-0.001	-1.161	0.354	1.360	-3.231	-0.197
65	0.008	-1.133	0.350	1.949	-3.241	-0.461
66	0.017	-1.105	0.345	2.020	-3.494	-0.745
67	0.027	-1.078	0.341	2.081	-3.721	-1.053
68	0.036	-1.051	0.337	3.262	-1.549	-1.375
Hastial derecho :						
69	0.068	-1.050	0.325	4.453	0.678	-1.307
70	0.096	-1.050	0.274	4.509	0.606	-1.245
71	0.120	-1.049	0.225	4.556	0.525	-1.191
72	0.139	-1.048	0.178	4.604	0.434	-1.145
73	0.154	-1.048	0.132	4.652	0.335	-1.108
74	0.165	-1.047	0.088	4.700	0.226	-1.081
75	0.171	-1.047	0.045	4.748	0.108	-1.065
76	0.173	-1.046	0.002	4.796	-0.018	-1.060
77	0.171	-1.045	-0.041	4.843	-0.155	-1.068
78	0.165	-1.045	-0.085	4.891	-0.300	-1.090
79	0.155	-1.044	-0.129	4.939	-0.454	-1.125
80	0.140	-1.043	-0.176	4.987	-0.618	-1.176
81	0.121	-1.043	-0.225	5.035	-0.790	-1.244
82	0.097	-1.042	-0.277	5.082	-0.972	-1.328
83	0.068	-1.041	-0.332	5.138	-1.163	-1.429
Solera :						
18	-0.036	-1.042	0.345	4.063	-1.531	-1.550
17	-0.027	-1.014	0.350	2.933	-4.162	-1.184
16	-0.017	-0.985	0.355	2.887	-3.842	-0.846
15	-0.007	-0.957	0.360	2.841	-3.522	-0.534
14	0.002	-0.928	0.365	2.210	-3.551	-0.250
13	0.002	-0.892	0.367	1.603	-3.552	0.119
12	0.002	-0.856	0.361	1.603	-3.184	0.450
11	0.002	-0.821	0.348	1.603	-2.833	0.746
10	0.002	-0.787	0.329	1.603	-2.499	1.008

9	0.001	-0.756	0.305	1.603	-2.180	1.238
8	0.001	-0.727	0.277	1.603	-1.877	1.437
7	0.001	-0.702	0.245	1.603	-1.586	1.607
6	0.001	-0.679	0.209	1.603	-1.308	1.749
5	0.001	-0.661	0.170	1.603	-1.040	1.865
4	0.001	-0.646	0.130	1.603	-0.780	1.954
3	0.000	-0.635	0.088	1.603	-0.526	2.018
2	0.000	-0.629	0.044	1.603	-0.277	2.058
1	0.000	-0.626	0.000	1.603	-0.153	2.073
100	-0.000	-0.628	-0.044	1.603	0.404	2.060
99	-0.000	-0.635	-0.087	1.603	0.529	2.021
98	-0.001	-0.646	-0.129	1.603	0.783	1.956
97	-0.001	-0.660	-0.170	1.603	1.043	1.867
96	-0.001	-0.679	-0.208	1.603	1.311	1.751
95	-0.001	-0.701	-0.244	1.603	1.589	1.608
94	-0.001	-0.727	-0.277	1.603	1.879	1.438
93	-0.001	-0.756	-0.305	1.603	2.182	1.238
92	-0.002	-0.787	-0.329	1.603	2.501	1.008
91	-0.002	-0.820	-0.348	1.603	2.835	0.746
90	-0.002	-0.855	-0.360	1.603	3.185	0.450
89	-0.002	-0.891	-0.366	1.603	3.554	0.119
88	-0.002	-0.927	-0.365	2.211	3.552	-0.250
87	0.007	-0.956	-0.360	2.841	3.523	-0.534
86	0.017	-0.985	-0.354	2.887	3.843	-0.846
85	0.027	-1.013	-0.349	2.933	4.163	-1.184
84	0.036	-1.041	-0.345	4.064	1.531	-1.550

ENVOLVENTES EN EL ARCO

SEC	M(+) (txm/m)	N(+) (t/m)	M(-) (txm/m)	N(-) (t/m)	QPES (t/m)

Hastial izquierdo :					
19	0.000	0.000	-4.779	17.742	1.761
20	0.000	0.000	-4.717	17.667	1.475
21	0.000	0.000	-4.673	17.602	1.202
22	0.000	0.000	-4.646	17.538	0.943
23	0.000	0.000	-4.635	17.473	0.698
24	0.000	0.000	-4.639	17.408	0.466
25	0.000	0.000	-4.658	17.344	-0.265
26	0.000	0.000	-4.690	17.279	-0.449
27	0.000	0.000	-4.735	17.215	-0.640
28	0.000	0.000	-4.791	17.150	-0.816
29	0.000	0.000	-4.858	17.086	-0.979
30	0.000	0.000	-4.935	17.021	-1.129
31	0.000	0.000	-5.021	16.957	-1.264
32	0.000	0.000	-5.116	16.892	-1.386
33	0.000	0.000	-5.223	16.817	-1.494
Dintel superior :					
34	0.000	0.000	-5.371	11.833	7.067
35	0.000	0.000	-4.091	6.849	15.100
36	0.000	0.000	-2.840	6.628	14.387
37	0.000	0.000	-1.682	6.318	13.419
38	0.000	0.000	-0.594	3.934	13.099
39	0.799	1.222	-0.047	1.188	12.672
40	1.995	1.222	0.000	0.000	11.616
41	3.087	1.222	0.000	0.000	10.560

42	4.075	1.222	0.000	0.000	9.504
43	4.958	1.222	0.000	0.000	8.448
44	5.738	1.222	0.000	0.000	7.392
45	6.414	1.222	0.000	0.000	6.336
46	6.986	1.222	0.000	0.000	5.280
47	7.454	1.222	0.000	0.000	4.224
48	7.817	1.222	0.000	0.000	3.168
49	8.077	1.222	0.000	0.000	2.112
50	8.233	1.222	0.000	0.000	1.056
51	8.285	1.222	0.000	0.000	-0.000
52	8.233	1.222	0.000	0.000	-1.056
53	8.077	1.222	0.000	0.000	-2.112
54	7.817	1.222	0.000	0.000	-3.168
55	7.454	1.222	0.000	0.000	-4.224
56	6.986	1.222	0.000	0.000	-5.280
57	6.414	1.222	0.000	0.000	-6.336
58	5.738	1.222	0.000	0.000	-7.392
59	4.958	1.222	0.000	0.000	-8.448
60	4.074	1.222	0.000	0.000	-9.504
61	3.087	1.222	0.000	0.000	-10.560
62	1.995	1.222	0.000	0.000	-11.616
63	0.799	1.222	-0.047	1.188	-12.672
64	0.000	0.000	-0.595	3.934	-13.099
65	0.000	0.000	-1.682	6.318	-13.419
66	0.000	0.000	-2.840	6.629	-14.388
67	0.000	0.000	-4.091	6.849	-15.100
68	0.000	0.000	-5.371	11.834	-7.067
Hastial derecho :					
69	0.000	0.000	-5.223	16.817	1.494
70	0.000	0.000	-5.116	16.892	1.386
71	0.000	0.000	-5.021	16.957	1.264
72	0.000	0.000	-4.935	17.021	1.129
73	0.000	0.000	-4.858	17.086	0.979
74	0.000	0.000	-4.791	17.150	0.816
75	0.000	0.000	-4.735	17.215	0.640
76	0.000	0.000	-4.690	17.279	0.449
77	0.000	0.000	-4.658	17.344	0.265
78	0.000	0.000	-4.640	17.409	-0.466
79	0.000	0.000	-4.635	17.473	-0.698
80	0.000	0.000	-4.646	17.538	-0.943
81	0.000	0.000	-4.673	17.602	-1.202
82	0.000	0.000	-4.717	17.667	-1.475
83	0.000	0.000	-4.779	17.742	-1.761
Solera :					
18	0.000	0.000	-4.903	12.454	-7.565
17	0.000	0.000	-3.570	6.971	-15.396
16	0.000	0.000	-2.333	6.674	-14.259
15	0.000	0.000	-1.193	6.387	-13.149
14	0.000	0.000	-0.401	2.799	-12.545
13	1.200	1.184	-0.142	2.421	-11.862
12	2.302	1.184	0.000	0.000	-10.599
11	3.282	1.184	0.000	0.000	-9.402
10	4.148	1.184	0.000	0.000	-8.267
9	4.905	1.184	0.000	0.000	-7.192
8	5.559	1.184	0.000	0.000	-6.171
7	6.115	1.184	0.000	0.000	-5.199
6	6.578	1.184	0.000	0.000	-4.270
5	6.952	1.184	0.000	0.000	-3.379
4	7.240	1.184	0.000	0.000	-2.517

3	7.445	1.184	0.000	0.000	-1.678
2	7.569	1.184	0.000	0.000	-0.855
1	7.613	1.184	0.000	0.000	-0.446
101	7.613	1.184	0.000	0.000	-0.446
100	7.573	1.184	0.000	0.000	1.268
99	7.449	1.184	0.000	0.000	1.682
98	7.243	1.184	0.000	0.000	2.521
97	6.955	1.184	0.000	0.000	3.383
96	6.580	1.184	0.000	0.000	4.274
95	6.117	1.184	0.000	0.000	5.202
94	5.560	1.184	0.000	0.000	6.174
93	4.906	1.184	0.000	0.000	7.195
92	4.149	1.184	0.000	0.000	8.270
91	3.283	1.184	0.000	0.000	9.404
90	2.302	1.184	0.000	0.000	10.602
89	1.200	1.184	-0.142	2.421	11.864
88	0.000	0.000	-0.401	2.800	12.546
87	0.000	0.000	-1.193	6.387	13.151
86	0.000	0.000	-2.334	6.674	14.260
85	0.000	0.000	-3.570	6.971	15.397
84	0.000	0.000	-4.904	12.454	7.565

ARMADURAS EN EL CAJON

Sec. No	X (m)	Y (m)	Ainterior (cm2/m)		Aexterior (cm2/m)		Acortante (cm2/m)
			Teorica	Real	Teorica	Real	

Hastial izquierdo :							
19	-1.60	0.21	2.00	-	4.52	-	0.00
20	-1.60	0.30	2.00	-	4.44	-	0.00
21	-1.60	0.40	2.00	-	4.38	-	0.00
22	-1.60	0.49	2.00	-	4.35	-	0.00
23	-1.60	0.59	2.00	-	4.34	-	0.00
24	-1.60	0.68	2.00	-	4.35	-	0.00
25	-1.60	0.78	2.00	-	4.39	-	0.00
26	-1.60	0.88	2.00	-	4.44	-	0.00
27	-1.60	0.97	2.00	-	4.52	-	0.00
28	-1.60	1.07	2.00	-	4.61	-	0.00
29	-1.60	1.16	2.00	-	4.72	-	0.00
30	-1.60	1.26	2.00	-	4.84	-	0.00
31	-1.60	1.35	2.00	-	4.98	-	0.00
32	-1.60	1.45	2.00	-	5.13	-	0.00
33	-1.60	1.54	2.00	-	5.30	-	0.00
Dintel superior :							
34	-1.60	1.64	4.70	-	4.70	-	0.00
35	-1.52	1.67	4.15	-	4.15	-	11.43
36	-1.44	1.70	3.60	-	3.60	-	11.43
37	-1.36	1.72	3.05	-	3.05	-	11.43
38	-1.28	1.75	2.50	-	2.50	-	11.43
39	-1.18	1.75	2.50	-	2.50	-	11.43
40	-1.08	1.75	2.56	-	2.50	-	11.43
41	-0.98	1.75	3.75	-	2.50	-	11.43
42	-0.89	1.75	4.61	-	2.50	-	11.43
43	-0.79	1.75	5.20	-	2.50	-	0.00
44	-0.69	1.75	5.99	-	2.50	-	0.00
45	-0.59	1.75	6.74	-	2.50	-	0.00

46	-0.49	1.75	7.37	-	2.50	-	0.00
47	-0.39	1.75	7.90	-	2.50	-	0.00
48	-0.30	1.75	8.30	-	2.50	-	0.00
49	-0.20	1.75	8.60	-	2.50	-	0.00
50	-0.10	1.75	8.77	-	2.50	-	0.00
51	0.00	1.75	8.83	-	2.50	-	0.00
52	0.10	1.75	8.77	-	2.50	-	0.00
53	0.20	1.75	8.60	-	2.50	-	0.00
54	0.30	1.75	8.30	-	2.50	-	0.00
55	0.39	1.75	7.90	-	2.50	-	0.00
56	0.49	1.75	7.37	-	2.50	-	0.00
57	0.59	1.75	6.74	-	2.50	-	0.00
58	0.69	1.75	5.99	-	2.50	-	0.00
59	0.79	1.75	5.20	-	2.50	-	0.00
60	0.89	1.75	4.61	-	2.50	-	11.43
61	0.98	1.75	3.75	-	2.50	-	11.43
62	1.08	1.75	2.56	-	2.50	-	11.43
63	1.18	1.75	2.50	-	2.50	-	11.43
64	1.28	1.75	2.50	-	2.50	-	11.43
65	1.36	1.72	3.05	-	3.05	-	11.43
66	1.44	1.70	3.60	-	3.60	-	11.43
67	1.52	1.67	4.15	-	4.15	-	11.43
68	1.60	1.64	4.70	-	4.70	-	0.00
Hastial derecho :							
69	1.60	1.54	2.00	-	5.30	-	0.00
70	1.60	1.45	2.00	-	5.13	-	0.00
71	1.60	1.35	2.00	-	4.98	-	0.00
72	1.60	1.26	2.00	-	4.84	-	0.00
73	1.60	1.16	2.00	-	4.72	-	0.00
74	1.60	1.07	2.00	-	4.61	-	0.00
75	1.60	0.97	2.00	-	4.52	-	0.00
76	1.60	0.88	2.00	-	4.45	-	0.00
77	1.60	0.78	2.00	-	4.39	-	0.00
78	1.60	0.68	2.00	-	4.35	-	0.00
79	1.60	0.59	2.00	-	4.34	-	0.00
80	1.60	0.49	2.00	-	4.35	-	0.00
81	1.60	0.40	2.00	-	4.38	-	0.00
82	1.60	0.30	2.00	-	4.44	-	0.00
83	1.60	0.21	2.00	-	4.52	-	0.00
Solera :							
18	-1.60	0.11	4.70	-	4.70	-	0.00
17	-1.52	0.08	4.15	-	4.15	-	11.43
16	-1.44	0.05	3.60	-	3.60	-	11.43
15	-1.36	0.03	3.05	-	3.05	-	11.43
14	-1.28	0.00	2.50	-	2.50	-	11.43
13	-1.18	0.00	2.50	-	2.50	-	11.43
12	-1.08	0.00	2.92	-	2.50	-	11.43
11	-0.98	0.00	3.94	-	2.50	-	11.43
10	-0.89	0.00	4.67	-	2.50	-	0.00
9	-0.79	0.00	5.17	-	2.50	-	0.00
8	-0.69	0.00	5.80	-	2.50	-	0.00
7	-0.59	0.00	6.41	-	2.50	-	0.00
6	-0.49	0.00	6.92	-	2.50	-	0.00
5	-0.39	0.00	7.34	-	2.50	-	0.00
4	-0.30	0.00	7.66	-	2.50	-	0.00
3	-0.20	0.00	7.89	-	2.50	-	0.00
2	-0.10	0.00	8.03	-	2.50	-	0.00
1	0.00	0.00	8.08	-	2.50	-	0.00
101	0.00	0.00	8.08	-	2.50	-	0.00

100	0.10	0.00	8.03	-	2.50	-	0.00
99	0.20	0.00	7.89	-	2.50	-	0.00
98	0.30	0.00	7.67	-	2.50	-	0.00
97	0.39	0.00	7.34	-	2.50	-	0.00
96	0.49	0.00	6.93	-	2.50	-	0.00
95	0.59	0.00	6.41	-	2.50	-	0.00
94	0.69	0.00	5.80	-	2.50	-	0.00
93	0.79	0.00	5.17	-	2.50	-	0.00
92	0.89	0.00	4.67	-	2.50	-	0.00
91	0.98	0.00	3.94	-	2.50	-	11.43
90	1.08	0.00	2.92	-	2.50	-	11.43
89	1.18	0.00	2.50	-	2.50	-	11.43
88	1.28	0.00	2.50	-	2.50	-	11.43
87	1.36	0.03	3.05	-	3.05	-	11.43
86	1.44	0.05	3.60	-	3.60	-	11.43
85	1.52	0.08	4.15	-	4.15	-	11.43
84	1.60	0.11	4.70	-	4.70	-	0.00

5.-SELLADO DE UNIONES EN MARCOS PREFABRICADOS

Para el sellado de elementos con unión machihembrada, al no permitir habitualmente el uso de juntas de goma, se dispone de productos y soluciones especiales adaptables al tipo de instalación y al entorno de trabajo, tanto interior como exterior.

El tipo de unión puede ser rígida o elástica, según los materiales empleados en el rejuntado y sellado.

Se exponen a continuación estas soluciones con las recomendaciones de uso y referencias de productos de diversas casas comerciales

SOLUCIÓN PARA UNIÓN RÍGIDA

SOLUCIÓN

La solución consiste en:

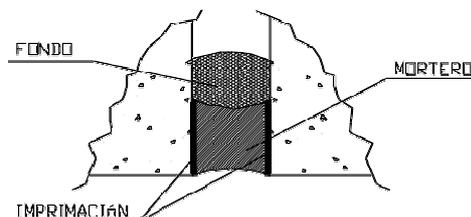
a.- Fondo de junta; b.- Imprimación ; c.- Mortero de relleno

El fondo de junta se utiliza para limitar el tamaño y evitar el uso excesivo de mortero. Normalmente se utiliza un polietileno de célula cerrada, cordón elastomérico o caucho butilo, con un grueso en torno a un 25% superior al de la junta.

La misión de la imprimación es la de unir el hormigón base y el mortero de relleno.

El mortero de relleno debe ser tixotrópico, para evitar su descuelgue pues normalmente se aplica en suelo, paredes laterales y techos.

El soporte debe estar limpio y seco.



RECOMENDACIONES DE USO

Esta solución solamente es recomendable en el caso de que se garantice la no existencia de movimientos diferenciales entre elementos.

REFERENCIAS COMERCIALES

FABRICANTE	FONDO	IMPRIMACIÓN	MORTERO DE RELLENO	
			NORMAL	RESISTENTE A LOS SULFATOS
BETEC	ROUNDEX	-	BETEC 305 E (*)	
BETTOR	ROUNDEX	LEGARAN	EMACO S-88	EMACO S-88
FOSROC-EUCO	POLICORD	NITOBOND ACS	RENDEROC TS	
		NITOPRIME 55	RENDEROC SF	CONVEXTRA BB80
SIKA	FONDO JUNTA SIKA	SIKA TOP 110 EPOCEM	SIKA MONOTOP 612	

(*): No necesita imprimación

SOLUCIÓN PARA UNIÓN ELÁSTICA

SOLUCIÓN

La solución consiste en:

- a.- Fondo de junta
- b.- Masilla o Mástic bituminoso (presencia eventual de agua)
 Masilla o Juntas hidroexpansivas (presencia permanente de agua)

La zona a tratar se limpiará adecuadamente previo al inicio de los trabajos.

La masilla debe ser capaz de soportar las condiciones ambientales en las que va a estar inmersa.

Normalmente es suficiente el uso del poliuretano monocomponente.

Para agresividad química alta deberán usarse masillas de polisulfuro de dos componentes con alta resistencia química.

Las juntas hidroexpansivas se pueden colocar sobre un adhesivo, si la superficie está seca y lisa, o sobre masilla hidroexpansiva si la superficie esta húmeda o es irregular.



RECOMENDACIONES DE USO

La solución 1 es válida practicamente para cualquier situación.

La solución 2 solo debe aplicarse con presencia permanente de agua.

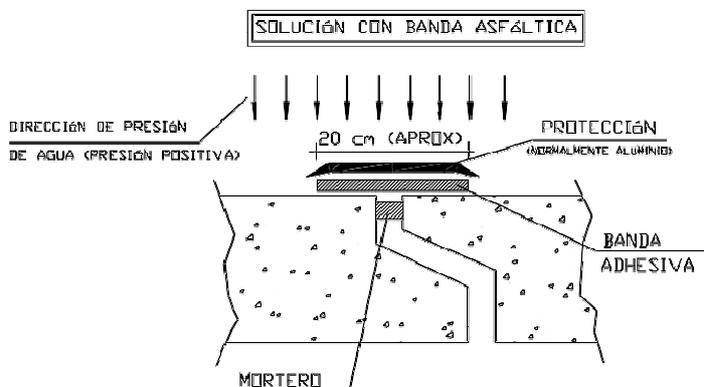
REFERENCIAS COMERCIALES

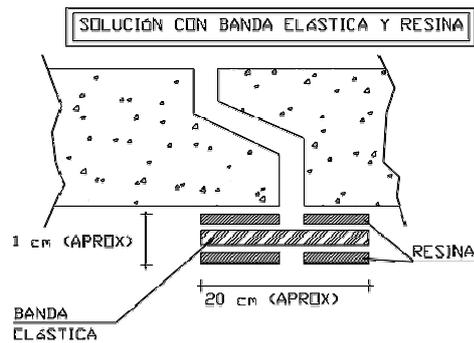
FABRICANTE	FONDO	MASILLA		DE ALTA RESISTENCIA QUÍMICA	JUNTAS HIDROEXPANSIVAS
		NORMAL	RESISTENTE A SULFATOS		
BETEC	ROUNDEX	BETOFLEX	BETOFLEX S	BETOPOX 92 AR	-
BETTOR	ROUNDEX	MASTERFL EX 474	MASTERFLEX 474	PCI-ELRIBONS	BOND-RING
FOSROC-EUCO	POLICORD	NITOSEAL 151	THIOFLEX 600		SUPERCAS SW SUPERCAS SWX
SIKA	FONDO JUNTA SIKA	SIKAFLEX 11-FC		SIKAFLEX PRO 3WF	SIKASWELL P SIKASWELL M

(*): No necesita imprimación

SELLADO CON BANDA

SOLUCIÓN





El soporte debe estar limpio y seco

RECOMENDACIONES DE USO

La solución con banda asfáltica solamente podrá utilizarse con presión positiva y nunca en presencia de ácidos o sulfatos.

La solución con banda elástica fijada con resina es prácticamente de validez universal, soporta cualquier ataque químico y movimientos diferenciales importantes pudiendo trabajar con presión positiva o negativa.

REFERENCIAS COMERCIALES

<i>FABRICANTE</i>	SELLADO CON BANDA ASFÁLTICA	SELLADO CON RESINA
BETTOR	PROTAC	MASTERFLEX 3000
FOSROC-EUCO	-	HP-DILAFLEX
SIKA	SIKA MULTISEAL	SIKA COMBIFLEX

AENOR

Certificado de Conformidad

A87/000372

AENOR certifica que la organización

GEYSERMARKT, S.L.

con domicilio social en	PC CERRO CABEZA HERMOSA, CL VOLUNTAD S/N - PARCELA 11 41500 ALCALA DE GUADAIIRA (Sevilla - España)
aplica un	Control de producción en fábrica del hormigón utilizado para la producción de los elementos prefabricados
conforme con	Artículo 86.9 de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08, aprobada por Real Decreto 1247/2008 de 18 de julio
en el centro de	CR NACIONAL 333, KM. 34.8 41620 MARCHENA (Sevilla - España)
Esquema de certificación	Para conceder este certificado, AENOR ha inspeccionado el centro mencionado. AENOR realiza estas actividades periódicamente mientras el Certificado no haya sido anulado, según se establece en el Reglamento Particular RP A87.01
Fecha de primera emisión	2010-09-29
Fecha de última emisión	2018-09-29
Fecha de expiración	2021-09-29



Rafael GARCÍA MEIRO
Director General

Original Electrónico

AENOR INTERNACIONAL S.A.U.
Génova, 6. 28004 Madrid. España
Tel. 91 432 60 00.- www.aenor.com



DECLARACIÓN DE PRESTACIONES																	
Nº MAR-1001																	
<p>1. Nombre y código de identificación: <i>Productos prefabricados de hormigón.</i> <i>Marcos.</i> <i>Los productos se identifican con la fecha de fabricación impresa sobre cada unidad fabricada</i></p>																	
<p>2. Tipo, lote o número de serie o cualquier otro elemento que permita la identificación del producto de construcción como se establece en el artículo 11, apartado 4: Método de declaración 3: declaración de la conformidad con una especificación de proyecto dada, según apartado 2.A.3.4 de Norma UNE-EN 14844.</p>																	
<p>3. Uso previsto: <i>Creación de huecos por debajo del nivel del suelo cuya finalidad sea el transporte o el almacenamiento de materiales, por ejemplo transporte y almacenamiento de aguas residuales, aguas pluviales, galería de cables u pasajes subterráneos.</i></p>																	
<p>4. Nombre o marca registrados y dirección de contacto del fabricante según lo dispuesto en el artículo 11, apartado 5: <i>GEYSERMARKT, S.L. Ctra. A-364, Ecija a Marchena, pk 34,8 - Marchena, Sevilla</i></p>																	
<p>6. Sistema de evaluación y verificación de la constancia de las prestaciones: Sistema 2+. Declaración de prestaciones de las características esenciales del producto de construcción, por parte del fabricante, sobre la base de los siguientes elementos: a) El fabricante efectuará: i) la determinación del producto tipo sobre la base de ensayos de tipo (incluido el muestreo), cálculos de tipo, valores tabulados o documentación descriptiva del producto, ii) el control de producción en fábrica, iii) ensayos de muestras tomadas en la fábrica, de acuerdo con un plan de ensayos determinado</p>																	
<p>7. Organismo notificado. <i>AENOR OC-P/137</i> <i>b) el organismo de certificación de producto notificado emitirá el certificado de constancia de las prestaciones del producto en virtud de:</i> i) <i>Inspección inicial de la planta de producción y del control de producción en fábrica.</i> ii) <i>Vigilancia, evaluación y supervisión permanentes del control de producción en fábrica.</i> Sistema 2+. <i>Emisión del certificado de conformidad del control de producción en fábrica: 0099/CPR/A87/0371 de fecha 29 de Septiembre de 2010.</i></p>																	
<p>9. Prestaciones declaradas</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Características esenciales</th> <th>Prestaciones</th> <th>Especificaciones técnicas armonizadas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Resistencia a compresión del hormigón</td> <td>≥ 35 MPa</td> <td rowspan="3"></td> </tr> <tr> <td>Resistencia última a tracción del acero</td> <td>≥ 575 MPa</td> </tr> <tr> <td>Resistencia límite elástico del acero</td> <td>≥ 500 MPa</td> </tr> <tr> <td>Capacidad portante o resistencia mecánica</td> <td>Se realiza una verificación por cálculo de acuerdo al apartado 4.3.3.2 de la Norma UNE-EN 14844.</td> <td rowspan="2">EN 14844:2006 + EN 14844:2006/AC:2011</td> </tr> <tr> <td>Detalles constructivos</td> <td> Tolerancias: Espesor de la losa superior e inferior y de las paredes laterales: ≥ 10 mm Anchura y altura interiores del vano: ± 1% (mín. -10mm, máx. +15 mm) Longitud de los elementos: ± 1% (mín. ± 15) Juntas: ± 10 mm Dimensiones mínimas: El espesor nominal de las losas superior e inferior y de las paredes laterales debe ser de al menos 100 mm Tolerancias de forma: Dimensiones < 2000 mm: 10 mm Entre 2000 y 4000 mm: 15 mm Dimensiones > 4000 mm: 20 mm </td> </tr> </tbody> </table>			Características esenciales	Prestaciones	Especificaciones técnicas armonizadas	Resistencia a compresión del hormigón	≥ 35 MPa		Resistencia última a tracción del acero	≥ 575 MPa	Resistencia límite elástico del acero	≥ 500 MPa	Capacidad portante o resistencia mecánica	Se realiza una verificación por cálculo de acuerdo al apartado 4.3.3.2 de la Norma UNE-EN 14844.	EN 14844:2006 + EN 14844:2006/AC:2011	Detalles constructivos	Tolerancias: Espesor de la losa superior e inferior y de las paredes laterales: ≥ 10 mm Anchura y altura interiores del vano: ± 1% (mín. -10mm, máx. +15 mm) Longitud de los elementos: ± 1% (mín. ± 15) Juntas: ± 10 mm Dimensiones mínimas: El espesor nominal de las losas superior e inferior y de las paredes laterales debe ser de al menos 100 mm Tolerancias de forma: Dimensiones < 2000 mm: 10 mm Entre 2000 y 4000 mm: 15 mm Dimensiones > 4000 mm: 20 mm
Características esenciales	Prestaciones	Especificaciones técnicas armonizadas															
Resistencia a compresión del hormigón	≥ 35 MPa																
Resistencia última a tracción del acero	≥ 575 MPa																
Resistencia límite elástico del acero	≥ 500 MPa																
Capacidad portante o resistencia mecánica	Se realiza una verificación por cálculo de acuerdo al apartado 4.3.3.2 de la Norma UNE-EN 14844.	EN 14844:2006 + EN 14844:2006/AC:2011															
Detalles constructivos	Tolerancias: Espesor de la losa superior e inferior y de las paredes laterales: ≥ 10 mm Anchura y altura interiores del vano: ± 1% (mín. -10mm, máx. +15 mm) Longitud de los elementos: ± 1% (mín. ± 15) Juntas: ± 10 mm Dimensiones mínimas: El espesor nominal de las losas superior e inferior y de las paredes laterales debe ser de al menos 100 mm Tolerancias de forma: Dimensiones < 2000 mm: 10 mm Entre 2000 y 4000 mm: 15 mm Dimensiones > 4000 mm: 20 mm																



DECLARACIÓN DE PRESTACIONES Nº MAR-1001		
9. Prestaciones declaradas		
Características esenciales	Prestaciones	Especificaciones técnicas armonizada
Durabilidad frente a la corrosión	Es adecuada con las características del proyecto, tal y como se indica en el apartado 4.3.7 de la Norma UNE-EN 14844.	EN 14844:2006 + EN 14844:2006/AC:2011
Durabilidad frente al hielo/deshielo	Es conforme con las características del proyecto, tal y como se indica en el apartado 4.3.7 de la Norma UNE-EN 14844.	
Retracción por secado	N/A no se emplea hormigón con áridos ligeros	
<ul style="list-style-type: none"> Las prestaciones del producto identificado en el punto 1 son conformes con las prestaciones declaradas en el punto 9. La presente declaración de prestaciones se emite bajo la única responsabilidad del fabricante indicado en el punto 4. Firmado por y en nombre del fabricante por: 		
<p>Federico Guillén Borrego Gerente</p>  <p>Geysersmarkt</p>		
Marchena, 01 de julio de 2013		



MEMORIA DE CÁLCULO

MARCO 2000 X 1000 X 2250 – 180/180

Hr = 0.50-1.0 m. + TP IAP-11

- 1.- INTRODUCCION**
 - 1.1 Descripción de la estructura**
 - 1.2 Identificación de la Obra**
 - 1.3 Características de la Obra**
 - 1.4 Características físicas del marco**
 - 1.5 Características de los materiales**
 - 1.6 Normas utilizadas**
- 2.- ACCIONES**
 - 2.1 Peso propio**
 - 2.2 Peso del relleno de tierras**
 - 2.3 Empuje lateral del relleno**
 - 2.4 Carga debida al tráfico**
 - 2.5 Cargas sísmicas, freáticas y térmicas**
 - 2.6 Coeficientes de ponderación**
- 3.- CALCULO DE LA ESTRUCTURA**
 - 3.1 Programa utilizado**
 - 3.2 Hipótesis combinadas para el ELU**
 - 3.2.1 Estudio Dintel y Solera**
 - 3.2.2 Estudio Esquinas**
 - 3.2.3 Estudio Hastiales**
 - 3.2.4 Acciones accidentales. Sismo.**
 - 3.2.5 Hipótesis Combinada para el ELS**
 - 3.3 Armado**
 - 3.4 Estado Límite de Fisuración**
 - 3.5 Detalle de disposición de armaduras**
 - 3.6 Cálculo y comprobación apertura de fisura**
- 4.- ANEJOS DE CALCULO**
- 5.- SELLADO DE UNIONES EN MARCOS PREFABRICADOS**
- 6.- CERTIFICADOS DE CALIDAD Y DECLARACIÓN DE PRESTACIONES**

1.- INTRODUCCION

1.1 Descripción de la estructura.-

La presente memoria de cálculo se refiere al proyecto de la estructura para los marcos de drenaje que hay que realizar a lo largo de todo el tramo proyectado.

La tipología adoptada es la de un marco cerrado o cajón, con gálibos interiores de 2,0 metros en horizontal y altura de hastiales igual a 1,0.

1.2 Identificación de la Obra

La presente memoria de cálculo corresponde al Proyecto que la sociedad denominada **CANASA**, lleva a cabo con el nombre de “*Proyecto de Construcción de la segunda fase del Canal de Navarra*”.

1.3 Características de la obra

Las obras de drenaje transversal tienen por objeto varias funciones:

- Permeabilizar la plataforma mitigando el efecto presa de la obra y por lo tanto de permitir el drenaje transversal a lo largo de la misma, destacando especialmente las zonas sensibles a inundaciones.
- Permitir el paso de servicios .
- Permitir el paso de fauna

Se estudian y dimensionan los marcos para un relleno de tierras por encima del dintel de entre 0,50 m. y 1,0 m. (incluido el paquete asfáltico) y considerando la carga móvil debida al tráfico carretero (Tanque Instrucción de Carreteras según IAP-2011); los cálculos que se adjuntan son para el caso más desfavorable, que es el de 0,50 m. de tierras sobre el dintel.

La condición del terreno de apoyo sobre el suelo en las hipótesis de cálculo, considera un medio elástico con coeficiente de balasto de **5000 t/m³** .La colocación se hará en terraplén, sobre cama de hormigón de limpieza o cama granular compactada, que no tenga la rigidez suficiente como para alterar el estado tensional del apoyo.

En cuanto al recubrimiento de las armaduras , para una resistencia característica del hormigón comprendida entre 25 y 40 Mpa, para elementos prefabricados con una exposición XA3-SR, el recubrimiento indicado es de 40 mm. El margen de recubrimiento en elementos prefabricados para nivel de control intenso, tiene valor cero. No obstante, en aras de una mayor protección de las armaduras, el recubrimiento nominal de las mismas empleado para el cálculo y fabricación de los marcos referidos en esta memoria de cálculo es de 45 mm.

El relleno del terraplén se hará con material granular, que se supone en el cálculo de densidad 2,0 t/m³ y **30° de ángulo de rozamiento interno**. En los laterales del marco, este relleno estará compactado para conseguir el 95% del Proctor Modificado.

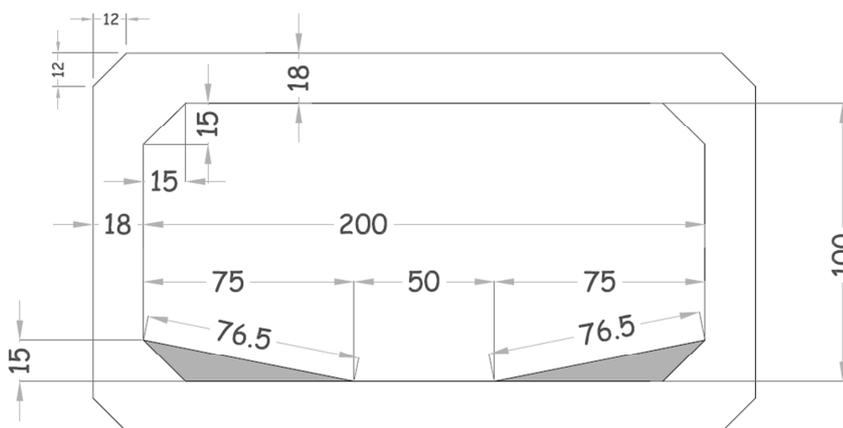
Para dicho relleno, *debe compensarse la zanja hasta la altura de la parte superior del marco, rellenando alternativamente sobre los dos lados, utilizando los materiales granulados seleccionados, compactados con la ayuda de un compactador ligero o a mano, en capas que no excedan de 200 mm y respetando un desnivel a cada lado del marco que no exceda 500 mm. Asimismo, se debería realizar el relleno inicial por encima del marco en capas de material de 200 mm. de espesor.* (Anexo C.2 Norma UNE EN 14844).

Los criterios adoptados para la consideración del reparto de cargas de tráfico en profundidad han sido los siguientes:

- **Relleno normal:** Se consideran cargas repartidas en profundidad a partir de 90 cm.
- **Relleno compactado:** Se consideran cargas repartidas en profundidad a partir de 65 cm.
- **Relleno compactado y losa de reparto de 10 cm:** Se consideran cargas repartidas en profundidad a partir de 50 cm.

1.4 Características físicas del marco.-

El marco tiene unas dimensiones interiores de 2,00 metros en HORIZONTAL, por 1,00 metros en VERTICAL, con una longitud útil de 2,10 metros, con unión entre ellos por el sistema de machihembrado, con espesores de 18 cm. en dintel y solera y 18 cm. en hastiales.



MEDIDAS (cm)	
Ancho Interior.....	200
Alto Interior.....	100
Longitud Útil.....	210
Espesor Dintel.....	18
Espesor Solera.....	18
Espesor Hastiales.....	18
Longitud Máxima.....	218

DATOS PARA CARGA	
Peso del marco completo (kg)	6.770
Peso metro lineal (kg).....	3.224
Carga ml/camión.....	8,40
MATERIALES	
Hormigón.....	HA-35
Acero Barras.....	B-500-SD
Acero Malla.....	B-500-T

1.5 Características de los materiales.-

El control de calidad atenderá a lo especificado en el Código Estructural asignándose para la realización y fabricación de los marcos “**Control intenso**”.

Los materiales principalmente empleados en la fabricación son:

Hormigón	HA-35/S/20/XC2-XA3
Acero	B500 SD
Coefficiente de minoración del hormigón	$\gamma_c = 1,5$
Coefficiente de minoración del acero	$\gamma_s = 1,15$

1.6 Normas utilizadas.-

Para la elaboración de la presente Memoria de Cálculo, se emplean las normas y recomendaciones enumeradas a continuación:

- Código Estructural (2021).
- Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera, de la Secretaría de Estado de Infraestructura del Transporte, dependiente del Ministerio de Fomento. (IAP-11), Orden FOM/2842/2011, de 29 de Septiembre
- Instrucciones y Recomendaciones para la Redacción de Proyectos de Plataforma IGP-08, emitido por ADIF.
- Norma UNE EN 14844:2006 de Productos prefabricados de hormigón. Marcos
- Norma Sismorresistente NCSP-07

2.- ACCIONES

Para la clasificación de acciones aplicamos los criterios de la IAP 2011 que son los siguientes:

Acciones permanentes de valor constante

Peso Propio

Cargas muertas que en nuestro caso es el **peso del relleno de tierras**

Acciones permanentes de valor no constante

Empuje lateral del relleno

Acciones variables

Sobrecarga de uso, que en nuestro caso es la **carga debida al tráfico**

Acciones accidentales

Carga debida al **sismo**

2.1 Peso propio.

Su valor característico se deducirá de las dimensiones de los elementos especificados en los planos, y de los pesos específicos correspondientes. Salvo justificación expresa, se tomarán para los materiales de construcción más usuales los pesos específicos recogidos en la tabla 3.1-a de la Instrucción, que para el caso de elementos de hormigón armado de los marcos prefabricados será de $2,5 \text{ t/m}^3$

2.2. Peso del relleno de tierras

Carga vertical debida al peso de las tierras del relleno. Este peso se determina en función del volumen de terreno (altura de tierras) que gravite sobre el dintel del marco, y considerando salvo justificación expresa el peso específico definido en la tabla 3.1-a de la Instrucción, que es de $2,0 \text{ t/m}^3$ para materiales granulares y rellenos (zahorras, gravas y arenas).

2.3 Empuje lateral del relleno

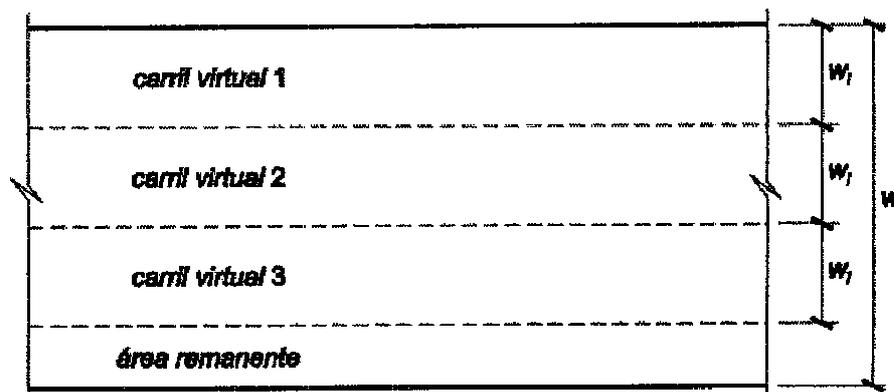
Se ha tomado el coeficiente de **empuje al reposo, de valor 0,50**, siendo el empuje que se produce cuando no existe movimiento entre la estructura y el terreno que la rodea. En el caso de que la estructura ceda, el empuje decrece hasta llegar un momento (si la estructura se sigue moviendo) en que el terreno acaba por romperse y entramos en el régimen plástico con lo que hemos de considerar el empuje activo.

El empuje activo siempre es inferior al empuje al reposo.

2.4 Carga debida al tráfico

Se aplican los criterios de la IAP 2011 considerando la carga repartida en profundidad (ver apartado 1.3).

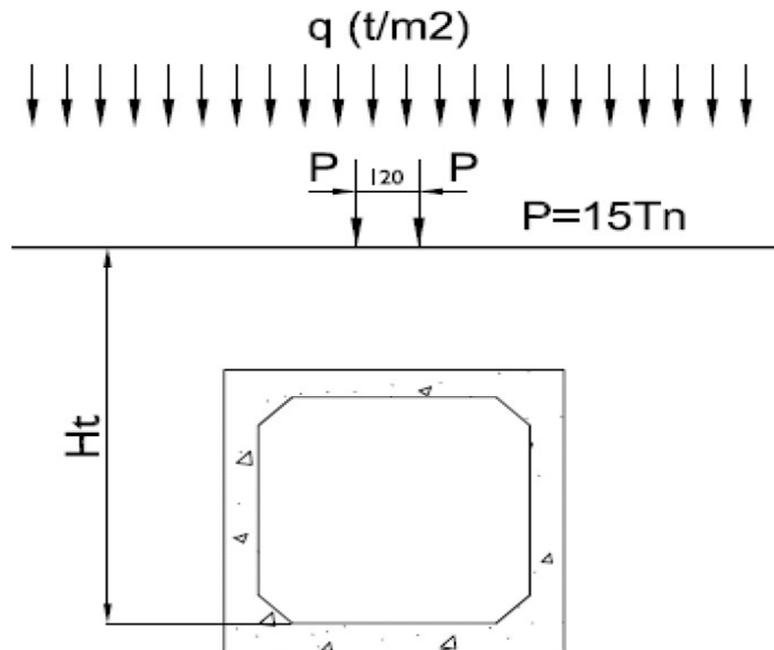
Se considerará la acción de uno o más vehículos pesados, según el número de carriles virtuales en los que se dividirá la plataforma.



Cada vehículo pesado estará constituido por dos ejes, siendo Q_{ik} la carga de cada eje, indicada en la tabla 4.1-b de la Instrucción, correspondiente al carril 1

SITUACIÓN	VEHÍCULO PESADO $2Q_{ik}$ (kN)	SOBRECARGA UNIFORME Q_{ik} (kN/m ²)
Carril virtual 1	2 * 300	9,0
Carril virtual 2	2 * 200	2,5
Carril virtual 3	2 * 100	2,5
Otros carriles virtuales	0	2,5
Área remanente	0	2,5

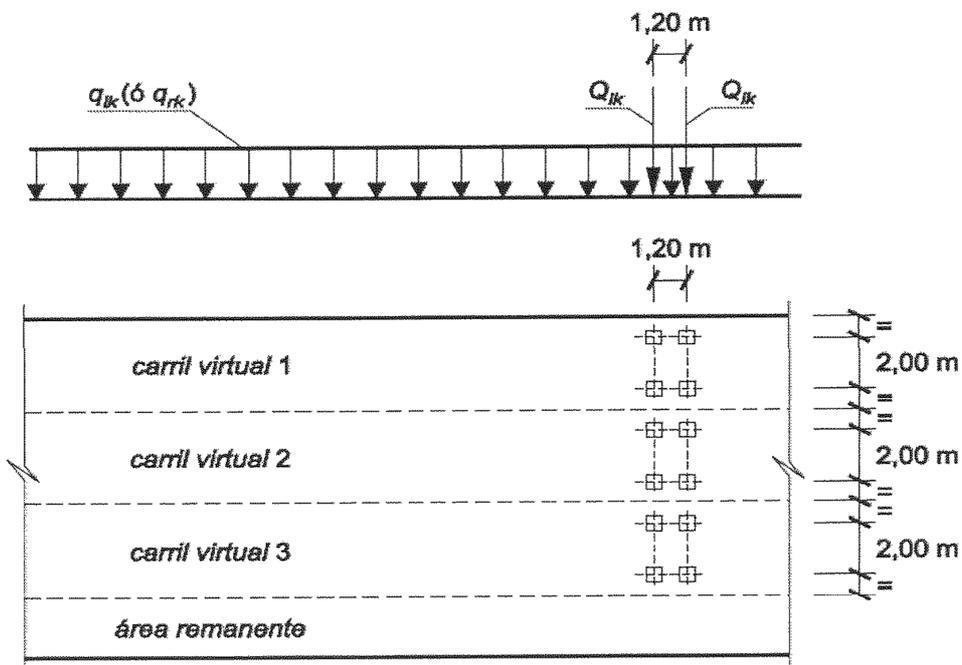
Como el carril 1 siempre será el más desfavorable, aplicaremos las cargas de éste en los cálculos. Supondremos el carro de la Instrucción centrado en la clave del arco.



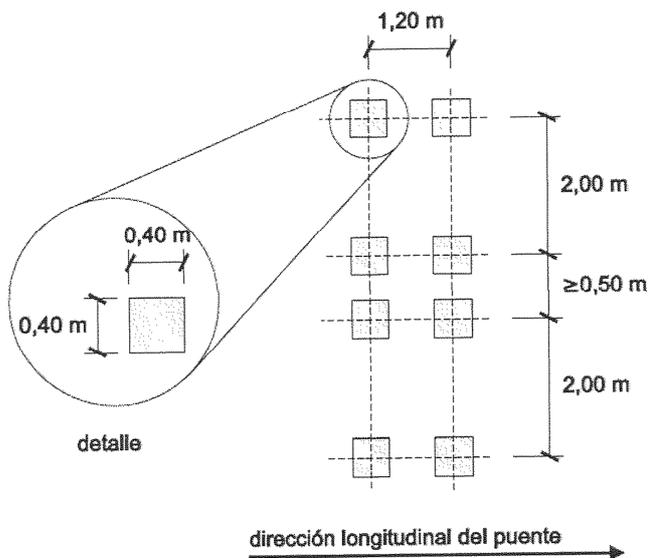
La separación transversal entre ruedas del mismo eje será de 2,00 metros. La distancia longitudinal entre ejes será de 1,20 metros.

Las dos ruedas de cada eje tendrán la misma carga, que será por tanto igual a $0,5Q_{ik}$.

A efectos de comprobaciones generales, se supondrá que cada vehículo pesado actúa centrado en el carril virtual.



Para las comprobaciones locales, la carga puntual de cada rueda de un vehículo pesado se supondrá uniformemente repartida en una superficie de contacto cuadrada de 0,40x0,40 metros. Se considerará que esta carga se reparte con un a pendiente 1:1 (H:V), tanto a través del pavimento como a través de la losa del tablero, hasta el centro de dicha losa.



También se consideran una sobrecarga uniforme valor q_{ik} ($0,9 \text{ Tn/m}^2$) según la tabla 4.1-b de la Instrucción, que se extenderá, longitudinal y transversalmente, a todas las zonas donde su efecto resulte desfavorable para el elemento en estudio, incluso en aquellas ya ocupadas por algún vehículo pesado.

Para la carga horizontal debida al tráfico se considera que las tensiones verticales actuando sobre un plano horizontal ejercen una presión horizontal sobre los hastiales equivalentes a la tensión vertical multiplicada por el coeficiente de empuje.

2.5 Cargas sísmicas y freáticas.

No se consideran cargas sísmicas ni freáticas.

2.6 Coeficientes de ponderación

Los coeficientes parciales para las acciones se corresponden con los recogidos en la IAP-2011 (tabla 6.2-b) con los valores siguientes:

Estados Límites Últimos (ELU)		
Tipo de acción	Efecto	
	Favorable	Desfavorable
Peso Propio. (Permanente de valor constante)	1,00	1,35
Peso del relleno de tierras. (Carga muerta). (Permanente de valor constante)	1,00	1,35
Empuje lateral del relleno de tierras. (Permanente de valor no constante)	1,00	1,50
Carga debida al tráfico. (Sobrecarga de uso). (Variable)	0,00	1,35
Estados Límites de Servicio (ELS)		
Tipo de acción	Efecto	
	Favorable	Desfavorable
Peso Propio. (Permanente de valor constante)	1,00	1,00
Peso del relleno de tierras (Carga muerta). (Permanente de valor constante)	1,00	1,00
Empuje lateral del relleno de tierras. (Permanente de valor no constante)	1,00	1,00
Carga debida al tráfico. (Sobrecarga de uso). (Variable)	0,00	1,00

3.-CALCULO DE LA ESTRUCTURA

3.1 Programa utilizado

Para el cálculo se utiliza el programa informático GALERIA.

El Programa GALERIA constituye una versión avanzada del programa ARCO, que se desarrolló para el cálculo y diseño de estructuras enterradas que se suponen formadas por arcos de sección variable y directriz arbitraria y que tenía el inconveniente el programa ARCO de que dichas estructuras tienen un eje de simetría y las acciones están dispuestas simétricamente respecto de dicho eje.

Se ha modificado substancialmente la técnica de cálculo que en el programa ARCO se basaba en los teoremas energéticos de Castigliano. Ahora, el programa GALERIA se ha desarrollado en base a las técnicas matriciales propias del método de los desplazamientos o de la matriz de rigidez. La nueva tecnología matricial va a permitir considerar tipologías más complejas en cuanto a su geometría y condiciones de apoyo, así como refinamientos de cálculo.

Su aplicación es muy útil en el caso de galerías, pasos inferiores de autopistas y ferrocarril, falsos túneles, etc. Además del peso y empuje de las tierras, considera las sobrecargas superiores, así como cualquier otro tipo de acciones.

Importante resaltar una serie de consideraciones que han condicionado el desarrollo y puesta en práctica el Programa GALERIA, como son:

- a) El campo de aplicación de las estructuras enterradas es muy amplio, extendiéndose desde los colectores y galerías de servicios, hasta las obras de paso de carretera o ferrocarril.
- b) El proceso constructivo puede variar sustancialmente desde la construcción en zanja propia de las galerías urbanas, hasta las obras de paso de carretera o ferrocarril que se colocan al nivel del terreno natural, construyendo después el terraplén.
- c) Se recoge una tipología muy extensa de conducciones subterráneas, dependiendo el empleo de una u otras de condiciones hidráulicas, de gálibo, geotécnicas, económicas y constructivas.
- d) Las acciones que se contemplan en el programa y que pueden actuar sobre una estructura enterrada son:
 - 1) Cargas gravitatorias debido al peso propio y de las tierras, así como a los empujes laterales del terreno.

- 2) Presiones transmitidas por sobrecargas móviles, compactadores, tráfico de vehículos, paso de trenes, etc.
- 3) Presiones hidrostáticas internas o producidas por las aguas freáticas
- 4) Presiones transmitidas por cimentaciones u otras estructuras enterradas, sismo, etc.

Las acciones del tipo 1, dependen de la deformabilidad relativa de la estructura. En el caso de galerías muy rígidas, el peso efectivo de las tierras puede llegar a ser el doble del que resulta por geostasia. Por el contrario en las galerías muy flexibles se produce un “abovedamiento” o “efecto arco” que puede producir las cargas del terreno casi al 70 % de su valor en algunos casos.

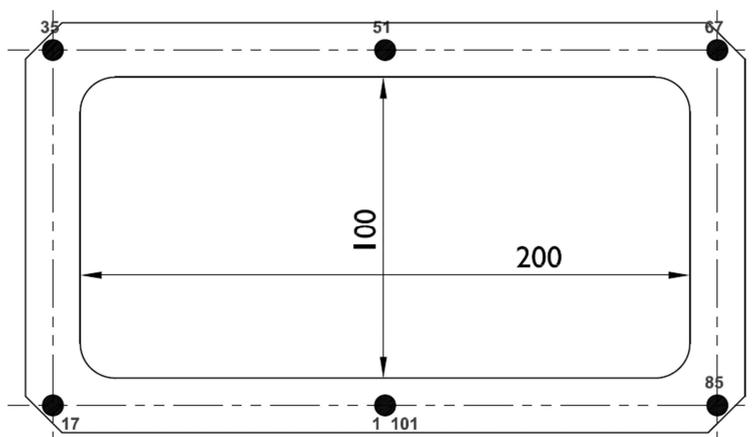
En el programa se introduce la altura de tierras HT sobre la base de la galería, pues dicha base estará a la cota de la rasante o del terreno dependiendo del caso, y es fácil de determinar. Como es lógico se introducen el peso específico de las tierras y el coeficiente de empuje que corresponda.

Las acciones del tipo 2, son determinantes cuando el recubrimiento de tierras es pequeño ($\leq 1,5$ metros ó $D / 2$) y por el contrario se pueden considerar despreciables con coberturas del orden de $4 \times D$ (siendo D la máxima dimensión vertical).

La carga vertical, se podrá “repartir en profundidad” cuando la cobertura de tierras sea suficiente. En el programa y eventualmente, las cargas estáticas se mayoran con un coeficiente de impacto. Dicho coeficiente puede variar entre 1 y 2, y depende del tipo y estado del pavimento, de la cobertura de tierras y de la rigidez de la obra de paso.

Las acciones de los tipos 3 y 4, dependen de cada caso particular y el Programa ofrece de forma sencilla la forma de introducir en el cálculo estructural.

La estructura se ha esquematizado mediante elementos finitos, considerando un ancho unitario de 1 metro y dividiendo el arco completo en **cien segmentos**.



3.2 Hipótesis combinadas para el ELU

Para cada situación se identifican las hipótesis de carga críticas y para cada una de ellas el valor de cálculo se obtiene combinando las acciones que puedan actuar simultáneamente según los criterios generales que se indican en el apartado 6 de la IAP-11.

3.2.1 Estudio DINTEL Y SOLERA (Hip 1)

Peso propio (\emptyset_{pp}) x 1,35

Peso de las tierras vertical (\emptyset_{pt}) x 1,35

Empuje de tierras horizontal (\emptyset_{et}) x 1,0

Acciones de Trafico (\emptyset_{tr}) x 1,35

Empuje sobrecargas repartidas verticales (\emptyset_{qv}) x 1,35

3.2.2 Estudio ESQUINAS (Hip 2)

Peso propio (\emptyset_{pp}) x 1,35

Peso de las tierras vertical (\emptyset_{pt}) x 1,35

Empuje de tierras horizontal (\emptyset_{et}) x 1,5

Acciones de Trafico (\emptyset_{tr}) x 1,35

Empuje sobrecargas repartidas verticales (\emptyset_{qv}) x 1,35

Empuje sobrecargas repartidas horizontales (\emptyset_{qh}) x 1,5

3.2.3 Estudio HASTIALES (Hip 3)

Peso propio (\emptyset_{pp}) x 1,0

Peso de las tierras vertical (\emptyset_{pt}) x 1,0

Empuje de tierras horizontal (\emptyset_{et}) x 1,5

Empuje sobrecargas repartidas horizontales (\emptyset_{qh}) x 1,5

3.2.4 Acciones accidentales (SISMO) (Hip 4)

Peso propio (\emptyset_{pp}) x 1,0

Peso de las tierras vertical (\emptyset_{pt}) x 1,0

Empuje de tierras horizontal (\emptyset_{et}) x 1,0

Acciones de Trafico (\emptyset_{tr}) x 0,20

Sismo (\emptyset_{si}) x 1,0

3.2.5 Hipótesis combinada para el ELS (Hip 5)

Peso propio (\emptyset_{pp}) x 1,0

Peso de las tierras vertical (\emptyset_{pt}) x 1,0

Empuje de tierras horizontal (\emptyset_{et}) x 1,0

Acciones de Trafico (\emptyset_{tr}) x 0,20

Armado.-

Los criterios considerados en el armado cumplen las especificaciones del Código Estructural, ajustándose los valores de cálculo de los materiales, los coeficientes de mayoración de las cargas, las disposiciones de las armaduras y las cuantías geométricas y mecánicas mínimas y máximas a dichas especificaciones.

3.3 Estado Límite de Fisuración.-

Teniendo en cuenta que para el paso inferior se ha considerado un ambiente XA3 por ser estructura enterrada, que la resistencia del hormigón será de 35 N / mm² y el recubrimiento de 45 mm, la comprobación a satisfacer consiste en el cumplimiento de la siguiente inecuación:

$$W_k \leq W_{\text{máx}} = 0,10 \text{ mm.}$$

GEYSERMARKT, S.L., somete a la aprobación de la Empresa Constructora y en su caso a la Dirección Facultativa, esta Memoria de Cálculo, sin cuyo previo consentimiento a todas las hipótesis mencionadas, coeficientes adoptados y material empleado, no se procederá a la fabricación.

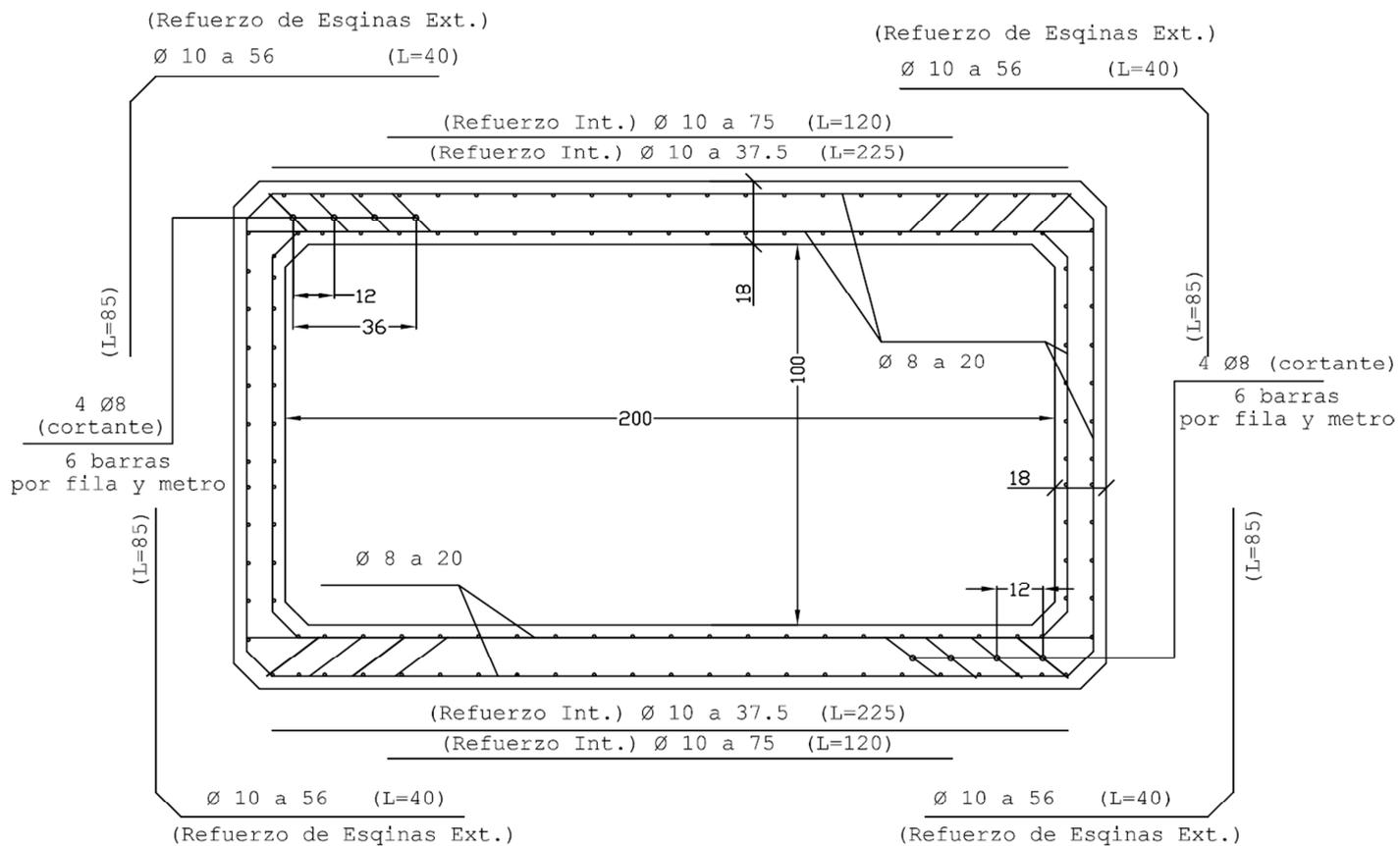


Geysermarkt

3.5 Detalle de Disposición de Armaduras

MARCO 2000 x 1000 x 2250 - 180/180

TIPO: HR:0,50 m + TP60 Tn (IAP-11)



3.6.- CÁLCULO Y COMPROBACIÓN DE FISURA

- Para el cálculo de la comprobación de la fisura, se tiene en cuenta el axil de cada sección porque en este caso al tratar secciones en flexión compuesta es común definir los esfuerzos como un axil N aplicado con una excentricidad e , referida naturalmente a la directriz. Y el momento flector lo expresamos entonces $M = N * e$.

Lo habitual, es suponer que para una distribución de cargas concreta el valor de e permanece constante.

- En cantos inferiores a 600 mm, calculamos con un valor de la resistencia a flexotracción, que toma el valor de:

$$f_{ctm} = 0,30 * f_{ck}^{2/3} ; \text{ siendo } f_{ctm,fl} = \text{máx de } f_{ctm} \text{ ó } (1,6-h/1000) * f_{ctm}$$

Al disponer de información estadística del hormigón, empleamos para $f_{cm} = F_{ck} + 8 \text{ N/mm}^2$

$$T_s = n * N_p (1/A_f + (e + x_{Gf} - v) * (x_{Gf} - d_2)) / I_f$$

$$T_s = n * N_{fis} (1/A_f + (e + x_{Gf} - v) * (x_{Gf} - d_2)) / I_f$$

$$W_x = \beta * S_m * \xi_{sm}; \text{ tomando el valor de } 1,7 \text{ para } \beta$$

El método de comprobación para el cálculo de la abertura de fisura está pensado para regiones "B" de la estructura. Como las zonas de encuentro del dintel o la solera con los hastiales son regiones "D", el acartelamiento las dota además de una mayor rigidez, el cálculo por el método de bielas y tirantes que sugiere la Instrucción no es el adecuado, ya que éste está pensado para el cálculo y diseño en ELU.

En este sentido, El Código Estructural anota textualmente que "las comprobaciones relativas al ELS, especialmente la fisuración, no se realizan explícitamente en el método de bielas y tirantes, pero pueden considerarse satisfechas si el modelo se orienta con los resultados de un análisis lineal y se cumplen las condiciones para los tirantes establecidas en el artículo 40". La consecuencia práctica es que si la disposición de las armaduras se realiza correctamente en la esquina, como es el caso de los marcos, y se han satisfecho las comprobaciones del ELU, puede confiarse en el buen comportamiento en servicio de la región. Por ello la elección de las secciones que se van a comprobar se toman fuera de las secciones acarteladas o en su límite. No obstante y para una mayor seguridad en el cálculo de la comprobación, tomamos en las esquinas el punto situado en la

región "D" más cercano a la región "B", tomando como canto de cálculo el de la región "B".

Comprobación de la fisura

$$W_k = \beta * S_m * E_m \text{ (fisura característica)}$$

β = factor que relaciona la abertura media con la abertura característica

1,3 para acciones indirectas

1,7 para todos los demás

$$S_m = 2 * r + 0,20 * s + K_1 * K_2 * \emptyset * A_{c \text{ eficaz}} / A_{sr}$$

$$E_m = T_s * (1 - K_3 * (T_{sr} / T_s)^2) / E_s$$

r = recubrimiento de las armaduras traccionadas

s real = distancia entre barras (mm)

$K_1 = 0,4$ coeficiente de calidad de adherencia

$K_2 = 0,125$ Flexión simple

\emptyset_{real} = Diámetro de la barra traccionada más gruesa (mm)

$A_{c \text{ eficaz}}$ = Area de la zona de recubrimiento (mm²)

A_{sr} = sección total de las armaduras situadas en el área eficaz

K_3 = Coeficiente de carga no noval (Instantánea, no repetida) = 0,50

E_s = límite elástico del acero

$$T_s = K * f_{yd} * A_{sn} / (CM * Y_s * A_{sr})$$

$$K = (\text{Cargas} + \text{sobrecargas}) / \text{Carga total} = 0,85$$

f_{yd} = Resistencia cálculo del acero

A_{sn} = Area necesaria de hierro en la sección eficaz

CM = Coeficiente de mayoración de cargas

Y_s = Coeficiente de minoración del hierro

$$T_{sr} = b * h^2 * T_{bkt} / (6 * 0,8 * d * A_{sr})$$

b = ancho de cálculo = 100 cm

h = espesor total de pared (mm)

$$T_{bkt} = \text{resistencia del hormigón a tracción} = 0,3 * T_{bk}^{2/3}$$

d = canto útil (centro de armadura)

Cálculo fisura para relleno de tierras de 0,50 metros y TP 60T (IAP-11).

	Dintel int	Esq dintel	Esq sup hastial	Hastial int	Hastial ext	Esq inf hastial	Esq Solera	Solera int
h	180	180	180	180	180	180	180	180
d2	145	145	145	146	145	145	145	145
d1	34	35	34	34	34	34	35	34
As2	564,37	390,02	390,02	251,00	529,03	390,02	390,02	564,37
As1	251,00	459,92	251,00	251,00	251,00	251,00	459,92	251,00
e	1927,570093	394,8598131	212,9824561	0	181,3676908	205,9925094	231,9347319	1037,296037
M (ELS)	825	169	607	0	549	660	199	890
N (ELS)	428	428	2850	3027	3027	3204	858	858
Nfis	12971,32163	67461,50472	134515,5843	-820466,4001	162610,6065	139858,1797	121890,8296	24435,70816
Ac ef cál	45000	45000	45000	5400	45000	45000	45000	45000
Ts	101,66	24,84	71,98	92,17	44,94	76,88	24,56	105,90
Tsr	314,40	399,46	346,67	2549,20	246,36	342,46	356,06	307,76

Parámetros de la sección fisurada en flexo-tracción:

Af	36155,22552	35629,89868	38354,48345	2031,172211	45807,64544	38722,3965	39013,36389	36944,89519
Xgf	29,80287854	26,258186	26,51080222	149,832079	30,4626977	26,58417571	26,72261678	29,83004508
If	59154108,37	43220054	43223850,26	-7717551,275	56399910,01	43245587,01	43311896,99	59155397,79
x'	30,67903722	29,92161626	34,0493155	86,3284297	40,56882613	34,41722854	33,30508147	31,46870689
h eficaz	45	45	45	45	45	45	45	45

Sm	121,2957611	145,8150186	145,8150186	169,2131474	125,030593	145,8150186	145,8150186	121,2957611
ξsm	0,000203326	4,96721E-05	0,000143963	0,000184337	8,98871E-05	0,000153767	4,91243E-05	0,000211805
Wx	0,041926441	0,012312999	0,035686326	0	0,019105687	0,038116721	0,012177205	0,043674838

4.- ANEJOS DE CALCULO

D A T O S G E O M E T R I C O S

DEFINICION DEL ARCO :

TIPO 14: Seccion cajon definida por: L,H,b,c
 Altura media del cajon (m) H = 1.180
 Longitud media horizontal del cajon L = 2.180
 Longitud horizontal de las cartelas (m) b = 0.000
 Longitud vertical de las cartelas (m) c = 0.000
 Espesor de las paredes verticales (m) = 0.180
 Espesor de las paredes horizontales (m) = 0.180
 Numero de segmentos en que se divide el arco = 100
 Salto de impresion de resultados = 1
 Nudos de separacion entre tramos : 1 17 35 51 67 85 101
 Apoyo inferior sobre lecho elastico.(TIPO 1) :
 Coeficiente de balasto del estrato elastico (t/m3) K = 5000
 Limite izquierdo de la zona de apoyo (m) Xizq = -1.09
 Limite derecho de la zona de apoyo (m) Xder = 1.09

COORDENADAS DE LOS NUDOS DEL ARCO

Nudo	X	Y	Nudo	X	Y	Nudo	X	Y
1	0.000	0.000	2	-0.068	0.000	3	-0.136	0.000
4	-0.204	0.000	5	-0.273	0.000	6	-0.341	0.000
7	-0.409	0.000	8	-0.477	0.000	9	-0.545	0.000
10	-0.613	0.000	11	-0.681	0.000	12	-0.749	0.000
13	-0.817	0.000	14	-0.886	0.000	15	-0.954	0.000
16	-1.022	0.000	17	-1.090	0.000	18	-1.090	0.066
19	-1.090	0.131	20	-1.090	0.197	21	-1.090	0.262
22	-1.090	0.328	23	-1.090	0.393	24	-1.090	0.459
25	-1.090	0.524	26	-1.090	0.590	27	-1.090	0.656
28	-1.090	0.721	29	-1.090	0.787	30	-1.090	0.852
31	-1.090	0.918	32	-1.090	0.983	33	-1.090	1.049
34	-1.090	1.114	35	-1.090	1.180	36	-1.022	1.180
37	-0.954	1.180	38	-0.886	1.180	39	-0.817	1.180
40	-0.749	1.180	41	-0.681	1.180	42	-0.613	1.180
43	-0.545	1.180	44	-0.477	1.180	45	-0.409	1.180
46	-0.341	1.180	47	-0.273	1.180	48	-0.204	1.180
49	-0.136	1.180	50	-0.068	1.180	51	0.000	1.180
52	0.068	1.180	53	0.136	1.180	54	0.204	1.180
55	0.273	1.180	56	0.341	1.180	57	0.409	1.180
58	0.477	1.180	59	0.545	1.180	60	0.613	1.180
61	0.681	1.180	62	0.749	1.180	63	0.817	1.180
64	0.886	1.180	65	0.954	1.180	66	1.022	1.180
67	1.090	1.180	68	1.090	1.114	69	1.090	1.049
70	1.090	0.983	71	1.090	0.918	72	1.090	0.852
73	1.090	0.787	74	1.090	0.721	75	1.090	0.656
76	1.090	0.590	77	1.090	0.524	78	1.090	0.459
79	1.090	0.393	80	1.090	0.328	81	1.090	0.262
82	1.090	0.197	83	1.090	0.131	84	1.090	0.066

85	1.090	0.000	86	1.022	0.000	87	0.954	0.000
88	0.886	0.000	89	0.817	0.000	90	0.749	0.000
91	0.681	0.000	92	0.613	0.000	93	0.545	0.000
94	0.477	0.000	95	0.409	0.000	96	0.341	0.000
97	0.273	0.000	98	0.204	0.000	99	0.136	0.000
100	0.068	0.000	101	0.000	0.000			

MATERIALES : HORMIGON Y ARMADURAS

Resistencia característica del hormigón (Kp/cm2) fck = 350
 Coeficiente de minoración de fck γ_c = 1.50
 Límite elástico del acero (Kp/cm2) fyk = 5100
 Coeficiente de minoración de fyk γ_s = 1.15
 Recubrimiento de las armaduras (m) c = 0.030
 Se disponen armaduras mínimas de flexión y cortante.

D A T O S D E A C C I O N E S

ACCIONES DEBIDAS AL PESO PROPIO DEL ARCO :

Peso específico del hormigón (t/m3) = 2.50

ACCIONES DEBIDAS AL PESO DE LAS TIERRAS :

Existe escalón de tierras a izqda y dcha (SI=1,NO=0) = 0
 Inclinación de las tierras a la izquierda (Grados) = 0
 Inclinación de las tierras a la derecha (Grados) = 0
 Altura de las tierras desde el centro de la base (m) = 1.68
 Peso específico de las tierras (t/m3) = 2.00

ACCIONES DEBIDAS AL EMPUJE DE LAS TIERRAS :

Acciones definidas por coeficientes de empuje :
 Coeficiente de empuje de tierras = 0.50
 El terreno reacciona en los dos sentidos (Empuje y despegue del arco)

ACCIONES DEBIDAS AL TRAFICO :

Existe tráfico encima del arco (SI=1,NO=0) = 1
 Tipo de vehículo : Tanque de la Instrucción de Carreteras IAP-11
 Actúa el vehículo repartido en profundidad (SI=1,NO=0) = 1
 Ángulo de reparto (o) = 35.00

ACCIONES DEBIDAS A PRESIONES INTERNAS Y EXTERNAS :

Nivel freático medido desde la base (m) = 0.00
 Nivel del agua interior medido desde la base (m) = 0.00
 Presión interna adicional (t/m2) = 0.0

ACCIONES DEBIDAS A SOBRECARGAS REPARTIDAS :

Carga uniforme (t/m2) (+descendente, -ascendente) Qy = 0.90
 La carga anterior se extiende desde el nudo No 35 , hasta el nudo No 67

y se considera por unidad de proyeccion horizontal.

ACCIONES DEBIDAS AL SISMO :

 No se considera la accion sismica.

COEFICIENTES DE PONDERACION DE LAS ACCIONES :

 Coeficiente de ponderacion del peso propio del arco = γ_{pp}
 Coeficiente de ponderacion del peso de las tierras = γ_{pt}
 Coeficiente de ponderacion del empuje de las tierras = γ_{et}
 Coeficiente de ponderacion de las acciones de trafico = γ_{tr}
 Coeficiente de ponderacion de presiones internas y externas = γ_{pr}
 Coeficiente de ponderacion de cargas repartidas verticales = γ_{qv}
 Coeficiente de ponderacion de cargas repartidas horizontales ... = γ_{qh}
 Coeficiente de ponderacion de cargas concentradas verticales ... = γ_{Pv}
 Coeficiente de ponderacion de cargas concentradas horizontales . = γ_{Ph}
 Coeficiente de ponderacion del sismo de izquierda a derecha = γ_{si}
 Coeficiente de ponderacion del sismo de derecha a izquierda = γ_{sd}

CARACTERISTICAS DEL ARCO

=====

Nudo	X	Y	Espesor	Ancho	Inercia	Area	Grados de libertad		
No	(m)	(m)	(m)	(m)	(m ⁴ /m)	(m ² /m)	u	v	g

Hastial izquierdo :									
18	-1.090	0.066	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	-	-
19	-1.090	0.131	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	-	-
20	-1.090	0.197	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	-	-
21	-1.090	0.262	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	-	-
22	-1.090	0.328	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	-	-
23	-1.090	0.393	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	-	-
24	-1.090	0.459	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	-	-
25	-1.090	0.524	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	-	-
26	-1.090	0.590	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	-	-
27	-1.090	0.656	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	-	-
28	-1.090	0.721	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	-	-
29	-1.090	0.787	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	-	-
30	-1.090	0.852	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	-	-
31	-1.090	0.918	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	-	-
32	-1.090	0.983	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	-	-
33	-1.090	1.049	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	-	-
34	-1.090	1.114	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	-	-
Dintel superior :									
35	-1.090	1.180	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	-	-
36	-1.022	1.180	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	-	-
37	-0.954	1.180	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	-	-
38	-0.886	1.180	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	-	-
39	-0.817	1.180	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	-	-
40	-0.749	1.180	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	-	-
41	-0.681	1.180	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	-	-
42	-0.613	1.180	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	-	-
43	-0.545	1.180	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	-	-
44	-0.477	1.180	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	-	-
45	-0.409	1.180	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	-	-

46	-0.341	1.180	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	-	-
47	-0.273	1.180	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	-	-
48	-0.204	1.180	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	-	-
49	-0.136	1.180	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	-	-
50	-0.068	1.180	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	-	-
51	0.000	1.180	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	-	-
52	0.068	1.180	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	-	-
53	0.136	1.180	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	-	-
54	0.204	1.180	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	-	-
55	0.273	1.180	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	-	-
56	0.341	1.180	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	-	-
57	0.409	1.180	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	-	-
58	0.477	1.180	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	-	-
59	0.545	1.180	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	-	-
60	0.613	1.180	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	-	-
61	0.681	1.180	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	-	-
62	0.749	1.180	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	-	-
63	0.817	1.180	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	-	-
64	0.886	1.180	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	-	-
65	0.954	1.180	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	-	-
66	1.022	1.180	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	-	-
67	1.090	1.180	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	-	-
Hastial derecho :									
68	1.090	1.114	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	-	-
69	1.090	1.049	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	-	-
70	1.090	0.983	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	-	-
71	1.090	0.918	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	-	-
72	1.090	0.852	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	-	-
73	1.090	0.787	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	-	-
74	1.090	0.721	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	-	-
75	1.090	0.656	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	-	-
76	1.090	0.590	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	-	-
77	1.090	0.524	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	-	-
78	1.090	0.459	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	-	-
79	1.090	0.393	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	-	-
80	1.090	0.328	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	-	-
81	1.090	0.262	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	-	-
82	1.090	0.197	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	-	-
83	1.090	0.131	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	-	-
84	1.090	0.066	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	-	-
Solera :									
17	-1.090	0.000	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	K= 170	-
16	-1.022	0.000	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	K= 341	-
15	-0.954	0.000	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	K= 341	-
14	-0.886	0.000	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	K= 341	-
13	-0.817	0.000	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	K= 341	-
12	-0.749	0.000	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	K= 341	-
11	-0.681	0.000	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	K= 341	-
10	-0.613	0.000	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	K= 341	-
9	-0.545	0.000	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	K= 341	-
8	-0.477	0.000	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	K= 341	-
7	-0.409	0.000	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	K= 341	-
6	-0.341	0.000	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	K= 341	-
5	-0.273	0.000	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	K= 341	-
4	-0.204	0.000	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	K= 341	-
3	-0.136	0.000	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	K= 341	-
2	-0.068	0.000	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	K= 341	-
1	0.000	0.000	0.180	1.000	0.0005	0.180	0.0000	K= 341	-
100	0.068	0.000	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	K= 341	-

99	0.136	0.000	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	K=	341	-
98	0.204	0.000	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	K=	341	-
97	0.273	0.000	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	K=	341	-
96	0.341	0.000	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	K=	341	-
95	0.409	0.000	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	K=	341	-
94	0.477	0.000	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	K=	341	-
93	0.545	0.000	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	K=	341	-
92	0.613	0.000	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	K=	341	-
91	0.681	0.000	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	K=	341	-
90	0.749	0.000	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	K=	341	-
89	0.817	0.000	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	K=	341	-
88	0.886	0.000	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	K=	341	-
87	0.954	0.000	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	K=	341	-
86	1.022	0.000	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	K=	341	-
85	1.090	0.000	0.180	1.000	0.0005	0.180	-	K=	170	-

RESULTADOS DE LA HIPOTESIS DE CARGA No 1

DINTEL Y SOLERA

COEFICIENTES DE PONDERACION

$\gamma_{pp} = 1.350$ $\gamma_{pt} = 1.350$ $\gamma_{et} = 1.000$ $\gamma_{pr} = 0.000$ $\gamma_{qv} = 1.350$
 $\gamma_{qh} = 0.000$ $\gamma_{pv} = 0.000$ $\gamma_{ph} = 0.000$ $\gamma_{si} = 0.000$ $\gamma_{sd} = 0.000$
 $\gamma_{tr} = 1.350$: Posicion de la rueda izquierda del carro (m). X = -0.600

RESULTANTE TOTAL SOBRE LA BASE

Resultante sobre OX (t) Rx = 0.000
 Resultante sobre OY (t) Ry = -25.581
 Momento resultante en el centro (mxt)..... Mz = 0.001

REACCIONES EN APOYOS DEL ARCO

NUDO No	ásuelo (t/m2)	Rx (t/m)	Ry (t/m)	Mz (txm/m)
17	14.296	0.000	0.487	0.000
16	13.974	0.000	0.952	0.000
15	13.626	0.000	0.928	0.000
14	13.261	0.000	0.903	0.000
13	12.888	0.000	0.878	0.000
12	12.516	0.000	0.853	0.000
11	12.153	0.000	0.828	0.000
10	11.804	0.000	0.804	0.000
9	11.476	0.000	0.782	0.000
8	11.175	0.000	0.761	0.000
7	10.904	0.000	0.743	0.000
6	10.668	0.000	0.727	0.000
5	10.471	0.000	0.713	0.000

4	10.315	0.000	0.703	0.000
3	10.201	0.000	0.695	0.000
2	10.133	0.000	0.690	0.000
1	10.110	0.000	0.689	0.000
100	10.132	0.000	0.690	0.000
99	10.201	0.000	0.695	0.000
98	10.314	0.000	0.703	0.000
97	10.470	0.000	0.713	0.000
96	10.667	0.000	0.727	0.000
95	10.903	0.000	0.743	0.000
94	11.173	0.000	0.761	0.000
93	11.474	0.000	0.782	0.000
92	11.802	0.000	0.804	0.000
91	12.151	0.000	0.828	0.000
90	12.514	0.000	0.853	0.000
89	12.886	0.000	0.878	0.000
88	13.258	0.000	0.903	0.000
87	13.623	0.000	0.928	0.000
86	13.971	0.000	0.952	0.000
85	14.292	0.000	0.487	0.000
Suma =		0.000	25.581	0.000

ESFUERZOS Y DESPLAZAMIENTOS EN EL ARCO

Nudo No	u (mm)	v (mm)	Giro 1000xrad	Axil (t/m)	Cortante (t/m)	Flector (txm/m)

Hastial izquierdo :						
18	-0.054	-2.860	0.792	12.109	0.675	-2.712
19	-0.102	-2.862	0.689	12.069	0.571	-2.671
20	-0.144	-2.863	0.589	12.030	0.472	-2.637
21	-0.180	-2.864	0.489	11.990	0.377	-2.609
22	-0.209	-2.865	0.391	11.950	0.286	-2.587
23	-0.231	-2.867	0.293	11.910	0.199	-2.571
24	-0.247	-2.868	0.195	11.870	0.117	-2.561
25	-0.257	-2.869	0.098	11.831	0.039	-2.556
26	-0.260	-2.870	0.001	11.791	-0.034	-2.556
27	-0.257	-2.871	-0.096	11.751	-0.104	-2.561
28	-0.247	-2.873	-0.193	11.711	-0.169	-2.570
29	-0.231	-2.874	-0.291	11.671	-0.229	-2.583
30	-0.209	-2.875	-0.389	11.631	-0.286	-2.600
31	-0.180	-2.876	-0.488	11.592	-0.338	-2.620
32	-0.145	-2.877	-0.588	11.552	-0.386	-2.644
33	-0.103	-2.879	-0.689	11.512	-0.429	-2.671
34	-0.055	-2.880	-0.791	11.472	-0.469	-2.700
Dintel superior :						
35	0.001	-2.881	-0.894	5.978	5.294	-2.732
36	0.000	-2.945	-0.987	0.504	10.718	-1.978
37	0.000	-3.015	-1.051	0.504	10.003	-1.272
38	0.000	-3.088	-1.088	0.504	9.289	-0.615
39	0.000	-3.162	-1.100	0.504	8.574	-0.006
40	0.000	-3.237	-1.090	0.504	7.860	0.553
41	0.000	-3.310	-1.058	0.504	7.145	1.064
42	0.000	-3.381	-1.007	0.504	6.431	1.527
43	0.000	-3.447	-0.938	0.504	5.716	1.941
44	0.000	-3.508	-0.855	0.504	5.002	2.306

45	-0.000	-3.563	-0.757	0.504	4.287	2.622
46	-0.000	-3.611	-0.649	0.504	3.573	2.890
47	-0.000	-3.651	-0.530	0.504	2.858	3.109
48	-0.000	-3.683	-0.404	0.504	2.144	3.279
49	-0.000	-3.706	-0.273	0.504	1.429	3.401
50	-0.000	-3.720	-0.137	0.504	0.714	3.474
51	-0.000	-3.725	0.000	0.504	-0.000	3.498
52	-0.000	-3.720	0.138	0.504	-0.715	3.474
53	-0.000	-3.706	0.273	0.504	-1.429	3.401
54	-0.001	-3.683	0.405	0.504	-2.144	3.279
55	-0.001	-3.651	0.531	0.504	-2.858	3.109
56	-0.001	-3.611	0.649	0.504	-3.573	2.890
57	-0.001	-3.563	0.758	0.504	-4.287	2.622
58	-0.001	-3.508	0.855	0.504	-5.002	2.306
59	-0.001	-3.447	0.939	0.504	-5.716	1.941
60	-0.001	-3.380	1.007	0.504	-6.431	1.527
61	-0.001	-3.310	1.058	0.504	-7.145	1.064
62	-0.001	-3.237	1.090	0.504	-7.860	0.553
63	-0.001	-3.162	1.101	0.504	-8.574	-0.006
64	-0.001	-3.087	1.089	0.504	-9.289	-0.615
65	-0.001	-3.014	1.052	0.504	-10.003	-1.272
66	-0.001	-2.944	0.987	0.504	-10.718	-1.978
67	-0.001	-2.880	0.895	5.978	-5.294	-2.732
Hastial derecho :						
68	0.054	-2.879	0.792	11.472	0.469	-2.700
69	0.103	-2.878	0.690	11.512	0.429	-2.671
70	0.145	-2.877	0.589	11.552	0.386	-2.644
71	0.180	-2.875	0.489	11.592	0.338	-2.620
72	0.209	-2.874	0.390	11.631	0.286	-2.600
73	0.231	-2.873	0.291	11.671	0.229	-2.583
74	0.247	-2.872	0.194	11.711	0.169	-2.570
75	0.256	-2.871	0.096	11.751	0.104	-2.561
76	0.259	-2.870	-0.001	11.791	0.034	-2.556
77	0.256	-2.868	-0.098	11.831	-0.039	-2.556
78	0.247	-2.867	-0.195	11.870	-0.117	-2.561
79	0.231	-2.866	-0.292	11.910	-0.199	-2.572
80	0.208	-2.865	-0.390	11.950	-0.286	-2.587
81	0.180	-2.863	-0.489	11.990	-0.377	-2.609
82	0.144	-2.862	-0.588	12.030	-0.472	-2.637
83	0.102	-2.861	-0.689	12.070	-0.571	-2.671
84	0.054	-2.860	-0.791	12.109	-0.675	-2.712
Solera :						
17	0.001	-2.859	0.895	6.456	-5.478	-2.759
16	0.001	-2.795	0.988	0.782	-11.228	-1.963
15	0.001	-2.725	1.051	0.782	-10.329	-1.229
14	0.001	-2.652	1.087	0.782	-9.454	-0.556
13	0.001	-2.578	1.096	0.782	-8.605	0.059
12	0.001	-2.503	1.083	0.782	-7.781	0.616
11	0.001	-2.431	1.049	0.782	-6.982	1.119
10	0.001	-2.361	0.996	0.782	-6.208	1.568
9	0.001	-2.295	0.926	0.782	-5.456	1.965
8	0.001	-2.235	0.842	0.782	-4.726	2.311
7	0.000	-2.181	0.745	0.782	-4.015	2.609
6	0.000	-2.134	0.637	0.782	-3.322	2.858
5	0.000	-2.094	0.520	0.782	-2.643	3.061
4	0.000	-2.063	0.397	0.782	-1.976	3.218
3	0.000	-2.040	0.268	0.782	-1.319	3.330
2	0.000	-2.027	0.135	0.782	-0.668	3.398
1	0.000	-2.022	0.000	0.782	-0.343	3.421

100	-0.000	-2.026	-0.134	0.782	0.994	3.399
99	-0.000	-2.040	-0.267	0.782	1.321	3.332
98	-0.000	-2.063	-0.396	0.782	1.978	3.219
97	-0.000	-2.094	-0.520	0.782	2.645	3.062
96	-0.000	-2.133	-0.637	0.782	3.324	2.859
95	-0.000	-2.181	-0.744	0.782	4.017	2.609
94	-0.001	-2.235	-0.841	0.782	4.727	2.312
93	-0.001	-2.295	-0.926	0.782	5.458	1.965
92	-0.001	-2.360	-0.995	0.782	6.209	1.568
91	-0.001	-2.430	-1.048	0.782	6.983	1.119
90	-0.001	-2.503	-1.083	0.782	7.782	0.617
89	-0.001	-2.577	-1.096	0.782	8.606	0.059
88	-0.001	-2.652	-1.086	0.782	9.455	-0.556
87	-0.001	-2.725	-1.051	0.782	10.329	-1.229
86	-0.001	-2.794	-0.988	0.782	11.228	-1.963
85	-0.001	-2.858	-0.895	6.456	5.478	-2.759

RESULTADOS DE LA HIPOTESIS DE CARGA No 2

ESQUINAS

COEFICIENTES DE PONDERACION

$\Upsilon_{pp} = 1.350$ $\Upsilon_{pt} = 1.350$ $\Upsilon_{et} = 1.500$ $\Upsilon_{pr} = 0.000$ $\Upsilon_{qv} = 1.350$
 $\Upsilon_{qh} = 1.500$ $\Upsilon_{Pv} = 0.000$ $\Upsilon_{Ph} = 0.000$ $\Upsilon_{si} = 0.000$ $\Upsilon_{sd} = 0.000$
 $\Upsilon_{tr} = 1.350$: Posicion de la rueda izquierda del carro (m). $X = -0.600$

RESULTANTE TOTAL SOBRE LA BASE

Resultante sobre OX (t) $R_x = 0.000$
Resultante sobre OY (t) $R_y = -25.581$
Momento resultante en el centro (mxt)..... $M_z = 0.001$

REACCIONES EN APOYOS DEL ARCO

NUDO No	ásuelo (t/m2)	Rx (t/m)	Ry (t/m)	Mz (txm/m)
17	14.271	0.000	0.486	0.000
16	13.954	0.000	0.951	0.000
15	13.610	0.000	0.927	0.000
14	13.249	0.000	0.903	0.000
13	12.880	0.000	0.877	0.000
12	12.511	0.000	0.852	0.000
11	12.151	0.000	0.828	0.000
10	11.805	0.000	0.804	0.000
9	11.479	0.000	0.782	0.000
8	11.180	0.000	0.762	0.000
7	10.911	0.000	0.743	0.000
6	10.677	0.000	0.727	0.000

5	10.481	0.000	0.714	0.000
4	10.326	0.000	0.703	0.000
3	10.213	0.000	0.696	0.000
2	10.145	0.000	0.691	0.000
1	10.122	-0.000	0.690	0.000
100	10.145	0.000	0.691	0.000
99	10.212	0.000	0.696	0.000
98	10.325	0.000	0.703	0.000
97	10.480	0.000	0.714	0.000
96	10.676	0.000	0.727	0.000
95	10.910	0.000	0.743	0.000
94	11.178	0.000	0.762	0.000
93	11.478	0.000	0.782	0.000
92	11.803	0.000	0.804	0.000
91	12.149	0.000	0.828	0.000
90	12.509	0.000	0.852	0.000
89	12.877	0.000	0.877	0.000
88	13.246	0.000	0.902	0.000
87	13.607	0.000	0.927	0.000
86	13.950	0.000	0.950	0.000
85	14.267	0.000	0.486	0.000
Suma =		-0.000	25.581	0.000

ESFUERZOS Y DESPLAZAMIENTOS EN EL ARCO

Nudo No	u (mm)	v (mm)	Giro 1000xrad	Axil (t/m)	Cortante (t/m)	Flector (txm/m)

Hastial izquierdo :						
18	-0.052	-2.855	0.777	12.109	1.003	-2.713
19	-0.100	-2.857	0.675	12.069	0.848	-2.652
20	-0.141	-2.858	0.575	12.030	0.699	-2.601
21	-0.175	-2.859	0.478	11.990	0.556	-2.560
22	-0.204	-2.860	0.381	11.950	0.420	-2.529
23	-0.225	-2.862	0.285	11.910	0.290	-2.505
24	-0.241	-2.863	0.191	11.870	0.167	-2.491
25	-0.250	-2.864	0.096	11.831	0.050	-2.484
26	-0.254	-2.865	0.002	11.791	-0.060	-2.484
27	-0.251	-2.866	-0.092	11.751	-0.164	-2.491
28	-0.242	-2.868	-0.187	11.711	-0.262	-2.506
29	-0.226	-2.869	-0.283	11.671	-0.353	-2.526
30	-0.204	-2.870	-0.379	11.631	-0.438	-2.552
31	-0.176	-2.871	-0.476	11.592	-0.516	-2.583
32	-0.142	-2.872	-0.575	11.552	-0.587	-2.619
33	-0.101	-2.874	-0.675	11.512	-0.653	-2.660
34	-0.053	-2.875	-0.777	11.472	-0.712	-2.705
Dintel superior :						
35	0.001	-2.876	-0.881	6.109	5.168	-2.753
36	0.001	-2.939	-0.974	0.765	10.718	-1.999
37	0.001	-3.008	-1.039	0.765	10.003	-1.293
38	0.001	-3.080	-1.077	0.765	9.289	-0.636
39	0.001	-3.154	-1.090	0.765	8.574	-0.028
40	0.001	-3.228	-1.080	0.765	7.860	0.532
41	0.000	-3.301	-1.049	0.765	7.145	1.043
42	0.000	-3.371	-0.999	0.765	6.431	1.506
43	0.000	-3.437	-0.932	0.765	5.716	1.920

44	0.000	-3.497	-0.849	0.765	5.002	2.285
45	0.000	-3.552	-0.752	0.765	4.287	2.601
46	0.000	-3.600	-0.645	0.765	3.573	2.869
47	-0.000	-3.640	-0.527	0.765	2.858	3.088
48	-0.000	-3.671	-0.402	0.765	2.144	3.258
49	-0.000	-3.694	-0.271	0.765	1.429	3.380
50	-0.000	-3.708	-0.136	0.765	0.714	3.453
51	-0.000	-3.713	0.000	0.765	-0.000	3.477
52	-0.000	-3.708	0.137	0.765	-0.715	3.453
53	-0.001	-3.694	0.272	0.765	-1.429	3.380
54	-0.001	-3.671	0.403	0.765	-2.144	3.258
55	-0.001	-3.639	0.528	0.765	-2.858	3.088
56	-0.001	-3.599	0.645	0.765	-3.573	2.869
57	-0.001	-3.552	0.753	0.765	-4.287	2.601
58	-0.001	-3.497	0.849	0.765	-5.002	2.285
59	-0.001	-3.436	0.932	0.765	-5.716	1.919
60	-0.001	-3.370	1.000	0.765	-6.431	1.506
61	-0.001	-3.301	1.050	0.765	-7.145	1.043
62	-0.001	-3.228	1.081	0.765	-7.860	0.532
63	-0.001	-3.154	1.091	0.765	-8.574	-0.028
64	-0.001	-3.080	1.078	0.765	-9.289	-0.636
65	-0.001	-3.007	1.040	0.765	-10.003	-1.293
66	-0.002	-2.939	0.975	0.765	-10.718	-1.999
67	-0.002	-2.875	0.881	6.109	-5.168	-2.754
Hastial derecho :						
68	0.053	-2.874	0.778	11.472	0.712	-2.705
69	0.100	-2.873	0.676	11.512	0.653	-2.660
70	0.141	-2.872	0.576	11.552	0.587	-2.619
71	0.176	-2.870	0.477	11.592	0.516	-2.583
72	0.204	-2.869	0.380	11.631	0.438	-2.552
73	0.226	-2.868	0.283	11.671	0.353	-2.526
74	0.241	-2.867	0.188	11.711	0.262	-2.506
75	0.250	-2.866	0.093	11.751	0.164	-2.492
76	0.253	-2.864	-0.001	11.791	0.060	-2.484
77	0.250	-2.863	-0.096	11.831	-0.050	-2.484
78	0.241	-2.862	-0.190	11.870	-0.167	-2.491
79	0.225	-2.861	-0.285	11.910	-0.290	-2.505
80	0.203	-2.860	-0.380	11.950	-0.420	-2.529
81	0.175	-2.858	-0.477	11.990	-0.556	-2.561
82	0.141	-2.857	-0.575	12.030	-0.699	-2.602
83	0.100	-2.856	-0.675	12.070	-0.848	-2.652
84	0.052	-2.855	-0.776	12.109	-1.003	-2.713
Solera :						
17	0.002	-2.854	0.881	6.647	-5.300	-2.784
16	0.002	-2.791	0.975	1.164	-11.229	-1.988
15	0.002	-2.722	1.039	1.164	-10.332	-1.254
14	0.002	-2.650	1.075	1.164	-9.458	-0.580
13	0.001	-2.576	1.086	1.164	-8.610	0.035
12	0.001	-2.502	1.074	1.164	-7.786	0.593
11	0.001	-2.430	1.040	1.164	-6.987	1.096
10	0.001	-2.361	0.988	1.164	-6.213	1.545
9	0.001	-2.296	0.920	1.164	-5.461	1.942
8	0.001	-2.236	0.836	1.164	-4.731	2.289
7	0.001	-2.182	0.740	1.164	-4.019	2.587
6	0.001	-2.135	0.633	1.164	-3.326	2.837
5	0.000	-2.096	0.517	1.164	-2.646	3.040
4	0.000	-2.065	0.394	1.164	-1.979	3.197
3	0.000	-2.043	0.266	1.164	-1.321	3.310
2	0.000	-2.029	0.134	1.164	-0.669	3.377

1	0.000	-2.024	0.000	1.164	-0.344	3.401
100	-0.000	-2.029	-0.133	1.164	0.996	3.379
99	-0.000	-2.042	-0.265	1.164	1.323	3.311
98	-0.000	-2.065	-0.393	1.164	1.981	3.198
97	-0.000	-2.096	-0.517	1.164	2.648	3.041
96	-0.001	-2.135	-0.632	1.164	3.327	2.838
95	-0.001	-2.182	-0.739	1.164	4.021	2.588
94	-0.001	-2.236	-0.836	1.164	4.732	2.290
93	-0.001	-2.296	-0.919	1.164	5.463	1.943
92	-0.001	-2.361	-0.988	1.164	6.214	1.545
91	-0.001	-2.430	-1.040	1.164	6.989	1.096
90	-0.001	-2.502	-1.073	1.164	7.787	0.593
89	-0.001	-2.575	-1.086	1.164	8.610	0.035
88	-0.002	-2.649	-1.075	1.164	9.459	-0.580
87	-0.002	-2.721	-1.039	1.164	10.332	-1.254
86	-0.002	-2.790	-0.975	1.164	11.229	-1.988
85	-0.002	-2.853	-0.881	6.647	5.301	-2.784

RESULTADOS DE LA HIPOTESIS DE CARGA No 3

HASTIALES

COEFICIENTES DE PONDERACION

Ypp = 1.000	Ypt = 1.000	Yet = 1.500	Ypr = 0.000	Yqv = 0.000
Yqh = 1.500	YPv = 0.000	YPh = 0.000	Ysi = 0.000	Ysd = 0.000

RESULTANTE TOTAL SOBRE LA BASE

Resultante sobre OX (t)	Rx =	0.000
Resultante sobre OY (t)	Ry =	-5.173
Momento resultante en el centro (mxt)	Mz =	0.001

REACCIONES EN APOYOS DEL ARCO

NUDO No	ásuelo (t/m2)	Rx (t/m)	Ry (t/m)	Mz (txm/m)
17	2.739	0.000	0.093	0.000
16	2.698	0.000	0.184	0.000
15	2.651	0.000	0.181	0.000
14	2.601	0.000	0.177	0.000
13	2.548	0.000	0.174	0.000
12	2.494	0.000	0.170	0.000
11	2.440	0.000	0.166	0.000
10	2.389	0.000	0.163	0.000
9	2.339	0.000	0.159	0.000
8	2.294	0.000	0.156	0.000
7	2.252	0.000	0.153	0.000
6	2.216	0.000	0.151	0.000

5	2.186	0.000	0.149	0.000
4	2.162	0.000	0.147	0.000
3	2.144	0.000	0.146	0.000
2	2.133	0.000	0.145	0.000
1	2.130	-0.000	0.145	0.000
100	2.133	0.000	0.145	0.000
99	2.144	0.000	0.146	0.000
98	2.161	0.000	0.147	0.000
97	2.185	0.000	0.149	0.000
96	2.215	0.000	0.151	0.000
95	2.251	0.000	0.153	0.000
94	2.292	0.000	0.156	0.000
93	2.338	0.000	0.159	0.000
92	2.387	0.000	0.163	0.000
91	2.439	0.000	0.166	0.000
90	2.492	0.000	0.170	0.000
89	2.546	0.000	0.173	0.000
88	2.599	0.000	0.177	0.000
87	2.649	0.000	0.180	0.000
86	2.695	0.000	0.184	0.000
85	2.736	0.000	0.093	0.000
	Suma =	-0.000	5.173	0.000

ESFUERZOS Y DESPLAZAMIENTOS EN EL ARCO

Nudo No	u (mm)	v (mm)	Giro 1000xrad	Axil (t/m)	Cortante (t/m)	Flector (txm/m)

Hastial izquierdo :						
18	-0.004	-0.548	0.090	2.082	1.097	-0.484
19	-0.010	-0.548	0.073	2.052	0.941	-0.417
20	-0.014	-0.548	0.058	2.023	0.792	-0.360
21	-0.017	-0.549	0.045	1.993	0.649	-0.313
22	-0.020	-0.549	0.034	1.964	0.513	-0.275
23	-0.022	-0.549	0.024	1.934	0.383	-0.246
24	-0.023	-0.549	0.015	1.905	0.260	-0.225
25	-0.024	-0.549	0.007	1.875	0.143	-0.212
26	-0.024	-0.550	-0.001	1.846	0.033	-0.206
27	-0.024	-0.550	-0.009	1.816	-0.071	-0.208
28	-0.023	-0.550	-0.017	1.787	-0.169	-0.216
29	-0.022	-0.550	-0.025	1.757	-0.260	-0.230
30	-0.020	-0.550	-0.034	1.728	-0.344	-0.250
31	-0.017	-0.550	-0.044	1.698	-0.422	-0.275
32	-0.014	-0.551	-0.055	1.669	-0.494	-0.305
33	-0.010	-0.551	-0.068	1.639	-0.559	-0.340
34	-0.005	-0.551	-0.081	1.610	-0.618	-0.378
Dintel superior :						
35	0.001	-0.551	-0.096	1.134	0.442	-0.421
36	0.001	-0.558	-0.111	0.672	1.482	-0.316
37	0.001	-0.566	-0.121	0.672	1.383	-0.219
38	0.001	-0.575	-0.128	0.672	1.284	-0.128
39	0.001	-0.584	-0.132	0.672	1.185	-0.044
40	0.001	-0.593	-0.132	0.672	1.087	0.034
41	0.000	-0.601	-0.129	0.672	0.988	0.104
42	0.000	-0.610	-0.124	0.672	0.889	0.168
43	0.000	-0.618	-0.116	0.672	0.790	0.225

44	0.000	-0.626	-0.106	0.672	0.691	0.276
45	0.000	-0.633	-0.094	0.672	0.593	0.320
46	0.000	-0.639	-0.081	0.672	0.494	0.357
47	0.000	-0.644	-0.066	0.672	0.395	0.387
48	-0.000	-0.648	-0.051	0.672	0.296	0.410
49	-0.000	-0.651	-0.034	0.672	0.198	0.427
50	-0.000	-0.652	-0.017	0.672	0.099	0.437
51	-0.000	-0.653	0.000	0.672	-0.000	0.441
52	-0.000	-0.652	0.018	0.672	-0.099	0.437
53	-0.000	-0.650	0.035	0.672	-0.198	0.427
54	-0.000	-0.648	0.051	0.672	-0.296	0.410
55	-0.001	-0.644	0.067	0.672	-0.395	0.387
56	-0.001	-0.638	0.081	0.672	-0.494	0.357
57	-0.001	-0.632	0.095	0.672	-0.593	0.320
58	-0.001	-0.626	0.107	0.672	-0.691	0.276
59	-0.001	-0.618	0.116	0.672	-0.790	0.225
60	-0.001	-0.610	0.124	0.672	-0.889	0.168
61	-0.001	-0.601	0.130	0.672	-0.988	0.104
62	-0.001	-0.592	0.132	0.672	-1.087	0.033
63	-0.001	-0.583	0.132	0.672	-1.185	-0.044
64	-0.001	-0.574	0.129	0.672	-1.284	-0.128
65	-0.001	-0.566	0.122	0.672	-1.383	-0.219
66	-0.001	-0.558	0.111	0.672	-1.482	-0.316
67	-0.001	-0.551	0.097	1.134	-0.443	-0.421
Hastial derecho :						
68	0.004	-0.550	0.082	1.610	0.618	-0.378
69	0.009	-0.550	0.068	1.640	0.559	-0.340
70	0.013	-0.550	0.056	1.669	0.494	-0.305
71	0.017	-0.550	0.045	1.699	0.422	-0.275
72	0.019	-0.550	0.035	1.728	0.344	-0.250
73	0.021	-0.550	0.026	1.758	0.260	-0.230
74	0.023	-0.549	0.017	1.787	0.169	-0.216
75	0.024	-0.549	0.009	1.817	0.071	-0.208
76	0.024	-0.549	0.001	1.846	-0.033	-0.206
77	0.024	-0.549	-0.007	1.876	-0.143	-0.212
78	0.023	-0.549	-0.015	1.905	-0.260	-0.225
79	0.022	-0.548	-0.024	1.935	-0.383	-0.246
80	0.020	-0.548	-0.034	1.964	-0.513	-0.275
81	0.017	-0.548	-0.045	1.994	-0.649	-0.313
82	0.014	-0.548	-0.058	2.023	-0.792	-0.360
83	0.010	-0.548	-0.072	2.053	-0.941	-0.417
84	0.004	-0.547	-0.090	2.082	-1.097	-0.484
Solera :						
17	0.002	-0.548	0.110	1.677	-0.429	-0.561
16	0.002	-0.540	0.129	1.258	-1.957	-0.422
15	0.002	-0.530	0.143	1.258	-1.805	-0.294
14	0.002	-0.520	0.153	1.258	-1.657	-0.176
13	0.002	-0.510	0.157	1.258	-1.512	-0.068
12	0.001	-0.499	0.158	1.258	-1.371	0.030
11	0.001	-0.488	0.155	1.258	-1.234	0.118
10	0.001	-0.478	0.149	1.258	-1.100	0.198
9	0.001	-0.468	0.140	1.258	-0.970	0.268
8	0.001	-0.459	0.128	1.258	-0.843	0.330
7	0.001	-0.450	0.114	1.258	-0.718	0.383
6	0.001	-0.443	0.098	1.258	-0.597	0.428
5	0.001	-0.437	0.080	1.258	-0.478	0.464
4	0.000	-0.432	0.061	1.258	-0.360	0.493
3	0.000	-0.429	0.042	1.258	-0.244	0.513
2	0.000	-0.427	0.021	1.258	-0.129	0.526

1	0.000	-0.426	0.000	1.258	-0.072	0.531
100	-0.000	-0.427	-0.021	1.258	0.188	0.527
99	-0.000	-0.429	-0.041	1.258	0.246	0.514
98	-0.000	-0.432	-0.061	1.258	0.362	0.494
97	-0.001	-0.437	-0.080	1.258	0.479	0.465
96	-0.001	-0.443	-0.097	1.258	0.598	0.428
95	-0.001	-0.450	-0.113	1.258	0.720	0.384
94	-0.001	-0.458	-0.128	1.258	0.844	0.330
93	-0.001	-0.468	-0.139	1.258	0.971	0.269
92	-0.001	-0.477	-0.149	1.258	1.101	0.198
91	-0.001	-0.488	-0.155	1.258	1.235	0.119
90	-0.001	-0.498	-0.158	1.258	1.372	0.030
89	-0.002	-0.509	-0.157	1.258	1.513	-0.068
88	-0.002	-0.520	-0.152	1.258	1.658	-0.176
87	-0.002	-0.530	-0.143	1.258	1.806	-0.294
86	-0.002	-0.539	-0.129	1.258	1.957	-0.422
85	-0.002	-0.547	-0.109	1.677	0.429	-0.561

RESULTADOS DE LA HIPOTESIS DE CARGA No 4

ESTADO LIMITE DE SERVICIO

COEFICIENTES DE PONDERACION

$\Upsilon_{pp} = 1.000$ $\Upsilon_{pt} = 1.000$ $\Upsilon_{et} = 1.000$ $\Upsilon_{pr} = 0.000$ $\Upsilon_{qv} = 0.000$
 $\Upsilon_{qh} = 0.000$ $\Upsilon_{Pv} = 0.000$ $\Upsilon_{Ph} = 0.000$ $\Upsilon_{si} = 0.000$ $\Upsilon_{sd} = 0.000$
 $\Upsilon_{tr} = 0.200$: Posicion de la rueda izquierda del carro (m). X = -0.600

RESULTANTE TOTAL SOBRE LA BASE

Resultante sobre OX (t) Rx = 0.000
 Resultante sobre OY (t) Ry = -7.536
 Momento resultante en el centro (mxt)..... Mz = 0.001

REACCIONES EN APOYOS DEL ARCO

NUDO No	ásuelo (t/m2)	Rx (t/m)	Ry (t/m)	Mz (txm/m)
17	4.104	0.000	0.140	0.000
16	4.025	0.000	0.274	0.000
15	3.939	0.000	0.268	0.000
14	3.848	0.000	0.262	0.000
13	3.754	0.000	0.256	0.000
12	3.660	0.000	0.249	0.000
11	3.567	0.000	0.243	0.000
10	3.478	0.000	0.237	0.000
9	3.394	0.000	0.231	0.000
8	3.316	0.000	0.226	0.000
7	3.246	0.000	0.221	0.000

6	3.185	0.000	0.217	0.000
5	3.134	0.000	0.213	0.000
4	3.093	0.000	0.211	0.000
3	3.064	0.000	0.209	0.000
2	3.046	0.000	0.207	0.000
1	3.040	0.000	0.207	0.000
100	3.046	0.000	0.207	0.000
99	3.063	0.000	0.209	0.000
98	3.093	0.000	0.211	0.000
97	3.133	0.000	0.213	0.000
96	3.184	0.000	0.217	0.000
95	3.245	0.000	0.221	0.000
94	3.315	0.000	0.226	0.000
93	3.392	0.000	0.231	0.000
92	3.476	0.000	0.237	0.000
91	3.566	0.000	0.243	0.000
90	3.658	0.000	0.249	0.000
89	3.752	0.000	0.256	0.000
88	3.846	0.000	0.262	0.000
87	3.937	0.000	0.268	0.000
86	4.023	0.000	0.274	0.000
85	4.101	0.000	0.140	0.000
	Suma =	0.000	7.536	0.000

ESFUERZOS Y DESPLAZAMIENTOS EN EL ARCO

Nudo No	u (mm)	v (mm)	Giro 1000xrad	Axil (t/m)	Cortante (t/m)	Flector (txm/m)

Hastial izquierdo :						
18	-0.012	-0.821	0.186	3.263	0.751	-0.744
19	-0.023	-0.821	0.159	3.234	0.647	-0.699
20	-0.032	-0.822	0.133	3.204	0.548	-0.660
21	-0.040	-0.822	0.108	3.175	0.453	-0.627
22	-0.047	-0.822	0.085	3.145	0.362	-0.600
23	-0.052	-0.823	0.063	3.116	0.276	-0.579
24	-0.055	-0.823	0.041	3.086	0.193	-0.564
25	-0.057	-0.823	0.020	3.057	0.116	-0.554
26	-0.058	-0.824	-0.001	3.027	0.042	-0.549
27	-0.057	-0.824	-0.022	2.998	-0.027	-0.548
28	-0.055	-0.824	-0.043	2.968	-0.092	-0.552
29	-0.051	-0.825	-0.064	2.939	-0.153	-0.561
30	-0.046	-0.825	-0.085	2.909	-0.209	-0.573
31	-0.040	-0.825	-0.107	2.880	-0.262	-0.588
32	-0.032	-0.825	-0.130	2.850	-0.309	-0.607
33	-0.023	-0.826	-0.154	2.821	-0.353	-0.629
34	-0.012	-0.826	-0.178	2.791	-0.392	-0.653
Dintel superior :						
35	0.000	-0.826	-0.203	1.602	1.132	-0.680
36	0.000	-0.841	-0.226	0.428	2.589	-0.498
37	0.000	-0.857	-0.243	0.428	2.417	-0.327
38	0.000	-0.874	-0.252	0.428	2.244	-0.168
39	0.000	-0.891	-0.256	0.428	2.071	-0.022
40	0.000	-0.909	-0.254	0.428	1.899	0.114
41	0.000	-0.926	-0.247	0.428	1.726	0.237
42	0.000	-0.942	-0.236	0.428	1.554	0.349

43	0.000	-0.958	-0.220	0.428	1.381	0.449
44	0.000	-0.972	-0.201	0.428	1.208	0.537
45	0.000	-0.985	-0.178	0.428	1.036	0.614
46	-0.000	-0.996	-0.153	0.428	0.863	0.678
47	-0.000	-1.006	-0.125	0.428	0.690	0.731
48	-0.000	-1.013	-0.095	0.428	0.518	0.772
49	-0.000	-1.019	-0.064	0.428	0.345	0.802
50	-0.000	-1.022	-0.032	0.428	0.173	0.819
51	-0.000	-1.023	0.000	0.428	-0.000	0.825
52	-0.000	-1.022	0.033	0.428	-0.173	0.819
53	-0.000	-1.019	0.065	0.428	-0.345	0.802
54	-0.000	-1.013	0.096	0.428	-0.518	0.772
55	-0.000	-1.006	0.125	0.428	-0.690	0.731
56	-0.000	-0.996	0.153	0.428	-0.863	0.678
57	-0.001	-0.985	0.179	0.428	-1.036	0.613
58	-0.001	-0.972	0.201	0.428	-1.208	0.537
59	-0.001	-0.958	0.221	0.428	-1.381	0.449
60	-0.001	-0.942	0.236	0.428	-1.554	0.349
61	-0.001	-0.926	0.248	0.428	-1.726	0.237
62	-0.001	-0.908	0.255	0.428	-1.899	0.114
63	-0.001	-0.891	0.257	0.428	-2.071	-0.022
64	-0.001	-0.874	0.253	0.428	-2.244	-0.169
65	-0.001	-0.857	0.243	0.428	-2.417	-0.327
66	-0.001	-0.841	0.227	0.428	-2.589	-0.498
67	-0.001	-0.826	0.204	1.602	-1.132	-0.680
Hastial derecho :						
68	0.012	-0.826	0.178	2.791	0.392	-0.653
69	0.022	-0.825	0.154	2.821	0.353	-0.629
70	0.032	-0.825	0.131	2.850	0.309	-0.607
71	0.040	-0.825	0.108	2.880	0.262	-0.588
72	0.046	-0.824	0.086	2.909	0.209	-0.573
73	0.051	-0.824	0.064	2.939	0.153	-0.561
74	0.054	-0.824	0.043	2.968	0.092	-0.553
75	0.057	-0.823	0.022	2.998	0.027	-0.549
76	0.057	-0.823	0.002	3.027	-0.042	-0.549
77	0.057	-0.823	-0.019	3.057	-0.116	-0.554
78	0.055	-0.823	-0.041	3.086	-0.193	-0.564
79	0.051	-0.822	-0.062	3.116	-0.276	-0.579
80	0.047	-0.822	-0.085	3.145	-0.362	-0.600
81	0.040	-0.822	-0.108	3.175	-0.453	-0.627
82	0.032	-0.821	-0.132	3.204	-0.548	-0.660
83	0.023	-0.821	-0.158	3.234	-0.647	-0.699
84	0.012	-0.821	-0.186	3.263	-0.751	-0.745
Solera :						
17	0.001	-0.821	0.215	2.068	-1.182	-0.797
16	0.001	-0.805	0.242	0.858	-3.047	-0.581
15	0.001	-0.788	0.261	0.858	-2.806	-0.382
14	0.001	-0.770	0.273	0.858	-2.571	-0.199
13	0.001	-0.751	0.277	0.858	-2.343	-0.032
12	0.001	-0.732	0.276	0.858	-2.121	0.120
11	0.001	-0.713	0.268	0.858	-1.906	0.257
10	0.001	-0.696	0.256	0.858	-1.696	0.380
9	0.001	-0.679	0.238	0.858	-1.493	0.488
8	0.001	-0.663	0.217	0.858	-1.295	0.583
7	0.001	-0.649	0.193	0.858	-1.102	0.665
6	0.000	-0.637	0.165	0.858	-0.914	0.733
5	0.000	-0.627	0.135	0.858	-0.729	0.789
4	0.000	-0.619	0.103	0.858	-0.548	0.833
3	0.000	-0.613	0.070	0.858	-0.369	0.864

2	0.000	-0.609	0.035	0.858	-0.191	0.883
1	0.000	-0.608	0.000	0.858	-0.103	0.890
100	-0.000	-0.609	-0.035	0.858	0.281	0.884
99	-0.000	-0.613	-0.069	0.858	0.370	0.865
98	-0.000	-0.619	-0.103	0.858	0.549	0.834
97	-0.000	-0.627	-0.135	0.858	0.731	0.790
96	-0.000	-0.637	-0.165	0.858	0.915	0.734
95	-0.001	-0.649	-0.192	0.858	1.103	0.665
94	-0.001	-0.663	-0.217	0.858	1.296	0.584
93	-0.001	-0.678	-0.238	0.858	1.494	0.489
92	-0.001	-0.695	-0.255	0.858	1.697	0.380
91	-0.001	-0.713	-0.268	0.858	1.907	0.257
90	-0.001	-0.732	-0.275	0.858	2.122	0.120
89	-0.001	-0.750	-0.277	0.858	2.344	-0.032
88	-0.001	-0.769	-0.272	0.858	2.572	-0.199
87	-0.001	-0.787	-0.261	0.858	2.806	-0.382
86	-0.001	-0.805	-0.242	0.858	3.047	-0.581
85	-0.001	-0.820	-0.215	2.068	1.182	-0.797

ENVOLVENTES EN EL ARCO

SEC	M(+) (txm/m)	N(+) (t/m)	M(-) (txm/m)	N(-) (t/m)	QPES (t/m)

Hastial izquierdo :					
18	0.000	0.000	-2.713	12.109	1.097
19	0.000	0.000	-2.671	12.069	0.941
20	0.000	0.000	-2.637	12.030	0.792
21	0.000	0.000	-2.609	11.990	0.649
22	0.000	0.000	-2.587	11.950	0.513
23	0.000	0.000	-2.571	11.910	0.383
24	0.000	0.000	-2.561	11.870	0.260
25	0.000	0.000	-2.556	11.831	0.143
26	0.000	0.000	-2.556	11.791	-0.060
27	0.000	0.000	-2.561	11.751	-0.164
28	0.000	0.000	-2.570	11.711	-0.262
29	0.000	0.000	-2.583	11.671	-0.353
30	0.000	0.000	-2.600	11.631	-0.438
31	0.000	0.000	-2.620	11.592	-0.516
32	0.000	0.000	-2.644	11.552	-0.587
33	0.000	0.000	-2.671	11.512	-0.653
34	0.000	0.000	-2.705	11.472	-0.712
Dintel superior :					
35	0.000	0.000	-2.753	6.109	5.294
36	0.000	0.000	-1.999	0.765	10.718
37	0.000	0.000	-1.293	0.765	10.003
38	0.000	0.000	-0.636	0.765	9.289
39	0.000	0.000	-0.044	0.672	8.574
40	0.553	0.504	0.000	0.000	7.860
41	1.064	0.504	0.000	0.000	7.145
42	1.527	0.504	0.000	0.000	6.431
43	1.941	0.504	0.000	0.000	5.716
44	2.306	0.504	0.000	0.000	5.002
45	2.622	0.504	0.000	0.000	4.287
46	2.890	0.504	0.000	0.000	3.573
47	3.109	0.504	0.000	0.000	2.858
48	3.279	0.504	0.000	0.000	2.144

49	3.401	0.504	0.000	0.000	1.429
50	3.474	0.504	0.000	0.000	0.714
51	3.498	0.504	0.000	0.000	-0.000
52	3.474	0.504	0.000	0.000	-0.715
53	3.401	0.504	0.000	0.000	-1.429
54	3.279	0.504	0.000	0.000	-2.144
55	3.109	0.504	0.000	0.000	-2.858
56	2.890	0.504	0.000	0.000	-3.573
57	2.622	0.504	0.000	0.000	-4.287
58	2.306	0.504	0.000	0.000	-5.002
59	1.941	0.504	0.000	0.000	-5.716
60	1.527	0.504	0.000	0.000	-6.431
61	1.064	0.504	0.000	0.000	-7.145
62	0.553	0.504	0.000	0.000	-7.860
63	0.000	0.000	-0.044	0.672	-8.574
64	0.000	0.000	-0.636	0.765	-9.289
65	0.000	0.000	-1.293	0.765	-10.003
66	0.000	0.000	-1.999	0.765	-10.718
67	0.000	0.000	-2.754	6.109	-5.294
Hastial derecho :					
68	0.000	0.000	-2.705	11.472	0.712
69	0.000	0.000	-2.671	11.512	0.653
70	0.000	0.000	-2.644	11.552	0.587
71	0.000	0.000	-2.620	11.592	0.516
72	0.000	0.000	-2.600	11.631	0.438
73	0.000	0.000	-2.583	11.671	0.353
74	0.000	0.000	-2.570	11.711	0.262
75	0.000	0.000	-2.561	11.751	0.164
76	0.000	0.000	-2.556	11.791	0.060
77	0.000	0.000	-2.556	11.831	-0.143
78	0.000	0.000	-2.561	11.870	-0.260
79	0.000	0.000	-2.572	11.910	-0.383
80	0.000	0.000	-2.587	11.950	-0.513
81	0.000	0.000	-2.609	11.990	-0.649
82	0.000	0.000	-2.637	12.030	-0.792
83	0.000	0.000	-2.671	12.070	-0.941
84	0.000	0.000	-2.713	12.109	-1.097
Solera :					
17	0.000	0.000	-2.784	6.647	-5.478
16	0.000	0.000	-1.988	1.164	-11.229
15	0.000	0.000	-1.254	1.164	-10.332
14	0.000	0.000	-0.580	1.164	-9.458
13	0.059	0.782	-0.068	1.258	-8.610
12	0.616	0.782	0.000	0.000	-7.786
11	1.119	0.782	0.000	0.000	-6.987
10	1.568	0.782	0.000	0.000	-6.213
9	1.965	0.782	0.000	0.000	-5.461
8	2.311	0.782	0.000	0.000	-4.731
7	2.609	0.782	0.000	0.000	-4.019
6	2.858	0.782	0.000	0.000	-3.326
5	3.061	0.782	0.000	0.000	-2.646
4	3.218	0.782	0.000	0.000	-1.979
3	3.330	0.782	0.000	0.000	-1.321
2	3.398	0.782	0.000	0.000	-0.669
1	3.421	0.782	0.000	0.000	-0.344
101	3.421	0.782	0.000	0.000	-0.344
100	3.399	0.782	0.000	0.000	0.996
99	3.332	0.782	0.000	0.000	1.323
98	3.219	0.782	0.000	0.000	1.981

97	3.062	0.782	0.000	0.000	2.648
96	2.859	0.782	0.000	0.000	3.327
95	2.609	0.782	0.000	0.000	4.021
94	2.312	0.782	0.000	0.000	4.732
93	1.965	0.782	0.000	0.000	5.463
92	1.568	0.782	0.000	0.000	6.214
91	1.119	0.782	0.000	0.000	6.989
90	0.617	0.782	0.000	0.000	7.787
89	0.059	0.782	-0.068	1.258	8.610
88	0.000	0.000	-0.580	1.164	9.459
87	0.000	0.000	-1.254	1.164	10.332
86	0.000	0.000	-1.988	1.164	11.229
85	0.000	0.000	-2.784	6.647	5.478

A R M A D U R A S E N E L C A J O N

Sec. No	X (m)	Y (m)	Ainterior (cm2/m)		Aexterior (cm2/m)		Acortante (cm2/m)
			Teorica	Real	Teorica	Real	

Hastial izquierdo :							
18	-1.09	0.07	1.80	-	3.10	-	0.00
19	-1.09	0.13	1.80	-	3.05	-	0.00
20	-1.09	0.20	1.80	-	3.00	-	0.00
21	-1.09	0.26	1.80	-	2.97	-	0.00
22	-1.09	0.33	1.80	-	2.95	-	0.00
23	-1.09	0.39	1.80	-	2.93	-	0.00
24	-1.09	0.46	1.80	-	2.92	-	0.00
25	-1.09	0.52	1.80	-	2.92	-	0.00
26	-1.09	0.59	1.80	-	2.92	-	0.00
27	-1.09	0.66	1.80	-	2.93	-	0.00
28	-1.09	0.72	1.80	-	2.95	-	0.00
29	-1.09	0.79	1.80	-	2.97	-	0.00
30	-1.09	0.85	1.80	-	3.00	-	0.00
31	-1.09	0.92	1.80	-	3.03	-	0.00
32	-1.09	0.98	1.80	-	3.06	-	0.00
33	-1.09	1.05	1.80	-	3.10	-	0.00
34	-1.09	1.11	1.80	-	3.15	-	0.00
Dintel superior :							
35	-1.09	1.18	1.80	-	3.66	-	0.00
36	-1.02	1.18	1.80	-	3.32	-	11.43
37	-0.95	1.18	1.80	-	2.38	-	11.43
38	-0.89	1.18	1.80	-	1.80	-	11.43
39	-0.82	1.18	1.80	-	1.80	-	11.43
40	-0.75	1.18	1.80	-	1.80	-	11.43
41	-0.68	1.18	2.04	-	1.80	-	11.43
42	-0.61	1.18	2.76	-	1.80	-	0.00
43	-0.55	1.18	3.28	-	1.80	-	0.00
44	-0.48	1.18	3.66	-	1.80	-	0.00
45	-0.41	1.18	4.05	-	1.80	-	0.00
46	-0.34	1.18	4.48	-	1.80	-	0.00
47	-0.27	1.18	4.84	-	1.80	-	0.00
48	-0.20	1.18	5.11	-	1.80	-	0.00
49	-0.14	1.18	5.31	-	1.80	-	0.00
50	-0.07	1.18	5.43	-	1.80	-	0.00
51	0.00	1.18	5.47	-	1.80	-	0.00
52	0.07	1.18	5.43	-	1.80	-	0.00

53	0.14	1.18	5.31	-	1.80	-	0.00
54	0.20	1.18	5.11	-	1.80	-	0.00
55	0.27	1.18	4.84	-	1.80	-	0.00
56	0.34	1.18	4.48	-	1.80	-	0.00
57	0.41	1.18	4.05	-	1.80	-	0.00
58	0.48	1.18	3.66	-	1.80	-	0.00
59	0.55	1.18	3.28	-	1.80	-	0.00
60	0.61	1.18	2.76	-	1.80	-	0.00
61	0.68	1.18	2.04	-	1.80	-	11.43
62	0.75	1.18	1.80	-	1.80	-	11.43
63	0.82	1.18	1.80	-	1.80	-	11.43
64	0.89	1.18	1.80	-	1.80	-	11.43
65	0.95	1.18	1.80	-	2.38	-	11.43
66	1.02	1.18	1.80	-	3.32	-	11.43
67	1.09	1.18	1.80	-	3.66	-	0.00
Hastial derecho :							
68	1.09	1.11	1.80	-	3.15	-	0.00
69	1.09	1.05	1.80	-	3.10	-	0.00
70	1.09	0.98	1.80	-	3.06	-	0.00
71	1.09	0.92	1.80	-	3.03	-	0.00
72	1.09	0.85	1.80	-	3.00	-	0.00
73	1.09	0.79	1.80	-	2.97	-	0.00
74	1.09	0.72	1.80	-	2.95	-	0.00
75	1.09	0.66	1.80	-	2.93	-	0.00
76	1.09	0.59	1.80	-	2.92	-	0.00
77	1.09	0.52	1.80	-	2.92	-	0.00
78	1.09	0.46	1.80	-	2.92	-	0.00
79	1.09	0.39	1.80	-	2.93	-	0.00
80	1.09	0.33	1.80	-	2.95	-	0.00
81	1.09	0.26	1.80	-	2.97	-	0.00
82	1.09	0.20	1.80	-	3.00	-	0.00
83	1.09	0.13	1.80	-	3.05	-	0.00
84	1.09	0.07	1.80	-	3.10	-	0.00
Solera :							
17	-1.09	0.00	1.80	-	3.65	-	0.00
16	-1.02	0.00	1.80	-	3.27	-	11.43
15	-0.95	0.00	1.80	-	2.26	-	11.43
14	-0.89	0.00	1.80	-	1.80	-	11.43
13	-0.82	0.00	1.80	-	1.80	-	11.43
12	-0.75	0.00	1.80	-	1.80	-	11.43
11	-0.68	0.00	2.09	-	1.80	-	11.43
10	-0.61	0.00	2.78	-	1.80	-	0.00
9	-0.55	0.00	3.28	-	1.80	-	0.00
8	-0.48	0.00	3.64	-	1.80	-	0.00
7	-0.41	0.00	3.99	-	1.80	-	0.00
6	-0.34	0.00	4.39	-	1.80	-	0.00
5	-0.27	0.00	4.72	-	1.80	-	0.00
4	-0.20	0.00	4.98	-	1.80	-	0.00
3	-0.14	0.00	5.16	-	1.80	-	0.00
2	-0.07	0.00	5.27	-	1.80	-	0.00
1	0.00	0.00	5.31	-	1.80	-	0.00
101	0.00	0.00	5.31	-	1.80	-	0.00
100	0.07	0.00	5.28	-	1.80	-	0.00
99	0.14	0.00	5.16	-	1.80	-	0.00
98	0.20	0.00	4.98	-	1.80	-	0.00
97	0.27	0.00	4.72	-	1.80	-	0.00
96	0.34	0.00	4.40	-	1.80	-	0.00
95	0.41	0.00	3.99	-	1.80	-	0.00
94	0.48	0.00	3.64	-	1.80	-	0.00

93	0.55	0.00	3.28	-	1.80	-	0.00
92	0.61	0.00	2.78	-	1.80	-	0.00
91	0.68	0.00	2.09	-	1.80	-	11.43
90	0.75	0.00	1.80	-	1.80	-	11.43
89	0.82	0.00	1.80	-	1.80	-	11.43
88	0.89	0.00	1.80	-	1.80	-	11.43
87	0.95	0.00	1.80	-	2.26	-	11.43
86	1.02	0.00	1.80	-	3.27	-	11.43
85	1.09	0.00	1.80	-	3.65	-	0.00

5.-SELLADO DE UNIONES EN MARCOS PREFABRICADOS

Para el sellado de elementos con unión machihembrada, al no permitir habitualmente el uso de juntas de goma, se dispone de productos y soluciones especiales adaptables al tipo de instalación y al entorno de trabajo, tanto interior como exterior.

Se exponen a continuación estas soluciones con las recomendaciones de uso y referencias de productos de diversas casas comerciales

SOLUCIÓN PARA UNIÓN RÍGIDA

SOLUCIÓN

La solución consiste en:

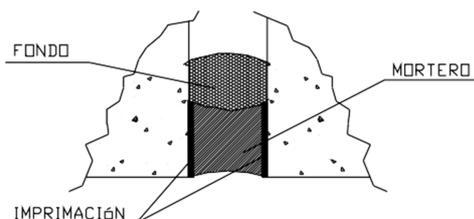
a.- Fondo de junta; b.- Imprimación ; c.- Mortero de relleno

El fondo de junta se utiliza para limitar el tamaño y evitar el uso excesivo de mortero. Normalmente se utiliza un polietileno de célula cerrada, cordón elastomérico o caucho butilo, con un grueso en torno a un 25% superior al de la junta.

La misión de la imprimación es la de unir el hormigón base y el mortero de relleno.

El mortero de relleno debe ser tixotrópico, para evitar su descuelgue pues normalmente se aplica en suelo, paredes laterales y techos.

El soporte debe estar limpio y seco.



RECOMENDACIONES DE USO

Esta solución solamente es recomendable en el caso de que se garantice la no existencia de movimientos diferenciales entre elementos.

REFERENCIAS COMERCIALES

FABRICANTE	FONDO	IMPRIMACIÓN	<i>MORTERO DE RELLENO</i>	
			<i>NORMAL</i>	<i>RESISTENTE A LOS SULFATOS</i>
BETEC	ROUNDEX	-	BETEC 305 E (*)	
BETTOR	ROUNDEX	LEGARAN	EMACO S-88	EMACO S-88
FOSROC-EUCO	POLICORD	NITOBOND ACS	RENDEROC TS	
		NITOPRIME 55	RENDEROC SF	CONVEXTRA BB80
SIKA	FONDO JUNTA SIKA	SIKA TOP 110 EPOCEM	SIKA MONOTOP 612	

(*): No necesita imprimación



MEMORIA DE CÁLCULO

MARCO 2500 X 2000 X 2350 – 200/200

Hr = 0.50-1.0 m. + TP IAP-11

- 1.- INTRODUCCION**
 - 1.1 Descripción de la estructura**
 - 1.2 Identificación de la Obra**
 - 1.3 Características de la Obra**
 - 1.4 Características físicas del marco**
 - 1.5 Características de los materiales**
 - 1.6 Normas utilizadas 2.-**
- ACCIONES**
 - 2.1 Peso propio**
 - 2.2 Peso del relleno de tierras**
 - 2.3 Empuje lateral del relleno**
 - 2.4 Carga debida al tráfico**
 - 2.5 Cargas sísmicas, freáticas y térmicas**
 - 2.6 Coeficientes de ponderación**
- 3.- CALCULO DE LA ESTRUCTURA**
 - 3.1 Programa utilizado**
 - 3.2 Hipótesis combinadas para el ELU**
 - 3.2.1 Estudio Dintel y Solera**
 - 3.2.2 Estudio Esquinas**
 - 3.2.3 Estudio Hastiales**
 - 3.2.4 Acciones accidentales. Sismo.**
 - 3.2.5 Hipótesis Combinada para el ELS**
 - 3.3 Armado**
 - 3.4 Estado Límite de Fisuración**
 - 3.5 Detalle de disposición de armaduras**
 - 3.6 Cálculo y comprobación apertura de fisura**
- 4.- ANEJOS DE CALCULO**
- 5.- SELLADO DE UNIONES EN MARCOS PREFABRICADOS**
- 6.- CERTIFICADOS DE CALIDAD Y DECLARACIÓN DE PRESTACIONES**

1.- INTRODUCCION

1.1 Descripción de la estructura.-

La presente memoria de cálculo se refiere al proyecto de la estructura para los marcos de drenaje que hay que realizar a lo largo de todo el tramo proyectado.

La tipología adoptada es la de un marco cerrado o cajón, con gálibos interiores de 2,50 metros en horizontal y altura de hastiales igual a 2,00.

1.2 Identificación de la Obra

La presente memoria de cálculo corresponde al Proyecto que la sociedad denominada **CANASA**, lleva a cabo con el nombre de “*Proyecto de Construcción de la segunda fase del Canal de Navarra*”.

1.3 Características de la obra

Las obras de drenaje transversal tienen por objeto varias funciones:

- Permeabilizar la plataforma mitigando el efecto presa de la obra y por lo tanto de permitir el drenaje transversal a lo largo de la misma, destacando especialmente las zonas sensibles a inundaciones.
- Permitir el paso de servicios y fundamentalmente de acequias.
- Permitir el paso de fauna

Se estudian y dimensionan los marcos para un relleno de tierras por encima del dintel de entre 0,50 m. y 1,0 m. (incluido el paquete asfáltico) y considerando la carga móvil debida al tráfico carretero (Tanque Instrucción de Carreteras según IAP-2011); los cálculos que se adjuntan son para el caso más desfavorable, que es el de 0,50 m. de tierras sobre el dintel.

La condición del terreno de apoyo sobre el suelo en las hipótesis de cálculo, considera un medio elástico con coeficiente de balasto de **5000 t/m³**. La colocación se hará en terraplén, sobre cama de hormigón de limpieza o cama granular compactada, que no tenga la rigidez suficiente como para alterar el estado tensional del apoyo.

En cuanto al recubrimiento de las armaduras, para una resistencia característica del hormigón comprendida entre 25 y 40 Mpa, para elementos prefabricados con una exposición fuerte, el recubrimiento indicado es de 40 mm. El margen de recubrimiento en elementos prefabricados para nivel de control intenso, tiene valor cero. No obstante, en aras de una mayor protección de las armaduras, el recubrimiento nominal de las mismas empleado para el cálculo y fabricación de los marcos referidos en esta memoria de cálculo es de 45 mm.

El relleno del terraplén se hará con material granular, que se supone en el cálculo de densidad 2,0 t/m³ y **30° de ángulo de rozamiento interno**. En los laterales del marco, este relleno estará compactado para conseguir el 95% del Proctor Modificado.

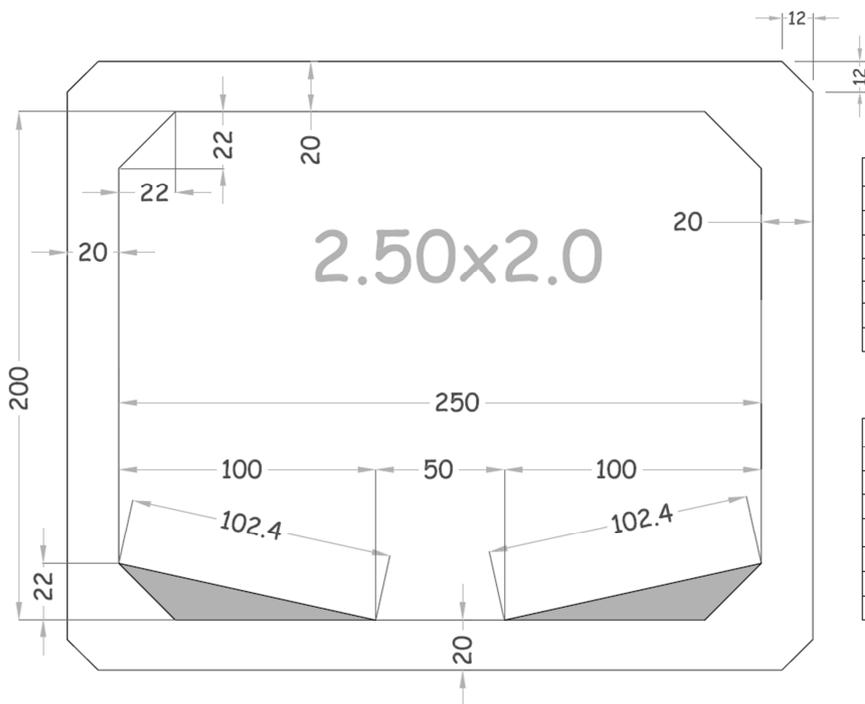
Para dicho relleno, *debe compensarse la zanja hasta la altura de la parte superior del marco, rellenando alternativamente sobre los dos lados, utilizando los materiales granulados seleccionados, compactados con la ayuda de un compactador ligero o a mano, en capas que no excedan de 200 mm y respetando un desnivel a cada lado del marco que no exceda 500 mm. Asimismo, se debería realizar el relleno inicial por encima del marco en capas de material de 200 mm. de espesor. (Anexo C.2 Norma UNE EN 14844).*

Los criterios adoptados para la consideración del reparto de cargas de tráfico en profundidad han sido los siguientes:

- **Relleno normal:** Se consideran cargas repartidas en profundidad a partir de 90 cm.
- **Relleno compactado:** Se consideran cargas repartidas en profundidad a partir de 65 cm.
- **Relleno compactado y losa de reparto de 10 cm:** Se consideran cargas repartidas en profundidad a partir de 50 cm.

1.4 Características físicas del marco.-

El marco tiene unas dimensiones interiores de 2,50 metros en horizontal por 2,00 metros en vertical, con una longitud útil de 2,35 metros, con unión entre ellos por el sistema de machihembrado, con espesores de 20 cm. en dintel y solera y 20 cm. en hastiales.



MEDIDAS (cm)	
Ancho Interior.....	250
Alto Interior.....	200
Longitud Útil.....	235
Espesor Dintel.....	20
Espesor Solera.....	20
Espesor Hastiales.....	20
Longitud Máxima.....	243

DATOS PARA CARGA	
Peso del marco completo (kg).....	12.430
Peso metro lineal (kg).....	5.289
Carga ml/camión.....	4,70
MATERIALES	
Hormigón.....	HA-35
Acero Barras.....	B-500-SD
Acero Malla.....	B-500-T

1.5 Características de los materiales.-

El control de calidad atenderá a lo especificado en el Código Estructural asignándose para la realización y fabricación de los marcos “**Control intenso**”.

Los materiales principalmente empleados en la fabricación son:

Hormigón	HA-35/S/20/XC2+XA3 SR
Acero	B500 SD
Coefficiente de minoración del hormigón	$\gamma_c = 1,5$
Coefficiente de minoración del acero	$\gamma_s = 1,15$

1.6 Normas utilizadas.-

Para la elaboración de la presente Memoria de Cálculo, se emplean las normas y recomendaciones enumeradas a continuación:

- Código Estructural (2021).
- Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera, de la Secretaría de Estado de Infraestructura del Transporte, dependiente del Ministerio de Fomento. (IAP-11), Orden FOM/2842/2011, de 29 de Septiembre
- Instrucciones y Recomendaciones para la Redacción de Proyectos de Plataforma IGP-08, emitido por ADIF.
- Norma UNE EN 14844:2006 de Productos prefabricados de hormigón. Marcos
- Norma Sismorresistente NCSP-07

2.- ACCIONES

Para la clasificación de acciones aplicamos los criterios de la IAP 2011 que son los siguientes:

Acciones permanentes de valor constante

Peso Propio

Cargas muertas que en nuestro caso es el **peso del relleno de tierras**

Acciones permanentes de valor no constante

Empuje lateral del relleno

Acciones variables

Sobrecarga de uso, que en nuestro caso es la **carga debida al tráfico**

Acciones accidentales

Carga debida al **sismo**

2.1 Peso propio.

Su valor característico se deducirá de las dimensiones de los elementos especificados en los planos, y de los pesos específicos correspondientes. Salvo justificación expresa, se tomarán para los materiales de construcción más usuales los pesos específicos recogidos en la tabla 3.1-a de la Instrucción, que para el caso de elementos de hormigón armado de los marcos prefabricados será de $2,5 \text{ t/m}^3$

2.2. Peso del relleno de tierras

Carga vertical debida al peso de las tierras del relleno. Este peso se determina en función del volumen de terreno (altura de tierras) que gravite sobre el dintel del marco, y considerando salvo justificación expresa el peso específico definido en la tabla 3.1-a de la Instrucción, que es de $2,0 \text{ t/m}^3$ para materiales granulares y rellenos (zahorras, gravas y arenas).

2.3 Empuje lateral del relleno

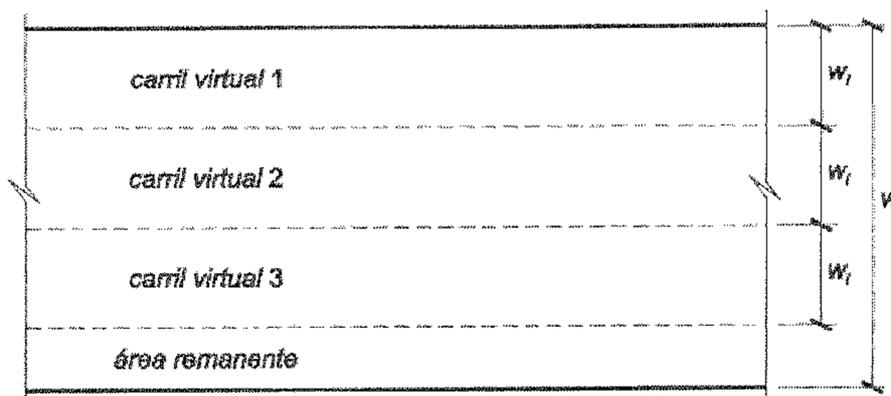
Se ha tomado el coeficiente de **empuje al reposo, de valor 0,50**, siendo el empuje que se produce cuando no existe movimiento entre la estructura y el terreno que la rodea. En el caso de que la estructura ceda, el empuje decrece hasta llegar un momento (si la estructura se sigue moviendo) en que el terreno acaba por romperse y entramos en el régimen plástico con lo que hemos de considerar el empuje activo.

El empuje activo siempre es inferior al empuje al reposo.

2.4 Carga debida al tráfico

Se aplican los criterios de la IAP 2011 considerando la carga repartida en profundidad (ver apartado 1.3).

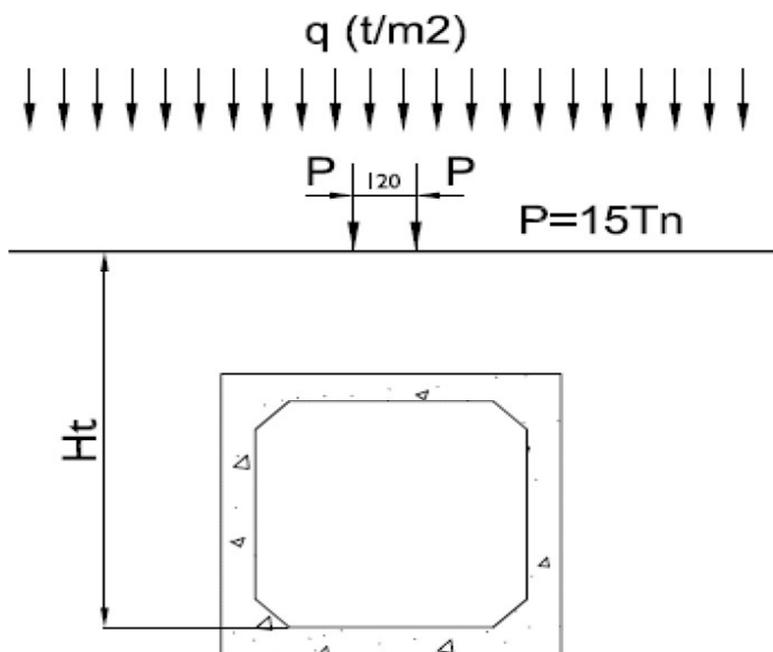
Se considerará la acción de uno o más vehículos pesados, según el número de carriles virtuales en los que se dividirá la plataforma.



Cada vehículo pesado estará constituido por dos ejes, siendo Q_{ik} la carga de cada eje, indicada en la tabla 4.1-b de la Instrucción, correspondiente al carril 1

SITUACIÓN	VEHÍCULO PESADO $2Q_{ik}$ (kN)	SOBRECARGA UNIFORME Q_{ik} (kN/m ²)
Carril virtual 1	2 * 300	9,0
Carril virtual 2	2 * 200	2,5
Carril virtual 3	2 * 100	2,5
Otros carriles virtuales	0	2,5
Área remanente	0	2,5

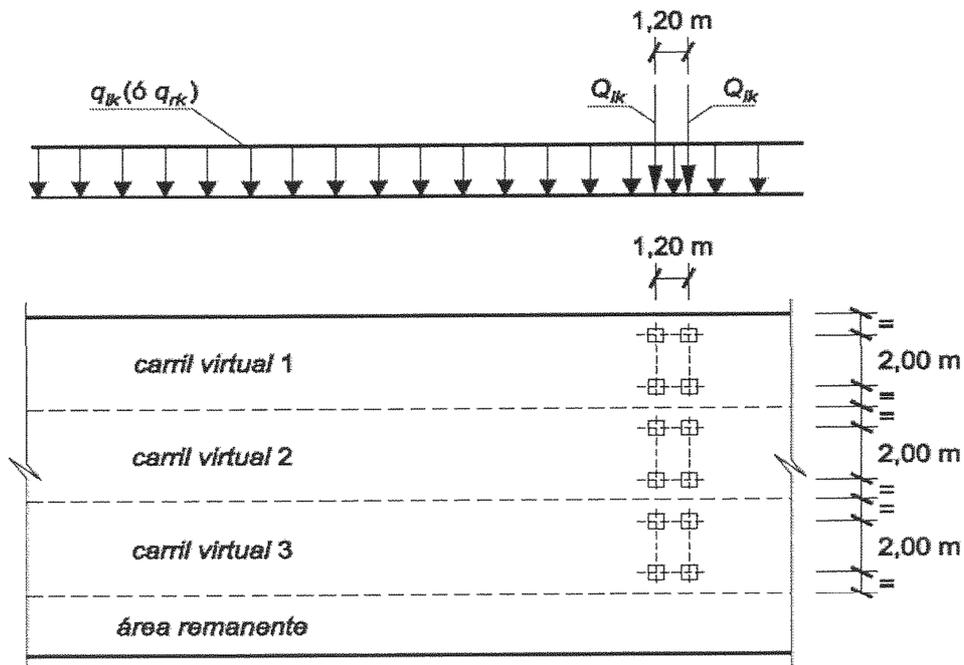
Como el carril 1 siempre será el más desfavorable, aplicaremos las cargas de éste en los cálculos. Supondremos el carro de la Instrucción centrado en la clave del arco.



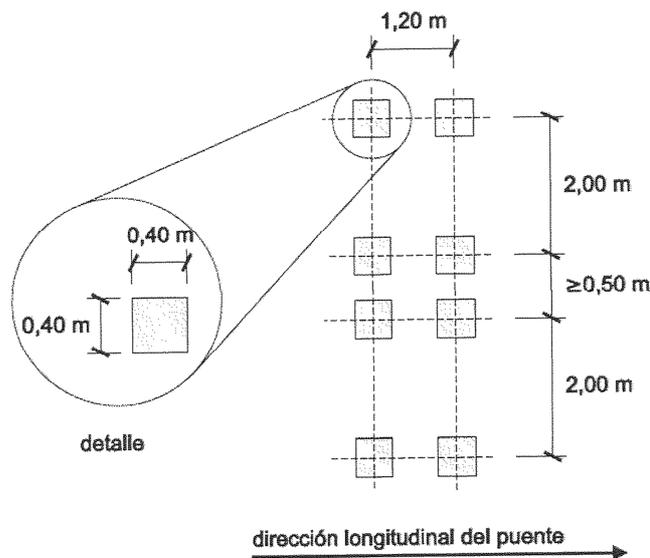
La separación transversal entre ruedas del mismo eje será de 2,00 metros. La distancia longitudinal entre ejes será de 1,20 metros.

Las dos ruedas de cada eje tendrán la misma carga, que será por tanto igual a $0,5Q_{ik}$.

A efectos de comprobaciones generales, se supondrá que cada vehículo pesado actúa centrado en el carril virtual.



Para las comprobaciones locales, la carga puntual de cada rueda de un vehículo pesado se supondrá uniformemente repartida en una superficie de contacto cuadrada de 0,40x0,40 metros. Se considerará que esta carga se reparte con un a pendiente 1:1 (H:V), tanto a través del pavimento como a través de la losa del tablero, hasta el centro de dicha losa.



También se consideran una sobrecarga uniforme valor q_{ik} ($0,9 \text{ Tn/m}^2$) según la tabla 4.1-b de la Instrucción, que se extenderá, longitudinal y transversalmente, a todas las zonas donde su efecto resulte desfavorable para el elemento en estudio, incluso en aquellas ya ocupadas por algún vehículo pesado.

Para la carga horizontal debida al tráfico se considera que las tensiones verticales actuando sobre un plano horizontal ejercen una presión horizontal sobre los hastiales equivalentes a la tensión vertical multiplicada por el coeficiente de empuje.

2.5 Cargas sísmicas y freáticas.

No se consideran cargas sísmicas ni freáticas.

2.6 Coeficientes de ponderación

Los coeficientes parciales para las acciones se corresponden con los recogidos en la IAP-2011 (tabla 6.2-b) con los valores siguientes:

Estados Límites Últimos (ELU)		
Tipo de acción	Efecto	
	Favorable	Desfavorable
Peso Propio. (Permanente de valor constante)	1,00	1,35
Peso del relleno de tierras. (Carga muerta). (Permanente de valor constante)	1,00	1,35
Empuje lateral del relleno de tierras. (Permanente de valor no constante)	1,00	1,50
Carga debida al tráfico. (Sobrecarga de uso). (Variable)	0,00	1,35
Estados Límites de Servicio (ELS)		
Tipo de acción	Efecto	
	Favorable	Desfavorable
Peso Propio. (Permanente de valor constante)	1,00	1,00
Peso del relleno de tierras (Carga muerta). (Permanente de valor constante)	1,00	1,00
Empuje lateral del relleno de tierras. (Permanente de valor no constante)	1,00	1,00
Carga debida al tráfico. (Sobrecarga de uso). (Variable)	0,00	1,00

3.-CALCULO DE LA ESTRUCTURA

3.1 Programa utilizado

Para el cálculo se utiliza el programa informático GALERIA, realizado por D. Julián Díaz del Valle, Dr. Ingeniero de Caminos Catedrático de Mecánica de los Medios Continuos y Teoría de Estructuras de la E.T.S. I.C.C. y Puertos, y revisado para actualizarlo al Código Estructural en vigor.

El Programa GALERIA constituye una versión avanzada del programa ARCO, que se desarrolló para el cálculo y diseño de estructuras enterradas que se suponen formadas por arcos de sección variable y directriz arbitraria y que tenía el inconveniente el programa ARCO de que dichas estructuras tienen un eje de simetría y las acciones están dispuestas simétricamente respecto de dicho eje.

Se ha modificado substancialmente la técnica de cálculo que en el programa ARCO se basaba en los teoremas energéticos de Castigliano. Ahora, el programa GALERIA se ha desarrollado en base a las técnicas matriciales propias del método de los desplazamientos o de la matriz de rigidez. La nueva tecnología matricial va a permitir considerar tipologías más complejas en cuanto a su geometría y condiciones de apoyo, así como refinamientos de cálculo.

Su aplicación es muy útil en el caso de galerías, pasos inferiores de autopistas y ferrocarril, falsos túneles, etc. Además del peso y empuje de las tierras, considera las sobrecargas superiores, así como cualquier otro tipo de acciones.

Importante resaltar una serie de consideraciones que han condicionado el desarrollo y puesta en práctica el Programa GALERIA, como son:

- a) El campo de aplicación de las estructuras enterradas es muy amplio, extendiéndose desde los colectores y galerías de servicios, hasta las obras de paso de carretera o ferrocarril.
- b) El proceso constructivo puede variar sustancialmente desde la construcción en zanja propia de las galerías urbanas, hasta las obras de paso de carretera o ferrocarril que se colocan al nivel del terreno natural, construyendo después el terraplén.
- c) Se recoge una tipología muy extensa de conducciones subterráneas, dependiendo el empleo de una u otras de condiciones hidráulicas, de gálibo, geotécnicas, económicas y constructivas.
- d) Las acciones que se contemplan en el programa y que pueden actuar sobre una estructura enterrada son:
 - 1) Cargas gravitatorias debido al peso propio y de las tierras, así como a los empujes laterales del terreno.

- 2) Presiones transmitidas por sobrecargas móviles, compactadores, tráfico de vehículos, paso de trenes, etc.
- 3) Presiones hidrostáticas internas o producidas por las aguas freáticas
- 4) Presiones transmitidas por cimentaciones u otras estructuras enterradas, sismo, etc.

Las acciones del tipo 1, dependen de la deformabilidad relativa de la estructura. En el caso de galerías muy rígidas, el peso efectivo de las tierras puede llegar a ser el doble del que resulta por geostasia. Por el contrario en las galerías muy flexibles se produce un “abovedamiento” o “efecto arco” que puede producir las cargas del terreno casi al 70 % de su valor en algunos casos.

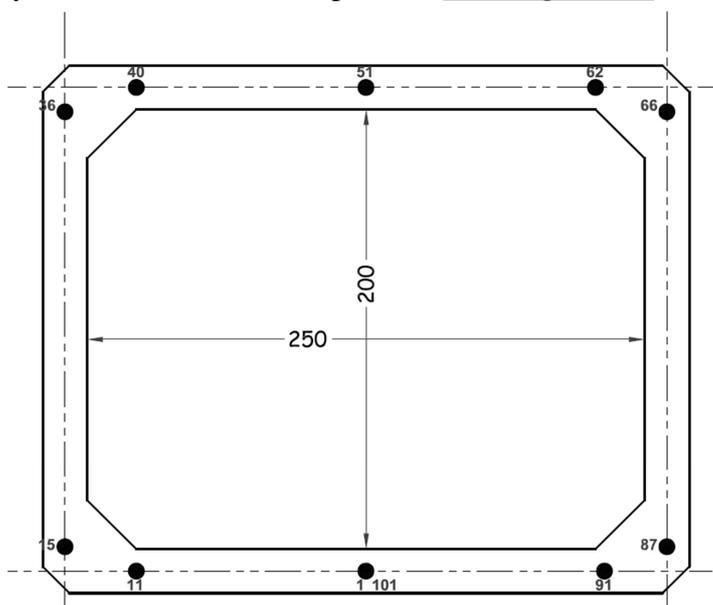
En el programa se introduce la altura de tierras HT sobre la base de la galería, pues dicha base estará a la cota de la rasante o del terreno dependiendo del caso, y es fácil de determinar. Como es lógico se introducen el peso específico de las tierras y el coeficiente de empuje que corresponda.

Las acciones del tipo 2, son determinantes cuando el recubrimiento de tierras es pequeño ($\leq 1,5$ metros ó $D / 2$) y por el contrario se pueden considerar despreciables con coberturas del orden de $4 \times D$ (siendo D la máxima dimensión vertical).

La carga vertical, se podrá “repartir en profundidad” cuando la cobertura de tierras sea suficiente. En el programa y eventualmente, las cargas estáticas se mayoran con un coeficiente de impacto. Dicho coeficiente puede variar entre 1 y 2, y depende del tipo y estado del pavimento, de la cobertura de tierras y de la rigidez de la obra de paso.

Las acciones de los tipos 3 y 4, dependen de cada caso particular y el Programa ofrece de forma sencilla la forma de introducir en el cálculo estructural.

La estructura se ha esquematizado mediante elementos finitos, considerando un ancho unitario de 1 metro y dividiendo el arco completo en **cien segmentos**.



3.2 Hipótesis combinadas para el ELU

Para cada situación se identifican las hipótesis de carga críticas y para cada una de ellas el valor de cálculo se obtiene combinando las acciones que puedan actuar simultáneamente según los criterios generales que se indican en el apartado 6 de la IAP-11.

3.2.1 Estudio DINTEL Y SOLERA (Hip 1)

Peso propio (\emptyset_{pp}) x 1,35

Peso de las tierras vertical (\emptyset_{pt}) x 1,35

Empuje de tierras horizontal (\emptyset_{et}) x 1,0

Acciones de Trafico (\emptyset_{tr}) x 1,35

Empuje sobrecargas repartidas verticales (\emptyset_{qv}) x 1,35

3.2.2 Estudio ESQUINAS (Hip 2)

Peso propio (\emptyset_{pp}) x 1,35

Peso de las tierras vertical (\emptyset_{pt}) x 1,35

Empuje de tierras horizontal (\emptyset_{et}) x 1,5

Acciones de Trafico (\emptyset_{tr}) x 1,35

Empuje sobrecargas repartidas verticales (\emptyset_{qv}) x 1,35

Empuje sobrecargas repartidas horizontales (\emptyset_{qh}) x 1,5

3.2.3 Estudio HASTIALES (Hip 3)

Peso propio (\emptyset_{pp}) x 1,0

Peso de las tierras vertical (\emptyset_{pt}) x 1,0

Empuje de tierras horizontal (\emptyset_{et}) x 1,5

Empuje sobrecargas repartidas horizontales (\emptyset_{qh}) x 1,5

3.2.4 Acciones accidentales (SISMO) (Hip 4)

Peso propio (\emptyset_{pp}) x 1,0

Peso de las tierras vertical (\emptyset_{pt}) x 1,0

Empuje de tierras horizontal (\emptyset_{et}) x 1,0

Acciones de Trafico (\emptyset_{tr}) x 0,20

Sismo (\emptyset_{si}) x 1,0

3.2.5 Hipótesis combinada para el ELS (Hip 5)

Peso propio (\emptyset_{pp}) x 1,0

Peso de las tierras vertical (\emptyset_{pt}) x 1,0

Empuje de tierras horizontal (\emptyset_{et}) x 1,0

Acciones de Trafico (\emptyset_{tr}) x 0,20

3.3 Armado.-

Los criterios considerados en el armado cumplen las especificaciones de el Código Estructural, ajustándose los valores de cálculo de los materiales, los coeficientes de mayoración de las cargas, las disposiciones de las armaduras y las cuantías geométricas y mecánicas mínimas y máximas a dichas especificaciones.

3.4 Estado Límite de Fisuración.-

Teniendo en cuenta que para el paso inferior se ha considerado un ambiente IIb por ser estructura enterrada, que la resistencia del hormigón será de 35 N / mm² y el recubrimiento de 45mm, la comprobación a satisfacer consiste en el cumplimiento de la siguiente inecuación:

$$W_k \leq W_{\text{máx}} = 0,10 \text{ mm.}$$

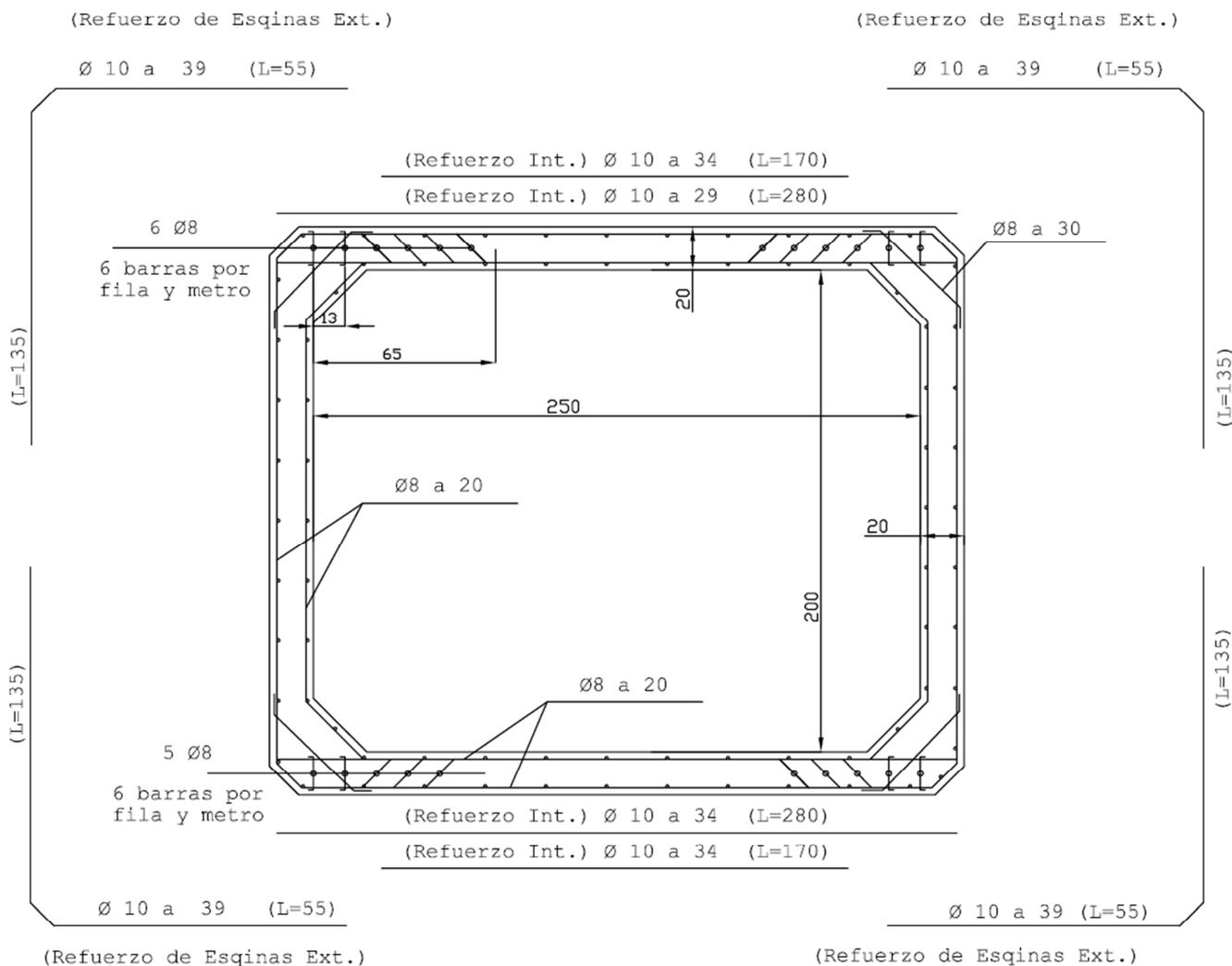
GEYSERMARKT, S.L., somete a la aprobación de la Empresa Constructora y en su caso a la Dirección Facultativa, esta Memoria de Cálculo, sin cuyo previo consentimiento a todas las hipótesis mencionadas, coeficientes adoptados y material empleado, no se procederá a la fabricación.

Marchena, 16 de diciembre de 2024



Geysermarkt

3.5 Detalle de Disposición de Armaduras MARCO 2500 x 2000 x 2350 - 200/200 HR: 0,50 + Tp 60 Tn (IAP-11)



3.6.- CÁLCULO Y COMPROBACIÓN DE FISURA

- Para el cálculo de la comprobación de la fisura, se tiene en cuenta el axil de cada sección porque en este caso al tratar secciones en flexión compuesta es común definir los esfuerzos como un axil N aplicado con una excentricidad e , referida naturalmente a la directriz. Y el momento flector lo expresamos entonces $M = N * e$.

Lo habitual, es suponer que para una distribución de cargas concreta el valor de e permanece constante.

- En cantos inferiores a 600 mm, calculamos con un valor de la resistencia a flexotracción, que toma el valor de:

$$f_{ctm} = 0,30 * f_{ck}^{2/3} ; \text{siendo } f_{ctm,fl} = \text{máx de } f_{ctm} \text{ ó } (1,6-h/1000) * f_{ctm}$$

Al disponer de información estadística del hormigón, empleamos para $f_{cm} = F_{ck} + 8 \text{ N/mm}^2$

$$T_s = n * N_p (1/A_f + (e + x_{Gf} - v) * (x_{Gf} - d_2)) / I_f$$

$$T_s = n * N_{fis} (1/A_f + (e + x_{Gf} - v) * (x_{Gf} - d_2)) / I_f$$

$$W_x = \beta * S_m * \xi_{sm}; \text{tomando el valor de } 1,7 \text{ para } \beta$$

El método de comprobación para el cálculo de la abertura de fisura está pensado para regiones "B" de la estructura. Como las zonas de encuentro del dintel o la solera con los hastiales son regiones "D", el acartelamiento las dota además de una mayor rigidez, el cálculo por el método de bielas y tirantes que sugiere la Instrucción no es el adecuado, ya que éste está pensado para el cálculo y diseño en ELU.

En este sentido, el Código Estructural anota textualmente que "las comprobaciones relativas al ELS, especialmente la fisuración, no se realizan explícitamente en el método de bielas y tirantes, pero pueden considerarse satisfechas si el modelo se orienta con los resultados de un análisis lineal y se cumplen las condiciones para los tirantes establecidas en el artículo 40". La consecuencia práctica es que si la disposición de las armaduras se realiza correctamente en la esquina, como es el caso de los marcos, y se han satisfecho las comprobaciones del ELU, puede confiarse en el buen comportamiento en servicio de la región. Por ello la elección de las secciones que se van a comprobar se toman fuera de las secciones acarteladas o en su límite. No obstante y para una mayor seguridad en el cálculo de la comprobación, tomamos en las esquinas el punto situado en la

región "D" más cercano a la región "B", tomando como canto de cálculo el de la región "B".

Comprobación de la fisura

$$W_k = \beta * S_m * E_m \text{ (fisura característica)}$$

β = factor que relaciona la abertura media con la abertura característica

1,3 para acciones indirectas

1,7 para todos los demás

$$S_m = 2 * r + 0,20 * s + K_1 * K_2 * \emptyset * A_{c \text{ eficaz}} / A_{sr}$$

$$E_m = T_s * (1 - K_3 * (T_{sr} / T_s)^2) / E_s$$

r = recubrimiento de las armaduras traccionadas

s real = distancia entre barras (mm)

$K_1 = 0,4$ coeficiente de calidad de adherencia

$K_2 = 0,125$ Flexión simple

\emptyset_{real} = Diámetro de la barra traccionada más gruesa (mm)

$A_{c \text{ eficaz}}$ = Area de la zona de recubrimiento (mm²)

A_{sr} = sección total de las armaduras situadas en el área eficaz

K_3 = Coeficiente de carga no noval (Instantánea, no repetida) = 0,50

E_s = límite elástico del acero

$$T_s = K * f_{yd} * A_{sn} / (CM * Y_s * A_{sr})$$

$$K = (\text{Cargas} + \text{sobrecargas}) / \text{Carga total} = 0,85$$

f_{yd} = Resistencia cálculo del acero

A_{sn} = Area necesaria de hierro en la sección eficaz

CM = Coeficiente de mayoración de cargas

Y_s = Coeficiente de minoración del hierro

$$T_{sr} = b * h^2 * T_{bkt} / (6 * 0,8 * d * A_{sr})$$

b = ancho de cálculo = 100 cm

h = espesor total de pared (mm)

$$T_{bkt} = \text{resistencia del hormigón a tracción} = 0,3 * T_{bk}^{2/3}$$

d = canto útil (centro de armadura)

Cálculo fisura para relleno de tierras de 0,50 metros y TP 60T (IAP-11).

	Dintel int	Esq dintel	Esq sup hastial	Hastial int	Hastial ext	Esq inf hastial	Esq Solera	Solera int
h	200	200	200	200	200	200	200	200
d2	165	165	165	166	165	165	165	165
d1	34	35	34	34	34	34	35	34
As2	751,30	451,28	451,28	251,00	651,55	451,28	451,28	717,53
As1	251,00	518,04	251,00	251,00	251,00	251,00	484,26	251,00
e	978,4296808	150,4761905	244,7944474	0	118,1178753	237,7391687	160,1016518	543,8373571
M (ELS)	1134	237	917	0	487	1081	378	1284
N (ELS)	1159	1575	3746	4123	4123	4547	2361	2361
Nfis	31700,10078	255753,1051	141679,2377	-898789,4837	353362,1666	146569,4431	236333,887	58686,41198
Ac ef cál	50000	50000	50000	6000	50000	50000	50000	50000
Ts	88,69	15,39	84,53	96,60	17,09	98,19	26,10	97,37
Tsr	247,52	255,08	326,24	2148,78	149,43	322,98	266,56	246,97

Parámetros de la sección fisurada en flexo-tracción:

Af	45196,82941	53609,22005	43295,63857	-1890,455548	69447,87703	43652,17385	51860,66003	46333,15588
Xgf	36,05711826	32,28974255	30,06253671	-185,6673306	40,14881154	30,1335524	31,86566422	35,51679142
If	99531549,6	65709629,52	64474501,71	113521386,9	94029952,32	64501239,01	65398009,8	95760088,85
x'	38,4652229	47,09915793	38,57903103	24,54134792	63,38617856	38,93556632	45,57741717	39,82836863
h eficaz	50	50	50	50	50	50	50	50

Sm	110,6831236	141,509516	141,509516	178,8479416	117,9531936	141,509516	141,509516	112,9188414
ξsm	0,000177373	3,07892E-05	0,000169067	0,000193198	3,41742E-05	0,000196385	5,2195E-05	0,000194738
Wx	0,033374748	0,007406828	0,040671866	0	0,006852618	0,047243474	0,012556357	0,037382371

4.- ANEJOS DE CALCULO

79	1.350	0.864	80	1.350	0.770	81	1.350	0.676
82	1.350	0.581	83	1.350	0.487	84	1.350	0.393
85	1.350	0.299	86	1.350	0.204	87	1.350	0.110
88	1.270	0.083	89	1.190	0.055	90	1.110	0.027
91	1.030	0.000	92	0.927	0.000	93	0.824	0.000
94	0.721	0.000	95	0.618	0.000	96	0.515	0.000
97	0.412	0.000	98	0.309	0.000	99	0.206	0.000
100	0.103	0.000	101	0.000	0.000			

MATERIALES : HORMIGON Y ARMADURAS

=====

Resistencia caracteristica del hormigon (Kp/cm2) fck = 350
 Coeficiente de minoracion de fck..... γ_c = 1.50
 Limite elastico del acero (Kp/cm2) fyk = 5100
 Coeficiente de minoracion de fyk..... γ_s = 1.15
 Recubrimiento de las armaduras (m) c =0.030
 Se disponen armaduras minimas de flexion y cortante.

D A T O S D E A C C I O N E S

=====

ACCIONES DEBIDAS AL PESO PROPIO DEL ARCO :

Peso especifico del hormigon (t/m3) = 2.50

ACCIONES DEBIDAS AL PESO DE LAS TIERRAS :

Existe escalon de tierras a izqda y dcha (SI=1,NO=0) = 0
 Inclinacion de las tierras a la izquierda (Grados) = 0
 Inclinacion de las tierras a la derecha (Grados) = 0
 Altura de las tierras desde el centro de la base (m) = 2.70
 Peso especifico de las tierras (t/m3) = 2.00

ACCIONES DEBIDAS AL EMPUJE DE LAS TIERRAS :

Acciones definidas por coeficientes de empuje :
 Coeficiente de empuje de tierras = 0.50
 El terreno reacciona en los dos sentidos (Empuje y despegue del arco)

ACCIONES DEBIDAS AL TRAFICO :

Existe trafico encima del arco (SI=1,NO=0) = 1
 Tipo de vehiculo : Tanque de la Instruccion de Carreteras IAP-11
 Actua el vehiculo repartido en profundidad (SI=1,NO=0)..... = 1
 Angulo de reparto (o) = 35.00

ACCIONES DEBIDAS A PRESIONES INTERNAS Y EXTERNAS :

Nivel freatico medido desde la base (m) = 0.00
 Nivel del agua interior medido desde la base (m) = 0.00
 Presion interna adicional (t/m2) = 0.0

ACCIONES DEBIDAS A SOBRECARGAS REPARTIDAS :

Carga uniforme (t/m2) (+descendente, -ascendente) Qy = 0.90
 La carga anterior se extiende desde el nudo No 36 ,hasta el nudo No 66
 y se considera por unidad de proyeccion horizontal.

ACCIONES DEBIDAS AL SISMO :

No se considera la accion sismica.

COEFICIENTES DE PONDERACION DE LAS ACCIONES :

Coficiente de ponderacion del peso propio del arco = γ_{pp}
 Coficiente de ponderacion del peso de las tierras = γ_{pt}
 Coficiente de ponderacion del empuje de las tierras = γ_{et}
 Coficiente de ponderacion de las acciones de trafico = γ_{tr}
 Coficiente de ponderacion de presiones internas y externas = γ_{pr}
 Coficiente de ponderacion de cargas repartidas verticales = γ_{qv}
 Coficiente de ponderacion de cargas repartidas horizontales ... = γ_{qh}
 Coficiente de ponderacion de cargas concentradas verticales ... = γ_{Pv}
 Coficiente de ponderacion de cargas concentradas horizontales . = γ_{Ph}
 Coficiente de ponderacion del sismo de izquierda a derecha = γ_{si}
 Coficiente de ponderacion del sismo de derecha a izquierda = γ_{sd}

CARACTERISTICAS DEL ARCO

Nudo No	X (m)	Y (m)	Espesor (m)	Ancho (m)	Inercia (m4/m)	Area (m2/m)	Grados de libertad		
							u	v	g
Hastial izquierdo :									
16	-1.350	0.204	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
17	-1.350	0.299	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
18	-1.350	0.393	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
19	-1.350	0.487	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
20	-1.350	0.581	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
21	-1.350	0.676	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
22	-1.350	0.770	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
23	-1.350	0.864	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
24	-1.350	0.959	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
25	-1.350	1.053	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
26	-1.350	1.147	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
27	-1.350	1.241	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
28	-1.350	1.336	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
29	-1.350	1.430	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
30	-1.350	1.524	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
31	-1.350	1.619	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
32	-1.350	1.713	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
33	-1.350	1.807	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
34	-1.350	1.901	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
35	-1.350	1.996	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
Dintel superior :									
36	-1.350	2.090	0.420	1.000	0.0062	0.420	-	-	-
37	-1.270	2.118	0.365	1.000	0.0041	0.365	-	-	-
38	-1.190	2.145	0.310	1.000	0.0025	0.310	-	-	-
39	-1.110	2.172	0.255	1.000	0.0014	0.255	-	-	-

40	-1.030	2.200	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
41	-0.936	2.200	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
42	-0.843	2.200	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
43	-0.749	2.200	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
44	-0.655	2.200	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
45	-0.562	2.200	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
46	-0.468	2.200	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
47	-0.375	2.200	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
48	-0.281	2.200	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
49	-0.187	2.200	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
50	-0.094	2.200	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
51	0.000	2.200	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
52	0.094	2.200	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
53	0.187	2.200	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
54	0.281	2.200	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
55	0.375	2.200	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
56	0.468	2.200	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
57	0.562	2.200	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
58	0.655	2.200	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
59	0.749	2.200	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
60	0.843	2.200	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
61	0.936	2.200	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
62	1.030	2.200	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
63	1.110	2.172	0.255	1.000	0.0014	0.255	-	-	-
64	1.190	2.145	0.310	1.000	0.0025	0.310	-	-	-
65	1.270	2.118	0.365	1.000	0.0041	0.365	-	-	-
66	1.350	2.090	0.420	1.000	0.0062	0.420	-	-	-
Hastial derecho :									
67	1.350	1.996	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
68	1.350	1.901	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
69	1.350	1.807	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
70	1.350	1.713	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
71	1.350	1.619	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
72	1.350	1.524	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
73	1.350	1.430	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
74	1.350	1.336	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
75	1.350	1.241	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
76	1.350	1.147	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
77	1.350	1.053	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
78	1.350	0.959	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
79	1.350	0.864	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
80	1.350	0.770	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
81	1.350	0.676	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
82	1.350	0.581	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
83	1.350	0.487	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
84	1.350	0.393	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
85	1.350	0.299	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
86	1.350	0.204	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	-	-
Solera :									
15	-1.350	0.110	0.420	1.000	0.0062	0.420	-	K= 200	-
14	-1.270	0.083	0.365	1.000	0.0041	0.365	-	K= 400	-
13	-1.190	0.055	0.310	1.000	0.0025	0.310	-	K= 400	-
12	-1.110	0.027	0.255	1.000	0.0014	0.255	-	K= 400	-
11	-1.030	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K= 457	-
10	-0.927	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K= 515	-
9	-0.824	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K= 515	-
8	-0.721	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K= 515	-
7	-0.618	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K= 515	-
6	-0.515	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K= 515	-

5	-0.412	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K=	515	-
4	-0.309	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K=	515	-
3	-0.206	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K=	515	-
2	-0.103	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K=	515	-
1	0.000	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	0.0000	K=	515	-
100	0.103	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K=	515	-
99	0.206	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K=	515	-
98	0.309	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K=	515	-
97	0.412	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K=	515	-
96	0.515	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K=	515	-
95	0.618	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K=	515	-
94	0.721	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K=	515	-
93	0.824	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K=	515	-
92	0.927	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K=	515	-
91	1.030	0.000	0.200	1.000	0.0007	0.200	-	K=	457	-
90	1.110	0.027	0.255	1.000	0.0014	0.255	-	K=	400	-
89	1.190	0.055	0.310	1.000	0.0025	0.310	-	K=	400	-
88	1.270	0.083	0.365	1.000	0.0041	0.365	-	K=	400	-
87	1.350	0.110	0.420	1.000	0.0062	0.420	-	K=	200	-

RESULTADOS DE LA HIPOTESIS DE CARGA No 1

DINTEL Y SOLERA

COEFICIENTES DE PONDERACION

$\gamma_{pp} = 1.350$ $\gamma_{pt} = 1.350$ $\gamma_{et} = 1.000$ $\gamma_{pr} = 0.000$ $\gamma_{qv} = 1.350$
 $\gamma_{qh} = 0.000$ $\gamma_{Pv} = 0.000$ $\gamma_{Ph} = 0.000$ $\gamma_{si} = 0.000$ $\gamma_{sd} = 0.000$
 $\gamma_{tr} = 1.350$: Posicion de la rueda izquierda del carro (m). $X = -0.600$

RESULTANTE TOTAL SOBRE LA BASE

Resultante sobre OX (t) $R_x = -0.000$
Resultante sobre OY (t) $R_y = -33.714$
Momento resultante en el centro (mxt)..... $M_z = 0.004$

REACCIONES EN APOYOS DEL ARCO

NUDO No	ásuelo (t/m2)	Rx (t/m)	Ry (t/m)	Mz (txm/m)
15	16.884	0.000	0.675	0.000
14	16.313	0.000	1.305	0.000
13	15.734	0.000	1.259	0.000
12	15.147	0.000	1.212	0.000
11	14.553	0.000	1.332	0.000
10	13.789	0.000	1.420	0.000
9	13.044	0.000	1.344	0.000
8	12.341	0.000	1.271	0.000
7	11.696	0.000	1.205	0.000

6	11.126	0.000	1.146	0.000
5	10.642	0.000	1.096	0.000
4	10.255	0.000	1.056	0.000
3	9.973	0.000	1.027	0.000
2	9.802	0.000	1.010	0.000
1	9.744	-0.000	1.004	0.000
100	9.801	0.000	1.010	0.000
99	9.972	0.000	1.027	0.000
98	10.253	0.000	1.056	0.000
97	10.640	0.000	1.096	0.000
96	11.123	0.000	1.146	0.000
95	11.693	0.000	1.204	0.000
94	12.337	0.000	1.271	0.000
93	13.041	0.000	1.343	0.000
92	13.785	0.000	1.420	0.000
91	14.549	0.000	1.331	0.000
90	15.142	0.000	1.211	0.000
89	15.729	0.000	1.258	0.000
88	16.308	0.000	1.305	0.000
87	16.879	0.000	0.675	0.000
Suma =		-0.000	33.714	0.000

ESFUERZOS Y DESPLAZAMIENTOS EN EL ARCO

Nudo No	u (mm)	v (mm)	Giro 1000xrad	Axil (t/m)	Cortante (t/m)	Flector (txm/m)

Hastial izquierdo :						
16	-0.286	-3.378	1.373	15.753	1.705	-4.072
17	-0.408	-3.380	1.214	15.680	1.474	-3.922
18	-0.516	-3.382	1.061	15.616	1.252	-3.794
19	-0.609	-3.384	0.912	15.553	1.039	-3.686
20	-0.688	-3.386	0.767	15.489	0.835	-3.598
21	-0.753	-3.389	0.625	15.426	0.640	-3.529
22	-0.806	-3.391	0.486	15.362	0.453	-3.477
23	-0.845	-3.393	0.348	15.298	0.276	-3.443
24	-0.871	-3.395	0.212	15.235	0.107	-3.425
25	-0.885	-3.397	0.075	15.171	-0.053	-3.423
26	-0.886	-3.399	-0.061	15.107	-0.204	-3.435
27	-0.873	-3.401	-0.198	15.044	-0.346	-3.461
28	-0.848	-3.403	-0.337	14.980	-0.479	-3.500
29	-0.810	-3.405	-0.477	14.916	-0.603	-3.552
30	-0.758	-3.407	-0.620	14.853	-0.718	-3.614
31	-0.693	-3.409	-0.765	14.789	-0.825	-3.687
32	-0.614	-3.410	-0.913	14.725	-0.922	-3.770
33	-0.521	-3.412	-1.065	14.662	-1.011	-3.861
34	-0.413	-3.414	-1.221	14.598	-1.090	-3.960
35	-0.290	-3.416	-1.380	14.526	-1.161	-4.067
Dintel superior :						
36	-0.158	-3.418	-1.424	10.097	5.810	-4.179
37	-0.119	-3.532	-1.441	5.568	12.380	-3.095
38	-0.080	-3.649	-1.461	5.290	11.522	-2.085
39	-0.039	-3.766	-1.481	5.018	10.685	-1.146
40	0.001	-3.886	-1.498	3.084	10.325	-0.277
41	0.001	-4.026	-1.490	1.286	9.884	0.695
42	0.001	-4.164	-1.445	1.286	8.896	1.574

43	0.001	-4.296	-1.368	1.286	7.907	2.361
44	0.000	-4.419	-1.261	1.286	6.919	3.055
45	0.000	-4.531	-1.128	1.286	5.930	3.657
46	0.000	-4.630	-0.973	1.286	4.942	4.166
47	-0.000	-4.713	-0.801	1.286	3.954	4.582
48	-0.000	-4.779	-0.613	1.286	2.965	4.906
49	-0.000	-4.827	-0.415	1.286	1.977	5.137
50	-0.001	-4.857	-0.209	1.286	0.988	5.276
51	-0.001	-4.866	0.000	1.286	-0.000	5.322
52	-0.001	-4.856	0.210	1.286	-0.988	5.276
53	-0.001	-4.827	0.416	1.286	-1.977	5.137
54	-0.001	-4.779	0.614	1.286	-2.965	4.906
55	-0.001	-4.713	0.801	1.286	-3.954	4.582
56	-0.002	-4.629	0.974	1.286	-4.942	4.166
57	-0.002	-4.531	1.129	1.286	-5.931	3.656
58	-0.002	-4.419	1.261	1.286	-6.919	3.055
59	-0.002	-4.295	1.368	1.286	-7.907	2.361
60	-0.002	-4.163	1.446	1.286	-8.896	1.574
61	-0.002	-4.025	1.491	1.286	-9.884	0.695
62	-0.003	-3.885	1.499	3.085	-10.325	-0.277
63	0.038	-3.766	1.482	5.018	-10.685	-1.146
64	0.078	-3.648	1.461	5.290	-11.522	-2.085
65	0.118	-3.531	1.442	5.568	-12.380	-3.095
66	0.157	-3.416	1.425	10.097	-5.810	-4.179
Hastial derecho :						
67	0.289	-3.415	1.381	14.526	1.161	-4.067
68	0.412	-3.413	1.221	14.598	1.090	-3.960
69	0.519	-3.411	1.066	14.662	1.011	-3.861
70	0.613	-3.409	0.914	14.726	0.922	-3.770
71	0.692	-3.407	0.766	14.789	0.825	-3.687
72	0.757	-3.405	0.620	14.853	0.718	-3.614
73	0.809	-3.404	0.478	14.917	0.603	-3.552
74	0.847	-3.402	0.337	14.980	0.479	-3.501
75	0.873	-3.400	0.199	15.044	0.346	-3.462
76	0.885	-3.398	0.062	15.107	0.204	-3.435
77	0.884	-3.396	-0.075	15.171	0.053	-3.423
78	0.871	-3.394	-0.211	15.235	-0.107	-3.425
79	0.844	-3.391	-0.348	15.298	-0.276	-3.443
80	0.805	-3.389	-0.485	15.362	-0.453	-3.477
81	0.753	-3.387	-0.625	15.426	-0.640	-3.529
82	0.687	-3.385	-0.766	15.489	-0.835	-3.598
83	0.608	-3.383	-0.911	15.553	-1.039	-3.686
84	0.515	-3.381	-1.060	15.617	-1.252	-3.794
85	0.408	-3.379	-1.214	15.680	-1.474	-3.922
86	0.286	-3.377	-1.373	15.753	-1.705	-4.072
Solera :						
15	-0.155	-3.377	1.418	11.307	-5.965	-4.244
14	-0.116	-3.263	1.435	6.659	-13.173	-3.080
13	-0.077	-3.147	1.454	6.342	-12.029	-2.015
12	-0.037	-3.029	1.473	6.036	-10.913	-1.045
11	0.003	-2.911	1.488	4.060	-10.406	-0.168
10	0.003	-2.758	1.472	2.234	-9.773	0.908
9	0.003	-2.609	1.412	2.234	-8.461	1.845
8	0.002	-2.468	1.314	2.234	-7.223	2.651
7	0.002	-2.339	1.184	2.234	-6.055	3.333
6	0.002	-2.225	1.027	2.234	-4.949	3.898
5	0.001	-2.128	0.848	2.234	-3.898	4.352
4	0.001	-2.051	0.651	2.234	-2.891	4.701
3	0.001	-1.995	0.442	2.234	-1.919	4.948

2	0.000	-1.960	0.223	2.234	-0.970	5.096
1	0.000	-1.949	0.001	2.234	-0.500	5.148
100	-0.000	-1.960	-0.222	2.234	1.444	5.099
99	-0.001	-1.994	-0.440	2.234	1.923	4.951
98	-0.001	-2.051	-0.650	2.234	2.895	4.703
97	-0.001	-2.128	-0.847	2.234	3.901	4.354
96	-0.002	-2.225	-1.026	2.234	4.953	3.900
95	-0.002	-2.339	-1.184	2.234	6.058	3.334
94	-0.002	-2.467	-1.314	2.234	7.226	2.652
93	-0.003	-2.608	-1.412	2.234	8.464	1.845
92	-0.003	-2.757	-1.471	2.234	9.776	0.908
91	-0.003	-2.910	-1.487	4.060	10.407	-0.168
90	0.037	-3.028	-1.473	6.036	10.914	-1.045
89	0.077	-3.146	-1.453	6.342	12.030	-2.015
88	0.116	-3.262	-1.434	6.659	13.174	-3.080
87	0.155	-3.376	-1.417	11.307	5.965	-4.244

RESULTADOS DE LA HIPOTESIS DE CARGA No 2

ESQUINAS

COEFICIENTES DE PONDERACION

$\Upsilon_{pp} = 1.350$ $\Upsilon_{pt} = 1.350$ $\Upsilon_{et} = 1.500$ $\Upsilon_{pr} = 0.000$ $\Upsilon_{qv} = 1.350$
 $\Upsilon_{qh} = 1.500$ $\Upsilon_{Pv} = 0.000$ $\Upsilon_{Ph} = 0.000$ $\Upsilon_{si} = 0.000$ $\Upsilon_{sd} = 0.000$
 $\Upsilon_{tr} = 1.350$: Posicion de la rueda izquierda del carro (m). $X = -0.600$

RESULTANTE TOTAL SOBRE LA BASE

Resultante sobre OX (t) $R_x = -0.000$
 Resultante sobre OY (t) $R_y = -33.714$
 Momento resultante en el centro (mxt)..... $M_z = 0.004$

REACCIONES EN APOYOS DEL ARCO

NUDO No	ásuelo (t/m2)	Rx (t/m)	Ry (t/m)	Mz (txm/m)
15	16.685	0.000	0.667	0.000
14	16.145	0.000	1.292	0.000
13	15.597	0.000	1.248	0.000
12	15.041	0.000	1.203	0.000
11	14.477	0.000	1.325	0.000
10	13.747	0.000	1.416	0.000
9	13.034	0.000	1.342	0.000
8	12.357	0.000	1.273	0.000
7	11.735	0.000	1.209	0.000
6	11.184	0.000	1.152	0.000
5	10.715	0.000	1.104	0.000
4	10.341	0.000	1.065	0.000

3	10.067	0.000	1.037	0.000
2	9.901	0.000	1.020	0.000
1	9.845	-0.000	1.014	0.000
100	9.900	0.000	1.020	0.000
99	10.066	0.000	1.037	0.000
98	10.339	0.000	1.065	0.000
97	10.713	0.000	1.103	0.000
96	11.181	0.000	1.152	0.000
95	11.732	0.000	1.208	0.000
94	12.354	0.000	1.272	0.000
93	13.030	0.000	1.342	0.000
92	13.743	0.000	1.416	0.000
91	14.472	0.000	1.324	0.000
90	15.037	0.000	1.203	0.000
89	15.593	0.000	1.247	0.000
88	16.140	0.000	1.291	0.000
87	16.680	0.000	0.667	0.000
Suma =		-0.000	33.714	0.000

ESFUERZOS Y DESPLAZAMIENTOS EN EL ARCO

Nudo No	u (mm)	v (mm)	Giro 1000xrad	Axil (t/m)	Cortante (t/m)	Flector (txm/m)

Hastial izquierdo :						
16	-0.269	-3.338	1.294	15.753	2.542	-4.071
17	-0.383	-3.340	1.136	15.680	2.196	-3.848
18	-0.483	-3.343	0.987	15.616	1.863	-3.657
19	-0.569	-3.345	0.845	15.553	1.543	-3.496
20	-0.643	-3.347	0.708	15.489	1.237	-3.366
21	-0.703	-3.349	0.576	15.426	0.944	-3.263
22	-0.751	-3.351	0.448	15.362	0.664	-3.188
23	-0.788	-3.353	0.322	15.298	0.398	-3.138
24	-0.812	-3.355	0.198	15.235	0.145	-3.113
25	-0.825	-3.357	0.074	15.171	-0.094	-3.110
26	-0.826	-3.359	-0.050	15.107	-0.321	-3.130
27	-0.815	-3.361	-0.176	15.044	-0.534	-3.171
28	-0.793	-3.363	-0.303	14.980	-0.733	-3.231
29	-0.758	-3.365	-0.433	14.916	-0.920	-3.309
30	-0.711	-3.367	-0.567	14.853	-1.092	-3.404
31	-0.651	-3.369	-0.704	14.789	-1.252	-3.515
32	-0.578	-3.371	-0.847	14.725	-1.398	-3.640
33	-0.491	-3.373	-0.994	14.662	-1.531	-3.779
34	-0.390	-3.375	-1.148	14.598	-1.651	-3.929
35	-0.275	-3.376	-1.307	14.526	-1.757	-4.090
Dintel superior :						
36	-0.149	-3.378	-1.352	10.396	5.401	-4.261
37	-0.112	-3.487	-1.369	6.169	12.173	-3.194
38	-0.075	-3.597	-1.389	5.898	11.313	-2.201
39	-0.037	-3.710	-1.412	5.633	10.473	-1.280
40	0.002	-3.824	-1.432	3.723	10.219	-0.429
41	0.002	-3.958	-1.430	1.944	9.884	0.543
42	0.002	-4.090	-1.391	1.944	8.896	1.422
43	0.001	-4.217	-1.319	1.944	7.907	2.209
44	0.001	-4.336	-1.218	1.944	6.919	2.903
45	0.001	-4.445	-1.092	1.944	5.930	3.504

46	0.001	-4.540	-0.943	1.944	4.942	4.013
47	0.000	-4.621	-0.777	1.944	3.954	4.430
48	-0.000	-4.685	-0.595	1.944	2.965	4.754
49	-0.000	-4.732	-0.403	1.944	1.977	4.985
50	-0.001	-4.760	-0.203	1.944	0.988	5.124
51	-0.001	-4.770	0.000	1.944	-0.000	5.170
52	-0.001	-4.760	0.204	1.944	-0.988	5.124
53	-0.001	-4.732	0.404	1.944	-1.977	4.985
54	-0.002	-4.685	0.596	1.944	-2.965	4.754
55	-0.002	-4.621	0.777	1.944	-3.954	4.430
56	-0.002	-4.540	0.944	1.944	-4.942	4.013
57	-0.002	-4.444	1.093	1.944	-5.931	3.504
58	-0.003	-4.336	1.219	1.944	-6.919	2.903
59	-0.003	-4.217	1.320	1.944	-7.907	2.209
60	-0.003	-4.090	1.392	1.944	-8.896	1.422
61	-0.003	-3.957	1.431	1.944	-9.884	0.543
62	-0.004	-3.823	1.433	3.723	-10.219	-0.429
63	0.035	-3.709	1.412	5.633	-10.474	-1.280
64	0.073	-3.596	1.390	5.898	-11.313	-2.201
65	0.111	-3.486	1.370	6.169	-12.173	-3.194
66	0.148	-3.377	1.353	10.396	-5.401	-4.261
Hastial derecho :						
67	0.273	-3.375	1.308	14.526	1.757	-4.090
68	0.389	-3.373	1.148	14.598	1.651	-3.929
69	0.490	-3.372	0.995	14.662	1.531	-3.779
70	0.577	-3.370	0.848	14.726	1.398	-3.641
71	0.650	-3.368	0.705	14.789	1.252	-3.515
72	0.710	-3.366	0.567	14.853	1.092	-3.405
73	0.757	-3.364	0.434	14.917	0.920	-3.309
74	0.792	-3.362	0.304	14.980	0.733	-3.231
75	0.814	-3.360	0.176	15.044	0.534	-3.171
76	0.825	-3.358	0.051	15.107	0.321	-3.131
77	0.824	-3.356	-0.073	15.171	0.094	-3.111
78	0.811	-3.354	-0.197	15.235	-0.145	-3.113
79	0.787	-3.352	-0.321	15.298	-0.398	-3.138
80	0.751	-3.350	-0.447	15.362	-0.664	-3.188
81	0.703	-3.348	-0.575	15.426	-0.944	-3.263
82	0.642	-3.346	-0.707	15.489	-1.237	-3.366
83	0.569	-3.343	-0.844	15.553	-1.543	-3.497
84	0.483	-3.341	-0.986	15.617	-1.863	-3.657
85	0.383	-3.339	-1.135	15.680	-2.196	-3.848
86	0.268	-3.337	-1.293	15.753	-2.542	-4.071
Solera :						
15	-0.145	-3.337	1.339	11.769	-5.363	-4.327
14	-0.108	-3.229	1.356	7.602	-12.865	-3.190
13	-0.071	-3.119	1.376	7.323	-11.720	-2.151
12	-0.033	-3.008	1.397	7.055	-10.601	-1.207
11	0.005	-2.895	1.416	5.130	-10.273	-0.357
10	0.004	-2.749	1.408	3.336	-9.823	0.724
9	0.004	-2.607	1.356	3.336	-8.514	1.667
8	0.003	-2.471	1.266	3.336	-7.275	2.478
7	0.003	-2.347	1.144	3.336	-6.104	3.165
6	0.002	-2.237	0.994	3.336	-4.993	3.735
5	0.002	-2.143	0.821	3.336	-3.935	4.194
4	0.001	-2.068	0.631	3.336	-2.920	4.546
3	0.001	-2.013	0.428	3.336	-1.939	4.796
2	0.000	-1.980	0.217	3.336	-0.980	4.945
1	0.000	-1.969	0.001	3.336	-0.505	4.997
100	-0.000	-1.980	-0.216	3.336	1.459	4.949

99	-0.001	-2.013	-0.427	3.336	1.943	4.798
98	-0.001	-2.068	-0.630	3.336	2.924	4.548
97	-0.002	-2.143	-0.821	3.336	3.939	4.196
96	-0.002	-2.236	-0.993	3.336	4.997	3.737
95	-0.003	-2.346	-1.143	3.336	6.107	3.167
94	-0.003	-2.471	-1.266	3.336	7.278	2.479
93	-0.004	-2.606	-1.356	3.336	8.516	1.667
92	-0.004	-2.749	-1.408	3.336	9.825	0.725
91	-0.005	-2.894	-1.416	5.130	10.274	-0.357
90	0.033	-3.007	-1.397	7.055	10.603	-1.207
89	0.071	-3.119	-1.375	7.324	11.721	-2.151
88	0.108	-3.228	-1.356	7.602	12.865	-3.190
87	0.144	-3.336	-1.338	11.769	5.363	-4.327

RESULTADOS DE LA HIPOTESIS DE CARGA No 3

HASTIALES

COEFICIENTES DE PONDERACION

Ypp = 1.000	Ypt = 1.000	Yet = 1.500	Ypr = 0.000	Yqv = 0.000
Yqh = 1.500	YPv = 0.000	YPh = 0.000	Ysi = 0.000	Ysd = 0.000

RESULTANTE TOTAL SOBRE LA BASE

Resultante sobre OX (t)	Rx =	-0.000
Resultante sobre OY (t)	Ry =	-7.912
Momento resultante en el centro (mxt)	Mz =	0.003

REACCIONES EN APOYOS DEL ARCO

NUDO No	ásuelo (t/m2)	Rx (t/m)	Ry (t/m)	Mz (txm/m)
15	3.252	0.000	0.130	0.000
14	3.227	0.000	0.258	0.000
13	3.200	0.000	0.256	0.000
12	3.169	0.000	0.254	0.000
11	3.134	0.000	0.287	0.000
10	3.079	0.000	0.317	0.000
9	3.016	0.000	0.311	0.000
8	2.949	0.000	0.304	0.000
7	2.883	0.000	0.297	0.000
6	2.821	0.000	0.291	0.000
5	2.767	0.000	0.285	0.000
4	2.722	0.000	0.280	0.000
3	2.688	0.000	0.277	0.000
2	2.667	0.000	0.275	0.000
1	2.660	-0.000	0.274	0.000
100	2.667	0.000	0.275	0.000

99	2.687	0.000	0.277	0.000
98	2.720	0.000	0.280	0.000
97	2.765	0.000	0.285	0.000
96	2.819	0.000	0.290	0.000
95	2.881	0.000	0.297	0.000
94	2.946	0.000	0.303	0.000
93	3.013	0.000	0.310	0.000
92	3.076	0.000	0.317	0.000
91	3.130	0.000	0.286	0.000
90	3.166	0.000	0.253	0.000
89	3.196	0.000	0.256	0.000
88	3.223	0.000	0.258	0.000
87	3.248	0.000	0.130	0.000
Suma =		-0.000	7.912	0.000

ESFUERZOS Y DESPLAZAMIENTOS EN EL ARCO

Nudo No	u (mm)	v (mm)	Giro 1000xrad	Axil (t/m)	Cortante (t/m)	Flector (txm/m)

Hastial izquierdo :						
16	-0.007	-0.651	0.047	3.138	2.696	-0.875
17	-0.010	-0.651	0.017	3.084	2.350	-0.637
18	-0.010	-0.651	-0.004	3.037	2.017	-0.432
19	-0.009	-0.652	-0.018	2.990	1.698	-0.257
20	-0.007	-0.652	-0.025	2.943	1.391	-0.112
21	-0.004	-0.653	-0.027	2.895	1.098	0.006
22	-0.002	-0.653	-0.025	2.848	0.819	0.096
23	0.000	-0.653	-0.020	2.801	0.552	0.160
24	0.002	-0.654	-0.013	2.754	0.299	0.200
25	0.003	-0.654	-0.005	2.707	0.060	0.216
26	0.003	-0.654	0.004	2.660	-0.166	0.211
27	0.002	-0.655	0.012	2.613	-0.379	0.185
28	0.000	-0.655	0.018	2.565	-0.579	0.140
29	-0.001	-0.655	0.022	2.518	-0.765	0.076
30	-0.004	-0.656	0.024	2.471	-0.938	-0.005
31	-0.006	-0.656	0.022	2.424	-1.098	-0.101
32	-0.008	-0.656	0.015	2.377	-1.244	-0.212
33	-0.009	-0.657	0.005	2.330	-1.377	-0.336
34	-0.008	-0.657	-0.011	2.283	-1.497	-0.472
35	-0.006	-0.657	-0.033	2.229	-1.603	-0.618
Dintel superior :						
36	-0.003	-0.658	-0.041	2.245	-0.124	-0.774
37	-0.002	-0.661	-0.044	2.275	1.320	-0.655
38	-0.001	-0.665	-0.048	2.245	1.159	-0.551
39	0.001	-0.669	-0.055	2.218	1.013	-0.459
40	0.002	-0.674	-0.065	1.998	1.209	-0.379
41	0.002	-0.680	-0.077	1.790	1.404	-0.241
42	0.002	-0.688	-0.084	1.790	1.264	-0.116
43	0.001	-0.696	-0.087	1.790	1.124	-0.004
44	0.001	-0.704	-0.085	1.790	0.983	0.094
45	0.001	-0.712	-0.079	1.790	0.843	0.180
46	0.001	-0.719	-0.071	1.790	0.702	0.252
47	0.000	-0.725	-0.060	1.790	0.562	0.311
48	0.000	-0.730	-0.047	1.790	0.421	0.357
49	-0.000	-0.734	-0.032	1.790	0.281	0.390

50	-0.000	-0.736	-0.016	1.790	0.140	0.410
51	-0.001	-0.737	0.000	1.790	-0.000	0.416
52	-0.001	-0.736	0.017	1.790	-0.141	0.410
53	-0.001	-0.734	0.032	1.790	-0.281	0.390
54	-0.001	-0.730	0.047	1.790	-0.421	0.357
55	-0.002	-0.725	0.060	1.790	-0.562	0.311
56	-0.002	-0.719	0.072	1.790	-0.702	0.252
57	-0.002	-0.712	0.080	1.790	-0.843	0.180
58	-0.002	-0.704	0.085	1.790	-0.983	0.094
59	-0.002	-0.696	0.087	1.790	-1.124	-0.004
60	-0.003	-0.688	0.085	1.790	-1.264	-0.116
61	-0.003	-0.680	0.078	1.790	-1.405	-0.241
62	-0.003	-0.673	0.066	1.998	-1.209	-0.379
63	-0.002	-0.668	0.055	2.218	-1.013	-0.459
64	-0.000	-0.664	0.049	2.245	-1.159	-0.551
65	0.001	-0.660	0.045	2.275	-1.320	-0.655
66	0.002	-0.657	0.041	2.245	0.124	-0.774
Hastial derecho :						
67	0.005	-0.657	0.034	2.229	1.603	-0.618
68	0.007	-0.656	0.012	2.283	1.497	-0.472
69	0.008	-0.656	-0.004	2.330	1.377	-0.336
70	0.007	-0.656	-0.015	2.377	1.244	-0.212
71	0.005	-0.655	-0.021	2.424	1.098	-0.101
72	0.003	-0.655	-0.023	2.471	0.938	-0.005
73	0.001	-0.655	-0.022	2.518	0.765	0.076
74	-0.001	-0.654	-0.018	2.566	0.579	0.139
75	-0.003	-0.654	-0.011	2.613	0.379	0.185
76	-0.003	-0.654	-0.003	2.660	0.166	0.211
77	-0.003	-0.653	0.005	2.707	-0.060	0.216
78	-0.002	-0.653	0.014	2.754	-0.299	0.200
79	-0.001	-0.653	0.021	2.801	-0.552	0.160
80	0.002	-0.652	0.026	2.848	-0.819	0.095
81	0.004	-0.652	0.028	2.896	-1.098	0.005
82	0.007	-0.651	0.026	2.943	-1.391	-0.112
83	0.009	-0.651	0.018	2.990	-1.698	-0.257
84	0.010	-0.651	0.005	3.037	-2.017	-0.432
85	0.009	-0.650	-0.017	3.084	-2.350	-0.637
86	0.007	-0.650	-0.047	3.138	-2.696	-0.875
Solera :						
15	-0.002	-0.650	0.058	3.560	0.468	-1.146
14	-0.000	-0.645	0.063	3.973	-1.833	-0.982
13	0.001	-0.640	0.070	4.015	-1.622	-0.836
12	0.003	-0.634	0.080	4.056	-1.402	-0.707
11	0.005	-0.627	0.095	3.783	-1.799	-0.598
10	0.005	-0.616	0.116	3.490	-2.175	-0.361
9	0.004	-0.603	0.127	3.490	-1.913	-0.150
8	0.004	-0.590	0.130	3.490	-1.657	0.033
7	0.003	-0.577	0.125	3.490	-1.408	0.191
6	0.003	-0.564	0.114	3.490	-1.166	0.323
5	0.002	-0.553	0.097	3.490	-0.930	0.431
4	0.002	-0.544	0.077	3.490	-0.698	0.515
3	0.001	-0.538	0.053	3.490	-0.471	0.575
2	0.001	-0.533	0.027	3.490	-0.247	0.612
1	0.000	-0.532	0.000	3.490	-0.135	0.626
100	-0.001	-0.533	-0.026	3.490	0.362	0.614
99	-0.001	-0.537	-0.052	3.490	0.474	0.577
98	-0.002	-0.544	-0.076	3.490	0.701	0.517
97	-0.002	-0.553	-0.097	3.490	0.932	0.433
96	-0.003	-0.564	-0.113	3.490	1.168	0.325

95	-0.003	-0.576	-0.124	3.490	1.411	0.192
94	-0.004	-0.589	-0.129	3.490	1.659	0.034
93	-0.004	-0.603	-0.127	3.490	1.915	-0.150
92	-0.005	-0.615	-0.116	3.490	2.177	-0.360
91	-0.005	-0.626	-0.095	3.783	1.800	-0.598
90	-0.003	-0.633	-0.079	4.056	1.403	-0.707
89	-0.001	-0.639	-0.069	4.016	1.623	-0.836
88	0.000	-0.645	-0.063	3.973	1.834	-0.982
87	0.002	-0.650	-0.058	3.560	-0.468	-1.146

RESULTADOS DE LA HIPOTESIS DE CARGA No 4

ESTADO LIMITE DE SERVICIO

COEFICIENTES DE PONDERACION

$\gamma_{pp} = 1.000$ $\gamma_{pt} = 1.000$ $\gamma_{et} = 1.000$ $\gamma_{pr} = 0.000$ $\gamma_{qv} = 0.000$
 $\gamma_{qh} = 0.000$ $\gamma_{pv} = 0.000$ $\gamma_{ph} = 0.000$ $\gamma_{si} = 0.000$ $\gamma_{sd} = 0.000$
 $\gamma_{tr} = 0.200$: Posicion de la rueda izquierda del carro (m). $X = -0.600$

RESULTANTE TOTAL SOBRE LA BASE

Resultante sobre OX (t) $R_x = -0.000$
 Resultante sobre OY (t) $R_y = -10.838$
 Momento resultante en el centro (mxt)..... $M_z = 0.003$

REACCIONES EN APOYOS DEL ARCO

NUDO No	ásuelo (t/m2)	Rx (t/m)	Ry (t/m)	Mz (txm/m)
15	4.986	0.000	0.199	0.000
14	4.870	0.000	0.390	0.000
13	4.751	0.000	0.380	0.000
12	4.628	0.000	0.370	0.000
11	4.502	0.000	0.412	0.000
10	4.333	0.000	0.446	0.000
9	4.164	0.000	0.429	0.000
8	3.999	0.000	0.412	0.000
7	3.846	0.000	0.396	0.000
6	3.708	0.000	0.382	0.000
5	3.590	0.000	0.370	0.000
4	3.494	0.000	0.360	0.000
3	3.425	0.000	0.353	0.000
2	3.382	0.000	0.348	0.000
1	3.367	-0.000	0.347	0.000
100	3.381	0.000	0.348	0.000
99	3.424	0.000	0.353	0.000
98	3.493	0.000	0.360	0.000
97	3.588	0.000	0.370	0.000

96	3.706	0.000	0.382	0.000
95	3.843	0.000	0.396	0.000
94	3.997	0.000	0.412	0.000
93	4.161	0.000	0.429	0.000
92	4.330	0.000	0.446	0.000
91	4.498	0.000	0.412	0.000
90	4.625	0.000	0.370	0.000
89	4.747	0.000	0.380	0.000
88	4.866	0.000	0.389	0.000
87	4.982	0.000	0.199	0.000
Suma =		-0.000	10.838	0.000

ESFUERZOS Y DESPLAZAMIENTOS EN EL ARCO

=====

Nudo No	u (mm)	v (mm)	Giro 1000xrad	Axil (t/m)	Cortante (t/m)	Flector (txm/m)

Hastial izquierdo :						
16	-0.055	-0.998	0.273	4.601	1.831	-1.243
17	-0.079	-0.998	0.226	4.547	1.600	-1.081
18	-0.098	-0.999	0.186	4.500	1.379	-0.941
19	-0.114	-0.999	0.151	4.453	1.165	-0.821
20	-0.127	-1.000	0.120	4.406	0.961	-0.721
21	-0.137	-1.001	0.093	4.359	0.766	-0.640
22	-0.144	-1.001	0.069	4.311	0.580	-0.577
23	-0.150	-1.002	0.047	4.264	0.402	-0.531
24	-0.153	-1.002	0.027	4.217	0.233	-0.501
25	-0.155	-1.003	0.007	4.170	0.074	-0.487
26	-0.154	-1.003	-0.013	4.123	-0.077	-0.487
27	-0.152	-1.004	-0.032	4.076	-0.219	-0.501
28	-0.148	-1.004	-0.053	4.029	-0.352	-0.528
29	-0.142	-1.005	-0.074	3.981	-0.476	-0.568
30	-0.134	-1.006	-0.098	3.934	-0.592	-0.618
31	-0.124	-1.006	-0.124	3.887	-0.698	-0.679
32	-0.111	-1.007	-0.152	3.840	-0.796	-0.750
33	-0.095	-1.007	-0.184	3.793	-0.884	-0.829
34	-0.076	-1.008	-0.218	3.746	-0.964	-0.917
35	-0.054	-1.008	-0.257	3.692	-1.035	-1.011
Dintel superior :						
36	-0.029	-1.008	-0.268	2.922	0.938	-1.112
37	-0.022	-1.030	-0.273	2.148	2.819	-0.863
38	-0.014	-1.052	-0.278	2.082	2.578	-0.635
39	-0.007	-1.075	-0.285	2.020	2.353	-0.427
40	0.001	-1.098	-0.293	1.575	2.392	-0.237
41	0.001	-1.126	-0.298	1.159	2.419	0.001
42	0.001	-1.154	-0.293	1.159	2.177	0.216
43	0.001	-1.180	-0.281	1.159	1.935	0.409
44	0.000	-1.206	-0.262	1.159	1.694	0.579
45	0.000	-1.229	-0.236	1.159	1.452	0.726
46	0.000	-1.250	-0.205	1.159	1.210	0.851
47	0.000	-1.267	-0.169	1.159	0.968	0.953
48	-0.000	-1.281	-0.130	1.159	0.726	1.032
49	-0.000	-1.292	-0.088	1.159	0.484	1.089
50	-0.000	-1.298	-0.044	1.159	0.242	1.122
51	-0.001	-1.300	0.000	1.159	-0.000	1.134
52	-0.001	-1.298	0.045	1.159	-0.242	1.122

53	-0.001	-1.292	0.089	1.159	-0.484	1.088
54	-0.001	-1.281	0.130	1.159	-0.726	1.032
55	-0.001	-1.267	0.170	1.159	-0.968	0.953
56	-0.001	-1.250	0.205	1.159	-1.210	0.851
57	-0.001	-1.229	0.236	1.159	-1.452	0.726
58	-0.002	-1.206	0.262	1.159	-1.694	0.579
59	-0.002	-1.180	0.282	1.159	-1.936	0.409
60	-0.002	-1.153	0.294	1.159	-2.178	0.216
61	-0.002	-1.125	0.298	1.159	-2.419	0.001
62	-0.002	-1.097	0.294	1.575	-2.392	-0.237
63	0.006	-1.074	0.286	2.020	-2.353	-0.427
64	0.013	-1.051	0.279	2.082	-2.578	-0.635
65	0.021	-1.029	0.273	2.148	-2.819	-0.863
66	0.028	-1.008	0.269	2.922	-0.938	-1.112
Hastial derecho :						
67	0.053	-1.007	0.257	3.692	1.035	-1.011
68	0.075	-1.007	0.219	3.746	0.964	-0.917
69	0.094	-1.006	0.184	3.793	0.884	-0.829
70	0.110	-1.006	0.153	3.840	0.796	-0.750
71	0.123	-1.005	0.124	3.887	0.698	-0.679
72	0.134	-1.005	0.099	3.934	0.592	-0.618
73	0.142	-1.004	0.075	3.982	0.476	-0.568
74	0.148	-1.004	0.053	4.029	0.352	-0.529
75	0.152	-1.003	0.033	4.076	0.219	-0.501
76	0.154	-1.003	0.013	4.123	0.077	-0.487
77	0.154	-1.002	-0.006	4.170	-0.074	-0.487
78	0.153	-1.002	-0.026	4.217	-0.233	-0.501
79	0.149	-1.001	-0.047	4.264	-0.402	-0.531
80	0.144	-1.000	-0.069	4.312	-0.580	-0.577
81	0.136	-1.000	-0.093	4.359	-0.766	-0.640
82	0.126	-0.999	-0.120	4.406	-0.961	-0.721
83	0.114	-0.999	-0.151	4.453	-1.165	-0.821
84	0.098	-0.998	-0.186	4.500	-1.379	-0.941
85	0.078	-0.997	-0.226	4.547	-1.600	-1.081
86	0.055	-0.997	-0.272	4.601	-1.831	-1.243
Solera :						
15	-0.029	-0.997	0.287	4.044	-0.816	-1.427
14	-0.021	-0.974	0.293	3.440	-3.421	-1.124
13	-0.013	-0.950	0.300	3.407	-3.101	-0.848
12	-0.005	-0.926	0.309	3.373	-2.779	-0.599
11	0.003	-0.900	0.321	2.859	-2.911	-0.378
10	0.003	-0.867	0.330	2.361	-3.007	-0.048
9	0.003	-0.833	0.326	2.361	-2.621	0.242
8	0.002	-0.800	0.310	2.361	-2.252	0.492
7	0.002	-0.769	0.284	2.361	-1.899	0.706
6	0.002	-0.742	0.250	2.361	-1.562	0.884
5	0.001	-0.718	0.208	2.361	-1.237	1.027
4	0.001	-0.699	0.161	2.361	-0.924	1.138
3	0.001	-0.685	0.110	2.361	-0.619	1.218
2	0.000	-0.676	0.056	2.361	-0.320	1.266
1	0.000	-0.673	0.000	2.361	-0.172	1.284
100	-0.000	-0.676	-0.055	2.361	0.472	1.268
99	-0.001	-0.685	-0.109	2.361	0.622	1.220
98	-0.001	-0.699	-0.160	2.361	0.927	1.140
97	-0.001	-0.718	-0.207	2.361	1.240	1.029
96	-0.002	-0.741	-0.249	2.361	1.564	0.885
95	-0.002	-0.769	-0.284	2.361	1.902	0.706
94	-0.002	-0.799	-0.310	2.361	2.254	0.493
93	-0.003	-0.832	-0.326	2.361	2.623	0.242

92	-0.003	-0.866	-0.330	2.361	3.008	-0.047
91	-0.003	-0.900	-0.321	2.859	2.912	-0.378
90	0.005	-0.925	-0.309	3.374	2.780	-0.599
89	0.013	-0.949	-0.300	3.407	3.101	-0.848
88	0.021	-0.973	-0.292	3.440	3.421	-1.124
87	0.029	-0.996	-0.286	4.044	0.816	-1.427

ENVOLVENTES EN EL ARCO

SEC	M(+) (txm/m)	N(+) (t/m)	M(-) (txm/m)	N(-) (t/m)	QPES (t/m)

Hastial izquierdo :					
16	0.000	0.000	-4.072	15.753	2.696
17	0.000	0.000	-3.922	15.680	2.350
18	0.000	0.000	-3.794	15.616	2.017
19	0.000	0.000	-3.686	15.553	1.698
20	0.000	0.000	-3.598	15.489	1.391
21	0.006	2.895	-3.529	15.426	1.098
22	0.096	2.848	-3.477	15.362	0.819
23	0.160	2.801	-3.443	15.298	0.552
24	0.200	2.754	-3.425	15.235	0.299
25	0.216	2.707	-3.423	15.171	-0.094
26	0.211	2.660	-3.435	15.107	-0.321
27	0.185	2.613	-3.461	15.044	-0.534
28	0.140	2.565	-3.500	14.980	-0.733
29	0.076	2.518	-3.552	14.916	-0.920
30	0.000	0.000	-3.614	14.853	-1.092
31	0.000	0.000	-3.687	14.789	-1.252
32	0.000	0.000	-3.770	14.725	-1.398
33	0.000	0.000	-3.861	14.662	-1.531
34	0.000	0.000	-3.960	14.598	-1.651
35	0.000	0.000	-4.090	14.526	-1.757
Dintel superior :					
36	0.000	0.000	-4.261	10.396	5.810
37	0.000	0.000	-3.194	6.169	12.380
38	0.000	0.000	-2.201	5.898	11.522
39	0.000	0.000	-1.280	5.633	10.685
40	0.000	0.000	-0.429	3.723	10.325
41	0.695	1.286	-0.241	1.790	9.884
42	1.574	1.286	-0.116	1.790	8.896
43	2.361	1.286	-0.004	1.790	7.907
44	3.055	1.286	0.000	0.000	6.919
45	3.657	1.286	0.000	0.000	5.930
46	4.166	1.286	0.000	0.000	4.942
47	4.582	1.286	0.000	0.000	3.954
48	4.906	1.286	0.000	0.000	2.965
49	5.137	1.286	0.000	0.000	1.977
50	5.276	1.286	0.000	0.000	0.988
51	5.322	1.286	0.000	0.000	-0.000
52	5.276	1.286	0.000	0.000	-0.988
53	5.137	1.286	0.000	0.000	-1.977
54	4.906	1.286	0.000	0.000	-2.965
55	4.582	1.286	0.000	0.000	-3.954
56	4.166	1.286	0.000	0.000	-4.942

57	3.656	1.286	0.000	0.000	-5.931
58	3.055	1.286	0.000	0.000	-6.919
59	2.361	1.286	-0.004	1.790	-7.907
60	1.574	1.286	-0.116	1.790	-8.896
61	0.695	1.286	-0.241	1.790	-9.884
62	0.000	0.000	-0.429	3.723	-10.325
63	0.000	0.000	-1.280	5.633	-10.685
64	0.000	0.000	-2.201	5.898	-11.522
65	0.000	0.000	-3.194	6.169	-12.380
66	0.000	0.000	-4.261	10.396	-5.810
Hastial derecho :					
67	0.000	0.000	-4.090	14.526	1.757
68	0.000	0.000	-3.960	14.598	1.651
69	0.000	0.000	-3.861	14.662	1.531
70	0.000	0.000	-3.770	14.726	1.398
71	0.000	0.000	-3.687	14.789	1.252
72	0.000	0.000	-3.614	14.853	1.092
73	0.076	2.518	-3.552	14.917	0.920
74	0.139	2.566	-3.501	14.980	0.733
75	0.185	2.613	-3.462	15.044	0.534
76	0.211	2.660	-3.435	15.107	0.321
77	0.216	2.707	-3.423	15.171	0.094
78	0.200	2.754	-3.425	15.235	-0.299
79	0.160	2.801	-3.443	15.298	-0.552
80	0.095	2.848	-3.477	15.362	-0.819
81	0.005	2.896	-3.529	15.426	-1.098
82	0.000	0.000	-3.598	15.489	-1.391
83	0.000	0.000	-3.686	15.553	-1.698
84	0.000	0.000	-3.794	15.617	-2.017
85	0.000	0.000	-3.922	15.680	-2.350
86	0.000	0.000	-4.072	15.753	-2.696
Solera :					
15	0.000	0.000	-4.327	11.769	-5.965
14	0.000	0.000	-3.190	7.602	-13.173
13	0.000	0.000	-2.151	7.323	-12.029
12	0.000	0.000	-1.207	7.055	-10.913
11	0.000	0.000	-0.598	3.783	-10.406
10	0.908	2.234	-0.361	3.490	-9.823
9	1.845	2.234	-0.150	3.490	-8.514
8	2.651	2.234	0.000	0.000	-7.275
7	3.333	2.234	0.000	0.000	-6.104
6	3.898	2.234	0.000	0.000	-4.993
5	4.352	2.234	0.000	0.000	-3.935
4	4.701	2.234	0.000	0.000	-2.920
3	4.948	2.234	0.000	0.000	-1.939
2	5.096	2.234	0.000	0.000	-0.980
1	5.148	2.234	0.000	0.000	-0.505
101	5.148	2.234	0.000	0.000	-0.505
100	5.099	2.234	0.000	0.000	1.459
99	4.951	2.234	0.000	0.000	1.943
98	4.703	2.234	0.000	0.000	2.924
97	4.354	2.234	0.000	0.000	3.939
96	3.900	2.234	0.000	0.000	4.997
95	3.334	2.234	0.000	0.000	6.107
94	2.652	2.234	0.000	0.000	7.278
93	1.845	2.234	-0.150	3.490	8.516
92	0.908	2.234	-0.360	3.490	9.825
91	0.000	0.000	-0.598	3.783	10.407
90	0.000	0.000	-1.207	7.055	10.914

89	0.000	0.000	-2.151	7.324	12.030
88	0.000	0.000	-3.190	7.602	13.174
87	0.000	0.000	-4.327	11.769	5.965

A R M A D U R A S E N E L C A J O N

=====

Sec. No	X (m)	Y (m)	Ainterior (cm2/m)		Aexterior (cm2/m)		Acortante (cm2/m)
			Teorica	Real	Teorica	Real	

Hastial izquierdo :							
16	-1.35	0.20	2.00	-	3.93	-	0.00
17	-1.35	0.30	2.00	-	3.80	-	0.00
18	-1.35	0.39	2.00	-	3.68	-	0.00
19	-1.35	0.49	2.00	-	3.57	-	0.00
20	-1.35	0.58	2.00	-	3.48	-	0.00
21	-1.35	0.68	2.00	-	3.40	-	0.00
22	-1.35	0.77	2.00	-	3.35	-	0.00
23	-1.35	0.86	2.00	-	3.32	-	0.00
24	-1.35	0.96	2.00	-	3.30	-	0.00
25	-1.35	1.05	2.00	-	3.30	-	0.00
26	-1.35	1.15	2.00	-	3.33	-	0.00
27	-1.35	1.24	2.00	-	3.36	-	0.00
28	-1.35	1.34	2.00	-	3.41	-	0.00
29	-1.35	1.43	2.00	-	3.48	-	0.00
30	-1.35	1.52	2.00	-	3.55	-	0.00
31	-1.35	1.62	2.00	-	3.64	-	0.00
32	-1.35	1.71	2.00	-	3.73	-	0.00
33	-1.35	1.81	2.00	-	3.82	-	0.00
34	-1.35	1.90	2.00	-	3.92	-	0.00
35	-1.35	2.00	2.00	-	4.04	-	0.00
Dintel superior :							
36	-1.35	2.09	4.20	-	4.20	-	0.00
37	-1.27	2.12	3.65	-	3.65	-	11.43
38	-1.19	2.14	3.10	-	3.10	-	11.43
39	-1.11	2.17	2.55	-	2.55	-	11.43
40	-1.03	2.20	2.00	-	2.00	-	11.43
41	-0.94	2.20	2.00	-	2.00	-	11.43
42	-0.84	2.20	2.51	-	2.00	-	11.43
43	-0.75	2.20	3.49	-	2.00	-	11.43
44	-0.66	2.20	4.13	-	2.00	-	0.00
45	-0.56	2.20	4.91	-	2.00	-	0.00
46	-0.47	2.20	5.64	-	2.00	-	0.00
47	-0.37	2.20	6.25	-	2.00	-	0.00
48	-0.28	2.20	6.72	-	2.00	-	0.00
49	-0.19	2.20	7.06	-	2.00	-	0.00
50	-0.09	2.20	7.26	-	2.00	-	0.00
51	0.00	2.20	7.33	-	2.00	-	0.00
52	0.09	2.20	7.26	-	2.00	-	0.00
53	0.19	2.20	7.06	-	2.00	-	0.00
54	0.28	2.20	6.72	-	2.00	-	0.00
55	0.37	2.20	6.25	-	2.00	-	0.00
56	0.47	2.20	5.64	-	2.00	-	0.00
57	0.56	2.20	4.91	-	2.00	-	0.00
58	0.66	2.20	4.13	-	2.00	-	0.00
59	0.75	2.20	3.49	-	2.00	-	11.43
60	0.84	2.20	2.51	-	2.00	-	11.43

61	0.94	2.20	2.00	-	2.00	-	11.43
62	1.03	2.20	2.00	-	2.00	-	11.43
63	1.11	2.17	2.55	-	2.55	-	11.43
64	1.19	2.14	3.10	-	3.10	-	11.43
65	1.27	2.12	3.65	-	3.65	-	11.43
66	1.35	2.09	4.20	-	4.20	-	0.00
Hastial derecho :							
67	1.35	2.00	2.00	-	4.04	-	0.00
68	1.35	1.90	2.00	-	3.92	-	0.00
69	1.35	1.81	2.00	-	3.82	-	0.00
70	1.35	1.71	2.00	-	3.73	-	0.00
71	1.35	1.62	2.00	-	3.64	-	0.00
72	1.35	1.52	2.00	-	3.55	-	0.00
73	1.35	1.43	2.00	-	3.48	-	0.00
74	1.35	1.34	2.00	-	3.41	-	0.00
75	1.35	1.24	2.00	-	3.36	-	0.00
76	1.35	1.15	2.00	-	3.33	-	0.00
77	1.35	1.05	2.00	-	3.30	-	0.00
78	1.35	0.96	2.00	-	3.30	-	0.00
79	1.35	0.86	2.00	-	3.32	-	0.00
80	1.35	0.77	2.00	-	3.35	-	0.00
81	1.35	0.68	2.00	-	3.40	-	0.00
82	1.35	0.58	2.00	-	3.48	-	0.00
83	1.35	0.49	2.00	-	3.57	-	0.00
84	1.35	0.39	2.00	-	3.68	-	0.00
85	1.35	0.30	2.00	-	3.80	-	0.00
86	1.35	0.20	2.00	-	3.93	-	0.00
Solera :							
15	-1.35	0.11	4.20	-	4.20	-	0.00
14	-1.27	0.08	3.65	-	3.65	-	11.43
13	-1.19	0.05	3.10	-	3.10	-	11.43
12	-1.11	0.03	2.55	-	2.55	-	11.43
11	-1.03	0.00	2.00	-	2.00	-	11.43
10	-0.93	0.00	2.00	-	2.00	-	11.43
9	-0.82	0.00	2.76	-	2.00	-	11.43
8	-0.72	0.00	3.70	-	2.00	-	0.00
7	-0.62	0.00	4.33	-	2.00	-	0.00
6	-0.51	0.00	5.14	-	2.00	-	0.00
5	-0.41	0.00	5.79	-	2.00	-	0.00
4	-0.31	0.00	6.30	-	2.00	-	0.00
3	-0.21	0.00	6.66	-	2.00	-	0.00
2	-0.10	0.00	6.88	-	2.00	-	0.00
1	0.00	0.00	6.96	-	2.00	-	0.00
101	0.00	0.00	6.96	-	2.00	-	0.00
100	0.10	0.00	6.88	-	2.00	-	0.00
99	0.21	0.00	6.67	-	2.00	-	0.00
98	0.31	0.00	6.30	-	2.00	-	0.00
97	0.41	0.00	5.80	-	2.00	-	0.00
96	0.51	0.00	5.14	-	2.00	-	0.00
95	0.62	0.00	4.33	-	2.00	-	0.00
94	0.72	0.00	3.70	-	2.00	-	0.00
93	0.82	0.00	2.76	-	2.00	-	11.43
92	0.93	0.00	2.00	-	2.00	-	11.43
91	1.03	0.00	2.00	-	2.00	-	11.43
90	1.11	0.03	2.55	-	2.55	-	11.43
89	1.19	0.05	3.10	-	3.10	-	11.43
88	1.27	0.08	3.65	-	3.65	-	11.43
87	1.35	0.11	4.20	-	4.20	-	0.00

5.-SELLADO DE UNIONES EN MARCOS PREFABRICADOS

Para el sellado de elementos con unión machihembrada, al no permitir habitualmente el uso de juntas de goma, se dispone de productos y soluciones especiales adaptables al tipo de instalación y al entorno de trabajo, tanto interior como exterior.

El tipo de unión puede ser rígida o elástica, según los materiales empleados en el rejuntado y sellado.

Se exponen a continuación estas soluciones con las recomendaciones de uso y referencias de productos de diversas casas comerciales

SOLUCIÓN PARA UNIÓN RÍGIDA

SOLUCIÓN

La solución consiste en:

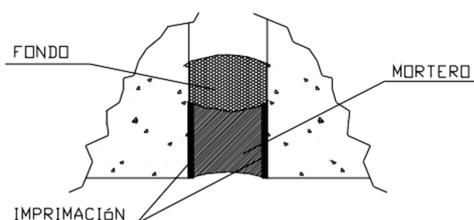
a.- Fondo de junta; b.- Imprimación ; c.- Mortero de relleno

El fondo de junta se utiliza para limitar el tamaño y evitar el uso excesivo de mortero. Normalmente se utiliza un polietileno de célula cerrada, cordón elastomérico o caucho butilo, con un grueso en torno a un 25% superior al de la junta.

La misión de la imprimación es la de unir el hormigón base y el mortero de relleno.

El mortero de relleno debe ser tixotrópico, para evitar su descuelgue pues normalmente se aplica en suelo, paredes laterales y techos.

El soporte debe estar limpio y seco.



RECOMENDACIONES DE USO

Esta solución solamente es recomendable en el caso de que se garantice la no existencia de movimientos diferenciales entre elementos.

REFERENCIAS COMERCIALES

FABRICANTE	FONDO	IMPRIMACIÓN	MORTERO DE RELLENO	
			NORMAL	RESISTENTE A LOS SULFATOS
BETEC	ROUNDEX	-	BETEC 305 E (*)	
BETTOR	ROUNDEX	LEGARAN	EMACO S-88	EMACO S-88
FOSROC-EUCO	POLICORD	NITOBOND ACS	RENDEROC TS	
		NITOPRIME 55	RENDEROC SF	CONVEXTRA BB80
SIKA	FONDO JUNTA SIKA	SIKA TOP 110 EPOCEM	SIKA MONOTOP 612	

(*): No necesita imprimación

SOLUCIÓN PARA UNIÓN ELÁSTICA

SOLUCIÓN

La solución consiste en:

- a.- Fondo de junta
- b.- Masilla o Mástic bituminoso (presencia eventual de agua)
 Masilla o Juntas hidroexpansivas (presencia permanente de agua)

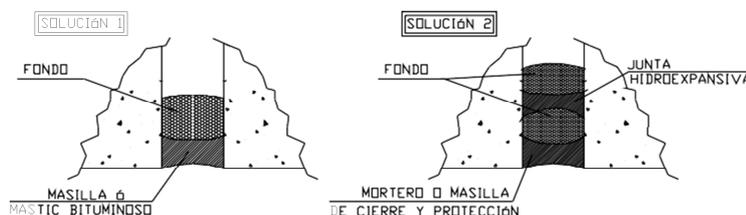
La zona a tratar se limpiará adecuadamente previo al inicio de los trabajos.

La masilla debe ser capaz de soportar las condiciones ambientales en las que va a estar inmersa.

Normalmente es suficiente el uso del poliuretano monocomponente.

Para agresividad química alta deberán usarse masillas de polisulfuro de dos componentes con alta resistencia química.

Las juntas hidroexpansivas se pueden colocar sobre un adhesivo, si la superficie está seca y lisa, o sobre masilla hidroexpansiva si la superficie esta húmeda o es irregular.



RECOMENDACIONES DE USO

La solución 1 es válida prácticamente para cualquier situación.

La solución 2 solo debe aplicarse con presencia permanente de agua.

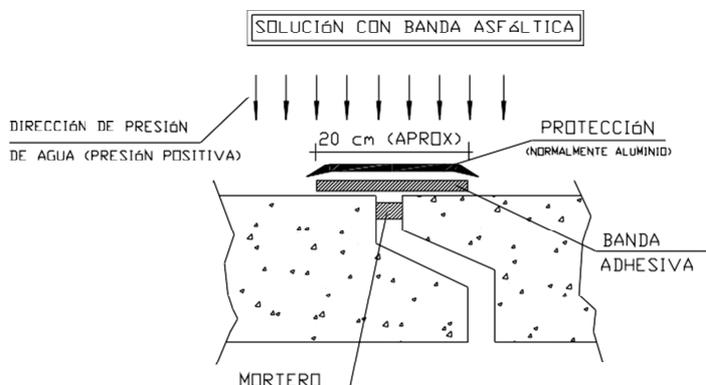
REFERENCIAS COMERCIALES

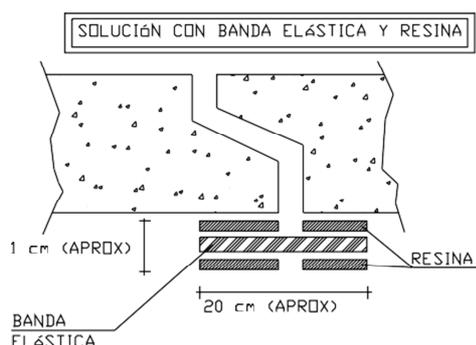
FABRICANTE	FONDO	MASILLA		DE ALTA RESISTENCIA QUÍMICA	JUNTAS HIDROEXPANSIVAS
		NORMAL	RESISTENTE A SULFATOS		
BETEC	ROUNDEX	BETOFLEX	BETOFLEX S	BETOPOX 92 AR	-
BETTOR	ROUNDEX	MASTERFL EX 474	MASTERFLEX 474	PCI-ELRIBONS	BOND-RING
FOSROC-EUCO	POLICORD	NITOSEAL 151	THIOFLEX 600		SUPERCAS T SW SUPERCAS T SWX
SIKA	FONDO JUNTA SIKA	SIKAFLEX 11-FC		SIKAFLEX PRO 3WF	SIKASWELL P SIKASWELL M

(*): No necesita imprimación

SELLADO CON BANDA

SOLUCIÓN





El soporte debe estar limpio y seco

RECOMENDACIONES DE USO

La solución con banda asfáltica solamente podrá utilizarse con presión positiva y nunca en presencia de ácidos o sulfatos.

La solución con banda elástica fijada con resina es prácticamente de validez universal, soporta cualquier ataque químico y movimientos diferenciales importantes pudiendo trabajar con presión positiva o negativa.

REFERENCIAS COMERCIALES

<i>FABRICANTE</i>	SELLADO CON BANDA ASFÁLTICA	SELLADO CON RESINA
BETTOR	PROTAC	MASTERFLEX 3000
FOSROC-EUCO	-	HP-DILAFLEX
SIKA	SIKA MULTISEAL	SIKA COMBIFLEX

AENOR

Certificado de Conformidad

A87/000372

AENOR certifica que la organización

GEYSERMARKT, S.L.

con domicilio social en	PC CERRO CABEZA HERMOSA, CL VOLUNTAD S/N - PARCELA 11 41500 ALCALA DE GUADAIIRA (Sevilla - España)
aplica un	Control de producción en fábrica del hormigón utilizado para la producción de los elementos prefabricados
conforme con	Artículo 86.9 de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08, aprobada por Real Decreto 1247/2008 de 18 de julio
en el centro de	CR NACIONAL 333, KM. 34.8 41620 MARCHENA (Sevilla - España)
Esquema de certificación	Para conceder este certificado, AENOR ha inspeccionado el centro mencionado. AENOR realiza estas actividades periódicamente mientras el Certificado no haya sido anulado, según se establece en el Reglamento Particular RP A87.01
Fecha de primera emisión	2010-09-29
Fecha de última emisión	2018-09-29
Fecha de expiración	2021-09-29



Rafael GARCÍA MEIRO
Director General

Original Electrónico

AENOR INTERNACIONAL S.A.U.
Génova, 6. 28004 Madrid. España
Tel. 91 432 60 00.- www.aenor.com



DECLARACIÓN DE PRESTACIONES																	
Nº MAR-1001																	
<p>1. Nombre y código de identificación: <i>Productos prefabricados de hormigón.</i> <i>Marcos.</i> <i>Los productos se identifican con la fecha de fabricación impresa sobre cada unidad fabricada</i></p>																	
<p>2. Tipo, lote o número de serie o cualquier otro elemento que permita la identificación del producto de construcción como se establece en el artículo 11, apartado 4: Método de declaración 3: declaración de la conformidad con una especificación de proyecto dada, según apartado Z.A.3.4 de Norma UNE-EN 14844.</p>																	
<p>3. Uso previsto: <i>Creación de huecos por debajo del nivel del suelo cuya finalidad sea el transporte o el almacenamiento de materiales, por ejemplo transporte y almacenamiento de aguas residuales, aguas pluviales, galería de cables u pasajes subterráneos.</i></p>																	
<p>4. Nombre o marca registrados y dirección de contacto del fabricante según lo dispuesto en el artículo 11, apartado 5: <i>GEYSERMARKT, S.L. Ctra. A-364, Ecija a Marchena, pk 34,8 - Marchena, Sevilla</i></p>																	
<p>6. Sistema de evaluación y verificación de la constancia de las prestaciones: Sistema 2+. Declaración de prestaciones de las características esenciales del producto de construcción, por parte del fabricante, sobre la base de los siguientes elementos: a) El fabricante efectuará: i) la determinación del producto tipo sobre la base de ensayos de tipo (incluido el muestreo), cálculos de tipo, valores tabulados o documentación descriptiva del producto, ii) el control de producción en fábrica, iii) ensayos de muestras tomadas en la fábrica, de acuerdo con un plan de ensayos determinado</p>																	
<p>7. Organismo notificado. <i>AENOR OC-P/137</i> b) el organismo de certificación de producto notificado emitirá el certificado de constancia de las prestaciones del producto en virtud de: i) Inspección inicial de la planta de producción y del control de producción en fábrica. ii) Vigilancia, evaluación y supervisión permanentes del control de producción en fábrica. Sistema 2+. Emisión del certificado de conformidad del control de producción en fábrica: 0099/CPR/A87/0371 de fecha 29 de Septiembre de 2010.</p>																	
<p>9. Prestaciones declaradas</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Características esenciales</th> <th>Prestaciones</th> <th>Especificaciones técnicas armonizadas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Resistencia a compresión del hormigón</td> <td>≥ 35 MPa</td> <td rowspan="3"></td> </tr> <tr> <td>Resistencia última a tracción del acero</td> <td>≥ 575 MPa</td> </tr> <tr> <td>Resistencia límite elástico del acero</td> <td>≥ 500 MPa</td> </tr> <tr> <td>Capacidad portante o resistencia mecánica</td> <td>Se realiza una verificación por cálculo de acuerdo al apartado 4.3.3.2 de la Norma UNE-EN 14844.</td> <td rowspan="2">EN 14844:2006 + EN 14844:2006/AC:2011</td> </tr> <tr> <td>Detalles constructivos</td> <td> Tolerancias: Espesor de la losa superior e inferior y de las paredes laterales: ≥ 10 mm Anchura y altura interiores del vano: ± 1% (mín. -10mm, máx.+15 mm) Longitud de los elementos: ± 1% (mín. ± 15) Juntas: ± 10 mm Dimensiones mínimas: El espesor nominal de las losas superior e inferior y de las paredes laterales debe ser de al menos 100 mm Tolerancias de forma: Dimensiones < 2000 mm: 10 mm Entre 2000 y 4000 mm: 15 mm Dimensiones > 4000 mm: 20 mm </td> </tr> </tbody> </table>			Características esenciales	Prestaciones	Especificaciones técnicas armonizadas	Resistencia a compresión del hormigón	≥ 35 MPa		Resistencia última a tracción del acero	≥ 575 MPa	Resistencia límite elástico del acero	≥ 500 MPa	Capacidad portante o resistencia mecánica	Se realiza una verificación por cálculo de acuerdo al apartado 4.3.3.2 de la Norma UNE-EN 14844.	EN 14844:2006 + EN 14844:2006/AC:2011	Detalles constructivos	Tolerancias: Espesor de la losa superior e inferior y de las paredes laterales: ≥ 10 mm Anchura y altura interiores del vano: ± 1% (mín. -10mm, máx.+15 mm) Longitud de los elementos: ± 1% (mín. ± 15) Juntas: ± 10 mm Dimensiones mínimas: El espesor nominal de las losas superior e inferior y de las paredes laterales debe ser de al menos 100 mm Tolerancias de forma: Dimensiones < 2000 mm: 10 mm Entre 2000 y 4000 mm: 15 mm Dimensiones > 4000 mm: 20 mm
Características esenciales	Prestaciones	Especificaciones técnicas armonizadas															
Resistencia a compresión del hormigón	≥ 35 MPa																
Resistencia última a tracción del acero	≥ 575 MPa																
Resistencia límite elástico del acero	≥ 500 MPa																
Capacidad portante o resistencia mecánica	Se realiza una verificación por cálculo de acuerdo al apartado 4.3.3.2 de la Norma UNE-EN 14844.	EN 14844:2006 + EN 14844:2006/AC:2011															
Detalles constructivos	Tolerancias: Espesor de la losa superior e inferior y de las paredes laterales: ≥ 10 mm Anchura y altura interiores del vano: ± 1% (mín. -10mm, máx.+15 mm) Longitud de los elementos: ± 1% (mín. ± 15) Juntas: ± 10 mm Dimensiones mínimas: El espesor nominal de las losas superior e inferior y de las paredes laterales debe ser de al menos 100 mm Tolerancias de forma: Dimensiones < 2000 mm: 10 mm Entre 2000 y 4000 mm: 15 mm Dimensiones > 4000 mm: 20 mm																



DECLARACIÓN DE PRESTACIONES Nº MAR-1001		
9. Prestaciones declaradas		
Características esenciales	Prestaciones	Especificaciones técnicas armonizada
Durabilidad frente a la corrosión	Es adecuada con las características del proyecto, tal y como se indica en el apartado 4.3.7 de la Norma UNE-EN 14844.	EN 14844:2006 + EN 14844:2006/AC:2011
Durabilidad frente al hielo/deshielo	Es conforme con las características del proyecto, tal y como se indica en el apartado 4.3.7 de la Norma UNE-EN 14844.	
Retracción por secado	N/A no se emplea hormigón con áridos ligeros	
<ul style="list-style-type: none"> Las prestaciones del producto identificado en el punto 1 son conformes con las prestaciones declaradas en el punto 9. La presente declaración de prestaciones se emite bajo la única responsabilidad del fabricante indicado en el punto 4. Firmado por y en nombre del fabricante por: 		
<p>Federico Guillén Borrego Gerente</p>  <p>Geysersmarkt</p>		
Marchena, 01 de julio de 2013		