ANEJO Nº 7

CÁLCULOS ESTRUCTURALES DE LA OBRA CIVIL

ÍNDICE:

1 OBJETO 1

1.1 ESTACION DE BOMBEO 1

1.2 ARQUETAS 2

1.2.1 Caudalimetro y Válvula de corte 2

1.2.2 Filtros hidrociclonicos 3

2 ESTACION DE BOMBEO 4

2.1 DESCRIPCION 4

2.2 NORMATIVA DE APLICACION 4

2.2.1 Cimentación de hormigón 4

2.2.2 Estructura de acero laminado 4

2.3 ESTADOS LÍMITE Y SITUACIONES DE PROYECTO 5

2.3.1 Comprobación de flechas 7

2.3.2 Verificación de desplomes 8

2.3.3 Combinaciones 9

2.4 ESTRUCTURA 11

2.5 UNIONES 12

2.6 CIMENTACIÓN 13

2.6.1 Armados por flexión en las paredes del foso 13

2.6.2 Armado por flexión en la losa de cimentación 14

3 ARQUETAS 15

3.1 ANÁLISIS DEL PROGRAMA DE CÁLCULO 16

3.2 NORMATIVA DE APLICACION 17

3.2.1 Hormigón 17

3.2.2 Acero laminado y conformado 17

3.3 CÁLCULO DE LAS ARQUETAS 17

3.3.1 Cargas 17

3.3.2 Datos para el cálculo 18

3.4 DIMENSIONAMIENTO 19

3.4.1 Armados por flexión en las paredes de la arqueta 20

3.4.2 Armado por flexión en la losa de cimentación de la arqueta 20

3.5 COMPROBACIÓN DE LA FISURACIÓN 21

APÉNDICE 1: LISTADOS DE CÁLCULO PARA ESTACIÓN DE BOMBEO 23

APÉNDICE 2: LISTADOS DE CÁLCULO PARA ARQUETAS CAUDALIMETRO Y VALVULA DE CORTE 24

APÉNDICE 3: LISTADOS DE CÁLCULO PARA PASARELA INFERIOR Y ESCALERA DE LA ESTACION DE BOMBEO..... 25

APÉNDICE 4: LISTADOS DE CÁLCULO PARA ARQUETAS FILTROS HIDROCICLONICOS 26

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coeficientes E.L.U. rotura en cimentaciones (EHE-08) 6
Tabla 2. Coeficientes E.L.U. rotura en estructura acero laminado (DB SE-A)..... 6
Tabla 3. Coeficientes Tensiones sobre el terreno 6
Tabla 4. Coeficientes E.L.U. servicio (desplazamientos) 7
Tabla 5. Flechas relativas máximas E.L.U. servicio (desplazamientos)..... 8
Tabla 6. Desplome total máximo E.L.U. servicio (desplazamientos) 8
Tabla 7. Coeficientes combinaciones E.L.U. rotura en cimentaciones (EHE-08) 9
Tabla 8. Coeficientes combinaciones E.L.U. rotura en estructura acero laminado (DB SE-A).. 10
Tabla 9. Coeficientes combinaciones E.L.U. desplazamientos (Tensiones sobre el terreno) ... 10
Tabla 10. Armado genérico de las paredes del foso 13
Tabla 11. Armadura de espera de las paredes del foso..... 14
Tabla 12. Armado genérico de la losa del foso 14
Tabla 13. Armado genérico de la losa de acceso..... 14
Tabla 14. Valor de las acciones empleado..... 18
Tabla 15. Armado genérico de las paredes de las arquetas 20
Tabla 16. Armadura de espera de las paredes de las arquetas..... 20
Tabla 17. Armado genérico de las losas de las arquetas..... 21

1 OBJETO

El presente anejo refleja el dimensionamiento y cálculo de la edificacion (estación de bombeo) así como arquetas proyectadas para disposición de elementos de regulación y control hidráulico de la instalación. Se recoge:

- ESTACION DE BOMBEO
  - -Nave estructura metálica, cubierta a 1 agua
  - -Escalera bajada y plaforma inferior de foso de bombas
  - -Foso de bombas, con muros de hormigón armado
  - -Losa de cimentación del conjunto estructural (2 niveles)
- ARQUETA CAUDALIMETRO / VÁLVULA DE CORTE
- ARQUETA FILTROS HIDROCICLONICOS

1.1 ESTACION DE BOMBEO

Se proyecta una nave en configuración planta baja de 22,00 x 6,40 m entre ejes, superficie construida 146,80 m^2 y altura de pilares 4,85 m sobre foso de bombas ejecutado con muros de hormigón armado HA-25/B/20/IIa de 40 cm de espesor empotrados en una losa de 50 cm de canto.

La nave se cerrará con placas prefabricadas de hormigón armado de 12 cm de espesor, insertadas entre pilares. La estructura se realiza mediante pórticos tipo biempotrados de estructura metálica con perfiles acero laminado en caliente calidad S 275 JR. La cubierta a un agua será de panel sándwich alma espuma poliuretano (PUR) 30 mm y se sustentará sobre correas formadas por perfiles de acero conformado en frio tipo ZF 150.2, de acero calidad S 235 JR. La altura util de la construcción será 4,20 m desde la cumbrera a la cara superior de la cimentación, en la parte más alta, así como 3,65 m en la parte mas baja.

Para el acceso, inspección y mantenimiento de bombas, se diseña pasarela inferior de 1,00 m de ancho y 1,30 m de alto, formada por entramado de perfiles huecos de acero calidad S 275 JR 50x50x3 mm, que soportarán enrejado de tramex 30x30 mm / 30x2 (perfil portante). Desde esta altura, arrancara hasta parte superior del foso, una escalera metálica de un tramo, altura 2,60 m y ancho 1,00 m, dispuesta por zancas de perfil acero laminado en caliente S 275 JR UPN-160 y peldaños de tramex.

La cimentación se realizará sobre muros de hormigón armado HA-25/B/20/IIa de resistencia característica a compresión 25 N/mm^2 y ferralla de acero corrugado B 500 S, apoyados en losa de cimentación de hormigón HA-25/B/20/IIa de 50 cm de canto. Esta losa se apoyará, respetando

las indicaciones del estudio geotécnico, sobre una mejora del firme de cimentación compuesta por lamina impermeabilizante de polietileno, capa de bolos de 30 cm cubierta superiormente con estrato de zahorra artificial compactada ZA 0/32, de 30 cm de espesor, separadas convenientemente por lamina geotextil y capa de hormigón de limpieza HM-20/B/20/IIa de 10 cm. de espesor. Parte de la estructura de la estación de bombeo descansará parcialmente sobre losa de cimentación HA-25/B/20/IIa de 35 cm de canto, a la altura de la cota de coronación de los muros del foso, cosiendo de esta manera de forma monolítica la cimentación de la estructura metálica.

Las cargas para las que han sido calculadas las estructuras se desprenden del Documento Básico DB SE-AE: Seguridad Estructural. Acciones en la Edificación, del Código Técnico de la Edificación (CTE), aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, no siendo de aplicación el Real Decreto 997/2002 de 27 de septiembre por el que se aprueba la norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación NCSR-02, en cumplimiento del artículo 1.2.3. al tratarse de construcciones de importancia moderada.

Para el cálculo constructivo del presente proyecto de han tenido en cuenta todas las normas en vigor que le son de aplicación, y en concreto el Real Decreto 751/2011, de 27 de mayo, por el que se aprueba la Instrucción de Acero Estructural (EAE), el Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio por el que se aprueba la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08), el Documento Básico DB SE-A: Seguridad estructural. Acero y Documento Básico DB SE-C: Seguridad estructural. Cimientos, del Código Técnico de la Edificación (CTE), aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo

1.2 ARQUETAS

1.2.1 Caudalimetro y Válvula de corte

Arroja unas dimensiones exteriores de 3,00 x 3,00 x 2,75 m, ejecutada con muros de hormigón armado HA-25/B/20/IIa de 25 cm de espesor empotrados en una losa de canto 30 cm, sobre 10 cm de hormigón de limpieza HM-20/B/20/IIa. Dispondrá de una tapa formada por placas alveolares prefabricadas de hormigón pretensado HP-40/B/12/IIa de 15 cm de canto, simplemente apoyadas, para facilitar el montaje en obra. Desde el punto de vista constructivo, se trata de una arqueta seca con profundidad interior útil de 2,30 m para alojar válvulas de corte de diámetro 600, e irá dotada de rejilla de ventilación. La armadura a disponer se ejecutará con acero B 500 S.

Se han proyectado dos (2) arquetas de este tipo, en el bypass, para el caudalimetro y para la valvula de corte DN 700 respectivamente.

1.2.2 Filtros hidrociclonicos

Arroja unas dimensiones exteriores de 5,10 x 6,10 x 2,80 m, ejecutada con muros de hormigón armado HA-25/B/20/IIa de 30 cm de espesor empotrados en una losa de canto 30 cm, sobre 10 cm de hormigón de limpieza HM-20/B/20/IIa. Dispondrá de abertura superior total, por lo que, para evitar riesgos de caídas a distinto nivel, estará cercada perimetralmente. Desde el punto de vista constructivo, se trata de una arqueta seca con profundidad interior útil de 2,50 m para alojar filtros hidrociclonicos (cazapiedras) de diámetro 800. La armadura a disponer se ejecutará con acero B 500 S.

Se han proyectado tres (3) arquetas de este tipo, en el bypass, para filtros hidrociclonicos (cazapiedras) DN 800 respectivamente.

2 ESTACION DE BOMBEO

2.1 DESCRIPCION

-Tipología: Nave de 6,40 m de luz y de 20,00 m de longitud, interejes.

-Cubierta: 1 agua

-Material cubrición: Panel sándwich alma de espuma de poliuretano (PUR) 30 mm.

-Cerramiento: Placa prefabricada de hormigón armado de 12 cm de espesor.

-Pendiente cubierta: 9,00 % (5º)

-Correas: Perfiles conformados en frío tipo ZF 150.2.0

-Acero S 235 JR: Límite elástico 235 N/mm^2

-Separación correas: 1,28 m.

-Nº correas / vertiente: 6

-Separación pórticos: 5,50 m.

-Altura de pilares: 4,85 m.

-Altura de coronación: 4,35 m

-Pilares: Perfiles de acero laminado tipo HEA-160

-Dinteles: Perfiles de acero laminado tipo IPE-240 en pórticos intermedios e IPE-220 en pórticos hastiales.

-Acero S 275 JR: Límite elástico 275 N/mm^2

2.2 NORMATIVA DE APLICACION

2.2.1 Cimentación de hormigón

Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio por el que se aprueba la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)

Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (CTE), Documento Básico DB SE-C Seguridad estructural. Cimientos

2.2.2 Estructura de acero laminado

Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (CTE), Documento Básico DB SE-A Seguridad estructural. Acero

2.3 ESTADOS LÍMITE Y SITUACIONES DE PROYECTO

Se definen los estados límite como aquellas situaciones para las que, de ser superadas, puede considerarse que la estructura no cumple alguna de las funciones para las que ha sido proyectada:

*Estados limite últimos (E.L.U. estabilidad y resistencia)

*Estados límite de servicio (aptitud para el servicio, funcionalidad, durabilidad,..)

En la verificación de los estados límite, para la determinación del efecto de las acciones, así como de la respuesta estructural, se utilizan los valores de cálculo de las variables, obtenidos a partir de sus valores característicos, aplicando los correspondientes coeficientes parciales para acciones y resistencia. Otros parámetros que se han tenido en cuenta son:

-Cota de nieve: Altitud ≤ 1000 m

-Tensiones sobre el terreno

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:

Gk Acción permanente

Pk Acción de pretensado

Qk Acción variable

γG Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

γP Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado

$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\gamma_{Q,\iota}$ 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:

Tabla 1. Coeficientes E.L.U. rotura en cimentaciones (EHE-08)

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	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.600	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.600	0.000	0.000

Tabla 2. Coeficientes E.L.U. rotura en estructura acero laminado (DB SE-A)

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	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000

Tabla 3. Coeficientes Tensiones sobre el terreno

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	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Tabla 4. Coeficientes E.L.U. servicio (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	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

2.3.1 Comprobación de flechas

Los estados límite de servicio tienen como objetivo verificar el cumplimiento de la exigencia básica SE-2: Aptitud al servicio, recogida en el Documento Básico DB SE Seguridad estructural, del Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (CTE):

a) Limitando los daños en elementos constructivos no estructurales habituales, al limitar la deformación acumulada desde el momento de su puesta en obra (flecha activa).

b) Manteniendo la apariencia geométrica de la estructura, limitando las desviaciones por deformación total respecto de la geometría con que el usuario reconoce a la estructura. Dicha desviación puede acotarse limitando los desplazamientos, o estableciendo medidas iniciales que contrarresten sus efectos, como las contraflechas.

Los estados limite a considerar y los valores límite de cada uno, flechas, desplomes y vibraciones, son los establecidos en Documento Básico DB SE 4.3, arriba mencionado, de acuerdo con el tipo de edificio, y el de los elementos implicados en la deformación.

Se aplican las limitaciones de flecha establecidas para vigas. Por defecto se adopta en opciones de flecha la correspondiente a tabiques ordinarios. Los valores adoptados son los siguientes:

Tabla 5. Flechas relativas máximas E.L.U. servicio (desplazamientos)

Flechas relativas para los siguientes elementos				
Tipo de flecha	**Combinación**	**Tabiques frágiles**	**Tabiques ordinarios**	**Resto de casos**
1.- Integridad de los elementos constructivo (ACTIVA)	Característica G+Q	1/500	1/400	1/300
2.- Confort de los usuarios (INSTANTÁNEA)	Característica de sobrecarga Q	1/350	1/350	1/350
3.- Apariencia de la obra (TOTAL)	Casi-permanente $G+\psi_2 Q$	1/300	1/300	1/300

2.3.2 Verificación de desplomes

Cuando se considere la integridad de los elementos constructivos, se admite que la estructura global tiene suficiente rigidez lateral, si ante cualquier combinación de acciones característica, el desplome es menor de:

a) desplome total: 1/500 de la altura total del edificio;

b) desplome local: 1/250 de la altura de la planta, en cualquiera de ellas.

Tabla 6. Desplome total máximo E.L.U. servicio (desplazamientos)

Desplazamientos horizontales
Local
Desplome relativo a la altura entre plantas: $\delta/h < 1/250$
Total
Desplome relativo a la altura total del edificio. $\delta/H < 1/500$

Cuando se considere la apariencia de la obra, se admite que la estructura global tiene suficiente rigidez lateral, si ante cualquier combinación de acciones casi permanente, el desplome relativo es menor que 1/250.

En general es suficiente que dichas condiciones se satisfagan en dos direcciones sensiblemente ortogonales en planta.

2.3.3 Combinaciones

PP Peso propio

CM Cargas muertas

Qa Sobrecarga de uso

V 1 Frontal

V 2 Lateral

N 1 Nieve

Tabla 7. Coeficientes combinaciones E.L.U. rotura en cimentaciones (EHE-08)

Comb.	PP	CM	Qa	V 1	V 2	N 1
1	1.000	1.000				
2	1.600	1.600				
3	1.000	1.000		1.600		
4	1.600	1.600		1.600		
5	1.000	1.000			1.600	
6	1.600	1.600			1.600	
7	1.000	1.000				1.600
8	1.600	1.600				1.600
9	1.000	1.000		0.960		1.600
10	1.600	1.600		0.960		1.600
11	1.000	1.000			0.960	1.600
12	1.600	1.600			0.960	1.600
13	1.000	1.000		1.600		0.800
14	1.600	1.600		1.600		0.800
15	1.000	1.000			1.600	0.800
16	1.600	1.600			1.600	0.800
17	1.000	1.000	1.600			
18	1.600	1.600	1.600			

Tabla 8. Coeficientes combinaciones E.L.U. rotura en estructura acero laminado (DB SE-A)

Comb.	PP	CM	Qa	V 1	V 2	N 1
1	0.800	0.800				
2	1.350	1.350				
3	0.800	0.800		1.500		
4	1.350	1.350		1.500		
5	0.800	0.800			1.500	
6	1.350	1.350			1.500	
7	0.800	0.800				1.500
8	1.350	1.350				1.500
9	0.800	0.800		0.900		1.500
10	1.350	1.350		0.900		1.500
11	0.800	0.800			0.900	1.500
12	1.350	1.350			0.900	1.500
13	0.800	0.800		1.500		0.750
14	1.350	1.350		1.500		0.750
15	0.800	0.800			1.500	0.750
16	1.350	1.350			1.500	0.750
17	0.800	0.800	1.500			
18	1.350	1.350	1.500			

Tabla 9. Coeficientes combinaciones E.L.U. desplazamientos (Tensiones sobre el terreno)

Comb.	PP	CM	Qa	V 1	V 2	N 1
1	1.000	1.000				
2	1.000	1.000		1.000		
3	1.000	1.000			1.000	
4	1.000	1.000				1.000
5	1.000	1.000		1.000		1.000
6	1.000	1.000			1.000	1.000
7	1.000	1.000	1.000			
8	1.000	1.000	1.000	1.000		
9	1.000	1.000	1.000		1.000	
10	1.000	1.000	1.000			1.000

Comb.	PP	CM	Qa	V 1	V 2	N 1
11	1.000	1.000	1.000	1.000		1.000
12	1.000	1.000	1.000		1.000	1.000

2.4 ESTRUCTURA

Para el cálculo de desplazamientos, reacciones, envolventes de esfuerzos, tensiones y flechas máximas en cada pórtico, se ha hecho uso de un programa de cálculo de estructuras por ordenador, basado en métodos matriciales:

Programa: CYPE (Cype Ingenieros, SA)

Modulo: CYPE 3D

Versión: 2022.d

Nº Licencia: 170787

La estructura está formada por barras definidas en la geometría, con las características mecánicas de sus secciones y materiales y el tipo de vinculación en cada extremo. Cada unión se puede definir como libre, empotrada, articulada o empotramiento elástico, ya sea en el plano o perpendicular a dicho plano. Se supone un comportamiento elástico y lineal de los materiales.

Las cargas se definen por hipótesis y contenidas en el plano del pórtico o perpendicular al mismo. Para cada hipótesis se obtienen los desplazamientos y se combinan los resultados para el cálculo de las combinaciones.

El cálculo se realiza bajo las hipótesis de inextensibilidad de los elementos, rigidez de los nudos y apoyos empotrados de los pilares. Los resultados obtenidos corresponden, por un lado, a la consideración de cada uno de los tipos de cargas actuando independientemente, y por otro, a la combinación más desfavorable de todas las posibles según lo establecido en la norma DB SE (CTE).

El programa verifica en cada barra los tres valores límites siguientes:

1) **Tensiones**. (Normales, debidas al cortante, debidas al momento torsor)

2) **Pandeo**. El programa comprueba directamente el pandeo de las barras comprimidas, y se obtiene el coeficiente de pandeo “ω”, que depende de la esbeltez de la barra. Esta, a su vez, depende de los grados de libertad que tenga la barra, que se pueden elegir por medio del coeficiente β.

3) **Esbeltez**. El Documento Básico DB SE-A Seguridad estructural. Acero del RD 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación, considera como límite λ-200i, siendo "i" el radio de giro mínimo del perfil. El límite de esbeltez se refiere al radio mínimo de giro de los dos, el perpendicular y el paralelo al plano.

4) **Flecha**.(máxima en mm o relativa L/x)

- Flecha máxima: suma de las flechas de todas las hipótesis

(Peso Propio + Sobrecarga+ Viento+...)

- Flecha activa: flecha debida solamente a la sobrecarga, que es la que produce fisuras en las paredes puesto que el peso propio no da problemas.

2.5 UNIONES

En la comprobación de una placa de anclaje, el software de cálculo utilizado (Cype 3D) emplea la hipótesis de Bernoulli (placa rígida), lo que implica suponer que la placa permanece plana ante los esfuerzos a los que se ve sometida, de forma que se pueden despreciar sus deformaciones a efectos del reparto de cargas. Para que esto se cumpla la placa de anclaje deber ser simétrica (lo que siempre garantiza el programa) y suficientemente rígida (espesor mínimo en función del lado).

Las comprobaciones efectuadas para validar la placa son las siguientes:

1) Comprobación sobre el hormigón. Consiste en verificar que el punto más comprimido bajo la placa no se supera la tensión admisible del hormigón. El método utilizado es el de las tensiones admisibles, suponiendo una distribución triangular de tensiones sobre el hormigón que solo pueden ser de compresión. La comprobación del hormigón solo se efectúa cuando la placa está apoyada sobre el mismo, y no se tiene un estado de tracción simple o compuesta. Además, se desprecia el rozamiento entre el hormigón y la placa de anclaje, es decir, la resistencia frente a cortante y torsión se confía exclusivamente a los pernos.

2) Comprobaciones sobre los pernos. Cada perno se ve sometido en el caso más general a un esfuerzo axial y a un esfuerzo cortante, evaluándose cada uno de ellos de forma independiente. El programa considera que, en placas apoyadas directamente sobre la cimentación, los pernos solo trabajan a tracción. En caso que la placa esté a cierta altura, los pernos podrán trabajar a compresión, haciéndose la correspondiente comprobación de pandeo sobre los mismos (modelo de viga biempotrada, con posibilidad de corrimiento relativo de los apoyos normal a la directriz β=1) y la traslación de esfuerzos a la cimentación (aparece flexión debida a los cortantes sobre el perfil). El programa hace tres grupos de comprobaciones en cada perno:

2.1) Tensión sobre el vástago. Comprobación de que la tensión no supera la resistencia de cálculo del perno.

2.2) Comprobación del hormigón circundante. Aparte del agotamiento del vástago del perno, otra causa de su fallo es la rotura del hormigón que lo rodea por uno o varios de los siguientes motivos: deslizamiento por pérdida de adherencia, arrancamiento por el cono de rotura o rotura por esfuerzo cortante (concentración de tensiones por efecto cuña).

Para calcular el cono de rotura de cada perno, el programa supone que la generatriz del mismo forma 45º con su eje. Se tiene en cuenta la reducción de área efectiva por la presencia de otros pernos cercanos.

2.3) Aplastamiento de la placa. El programa comprueba en cada perno que no se supera el cortante que produciría el aplastamiento de la placa contra el perno.

2.6 CIMENTACIÓN

Se dimensionan las paredes y losa de cimentación del foso de bombas al objeto de recoger los esfuerzos que les transmiten los pilares de la estructura.

Los esfuerzos en las paredes y cimentación, una vez facilitados por el programa, así como las comprobaciones pertinentes según el Real Decreto 1247/2008 de 18 de julio por el que se aprueba la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08), se muestran gráficamente, y sirven para el armado de los mismos.

2.6.1 Armados por flexión en las paredes del foso

Los esfuerzos en paredes, momentos en mkN/m y cortantes en kN/m, se pueden observar gráficamente en el programa a través de líneas de isovalores, para cada hipótesis y para cada eje seleccionado.

Armaduras en pantalla por u.d.l. (flexión):

Tabla 10. Armado genérico de las paredes del foso

LADO A (longitud)				LADO B (anchura)			
VERTICAL		HORIZONTAL		VERTICAL		HORIZONTAL	
TRASD	INTRAD	TRASD	INTRAD	TRASD	INTRAD	TRASD	INTRAD
ø16/20	ø16/20	ø16/20	ø16/20	ø16/20	ø16/20	ø16/20	ø16/20

Por buena práctica constructiva se coserá perimetralmente en cabeza los muros con un zuncho formado por 4 ∅ 16 corridos de acero corrugado B 500 S

El programa también realiza automáticamente el reparto de las esperas de la armadura vertical anteriormente expuesta, de forma que se cumplan los solapes y anclajes necesarios según la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

Tabla 11. Armadura de espera de las paredes del foso

LADO A		LADO B	
TRASD	**INTRAD**	**TRASD**	**INTRAD**
ø16/20	ø16/20	ø16/20	ø16/20

2.6.2 Armado por flexión en la losa de cimentación

Se comprueba a través del menú correspondiente del software de cálculo, que en la losa que forma la solera de los elementos calculados no se supera la tensión admisible, no se producen despegues y el desplazamiento máximo (lineal, en mm, y angular en radx1000) está dentro de unos parámetros lógicos, y siempre bajo los límites que marca la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

Tabla 12. Armado genérico de la losa del foso

Cua. Geom. min	SUPERIOR	INFERIOR
2‰	20x20 ø12-12	20x20 ø12-12

La losa superior que recoge parcialmente los esfuerzos del resto de pilares de la estructura de la estacion de bombeo, de canto 35 cm cosida a los muros del foso, también se armará con este tipo de mallazo superior e inferior, con los refuerzos necesarios expresados en el plano correspondiente

Tabla 13. Armado genérico de la losa de acceso

Cua. Geom. min	SUPERIOR	INFERIOR
2‰	20x20 ø12-12	20x20 ø12-12

3 ARQUETAS

Las arquetas deberán cumplir los requisitos que aquí se describen

Se toma como modelo de cálculo el de un depósito semienterrado de planta rectangular, siguiendo las siguientes especificaciones:

- El principal problema que hay que abordar en un depósito es el de su estanqueidad, por lo que será preciso emplear hormigones impermeables (o en su defecto realizar tratamientos superficiales de impermeabilización) y controlar la fisuración mediante un diseño y armado convenientes.

- El terreno de cimentación debe tener unas características uniformes con objeto de evitar asientos diferenciales.

- En el caso de depósitos enterrados, cuando el subsuelo tiene poca capacidad portante y el nivel freático está alto, es necesario dimensionar el depósito de modo que se impida una posible flotación del mismo. Para ello debe verificarse que el peso del depósito vacío, P, sea:

  Donde:

$$P \geq \gamma \cdot a_1 \cdot b_1 \cdot (h_1 - h_0) \cdot \delta$$

  $a_1 \cdot b_1$ = Superficie del fondo del depósito.

  h_1 = Cota de la cimentación.

  h_0 = Cota del nivel freático.

  δ = Peso específico del agua (10 kN/m³)

  γ = Coeficiente de seguridad (entre 1,10 y 1,20)

- Para pequeños depósitos (caso que nos atañe) el vaso se organiza mediante una estructura monolítica formada por placas empotradas entre sí. Sin embargo, la tapa se configura con elementos prefabricados pretensados (placas alveolares de hormigón), por facilidad constructiva y simplificación

- En cuanto a juntas de dilatación no se contempla, por el pequeño tamaño de cada tipo de arqueta.

- Los materiales de construcción de las arquetas serán hormigón HA-25/B/20/IIa de resistencia característica 25 N/mm^2 y acero corrugado soldable en barras calidad B 500 S de limite elástico ≥ 500 N/mm^2

- Las acciones a considerar son los empujes de tierras, el peso propio de la losa que cubre la arqueta y eventualmente otras sobrecargas que pueden actuar sobre el terreno adyacente (mantenimiento, tráfico rodado,...).

La obtención de las anteriores cargas así como el dimensionamiento y armado de las arquetas aparecen a continuación.

3.1 ANÁLISIS DEL PROGRAMA DE CÁLCULO

Programa: CYPECAD (Cype Ingenieros, SA)

Modulo: CYPECAD

Versión: 2022.d

Nº Licencia: 170787

El análisis de las solicitaciones se realiza mediante un cálculo espacial en 3D, por métodos matriciales de rigidez, formando todos los elementos que definen la estructura: losa y muros.

Se establece la compatibilidad de deformaciones en todos los nudos, considerando 6 grados de libertad, y se crea la hipótesis de indeformabilidad del plano de cada planta, para simular el comportamiento rígido del forjado, impidiendo los desplazamientos relativos entre nudos del mismo (diafragma rígido). Por tanto, cada planta solo podrá girar y desplazarse en su conjunto (3 grados de libertad).

Para todos los estados de carga se realiza un cálculo estático (excepto cuando se consideran acciones dinámicas por sismo, en cuyo caso se emplea el análisis modal espectral introduciendo la aceleración de cálculo en función de la de la gravedad a_g según Real Decreto 997/2002 de 27 de septiembre, por el que se aprueba la norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación, NCSR-02) y se supone un comportamiento lineal de los materiales, y por tanto, un cálculo de primer orden, de cara a la obtención de desplazamientos y esfuerzos.

La estructura se discretiza en elementos tipo barra, emparrillados de barras y nudos, y elementos finitos triangulares, según sean pilares, vigas o losas.

Para la obtención de los términos de la matriz de rigidez se consideran todos los elementos de hormigón en su sección bruta. Todos los materiales se seleccionan sobre la base de unas listas definidas por su nombre identificativo, cuyas características están definidas en un archivo, según Real Decreto 1247/2008 de 18 de julio, por el que se aprueba la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

Los coeficientes de ponderación se establecen de acuerdo con las características de los materiales a emplear, a las acciones sobre la estructura, así como el método de cálculo de los Estados Límite, recogido en la vigente Instrucción de Hormigón Estructural, antes mencionada (EHE-08).

Para el dimensionado de las secciones de hormigón armado en estados límites últimos se emplean el método de la parábola rectángulo y el diagrama rectangular, con los diagramas tensión-deformación del hormigón y para cada tipo de acero, según el Real Decreto 1247/2008 de 18 de julio, por el que se aprueba la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

3.2 NORMATIVA DE APLICACION

3.2.1 Hormigón

Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio por el que se aprueba la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (CTE), Documento Básico DB SE-C Seguridad estructural. Cimientos.

3.2.2 Acero laminado y conformado

Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (CTE), Documento Básico DB SE-A Seguridad estructural. Acero.

Categoría de uso: G2. Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento.

Categoría de uso: E. Zonas de tráfico.

3.3 CÁLCULO

En apéndices anexos se adjuntan los listados de cálculos resultantes de la aplicación informática empleada.

3.3.1 Cargas

Las cargas utilizadas en el programa de cálculo de estructuras empleado (Cypecad) para el dimensionamiento de los distintos elementos, se deducen de la siguiente tabla:

Tabla 14. Valor de las acciones empleado

CARGAS	
Peso específico agua (kN/m^3)	10
Peso específico terreno P_T (kN/m^3)	18
Peso específico zahorra artificial (kN/m^3)	20
Sobrecarga tráfico rodado (kN/m^2)	5 2x45 kN
Sobrecarga de uso (kN/m^2)	1
Peso propio elementos constructivos (kN/m^2)	
Placa alveolar pretensada 15 cm	2,50
Tramex metálico galvanizado 25.2	0,25
Peso elementos (kN)	Varios

3.3.2 Datos para el cálculo

3.3.2.1 Características de los materiales

Hormigón

Tipo de Hormigón: HA-25/B/20/IIa

Resistencia característica, fck (N/mm²): 25

Coeficiente de minoración del material: 1,50

Resistencia de cálculo a compresión, fcd (N/mm²): 16,67

Resistencia media a compresión, fcm (N/mm²): 33,00

Resistencia a tracción, fct,m (N/mm²): 2,56

fct,k (N/mm²): 1,80

Módulo de Elasticidad, Ec (N/mm²): 32.076

Acero

Tipo de Acero: B 500 S

Límite elástico, fyk (N/mm²): 500

Coeficiente de minoración del material: 1,15

Resistencia de cálculo a tracción, fyd (N/mm²): 434,78

Resistencia de cálculo a compresión (N/mm²): 500

Módulo de Elasticidad, Es (N/mm²): 200.000

Recubrimiento geométrico, c (mm): 30

El recubrimiento mínimo adoptado de acuerdo con la tabla 37.2.4 de la EHE-08 para hormigón armado con resistencia característica comprendida entre 25 < fck < 40 N/mm² y para exposiciones de clase IIa, es de 30 mm.

Terreno

Peso específico (kN/m^3):	18
Densidad aparente (kN/m^3):	17,66
Densidad sumergida (kN/m^3):	10,79
Cohesión c':	50 kN/m^2 (kPa)
Ángulo rozamiento interno φ:	20º
Ángulo roz. muro-terreno δ:	2/3 φ
Ángulo de talud β:	0º
Tensión admisible (MPa):	0,07
Evacuación por drenaje:	90% (Se considera empuje hidrostático)

3.3.2.2 *Coeficientes de mayoración*

Acciones, γ_G : 1,60

Fenómeno flotación, γ_f : 1,10

3.4 DIMENSIONAMIENTO

Se dimensionan las paredes y losas de cimentación de las arquetas según los datos arriba indicados.

Los esfuerzos en las paredes y cimentación, una vez facilitados por el programa, así como las comprobaciones pertinentes según el Real Decreto 1247/2008 de 18 de julio por el que se aprueba la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08), se muestran gráficamente, y sirven para el armado de los mismos.

3.4.1 Armados por flexión en las paredes de la arqueta

Los esfuerzos en paredes, momentos en mkN/m y cortantes en kN/m, se pueden observar gráficamente en el programa a través de líneas de isovalores, para cada hipótesis y para cada eje seleccionado.

Armaduras en pantalla por u.d.l. (flexión):

Tabla 15. Armado genérico de las paredes de las arquetas

LADO A (longitud)				LADO B (anchura)			
VERTICAL		HORIZONTAL		VERTICAL		HORIZONTAL	
TRASD	INTRAD	TRASD	INTRAD	TRASD	INTRAD	TRASD	INTRAD
ø10/15	ø10/15	ø10/15	ø10/15	ø10/15	ø10/15	ø10/15	ø10/15

Por buena práctica constructiva se coserá perimetralmente en cabeza los muros con un zuncho formado por 4 ∅ 16 corridos de acero corrugado B 500 S

El programa también realiza automáticamente el reparto de las esperas de la armadura vertical anteriormente expuesta, de forma que se cumplan los solapes y anclajes necesarios según la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

Tabla 16. Armadura de espera de las paredes de las arquetas

LADO A		LADO B	
TRASD	INTRAD	TRASD	INTRAD
ø10/15	ø10/15	ø10/15	ø10/15

3.4.2 Armado por flexión en la losa de cimentación de la arqueta

Se comprueba a través del menú correspondiente del software de cálculo, que en la losa que forma la solera de los elementos calculados no se supera la tensión admisible, no se producen despegues y el desplazamiento máximo (lineal, en mm, y angular en radx1000) está dentro de unos parámetros lógicos, y siempre bajo los límites que marca la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

Tabla 17. Armado genérico de las losas de las arquetas

Cua. Geom. min	SUPERIOR	INFERIOR
2‰	20x20 ø12-12	20x20 ø12-12

3.5 COMPROBACIÓN DE LA FISURACIÓN

El estado límite de figuración en esta estructura también se realiza automáticamente por el programa de cálculo (Cypecad), siguiendo el método general de cálculo de la abertura de la fisura de la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08):

$w_k < w_{máx}$

Abertura de fisura máxima admisible, w_{max} = 0,30 mm (Clase exposición normal IIa)

Cálculo de la abertura máxima de fisura:

$w_k = ß \cdot s_m \cdot \varepsilon_{sm}$ donde ß=1,7 según EHE

La separación media de fisuras en mm se calcula:

$$s_m = 2c + 0{,}2s + 0{,}4k_1 \frac{\phi A_{c,eficaz}}{A_s} \qquad k_1 = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{8\varepsilon_1}$$

k_1 = 0.125 (Flexión simple)

c (mm) Recubrimiento

s (mm) Distancia entre barras longitudinales

Ø (mm) Diámetro barra traccionada más gruesa

$A_{c,eficaz}$ (mm^2) Área hormigón zona recubrimiento (fig 49.2.5.b)

A_{sr} (mm^2) Sección total armaduras

Y el alargamiento medio de las armaduras, teniendo en cuenta la colaboración del hormigón entre fisuras:

$$\varepsilon_{sm} = \frac{\sigma_s}{E_s}\left[1 - k_2\left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s}\right)^2\right] \not\subset 0{,}4\frac{\sigma_s}{E_s}$$

k_2 = 0,5

La tensión de la armadura en la sección fisurada en el instante en que se fisura el hormigón vale:

$$\sigma_{sr} = \frac{M_{fis}}{0{,}8dA_s}$$

donde M_{fis} corresponde al valor cuando la fibra más traccionada de hormigón alcanza el valor de la resistencia de cálculo a tracción media $f_{ct,m}$ =2,56 N/mm^2

$$M_{fis} = \frac{f_{ct,m}}{g_{\inf}} I_g$$

La tensión de servicio σ_s se calcula con el valor del momento para el que se realiza la comprobación del Estado Límite de Fisuración M_k

$$\sigma_s = \frac{M_k}{0{,}8 d A_s}$$

APÉNDICE 1: LISTADOS DE CÁLCULO PARA ESTACIÓN DE BOMBEO

ÍNDICE

1. ESTRUCTURA 2

1.1. Geometría 2

1.1.1. Nudos 2

1.1.2. Barras 4

1.2. Cargas 8

1.2.1. Barras 8

1.3. Resultados 14

1.3.1. Barras 14

1.4. Uniones 16

1.4.1. Comprobaciones en placas de anclaje 16

1.4.2. Memoria de cálculo 18

1. ESTRUCTURA

1.1. Geometría

1.1.1. Nudos

Referencias:

Δ_x, Δ_y, Δ_z: Desplazamientos prescritos en ejes globales.

θ_x, θ_y, θ_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	X	X	X	Empotrado
N2	0.000	0.000	4.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N3	4.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N4	6.400	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N5	6.400	0.000	4.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N6	4.000	0.000	4.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N7	0.000	0.000	3.900	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N8	6.400	0.000	3.350	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N9	4.000	0.000	3.556	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N10	0.000	0.000	3.250	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N11	4.000	0.000	3.250	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N12	0.000	5.500	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N13	0.000	5.500	4.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N14	6.400	5.500	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N15	6.400	5.500	4.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N16	0.000	5.500	3.900	-	-	-	-	-	-	Empotrado

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	
N17	6.400	5.500	3.350	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N18	0.000	11.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N19	0.000	11.000	4.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N20	6.400	11.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N21	6.400	11.000	4.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N22	0.000	11.000	3.900	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N23	6.400	11.000	3.350	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N24	0.000	16.500	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N25	0.000	16.500	4.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N26	6.400	16.500	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N27	6.400	16.500	4.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N28	0.000	16.500	3.900	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N29	6.400	16.500	3.350	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N30	1.893	0.000	3.737	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N31	1.893	5.500	3.737	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N32	1.893	11.000	3.737	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N33	1.893	16.500	3.737	-	-	-	-	-	-	Empotrado

1.1.2. Barras

1.1.2.1. Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E (MPa)	ν	G (MPa)	f_y (MPa)	$\alpha_{\cdot t}$ (m/m°C)	γ (kN/m³)
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275 (UNE-EN 10025-2)	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012	77.01

Notación:

E: Módulo de elasticidad

n: Módulo de Poisson

G: Módulo de cortadura

f_y: Límite elástico

$a_{\cdot t}$: Coeficiente de dilatación

g: Peso específico

1.1.2.2. 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				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
Acero laminado	S275 (UNE-EN 10025-2)	N1/N10	N1/N2	HEA-160 (HEA)	-	3.250	-	0.50	0.70	1.625	1.625
		N10/N7	N1/N2	HEA-160 (HEA)	-	0.533	0.117	0.50	0.70	0.325	0.325
		N7/N2	N1/N2	HEA-160 (HEA)	0.104	0.496	-	0.50	0.70	0.300	0.300
		N4/N8	N4/N5	HEA-160 (HEA)	-	3.246	0.104	0.50	0.70	1.675	1.675
		N8/N5	N4/N5	HEA-160 (HEA)	0.117	1.033	-	0.50	0.70	0.575	0.575
		N3/N11	N3/N6	HEA-160 (HEA)	-	3.250	-	0.50	0.70	1.625	1.625
		N11/N9	N3/N6	HEA-160 (HEA)	-	0.195	0.111	0.50	0.70	0.153	0.153
		N9/N6	N3/N6	HEA-160 (HEA)	0.111	0.833	-	0.50	0.70	0.472	0.472

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			β_{xy}	β_{xz}	$Lb_{Sup.}$ (m)	$Lb_{Inf.}$ (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N8/N9	N8/N7	IPE-220 (IPE)	0.077	2.332	-	0.20	0.20	1.280	1.204
		N9/N30	N8/N7	IPE-220 (IPE)	-	2.115	-	0.20	0.20	1.280	1.057
		N30/N7	N8/N7	IPE-220 (IPE)	-	1.823	0.077	0.20	0.20	1.280	0.950
		N10/N11	N10/N11	UPN-160 (UPN)	0.076	3.924	-	0.69	0.69	2.000	2.000
		N12/N16	N12/N13	HEA-160 (HEA)	-	3.779	0.121	0.50	0.70	1.950	1.950
		N16/N13	N12/N13	HEA-160 (HEA)	0.121	0.479	-	0.50	0.70	0.300	0.300
		N14/N17	N14/N15	HEA-160 (HEA)	-	3.229	0.121	0.50	0.70	1.675	1.675
		N17/N15	N14/N15	HEA-160 (HEA)	0.121	1.029	-	0.50	0.70	0.575	0.575
		N17/N31	N17/N16	IPE-240 (IPE)	0.077	4.447	-	0.20	0.20	1.280	2.262
		N31/N16	N17/N16	IPE-240 (IPE)	-	1.823	0.077	0.20	0.20	1.280	0.950
		N18/N22	N18/N19	HEA-160 (HEA)	-	3.779	0.121	0.50	0.70	1.950	1.950
		N22/N19	N18/N19	HEA-160 (HEA)	0.121	0.479	-	0.50	0.70	0.300	0.300
		N20/N23	N20/N21	HEA-160 (HEA)	-	3.229	0.121	0.50	0.70	1.675	1.675
		N23/N21	N20/N21	HEA-160 (HEA)	0.121	1.029	-	0.50	0.70	0.575	0.575
		N23/N32	N23/N22	IPE-240 (IPE)	0.077	4.447	-	0.20	0.20	1.280	2.262
		N32/N22	N23/N22	IPE-240 (IPE)	-	1.823	0.077	0.20	0.20	1.280	0.950
		N24/N28	N24/N25	HEA-160 (HEA)	-	3.783	0.117	0.50	0.70	1.950	1.950
		N28/N25	N24/N25	HEA-160 (HEA)	0.104	0.496	-	0.50	0.70	0.300	0.300
		N26/N29	N26/N27	HEA-160 (HEA)	-	3.246	0.104	0.50	0.70	1.675	1.675

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			β_{xy}	β_{xz}	$Lb_{Sup.}$ (m)	$Lb_{Inf.}$ (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N29/N27	N26/N27	HEA-160 (HEA)	0.117	1.033	-	0.50	0.70	0.575	0.575
		N29/N33	N29/N28	IPE-220 (IPE)	0.077	4.447	-	0.20	0.20	1.280	2.262
		N33/N28	N29/N28	IPE-220 (IPE)	-	1.823	0.077	0.20	0.20	1.280	0.950
		N7/N16	N7/N28	IPE-120 (IPE)	0.080	5.420	-	0.00	0.00	-	-
		N16/N22	N7/N28	IPE-120 (IPE)	-	5.500	-	0.00	0.00	-	-
		N22/N28	N7/N28	IPE-120 (IPE)	-	5.420	0.080	0.00	0.00	-	-
		N8/N17	N8/N29	IPE-120 (IPE)	0.080	5.420	-	0.00	0.00	-	-
		N17/N23	N8/N29	IPE-120 (IPE)	-	5.500	-	0.00	0.00	-	-
		N23/N29	N8/N29	IPE-120 (IPE)	-	5.420	0.080	0.00	0.00	-	-
		N30/N31	N30/N31	IPE-220 (IPE)	-	5.500	-	1.00	1.00	5.500	2.750
		N31/N32	N31/N32	IPE-220 (IPE)	-	5.500	-	1.00	1.00	5.500	2.750
		N32/N33	N32/N33	IPE-220 (IPE)	-	5.500	-	1.00	1.00	5.500	2.750
		N17/N22	N17/N22	Ø12 (Redondos)	0.101	8.255	0.101	0.00	0.00	-	-
		N23/N16	N23/N16	Ø12 (Redondos)	0.101	8.255	0.101	0.00	0.00	-	-

Notación:

Ni: Nudo inicial

Nf: Nudo final

b_{xy}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'

b_{xz}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'

$Lb_{Sup.}$: Separación entre arriostramientos del ala superior

$Lb_{Inf.}$: Separación entre arriostramientos del ala inferior

1.1.2.3. Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N1/N2, N4/N5, N3/N6, N12/N13, N14/N15, N18/N19, N20/N21, N24/N25 y N26/N27
2	N8/N7, N29/N28, N30/N31, N31/N32 y N32/N33
3	N10/N11
4	N17/N16 y N23/N22
5	N7/N28 y N8/N29
6	N17/N22 y N23/N16

Características mecánicas

Material		Ref.	Descripción	A	Avy	Avz	Iyy	Izz	It
Tipo	Designación			(cm²)	(cm²)	(cm²)	(cm4)	(cm4)	(cm4)
Acero laminado	S275 (UNE-EN 10025-2)	1	HEA-160, (HEA)	38.80	21.60	7.24	1673.00	616.00	11.30
		2	IPE-220, (IPE)	33.40	15.18	10.70	2770.00	205.00	9.15
		3	UPN-160, (UPN)	24.00	10.24	9.38	925.00	85.30	7.81
		4	IPE-240, (IPE)	39.10	17.64	12.30	3890.00	284.00	12.00
		5	IPE-120, (IPE)	13.20	6.05	4.25	318.00	27.70	1.77
		6	Ø12, (Redondos)	1.13	1.02	1.02	0.10	0.10	0.20

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.

1.2. Cargas

1.2.1. 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: kN
- Momentos puntuales: kN·m.
- Cargas uniformes, en faja, triangulares y trapeciales: kN/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/N10	Peso propio	Uniforme	0.299	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N1/N10	V 1	Uniforme	1.440	-	-	-	Globales	0.000	1.000	0.000

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N1/N10	V 2	Uniforme	1.240	-	-	-	Globales	-1.000	0.000	0.000
N10/N7	Peso propio	Uniforme	0.299	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N7	V 1	Uniforme	1.440	-	-	-	Globales	0.000	1.000	0.000
N10/N7	V 2	Uniforme	1.240	-	-	-	Globales	-1.000	0.000	0.000
N7/N2	Peso propio	Uniforme	0.299	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N2	V 1	Uniforme	1.440	-	-	-	Globales	0.000	1.000	0.000
N7/N2	V 2	Uniforme	1.240	-	-	-	Globales	-1.000	0.000	0.000
N4/N8	Peso propio	Uniforme	0.299	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N8	V 1	Uniforme	0.860	-	-	-	Globales	0.000	1.000	0.000
N4/N8	V 2	Uniforme	1.980	-	-	-	Globales	-1.000	0.000	0.000
N8/N5	Peso propio	Uniforme	0.299	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N5	V 1	Uniforme	0.860	-	-	-	Globales	0.000	1.000	0.000
N8/N5	V 2	Uniforme	1.980	-	-	-	Globales	-1.000	0.000	0.000
N3/N11	Peso propio	Uniforme	0.299	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N3/N11	V 1	Uniforme	2.300	-	-	-	Globales	0.000	1.000	0.000
N11/N9	Peso propio	Uniforme	0.299	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N9	V 1	Uniforme	2.300	-	-	-	Globales	0.000	1.000	0.000
N9/N6	Peso propio	Uniforme	0.299	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N6	V 1	Uniforme	2.300	-	-	-	Globales	0.000	1.000	0.000
N8/N9	Peso propio	Uniforme	0.257	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N9	CM 1	Uniforme	0.440	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N9	Q 1	Uniforme	1.100	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N9	V 1	Uniforme	1.420	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N8/N9	V 2	Uniforme	1.360	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N8/N9	N 1	Uniforme	1.650	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N9	N 1	Uniforme	0.550	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N9/N30	Peso propio	Uniforme	0.257	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N30	CM 1	Uniforme	0.440	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N30	Q 1	Uniforme	1.100	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N30	V 1	Uniforme	2.830	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N9/N30	V 1	Uniforme	1.420	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N9/N30	V 2	Uniforme	1.360	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N9/N30	N 1	Uniforme	0.550	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N30/N7	Peso propio	Uniforme	0.257	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N30/N7	CM 1	Uniforme	0.440	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N30/N7	Q 1	Uniforme	1.100	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N30/N7	V 1	Uniforme	1.420	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N30/N7	V 2	Uniforme	1.360	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N30/N7	N 1	Uniforme	0.550	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N11	Peso propio	Uniforme	0.185	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N11	CM 1	Uniforme	3.400	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N16	Peso propio	Uniforme	0.299	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N16	V 2	Uniforme	2.480	-	-	-	Globales	-1.000	0.000	0.000
N16/N13	Peso propio	Uniforme	0.299	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N16/N13	V 2	Uniforme	2.480	-	-	-	Globales	-1.000	0.000	0.000
N14/N17	Peso propio	Uniforme	0.299	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N17	V 2	Uniforme	3.960	-	-	-	Globales	-1.000	0.000	0.000
N17/N15	Peso propio	Uniforme	0.299	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N17/N15	V 2	Uniforme	3.960	-	-	-	Globales	-1.000	0.000	0.000
N17/N31	Peso propio	Uniforme	0.301	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N17/N31	CM 1	Uniforme	0.880	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N17/N31	Q 1	Uniforme	2.200	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N17/N31	V 1	Uniforme	2.840	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N17/N31	V 2	Uniforme	2.720	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N17/N31	V 2	Faja	1.130	-	0.000	1.650	Locales	0.000	0.000	1.000
N17/N31	N 1	Faja	1.100	-	0.000	2.262	Globales	0.000	0.000	-1.000
N17/N31	N 1	Uniforme	1.100	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N31/N16	Peso propio	Uniforme	0.301	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N31/N16	CM 1	Uniforme	0.880	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N31/N16	Q 1	Uniforme	2.200	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N31/N16	V 1	Uniforme	2.840	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N31/N16	V 2	Uniforme	2.720	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N31/N16	N 1	Uniforme	1.100	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N18/N22	Peso propio	Uniforme	0.299	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N18/N22	V 2	Uniforme	2.480	-	-	-	Globales	-1.000	0.000	0.000
N22/N19	Peso propio	Uniforme	0.299	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N22/N19	V 2	Uniforme	2.480	-	-	-	Globales	-1.000	0.000	0.000
N20/N23	Peso propio	Uniforme	0.299	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N20/N23	V 2	Uniforme	3.960	-	-	-	Globales	-1.000	0.000	0.000
N23/N21	Peso propio	Uniforme	0.299	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N23/N21	V 2	Uniforme	3.960	-	-	-	Globales	-1.000	0.000	0.000
N23/N32	Peso propio	Uniforme	0.301	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N23/N32	CM 1	Uniforme	0.880	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N23/N32	Q 1	Uniforme	2.200	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N23/N32	V 1	Uniforme	2.840	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N23/N32	V 2	Uniforme	2.720	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N23/N32	V 2	Faja	1.130	-	0.000	1.650	Locales	0.000	0.000	1.000
N23/N32	N 1	Faja	1.100	-	0.000	2.262	Globales	0.000	0.000	-1.000

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N23/N32	N 1	Uniforme	1.100	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N32/N22	Peso propio	Uniforme	0.301	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N32/N22	CM 1	Uniforme	0.880	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N32/N22	Q 1	Uniforme	2.200	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N32/N22	V 1	Uniforme	2.840	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N32/N22	V 2	Uniforme	2.720	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N32/N22	N 1	Uniforme	1.100	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N24/N28	Peso propio	Uniforme	0.299	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N24/N28	V 1	Uniforme	1.440	-	-	-	Globales	0.000	1.000	0.000
N24/N28	V 2	Uniforme	1.240	-	-	-	Globales	-1.000	0.000	0.000
N28/N25	Peso propio	Uniforme	0.299	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N28/N25	V 1	Uniforme	1.440	-	-	-	Globales	0.000	1.000	0.000
N28/N25	V 2	Uniforme	1.240	-	-	-	Globales	-1.000	0.000	0.000
N26/N29	Peso propio	Uniforme	0.299	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N26/N29	V 1	Uniforme	1.440	-	-	-	Globales	0.000	1.000	0.000
N26/N29	V 2	Uniforme	1.980	-	-	-	Globales	-1.000	0.000	0.000
N29/N27	Peso propio	Uniforme	0.299	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N29/N27	V 1	Uniforme	1.440	-	-	-	Globales	0.000	1.000	0.000
N29/N27	V 2	Uniforme	1.980	-	-	-	Globales	-1.000	0.000	0.000
N29/N33	Peso propio	Uniforme	0.257	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N29/N33	CM 1	Uniforme	0.440	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N29/N33	Q 1	Uniforme	1.100	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N29/N33	V 1	Uniforme	1.420	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N29/N33	V 2	Uniforme	1.360	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N29/N33	N 1	Faja	1.650	-	0.000	2.262	Globales	0.000	0.000	-1.000
N29/N33	N 1	Uniforme	0.550	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N33/N28	Peso propio	Uniforme	0.257	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N33/N28	CM 1	Uniforme	0.440	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N33/N28	Q 1	Uniforme	1.100	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N33/N28	V 1	Uniforme	1.420	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N33/N28	V 2	Uniforme	1.360	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N33/N28	N 1	Uniforme	0.550	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N16	Peso propio	Uniforme	0.102	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N16/N22	Peso propio	Uniforme	0.102	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N22/N28	Peso propio	Uniforme	0.102	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N17	Peso propio	Uniforme	0.102	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N17/N23	Peso propio	Uniforme	0.102	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N23/N29	Peso propio	Uniforme	0.102	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N30/N31	Peso propio	Uniforme	0.257	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N30/N31	Q 1	Puntual	17.87	-	1.000	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N30/N31	Q 1	Puntual	2.55	-	1.000	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N31/N32	Peso propio	Uniforme	0.257	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N32/N33	Peso propio	Uniforme	0.257	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N17/N22	Peso propio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N23/N16	Peso propio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

1.3. Resultados

1.3.1. Barras

1.3.1.1. Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barras	COMPROBACIONES (CÓDIGO ESTRUCTURAL)														Estado
	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_tV_z	M_tV_y	
N1/N10	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 0 m η = 2.7	x: 0 m η = 18.3	x: 0 m η = 29.2	x: 0 m η = 4.5	x: 0 m η = 1.5	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 29.3	η < 0.1	η = 0.3	η = 0.2	x: 0 m η = 1.5	**CUMPLE** h **= 29.3**
N10/N7	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0.532 m η = 0.5	x: 0 m η = 1.6	x: 0.533 m η = 15.2	x: 0 m η = 7.2	η = 13.8	x: 0.533 m η = 0.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 17.5	η < 0.1	η = 1.8	η = 13.9	x: 0.533 m η = 0.3	**CUMPLE** h **= 17.5**
N7/N2	x: 0.104 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 0.104 m η < 0.1	x: 0.104 m η = 0.4	x: 0.104 m η = 0.9	x: 0.104 m η = 0.5	x: 0.104 m η = 0.2	x: 0.104 m η < 0.1	x: 0.104 m η < 0.1	x: 0.104 m η = 0.9	x: 0.104 m η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE** h **= 0.9**
N4/N8	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.245 m η = 0.6	x: 0 m η = 0.6	x: 0 m η = 19.5	x: 0 m η = 23.5	x: 0 m η = 5.3	x: 0 m η = 1.0	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 23.5	η < 0.1	η = 0.9	η = 0.6	x: 0 m η = 1.0	**CUMPLE** h **= 23.5**
N8/N5	x: 0.117 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 0.117 m η < 0.1	x: 0.117 m η = 2.5	x: 0.117 m η = 2.2	x: 0.117 m η = 1.5	x: 0.117 m η = 0.3	x: 0.117 m η < 0.1	x: 0.117 m η < 0.1	x: 0.117 m η = 2.5	x: 0.117 m η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE** h **= 2.5**
N3/N11	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.25 m η = 0.8	x: 0 m η = 3.4	x: 0 m η = 37.6	x: 0 m η = 11.0	x: 0 m η = 6.3	η = 0.4	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 41.9	η < 0.1	η = 0.3	x: 0 m η = 6.3	η = 0.2	**CUMPLE** h **= 41.9**
N11/N9	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0.194 m η = 1.3	x: 0 m η = 2.4	x: 0 m η = 2.7	x: 0.195 m η = 27.0	x: 0 m η = 0.7	η = 5.9	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.195 m η = 27.0	η < 0.1	η = 3.6	x: 0 m η = 0.7	η = 6.0	**CUMPLE** h **= 27.0**
N9/N6	x: 0.111 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 0.111 m η < 0.1	x: 0.111 m η = 1.9	M_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	x: 0.111 m η = 1.4	V_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	x: 0.111 m η < 0.1	N.P.(6)	x: 0.111 m η = 1.9	x: 0.111 m η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE** h **= 1.9**
N8/N9	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 2.409 m η = 0.1	x: 0.077 m η = 0.3	x: 0.077 m η = 10.0	x: 2.409 m η = 16.2	x: 2.409 m η = 3.1	η = 0.4	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.409 m η = 16.3	η < 0.1	η = 1.2	x: 2.409 m η = 2.6	η = 0.4	**CUMPLE** h **= 16.3**
N9/N30	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 2.115 m η = 0.6	x: 0 m η = 3.3	x: 2.115 m η = 19.8	x: 0 m η = 15.9	x: 0 m η = 6.3	η = 0.6	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.115 m η = 25.6	η < 0.1	η = 2.2	x: 0 m η = 6.3	η = 0.6	**CUMPLE** h **= 25.6**
N30/N7	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 1.822 m η = 0.6	x: 0 m η = 3.0	x: 0 m η = 19.8	x: 0 m η = 7.0	x: 1.823 m η = 7.0	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 25.5	η < 0.1	η = 1.9	x: 1.823 m η = 7.1	η = 0.2	**CUMPLE** h **= 25.5**
N10/N11	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 4.2	η = 0.8	x: 4 m η = 0.2	x: 0.076 m η = 62.5	η < 0.1	x: 0.076 m η = 4.7	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.076 m η = 64.7	η < 0.1	η = 0.8	η < 0.1	x: 4 m η = 4.6	**CUMPLE** h **= 64.7**
N12/N16	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.778 m η = 0.9	x: 0 m η = 2.4	x: 0 m η = 36.5	x: 0 m η = 20.4	x: 0 m η = 8.1	η = 0.6	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 36.3	η < 0.1	η = 0.3	η = 2.8	η = 0.6	**CUMPLE** h **= 36.5**
N16/N13	x: 0.121 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 0.121 m η < 0.1	x: 0.121 m η = 0.7	M_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	x: 0.121 m η = 0.9	V_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	x: 0.121 m η < 0.1	N.P.(6)	x: 0.121 m η = 0.7	x: 0.121 m η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE** h **= 0.9**
N14/N17	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.228 m η = 1.6	x: 0 m η = 2.1	x: 0 m η = 51.0	x: 0 m η = 22.4	x: 0 m η = 13.0	η = 0.8	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 52.6	η < 0.1	η = 0.2	η = 3.1	η = 0.8	**CUMPLE** h **= 52.6**
N17/N15	x: 0.121 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 0.121 m η < 0.1	x: 0.121 m η = 4.9	M_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	x: 0.121 m η = 3.1	V_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	x: 0.121 m η < 0.1	N.P.(6)	x: 0.121 m η = 4.9	x: 0.121 m η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE** h **= 4.9**
N17/N31	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 4.524 m η = 0.3	x: 0.077 m η = 0.7	x: 0.077 m η = 24.8	x: 4.524 m η = 3.5	x: 0.077 m η = 6.2	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.077 m η = 25.5	η < 0.1	η = 0.4	x: 0.077 m η = 6.2	η < 0.1	**CUMPLE** h **= 25.5**
N31/N16	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 1.822 m η = 0.3	x: 0 m η = 0.5	x: 0 m η = 19.2	x: 0 m η = 6.2	x: 1.823 m η = 7.4	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 22.6	η < 0.1	η = 1.0	x: 1.823 m η = 7.5	η = 0.2	**CUMPLE** h **= 22.6**
N18/N22	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.778 m η = 1.0	x: 0 m η = 1.9	x: 0 m η = 36.7	x: 0 m η = 20.4	x: 0 m η = 8.1	η = 0.6	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 36.5	η < 0.1	η = 0.3	η = 2.4	η = 0.6	**CUMPLE** h **= 36.7**
N22/N19	x: 0.121 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 0.121 m η < 0.1	x: 0.121 m η = 0.7	M_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	x: 0.121 m η = 0.9	V_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	x: 0.121 m η < 0.1	N.P.(6)	x: 0.121 m η = 0.7	x: 0.121 m η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE** h **= 0.9**
N20/N23	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.228 m η = 1.6	x: 0 m η = 1.8	x: 0 m η = 51.4	x: 0 m η = 22.4	x: 0 m η = 13.1	η = 0.8	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 53.0	η < 0.1	η = 0.2	η = 2.0	η = 0.8	**CUMPLE** h **= 53.0**
N23/N21	x: 0.121 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 0.121 m η < 0.1	x: 0.121 m η = 4.9	M_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	x: 0.121 m η = 3.1	V_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	x: 0.121 m η < 0.1	N.P.(6)	x: 0.121 m η = 4.9	x: 0.121 m η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE** h **= 4.9**

Barras	COMPROBACIONES (CÓDIGO ESTRUCTURAL)														Estado
	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_tV_Z	M_tV_Y	
N23/N32	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 4.524 m η = 0.2	x: 0.077 m η = 0.6	x: 0.077 m η = 25.1	x: 4.524 m η = 3.6	x: 0.077 m η = 5.9	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.077 m η = 25.5	η < 0.1	η = 0.3	x: 0.077 m η = 3.1	η < 0.1	**CUMPLE** h **= 25.5**
N32/N22	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 1.822 m η = 0.2	x: 0 m η = 0.4	x: 1.823 m η = 12.4	x: 0 m η = 6.1	x: 1.823 m η = 5.6	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 14.7	η < 0.1	η = 0.9	x: 1.823 m η = 5.6	η = 0.2	**CUMPLE** h **= 14.7**
N24/N28	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.782 m η = 0.4	x: 0 m η = 1.1	x: 0 m η = 20.5	x: 0 m η = 29.9	x: 0 m η = 4.4	x: 0 m η = 1.5	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 34.8	η < 0.1	η = 0.3	η = 1.4	x: 0 m η = 1.5	**CUMPLE** h **= 34.8**
N28/N25	x: 0.104 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 0.104 m η < 0.1	x: 0.104 m η = 0.4	x: 0.104 m η = 0.9	x: 0.104 m η = 0.5	x: 0.104 m η = 0.2	x: 0.104 m η < 0.1	x: 0.104 m η < 0.1	x: 0.104 m η = 0.9	x: 0.104 m η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE** h **= 0.9**
N26/N29	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.245 m η = 0.7	x: 0 m η = 1.3	x: 0 m η = 27.1	x: 0 m η = 27.2	x: 0 m η = 6.6	x: 0 m η = 1.4	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 28.0	η < 0.1	η = 0.2	η = 1.4	x: 0 m η = 1.4	**CUMPLE** h **= 28.0**
N29/N27	x: 0.117 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 0.117 m η < 0.1	x: 0.117 m η = 2.5	x: 0.117 m η = 3.7	x: 0.117 m η = 1.5	x: 0.117 m η = 0.5	x: 0.117 m η < 0.1	x: 0.117 m η < 0.1	x: 0.117 m η = 3.7	x: 0.117 m η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE** h **= 3.7**
N29/N33	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 4.524 m η = 0.2	x: 0.077 m η = 0.4	x: 0.077 m η = 15.8	x: 4.524 m η = 3.5	x: 0.077 m η = 4.2	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.077 m η = 16.4	η < 0.1	η = 0.4	x: 0.077 m η = 2.6	η < 0.1	**CUMPLE** h **= 16.4**
N33/N28	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 1.822 m η = 0.2	x: 0 m η = 0.3	x: 1.823 m η = 10.0	x: 0 m η = 4.7	x: 1.823 m η = 3.7	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 10.1	η < 0.1	η = 0.7	x: 1.823 m η = 3.7	η = 0.1	**CUMPLE** h **= 10.1**
N7/N16	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 0.1	η = 0.7	x: 5.5 m η = 16.4	x: 0.08 m η = 4.0	x: 5.5 m η = 1.3	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 5.5 m η = 5.5	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE** h **= 16.4**
N16/N22	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 0.1	η < 0.1	x: 5.5 m η = 16.2	x: 5.5 m η = 4.0	x: 5.5 m η = 1.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η < 0.1	x: 5.5 m η = 6.4	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE** h **= 16.2**
N22/N28	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 0.9	η < 0.1	x: 5.42 m η = 15.1	x: 5.42 m η = 3.3	x: 5.42 m η = 1.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η < 0.1	x: 5.42 m η = 4.7	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE** h **= 15.1**
N8/N17	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	η = 0.6	x: 5.5 m η = 18.4	x: 0.08 m η = 8.0	x: 5.5 m η = 1.4	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.08 m η = 10.6	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE** h **= 18.4**
N17/N23	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 0.2	η = 0.1	x: 5.5 m η = 16.5	x: 0 m η = 2.2	x: 5.5 m η = 1.3	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 5.5 m η = 4.2	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE** h **= 16.5**
N23/N29	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 1.0	η = 0.1	x: 5.42 m η = 18.4	x: 5.42 m η = 3.1	x: 5.42 m η = 1.4	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η < 0.1	x: 5.42 m η = 6.4	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE** h **= 18.4**
N30/N31	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 1.001 m η = 0.3	η = 0.2	x: 1.001 m η = 76.5	x: 0 m η = 4.8	x: 0 m η = 9.1	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.001 m η = 76.9	η < 0.1	η = 0.2	x: 0 m η = 9.1	η = 0.1	**CUMPLE** h **= 76.9**
N31/N32	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 0.2	η = 0.1	x: 0 m η = 7.8	x: 0 m η = 2.3	x: 0 m η = 0.8	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 10.3	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE** h **= 10.3**
N32/N33	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 0.1	η = 0.1	x: 2.75 m η = 1.8	x: 0 m η = 3.0	x: 0 m η = 0.5	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 3.4	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE** h **= 3.4**

Barras	COMPROBACIONES (CÓDIGO ESTRUCTURAL)													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_tV_Z	M_tV_Y	
N17/N22	x: 8.355 m η = 3.4	x: 0.101 m η = 2.2	x: 0.101 m η = 88.3	M_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	x: 0.101 m η = 0.3	V_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	x: 0.101 m η < 0.1	N.P.(6)	x: 8.356 m η = 91.6	x: 0.101 m η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE** h **= 91.6**
N23/N16	x: 8.355 m η = 1.6	x: 0.101 m η = 3.1	x: 0.101 m η = 88.3	M_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	x: 0.101 m η = 0.3	V_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	x: 0.101 m η < 0.1	N.P.(6)	x: 0.101 m η = 91.4	x: 0.101 m η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	**CUMPLE** h **= 91.4**

Notación:

I_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_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_tV_Z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados

M_tV_Y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados

x: Distancia al origen de la barra

h: 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 momento torsor.

(3) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

(4) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

(5) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

(6) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

1.4. Uniones

1.4.1. Comprobaciones en placas de anclaje

En cada placa de anclaje se realizan las siguientes comprobaciones (asumiendo la hipótesis de placa rígida):

1. Hormigón sobre el que apoya la placa

Se comprueba que la tensión de compresión en la interfaz placa de anclaje-hormigón es menor a la tensión admisible del hormigón según la naturaleza de cada combinación.

2. Pernos de anclaje

a) *Resistencia del material de los pernos*: Se descomponen los esfuerzos actuantes sobre la placa en axiles y cortantes en los pernos y se comprueba que ambos esfuerzos, por separado y con interacción entre ellos (tensión de Von Mises), producen tensiones menores a la tensión límite del material de los pernos.

b) *Anclaje de los pernos*: Se comprueba el anclaje de los pernos en el hormigón de tal manera que no se produzca el fallo de deslizamiento por adherencia, arrancamiento del cono de rotura o fractura por esfuerzo cortante (aplastamiento).

c) *Aplastamiento*: Se comprueba que en cada perno no se supera el cortante que produciría el aplastamiento de la placa contra el perno.

3. Placa de anclaje

a) *Tensiones globales*: En placas con vuelo, se analizan cuatro secciones en el perímetro del perfil, y se comprueba en todas ellas que las tensiones de Von Mises sean menores que la tensión límite según la norma.

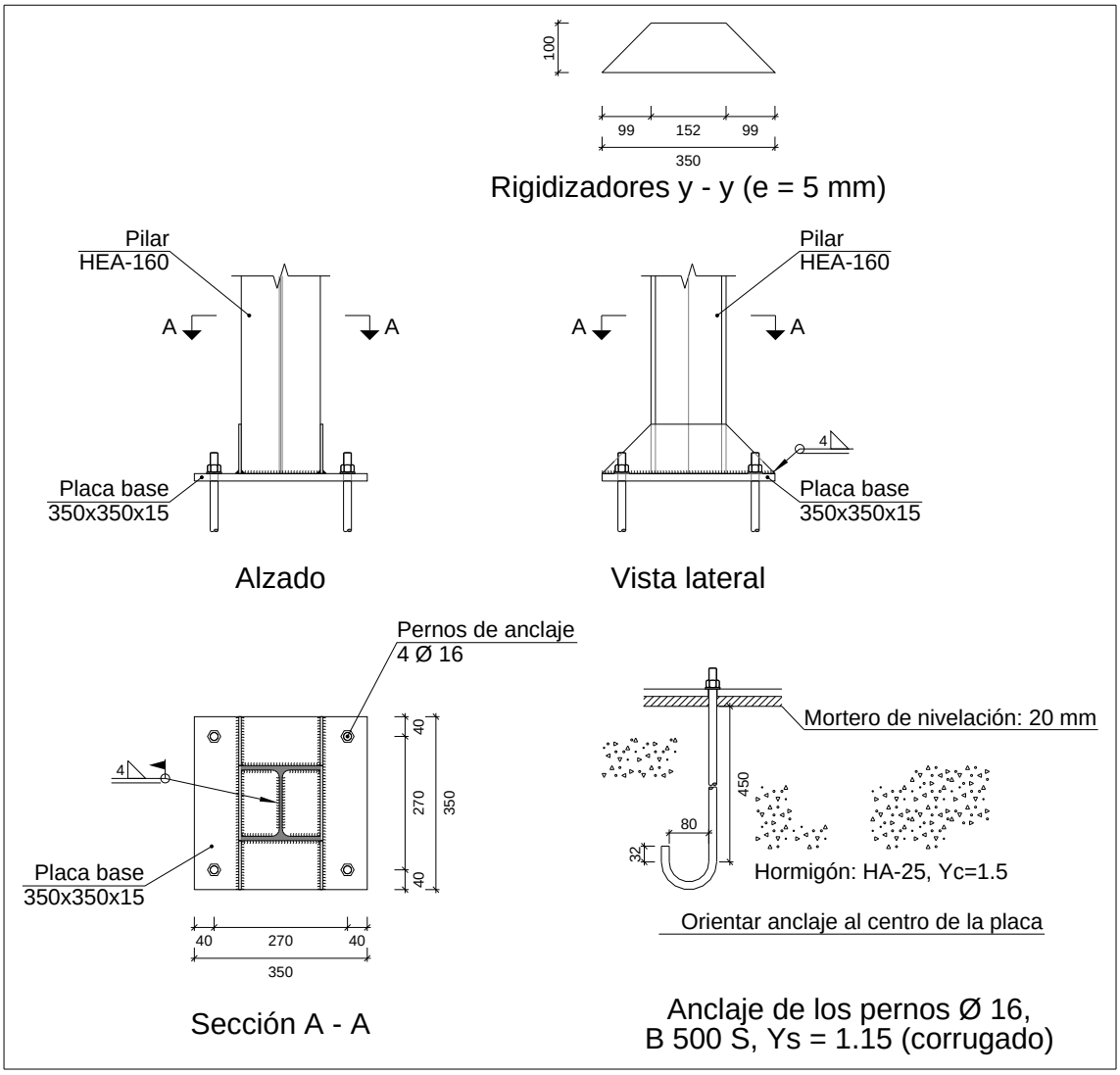
b) *Flechas globales relativas*: Se comprueba que en los vuelos de las placas no aparezcan flechas mayores que 1/250 del vuelo.

c) *Tensiones locales*: Se comprueban las tensiones de Von Mises en todas las placas locales en las que tanto el perfil como los rigidizadores dividen a la placa de anclaje propiamente dicha. Los esfuerzos en cada una de las subplacas se obtienen a partir de las tensiones de contacto con el hormigón y los axiles de los pernos. El modelo generado se resuelve por diferencias finitas.

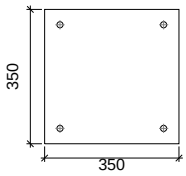
1.4.2. Memoria de cálculo

1.4.2.1. Tipo 1

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Placa base		350	350	15	4	16	S275 (UNE-EN 10025-2)	275.0	410.0
Rigidizador		350	100	5	-	-	S275 (UNE-EN 10025-2)	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Pilar HEA-160

Uniones soldadas

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	4	776	6.0	90.00

a: Espesor de garganta
l: Longitud del cordón de soldadura
t: Espesor de la pieza

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm²)	β_w
	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	$\tau_\perp$ (N/mm²)	$\tau_\parallel$ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.							410.0	0.85

2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: *2 diámetros*	Mínimo: 32 mm Calculado: 270 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: *2 diámetros*	Mínimo: 32 mm Calculado: 50 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: *2 diámetros*	Mínimo: 32 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 48.7	Cumple
Longitud mínima del perno: *Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.*	Mínimo: 18 cm Calculado: 45 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
- Tracción:	Máximo: 80.01 kN Calculado: 66.26 kN	Cumple
- Cortante:	Máximo: 56 kN Calculado: 6.94 kN	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 80.01 kN Calculado: 76.18 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 63.92 kN Calculado: 62.63 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 500 MPa Calculado: 317.841 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: *Límite del cortante en un perno actuando contra la placa*	Máximo: 132 kN Calculado: 6.55 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 275 MPa	
- Derecha:	Calculado: 172.637 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 172.971 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 200.531 MPa	Cumple

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
- Abajo:	Calculado: 205.982 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: *Limitación de la deformabilidad de los vuelos*	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 434.604	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 556.469	Cumple
- Arriba:	Calculado: 4334.87	Cumple
- Abajo:	Calculado: 3698.71	Cumple
Tensión de Von Mises local: *Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo*	Máximo: 275 MPa Calculado: 0 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.16		

Uniones soldadas

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Rigidizador y-y (x = -83): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	350	5.0	90.00
Rigidizador y-y (x = 83): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	350	5.0	90.00

a: Espesor de garganta
l: Longitud del cordón de soldadura
t: Espesor de la pieza

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm²)	β_w
	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	$\tau_\perp$ (N/mm²)	$\tau_\parallel$ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = -83): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 83): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85

d) Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	4	1364
	En el lugar de montaje	En ángulo	4	776

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tuercas	Clase 6	4	ISO 4032-M16
Arandelas	Dureza 200 HV	4	ISO 7089-16

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275 (UNE-EN 10025-2)	Placa base	1	350x350x15	14.42
	Rigidizadores pasantes	2	350/152x100/0x5	1.97
			Total	16.39
B 500 S, Ys = 1.15 (corrugado)	Pernos de anclaje	4	Ø 16 - L = 501 + 183	4.32
			Total	4.32

ÍNDICE

1. ACCIONES CONSIDERADAS 3

1.1. Gravitatorias 3

1.2. Viento 3

1.3. Sismo 3

1.4. Hipótesis de carga 3

1.5. Leyes de presiones sobre muros 3

1.6. Listado de cargas 4

1.7. Datos geométricos de pilares, pantallas y muros 4

1.7.1. Pilares 5

1.7.2. Muros 5

2. DATOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS Y PLANTAS 6

3. LOSAS Y ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN 7

3.1. Losas de cimentación 7

4. ESFUERZOS Y ARMADOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS 7

4.1. Materiales 7

4.1.1. Hormigones 7

4.1.2. Aceros por elemento y posición 7

4.2. Armado de pilares y pantallas 8

4.2.1. Pilares 8

4.3. Esfuerzos de pilares, pantallas y muros por hipótesis 8

4.4. Arranques de pilares, pantallas y muros por hipótesis 9

4.5. Pésimos de pilares, pantallas y muros 10

4.5.1. Pilares 11

4.5.2. Muros 11

4.6. Listado de armaduras de muros de hormigón 12

4.7. Sumatorio de esfuerzos de pilares, pantallas y muros por hipótesis y planta 13

4.7.1. Resumido 13

4.8. Comprobaciones E.L.U. 13

4.8.1. Notación 14

4.8.2. Pilares 14
4.8.3. Vigas 14

1. ACCIONES CONSIDERADAS

1.1. Gravitatorias

Planta	S.C.U (kN/m²)	Cargas muertas (kN/m²)
Acceso	5.0	0.5
Cimentación	1.0	1.0

1.2. Viento

Se ha tenido en cuenta la acción del viento mediante cargas aplicadas en las siguientes hipótesis: 'V 1' y 'V 2'.

1.3. Sismo

Sin acción de sismo

1.4. Hipótesis de carga

Automáticas	Peso propio Cargas muertas Sobrecarga de uso		
Adicionales	Referencia	Descripción	Naturaleza
	V 1	Frontal	Viento
	V 2	Lateral	Viento
	N 1	Nieve	Nieve

1.5. Leyes de presiones sobre muros

Empujes del terreno			
Referencia	Hipótesis	Descripción	Muro
Empuje de Defecto (Primera situación de relleno)	Cargas muertas	Con relleno: Cota 4.00 m Ángulo de talud 0.00 Grados Densidad aparente 18.00 kN/m³ Densidad sumergida 11.00 kN/m³ Ángulo rozamiento interno 20.00 Grados Evacuación por drenaje 90.00 % Carga 1: Tipo: Uniforme	M1, M2, M3, M4

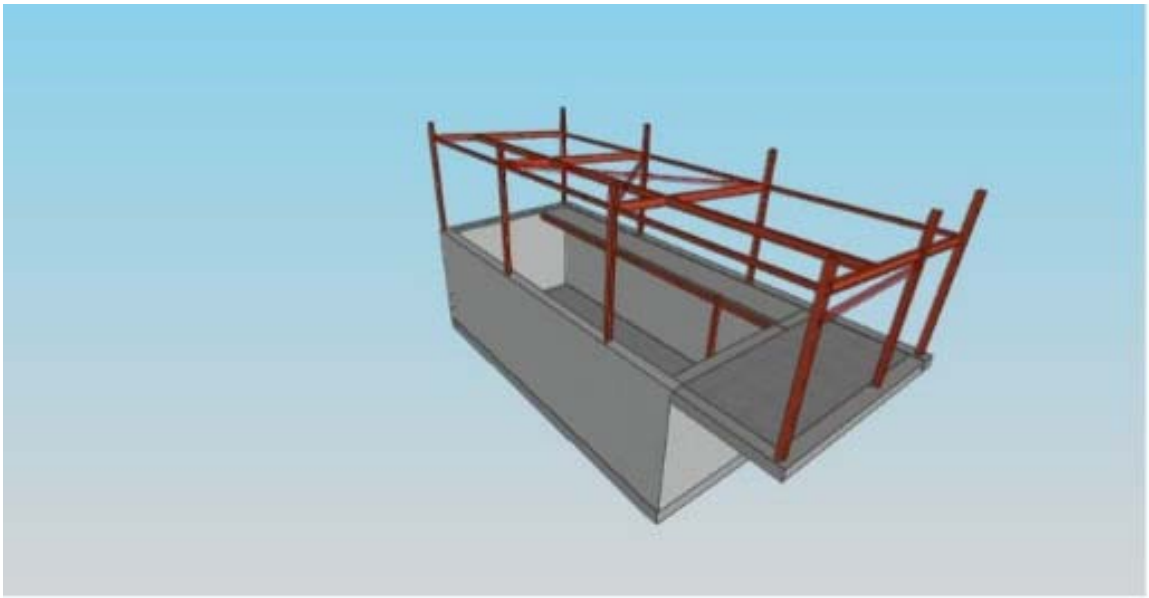
Empujes del terreno			
Referencia	Hipótesis	Descripción	Muro
		Valor: 5.00 kN/m²	
Empuje de Defecto (Segunda situación de relleno)	Sobrecarga de uso	Con relleno: Cota 4.00 m Ángulo de talud 0.00 Grados Densidad aparente 18.00 kN/m³ Densidad sumergida 11.00 kN/m³ Ángulo rozamiento interno 20.00 Grados Evacuación por drenaje 90.00 % Carga 1: Tipo: Uniforme Valor: 9.00 kN/m²	M1, M2, M3, M4

1.6. Listado de cargas

Cargas especiales introducidas (en kN, kN/m y kN/m²)

Grupo	Hipótesis	Tipo	Valor	Coordenadas
Cimentación	Cargas muertas	Superficial	8.00	(4.74,5.01) (7.36,5.01) (7.35,3.86) (4.78,3.82)
	Cargas muertas	Superficial	8.00	(8.27,5.01) (8.24,3.83) (10.84,3.82) (10.86,4.99)
	Cargas muertas	Superficial	8.00	(11.76,4.84) (11.77,3.99) (14.04,3.98) (14.04,4.84)

1.7. Datos geométricos de pilares, pantallas y muros



1.7.1. Pilares

GI: grupo inicial

GF: grupo final

Ang: ángulo del pilar en grados sexagesimales

Datos de los pilares

Referencia	Coord(P.Fijo)	GI- GF	Vinculación exterior	Ang.	Punto fijo
P1	(5.75, 1.90)	0-1	Sin vinculación exterior	90.0	Centro
P2	(11.25, 1.90)	0-1	Sin vinculación exterior	90.0	Centro

1.7.2. 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 Inicial	Vértices Final	Planta	Dimensiones Izquierda+Derecha=Total
M1	Muro de hormigón armado	0-1	(3.35, 0.18)	(3.35, 6.59)	1	0.2+0.2=0.4
M2	Muro de hormigón armado	0-1	(3.35, 6.59)	(16.77, 6.59)	1	0.2+0.2=0.4
M3	Muro de hormigón armado	0-1	(3.35, 0.18)	(16.77, 0.18)	1	0.2+0.2=0.4
M4	Muro de hormigón armado	0-1	(16.77, 0.18)	(16.77, 6.59)	1	0.2+0.2=0.4

Zapata del muro

Referencia	Zapata del muro	
M1	Viga de cimentación: 0.400 x 0.500 Vuelos: izq.:0.00 der.:0.00 canto:0.50 -Situaciones persistentes: 0.07 MPa -Situaciones accidentales: 0.12 MPa Módulo de balasto: 1351.00 kN/m³	Tensiones admisibles
M2	Viga de cimentación: 0.400 x 0.500 Vuelos: izq.:0.00 der.:0.00 canto:0.50 -Situaciones persistentes: 0.07 MPa -Situaciones accidentales: 0.12 MPa Módulo de balasto: 1351.00 kN/m³	Tensiones admisibles
M3	Viga de cimentación: 0.400 x 0.500 Vuelos: izq.:0.00 der.:0.00 canto:0.50 -Situaciones persistentes: 0.07 MPa -Situaciones accidentales: 0.12 MPa Módulo de balasto: 1351.00 kN/m³	Tensiones admisibles
M4	Viga de cimentación: 0.400 x 0.500 Vuelos: izq.:0.00 der.:0.00 canto:0.50 -Situaciones persistentes: 0.07 MPa -Situaciones accidentales: 0.12 MPa Módulo de balasto: 1351.00 kN/m³	Tensiones admisibles

2. DATOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS Y PLANTAS

Grupo	Nombre del grupo	Planta	Nombre planta	Altura	Cota
1	Acceso	1	Acceso	4.35	4.35
0	Cimentación				0.00

3. LOSAS Y ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN

3.1. Losas de cimentación

Grupo	Losas cimentación	Canto (cm)	Módulo balasto (kN/m³)	Tensión admisible en situaciones persistentes (MPa)	Tensión admisible en situaciones accidentales (MPa)
Cimentación	Todas	50	1351.00	0.07	0.12
Acceso	Todas	35	1351.00	0.07	0.12

4. ESFUERZOS Y ARMADOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS

4.1. Materiales

4.1.1. Hormigones

Elemento	Hormigón	f_{ck} (MPa)	γ_c	Árido		E_c (MPa)
				Naturaleza	Tamaño máximo (mm)	
Todos	HA-25	25	1.50	Cuarcita	15	27264

4.1.2. Aceros por elemento y posición

4.1.2.1. Aceros en barras

Elemento	Acero	f_{yk} (MPa)	γ_s
Todos	B 500 S	500	1.15

4.1.2.2. Aceros en perfiles

Tipo de acero para perfiles	Acero	Límite elástico (MPa)	Módulo de elasticidad (GPa)
Acero conformado	S 235	235	210
Acero laminado	S275 (UNE-EN 10025-2)	275	210

4.2. Armado de pilares y pantallas

4.2.1. Pilares

Armado de pilares					
Pilar	Geometría			Aprov. (%)	Estado
	Planta	Dimensiones (cm)	Tramo (m)		
P1	Acceso	HEA-120	0.00/4.01	20.3	Cumple
P2	Acceso	HEA-120	0.00/4.01	21.4	Cumple

4.3. Esfuerzos de pilares, pantallas y muros por hipótesis

■ Tramo: Nivel inicial / nivel final del tramo entre plantas.

■ Nota:

Los esfuerzos están referidos a ejes locales del pilar.

Soporte	Planta	Dimensión (cm)	Tramo (m)	Hipótesis	Base						Cabeza					
					N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
P1	Acceso	HEA-120	0.00/4.01	Peso propio	14.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	13.6	-0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0
				Cargas muertas	0.8	-0.0	0.3	-0.0	0.2	0.0	0.8	-0.0	-0.4	-0.0	0.2	0.0
				Sobrecarga de uso	21.9	0.0	0.5	0.0	0.4	0.0	21.9	-0.1	-1.0	0.0	0.4	0.0
				V 1	0.1	-0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0
				V 2	0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0
				N 1	-0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
P2	Acceso	HEA-120	0.00/4.01	Peso propio	14.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	13.7	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
				Cargas muertas	2.3	-0.1	-0.1	-0.0	-0.1	0.0	2.3	0.0	0.2	-0.0	-0.1	0.0
				Sobrecarga de uso	27.0	0.1	-0.2	0.0	-0.1	0.0	27.0	-0.1	0.3	0.0	-0.1	0.0
				V 1	-0.0	-0.0	-0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
				V 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
				N 1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0	0.0
M1	Acceso	40.0	0.00/4.35	Peso propio	144.2	24.6	18.5	12.9	49.5	-13.7	-326.1	491.3	-22.2	-361.1	58.6	27.1

Soporte	Planta	Dimensión (cm)	Tramo (m)	Hipótesis	Base						Cabeza					
					N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
				Cargas muertas	-42.2	21.3	-28.9	219.6	55.6	48.1	-2.0	-3.3	-24.6	4.3	68.6	-92.9
				Sobrecarga de uso	30.9	21.5	7.1	28.3	38.2	-1.3	54.1	-79.7	-11.5	52.6	37.2	-23.3
				V 1	-9.5	-9.5	-0.6	-7.7	3.9	1.6	-8.6	43.5	-5.2	-30.0	5.6	1.1
				V 2	-2.1	1.1	-1.9	2.0	-19.9	-0.4	2.0	7.5	28.9	-9.5	-13.7	-20.6
				N 1	4.3	3.2	0.7	2.5	3.2	-0.6	1.7	-8.3	-6.8	5.6	2.8	8.8
M2	Acceso	40.0	0.00/4.35	Peso propio	512.7	-104.6	-178.8	-232.0	-95.7	94.7	-22.1	276.6	4.7	-95.6	-4.2	23.0
				Cargas muertas	134.2	33.7	-768.1	1.0	-960.2	-26.4	14.0	-50.2	2.4	-6.8	28.2	-99.6
				Sobrecarga de uso	102.7	20.5	-108.1	48.1	-86.2	-20.8	57.6	-64.2	8.6	21.1	6.2	-28.1
				V 1	-11.3	-6.7	-9.7	-5.1	-0.1	6.6	-40.6	-107.5	-13.1	-3.7	-1.0	24.8
				V 2	-23.1	0.0	36.7	2.6	5.5	4.5	-9.8	2.4	31.7	3.0	9.0	-30.7
				N 1	7.9	1.0	1.7	0.3	-0.8	-0.6	10.2	7.7	5.5	0.0	0.6	-7.1
M3	Acceso	40.0	0.00/4.35	Peso propio	532.4	-109.6	258.9	-398.9	117.1	-85.4	34.0	197.7	0.6	-233.3	21.5	54.0
				Cargas muertas	-32.5	-8.0	237.2	4.0	823.0	-15.7	4.4	-30.0	-1.8	5.3	-249.9	16.5
				Sobrecarga de uso	64.5	40.2	48.4	31.5	70.1	25.8	96.8	-32.9	-2.7	-1.5	-32.5	-13.9
				V 1	-17.4	-6.6	-8.5	-9.8	-2.3	-5.2	-18.1	25.7	-0.2	16.7	-2.4	14.3
				V 2	-16.5	8.5	-14.3	-1.5	-11.7	6.9	-43.8	-49.7	46.7	8.1	-20.9	22.3
				N 1	10.6	0.5	5.6	-2.6	2.2	1.3	13.0	-8.8	-1.3	-7.1	1.7	-0.6
M4	Acceso	40.0	0.00/4.35	Peso propio	194.7	-95.0	4.3	-72.1	-39.0	6.7	5.5	-5.0	1.0	3.7	-36.0	3.6
				Cargas muertas	-36.1	-22.8	-31.4	-220.0	69.0	-50.3	7.4	-0.8	-15.0	4.5	88.1	-14.9
				Sobrecarga de uso	29.5	-12.1	1.8	-20.2	34.0	-2.7	22.6	-10.4	-33.5	9.3	33.6	17.7
				V 1	-6.8	4.6	-0.7	3.5	4.0	-1.7	15.2	6.6	62.1	-9.6	-0.2	-56.4
				V 2	-3.3	-1.3	0.6	-1.3	-15.4	2.3	6.4	-0.1	-27.4	1.7	-11.9	-5.1
				N 1	3.9	-2.4	0.6	-1.8	0.7	0.6	3.1	0.0	-12.3	0.3	1.6	-0.8

4.4. Arranques de pilares, pantallas y muros por hipótesis

■ Nota:

Los esfuerzos están referidos a ejes locales del pilar.

Los esfuerzos de pantallas y muros son en ejes generales y referidos al centro de gravedad de la pantalla o muro en la planta.

Soporte	Hipótesis	Esfuerzos en arranques					
		N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
P1	Peso propio	14.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cargas muertas	0.8	-0.0	0.3	-0.0	0.2	0.0
	Sobrecarga de uso	21.9	0.0	0.5	0.0	0.4	0.0
	V 1	0.1	-0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0
	V 2	0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0

Soporte	Hipótesis	Esfuerzos en arranques					
		N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
	N 1	-0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0	0.0
P2	Peso propio	14.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cargas muertas	2.3	-0.1	-0.1	-0.0	-0.1	0.0
	Sobrecarga de uso	27.0	0.1	-0.2	0.0	-0.1	0.0
	V 1	-0.0	-0.0	-0.0	0.0	0.0	0.0
	V 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	N 1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
M1	Peso propio	144.2	24.6	18.5	12.9	49.5	-13.7
	Cargas muertas	-42.2	21.3	-28.9	219.6	55.6	48.1
	Sobrecarga de uso	30.9	21.5	7.1	28.3	38.2	-1.3
	V 1	-9.5	-9.5	-0.6	-7.7	3.9	1.6
	V 2	-2.1	1.1	-1.9	2.0	-19.9	-0.4
	N 1	4.3	3.2	0.7	2.5	3.2	-0.6
M2	Peso propio	512.7	-104.6	-178.8	-232.0	-95.7	94.7
	Cargas muertas	134.2	33.7	-768.1	1.0	-960.2	-26.4
	Sobrecarga de uso	102.7	20.5	-108.1	48.1	-86.2	-20.8
	V 1	-11.3	-6.7	-9.7	-5.1	-0.1	6.6
	V 2	-23.1	0.0	36.7	2.6	5.5	4.5
	N 1	7.9	1.0	1.7	0.3	-0.8	-0.6
M3	Peso propio	532.4	-109.6	258.9	-398.9	117.1	-85.4
	Cargas muertas	-32.5	-8.0	237.2	4.0	823.0	-15.7
	Sobrecarga de uso	64.5	40.2	48.4	31.5	70.1	25.8
	V 1	-17.4	-6.6	-8.5	-9.8	-2.3	-5.2
	V 2	-16.5	8.5	-14.3	-1.5	-11.7	6.9
	N 1	10.6	0.5	5.6	-2.6	2.2	1.3
M4	Peso propio	194.7	-95.0	4.3	-72.1	-39.0	6.7
	Cargas muertas	-36.1	-22.8	-31.4	-220.0	69.0	-50.3
	Sobrecarga de uso	29.5	-12.1	1.8	-20.2	34.0	-2.7
	V 1	-6.8	4.6	-0.7	3.5	4.0	-1.7
	V 2	-3.3	-1.3	0.6	-1.3	-15.4	2.3
	N 1	3.9	-2.4	0.6	-1.8	0.7	0.6

4.5. Pésimos de pilares, pantallas y muros

4.5.1. Pilares

Resumen de las comprobaciones												
Pilares	Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Esfuerzos pésimos						Pésima	Aprov. (%)	Estado
				Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)			
P1	Acceso (0 - 4.35 m)	HEA-120	Cabeza	G, Q	52.2	-2.2	-0.2	0.1	0.9	NM_YM_Z	20.3	Cumple
			Pie	G, Q	53.3	1.3	0.1	0.1	0.9	NM_YM_Z	18.6	Cumple
P2	Acceso (0 - 4.35 m)	HEA-120	Cabeza	G, Q	62.2	0.7	-0.3	0.1	-0.3	NM_YM_Z	21.4	Cumple
			Pie	G, Q	63.2	-0.4	0.1	0.1	-0.3	NM_YM_Z	20.5	Cumple
Notas: *NM_YM_Z: Resistencia a flexión y axil combinados*												

4.5.2. Muros

Referencias:

Aprovechamiento: Nivel de tensiones (relación entre la tensión máxima y la admisible). Equivale al inverso del coeficiente de seguridad.

Nx : Axil vertical.

Ny : Axil horizontal.

Nxy: Axil tangencial.

Mx : Momento vertical (alrededor del eje horizontal).

My : Momento horizontal (alrededor del eje vertical).

Mxy: Momento torsor.

Qx : Cortante transversal vertical.

Qy : Cortante transversal horizontal.

Muro M1: Longitud: 641.5 cm [Nudo inicial: 3.35;0.18 -> Nudo final: 3.35;6.59]										
Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos							
			Nx (kN/m)	Ny (kN/m)	Nxy (kN/m)	Mx (kN·m/m)	My (kN·m/m)	Mxy (kN·m/m)	Qx (kN/m)	Qy (kN/m)
Cimentación - Acceso	Arm. vert. der.	3.31	68.53	-8.16	-15.15	-98.30	-12.42	-0.02	---	---
(e=40.0 cm)	Arm. horz. der.	3.17	-1.30	-42.16	16.04	0.03	-87.06	-3.64	---	---
	Arm. vert. izq.	85.95	71.68	-10.26	-16.86	-98.72	-12.47	-1.17	---	---
	Arm. horz. izq.	59.38	-1.30	-42.16	16.04	-11.63	-87.06	-3.64	---	---
	Hormigón	11.65	36.76	-67.73	-10.87	-58.99	-14.92	-26.66	---	---

Muro M1: Longitud: 641.5 cm [Nudo inicial: 3.35;0.18 -> Nudo final: 3.35;6.59]										
Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos							
			Nx (kN/m)	Ny (kN/m)	Nxy (kN/m)	Mx (kN·m/m)	My (kN·m/m)	Mxy (kN·m/m)	Qx (kN/m)	Qy (kN/m)
	Arm. transve.	3.99	63.06	-33.68	-24.20	---	---	---	-63.61	0.04

Muro M2: Longitud: 1342.2 cm [Nudo inicial: 3.35;6.59 -> Nudo final: 16.77;6.59]										
Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos							
			Nx (kN/m)	Ny (kN/m)	Nxy (kN/m)	Mx (kN·m/m)	My (kN·m/m)	Mxy (kN·m/m)	Qx (kN/m)	Qy (kN/m)
Cimentación - Acceso	Arm. vert. der.	-	-51.56	166.48	18.19	297.97	-16.15	-19.24	---	---
(e=40.0 cm)	Arm. horz. der.	67.50	596.46	525.96	288.92	0.00	-50.39	6.69	---	---
	Arm. vert. izq.	-	638.79	531.38	285.57	-70.71	-53.74	8.46	---	---
	Arm. horz. izq.	-	40.41	666.24	34.90	-18.63	-169.65	-14.76	---	---
	Hormigón	41.97	-51.56	166.48	18.19	297.97	-16.15	-19.24	---	---
	Arm. transve.	41.26	333.99	19.73	73.66	---	---	---	-61.43	166.91

Muro M3: Longitud: 1342.2 cm [Nudo inicial: 3.35;0.18 -> Nudo final: 16.77;0.18]										
Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos							
			Nx (kN/m)	Ny (kN/m)	Nxy (kN/m)	Mx (kN·m/m)	My (kN·m/m)	Mxy (kN·m/m)	Qx (kN/m)	Qy (kN/m)
Cimentación - Acceso	Arm. vert. der.	54.63	-69.14	-8.73	23.58	77.27	9.76	1.22	---	---
(e=40.0 cm)	Arm. horz. der.	84.10	92.91	520.14	58.02	6.16	21.57	8.59	---	---
	Arm. vert. izq.	39.72	-43.27	-13.10	37.80	-52.15	-16.07	-1.23	---	---
	Arm. horz. izq.	46.27	94.69	514.43	63.44	0.00	19.15	7.57	---	---
	Hormigón	9.83	-72.05	-9.10	22.82	78.07	9.86	0.57	---	---
	Arm. transve.	5.54	-61.49	-12.32	39.02	---	---	---	-88.23	-0.66

Muro M4: Longitud: 641.5 cm [Nudo inicial: 16.77;0.18 -> Nudo final: 16.77;6.59]										
Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos							
			Nx (kN/m)	Ny (kN/m)	Nxy (kN/m)	Mx (kN·m/m)	My (kN·m/m)	Mxy (kN·m/m)	Qx (kN/m)	Qy (kN/m)
Cimentación - Acceso	Arm. vert. der.	74.92	97.28	-23.11	-42.10	76.45	9.51	-2.74	---	---
(e=40.0 cm)	Arm. horz. der.	61.81	-42.67	-118.64	12.93	13.32	105.28	-4.97	---	---
	Arm. vert. izq.	3.27	-212.30	-257.43	-200.63	56.23	60.91	46.60	---	---
	Arm. horz. izq.	4.57	-85.84	-147.30	22.78	-1.72	111.33	-3.92	---	---
	Hormigón	18.07	-212.30	-257.43	-200.63	56.23	60.91	46.60	---	---
	Arm. transve.	91.23	-212.30	-257.43	-200.63	---	---	---	218.99	279.03

4.6. Listado de armaduras de muros de hormigón

Muro M1: Longitud: 641.5 cm [Nudo inicial: 3.35;0.18 -> Nudo final: 3.35;6.59]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
Cimentación - Acceso	40.0	Ø16c/20 cm	Ø16c/20 cm	Ø16c/20 cm	Ø16c/20 cm	---	---	---	---	100.0	---

Muro M2: Longitud: 1342.2 cm [Nudo inicial: 3.35;6.59 -> Nudo final: 16.77;6.59]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
Cimentación - Acceso	40.0	Ø16c/20 cm	Ø16c/20 cm	Ø16c/20 cm	Ø16c/20 cm	1	Ø10	20	20	98.9	---

Muro M3: Longitud: 1342.2 cm [Nudo inicial: 3.35;0.18 -> Nudo final: 16.77;0.18]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
Cimentación - Acceso	40.0	Ø16c/20 cm	Ø16c/20 cm	Ø16c/20 cm	Ø16c/20 cm	---	---	---	---	100.0	---

Muro M4: Longitud: 641.5 cm [Nudo inicial: 16.77;0.18 -> Nudo final: 16.77;6.59]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
Cimentación - Acceso	40.0	Ø16c/20 cm	Ø16c/20 cm	Ø16c/20 cm	Ø16c/20 cm	1	Ø10	20	20	100.0	---

F.C. = El factor de cumplimiento indica el porcentaje de área en el cual el armado y espesor de hormigón son suficientes.

4.7. Sumatorio de esfuerzos de pilares, pantallas y muros por hipótesis y planta

- Sólo se tienen en cuenta los esfuerzos de pilares, muros y pantallas, por lo que si la obra tiene vigas con vinculación exterior, vigas inclinadas, diagonales o estructuras 3D integradas, los esfuerzos de dichos elementos no se muestran en el siguiente listado.
- Este listado es de utilidad para conocer las cargas actuantes por encima de la cota de la base de los soportes sobre una planta, por lo que para casos tales como pilares apeados traccionados, los esfuerzos de dichos pilares tendrán la influencia no sólo de las cargas por encima sino también la de las cargas que recibe de plantas inferiores.

4.7.1. Resumido

Valores referidos al origen (X=0.00, Y=0.00)								
Planta	Cota (m)	Hipótesis	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
Cimentación	0.00	Peso propio	1412.9	14224	4777.6	-690.1	31.9	1530.0
		Cargas muertas	26.5	330.8	28.4	4.5	-12.7	-87.6
		Sobrecarga de uso	276.4	2779.3	934.5	87.5	56.2	188.7
		V 1	-44.9	-452.3	-152.0	-19.1	5.5	107.5
		V 2	-45.1	-453.4	-152.5	1.7	-41.5	-392.9
		N 1	26.7	269.0	90.3	-1.6	5.2	32.8

4.8. Comprobaciones E.L.U.

4.8.1. Notación

En las tablas de comprobación de pilares de acero no se muestran las comprobaciones con coeficiente de aprovechamiento inferior al 10%.

λ_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida

N_c: Resistencia a compresión

M_Y: Resistencia a flexión eje Y

M_Z: Resistencia a flexión eje Z

NM_YM_Z: Resistencia a flexión y axil combinados

4.8.2. Pilares

4.8.2.1. P1

Sección de acero laminado																
Tramo	Sección	Posición	Comprobaciones						Esfuerzos pésimos							Estado
			λ_w	N_c (%)	M_Y (%)	M_Z (%)	NM_YM_Z (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Acceso (0 - 4.35 m)	HEA-120	Cabeza	Cumple	15.8	7.2	1.1	20.3	20.3	G, Q(1)	N_c,M_Y,M_Z,NM_YM_Z	52.2	-2.2	-0.2	0.1	0.9	Cumple
		Pie	Cumple	16.1	4.0	0.6	18.6	18.6	G, Q(1)	N_c,M_Y,M_Z,NM_YM_Z	53.3	1.3	0.1	0.1	0.9	Cumple
Notas: *(1) 1.35·PP+1.35·CM+1.5·Qa*																

4.8.2.2. P2

Sección de acero laminado																
Tramo	Sección	Posición	Comprobaciones						Esfuerzos pésimos							Estado
			λ_w	N_c (%)	M_Y (%)	M_Z (%)	NM_YM_Z (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Acceso (0 - 4.35 m)	HEA-120	Cabeza	Cumple	18.8	2.2	1.7	21.4	21.4	G, Q(1)	N_c,M_Y,M_Z,NM_YM_Z	62.2	0.7	-0.3	0.1	-0.3	Cumple
		Pie	Cumple	19.1	1.2	0.9	20.5	20.5	G, Q(1)	N_c,M_Y,M_Z,NM_YM_Z	63.2	-0.4	0.1	0.1	-0.3	Cumple
Notas: *(1) 1.35·PP+1.35·CM+1.5·Qa*																

4.8.3. Vigas

4.8.3.1. Cimentación (losa del foso)

Vigas	COMPROBACIONES DE RESISTENCIA (CÓDIGO ESTRUCTURAL)	Estado
	-	
B1 - B3	N.P.(1)	**NO PROCEDE**

Vigas	COMPROBACIONES DE RESISTENCIA (CÓDIGO ESTRUCTURAL)															Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T_c	T_{st}	T_{sl}	TNM_x	TV_x	TV_y	TV_xS_t	TV_YS_t	$T,Disp._{sl}$	$T,Disp._{st}$	-	
B0 - B2	Cumple	N.P.(2)		N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(3)	N.P.(3)	N.P.(3)	N.P.(3)	N.P.(3)	N.P.(3)	N.P.(1)	
B1 - B0	Cumple	'0.000 m' Cumple	'5.008 m'	'5.383 m' η = 2.9	N.P.(3)	N.P.(3)	N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(3)	N.P.(3)	N.P.(3)	N.P.(3)	N.P.(3)	N.P.(3)	N.P.(1)	
B3 - B2	Cumple	'0.258 m' Cumple	'4.883 m'	'5.383 m' η = 2.8	N.P.(3)	N.P.(3)	N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(3)	N.P.(3)	N.P.(3)	N.P.(3)	N.P.(3)	N.P.(3)	N.P.(1)	

Notación:

-: -
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede
Disp.: Disposiciones relativas a las armaduras
Arm.: Armadura mínima y máxima
Q: Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas)
N,M: Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas)
T_c: Estado límite de agotamiento por torsión. Compresión oblicua.
T_{st}: Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en el alma.
T_{sl}: Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en las armaduras longitudinales.
TNM_x: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales. Flexión alrededor del eje X.
TV_x: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje X. Compresión oblicua
TV_y: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Compresión oblicua
TV_XS_t: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje X. Tracción en el alma.
TV_YS_t: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Tracción en el alma.
$T,Disp._{sl}$: Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura longitudinal.
$T,Disp._{st}$: Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura transversal.

Comprobaciones que no proceden (N.P.):

(1) No hay esfuerzos que produzcan tensiones normales para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
(2) No hay interacción entre axil y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
(3) La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.
(4) La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre torsión y esfuerzos normales.

Errores:

(1) La cuantía mecánica de la armadura transversal es inferior a la exigida por la norma.

Vigas	COMPROBACIONES DE FISURACIÓN (CÓDIGO ESTRUCTURAL)	Estado
	-	
B1 - B3	N.P.[1]	**NO PROCEDE**

Vigas	COMPROBACIONES DE FISURACIÓN (CÓDIGO ESTRUCTURAL)							Estado
	$W_{k,C,sup.}$	$W_{k,C,Lat.Der.}$	$W_{k,C,inf.}$	$W_{k,C,Lat.Izq.}$	σ_{sr}	V_{fis}	-	
B0 - B2	N.P.[2]	N.P.[2]	N.P.[2]	N.P.[2]	N.P.[2]		N.P.[1]	
B1 - B0	N.P.[2]	N.P.[2]	N.P.[2]	N.P.[2]	N.P.[2]	x: 5.008 m	N.P.[1]	
B3 - B2	N.P.[2]	N.P.[2]	N.P.[2]	N.P.[2]	N.P.[2]	x: 4.883 m	N.P.[1]	

Notación:

-: -
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede
$W_{k,C,sup.}$: Cálculo del ancho de fisura: Cara superior
$W_{k,C,Lat.Der.}$: Cálculo del ancho de fisura: Cara lateral derecha
$W_{k,C,inf.}$: Cálculo del ancho de fisura: Cara inferior
$W_{k,C,Lat.Izq.}$: Cálculo del ancho de fisura: Cara lateral izquierda
σ_{sr}: Área mínima de armadura
V_{fis}: Fisuración debida a tensiones tangenciales de cortante

Comprobaciones que no proceden (N.P.):

[1] No hay esfuerzos que produzcan tensiones normales para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
[2] La comprobación no procede, ya que la tensión de tracción máxima en el hormigón no supera la resistencia a tracción del mismo.

Errores:

[1] Al no cumplirse las indicaciones del artículo 7.3.3 (5) no es posible asegurar el control de la fisuración debida a los efectos de las tensiones tangenciales por cortante.

4.8.3.2. Acceso (losa superior)

Vigas	COMPROBACIONES DE RESISTENCIA (CÓDIGO ESTRUCTURAL)														Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T_c	T_{st}	T_{sl}	TNM_x	TV_x	TV_y	TV_XS_t	TV_YS_t	$T,Disp._{sl}$	$T,Disp._{st}$	
B1 - M1	Cumple	Cumple	'2.436 m' η = 90.1	'2.734 m' η = 89.4	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	**CUMPLE η = 90.1**
B0 - M1	Cumple	Cumple	'2.436 m' η = 89.0	'2.578 m' η = 94.1	'0.000 m' η = 4.2	'0.000 m' η = 31.3	'0.000 m' η = 4.9	N.P.(2)	N.P.(3)	'2.734 m' η = 20.1	N.P.(3)	'0.000 m' Cumple	'0.000 m' Cumple	'0.000 m' Cumple	**CUMPLE η = 94.1**
B1 - B0	Cumple	'0.000 m' Cumple	'2.192 m' η = 15.4	'B1' η = 22.8	'2.192 m' η = 30.3	'2.192 m' η = 88.9	'2.192 m' η = 35.5	'2.192 m' η = 49.9	N.P.(1)	'2.192 m' η = 32.7	N.P.(1)	'2.192 m' Cumple	'1.958 m' Cumple	'1.958 m' Cumple	**CUMPLE η = 88.9**

Notación:
- *Disp.: Disposiciones relativas a las armaduras*
- *Arm.: Armadura mínima y máxima*
- *Q: Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas)*
- *N,M: Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas)*
- *T_c: Estado límite de agotamiento por torsión. Compresión oblicua.*
- *T_{st}: Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en el alma.*
- *T_{sl}: Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en las armaduras longitudinales.*
- *TNM_x: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales. Flexión alrededor del eje X.*
- *TV_x: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje X. Compresión oblicua*
- *TV_y: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Compresión oblicua*
- *TV_XS_t: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje X. Tracción en el alma.*
- *TV_YS_t: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Tracción en el alma.*
- *$T,Disp._{sl}$: Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura longitudinal.*
- *$T,Disp._{st}$: Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura transversal.*
- *x: Distancia al origen de la barra*
- *η: Coeficiente de aprovechamiento (%)*
- *N.P.: No procede*

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
- *(1) La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.*
- *(2) La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre torsión y esfuerzos normales.*
- *(3) No hay interacción entre torsión y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.*

Vigas	COMPROBACIONES DE FISURACIÓN (CÓDIGO ESTRUCTURAL)						Estado
	$W_{k,C,sup.}$	$W_{k,C,Lat.Der.}$	$W_{k,C,inf.}$	$W_{k,C,Lat.Izq.}$	σ_{sr}	V_{fis}	
B1 - M1	N.P.(1)	N.P.(1)	x: 2.734 m Cumple	N.P.(1)	x: 2.578 m Cumple	Cumple	**CUMPLE**
B0 - M1	N.P.(1)	N.P.(1)	x: 2.734 m Cumple	N.P.(1)	x: 2.436 m Cumple	Cumple	**CUMPLE**
B1 - B0	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	Cumple	**CUMPLE**

Notación:
- *$W_{k,C,sup.}$: Cálculo del ancho de fisura: Cara superior*
- *$W_{k,C,Lat.Der.}$: Cálculo del ancho de fisura: Cara lateral derecha*
- *$W_{k,C,inf.}$: Cálculo del ancho de fisura: Cara inferior*
- *$W_{k,C,Lat.Izq.}$: Cálculo del ancho de fisura: Cara lateral izquierda*
- *σ_{sr}: Área mínima de armadura*
- *V_{fis}: Fisuración debida a tensiones tangenciales de cortante*
- *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 la tensión de tracción máxima en el hormigón no supera la resistencia a tracción del mismo.*

Tramos	COMPROBACIONES DE RESISTENCIA (CÓDIGO ESTRUCTURAL)														Estado
	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_tV_Z	M_tV_Y	
B2 - P1	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	x: 2.143 m η = 33.4	M_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	x: 2.143 m η = 8.6	V_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	η < 0.1	N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(7)	x: 1.776 m η = 0.3	x: 2.143 m η = 8.6	N.P.(8)	**CUMPLE η = 33.4**
P1 - P2	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	x: 5.386 m η = 99.0	M_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	x: 5.386 m η = 12.4	V_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	η < 0.1	N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(7)	x: 5.043 m η = 1.3	x: 5.386 m η = 12.5	N.P.(8)	**CUMPLE η = 99.0**
P2 - B3	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	x: 0 m η = 97.0	M_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	x: 5.265 m η = 12.1	V_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	η < 0.1	N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(7)	x: 0 m η = 1.0	x: 5.265 m η = 12.1	N.P.(8)	**CUMPLE η = 97.0**

Tramos	COMPROBACIONES DE RESISTENCIA (CÓDIGO ESTRUCTURAL)														Estado
	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_tV_Z	M_tV_Y	

Notación:

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_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_tV_Z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
M_tV_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 flector.
(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) No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
(7) No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
(8) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

APÉNDICE 2: LISTADOS DE CÁLCULO PARA ARQUETAS CAUDALIMETRO Y VALVULA DE CORTE

ÍNDICE

1.- VERSIÓN DEL PROGRAMA Y NÚMERO DE LICENCIA 3

2.- DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA 3

3.- NORMAS CONSIDERADAS 3

4.- ACCIONES CONSIDERADAS 3

- **4.1.- Gravitatorias** 3
- **4.2.- Viento** 3
- **4.3.- Sismo** 3
- **4.4.- Hipótesis de carga** 3
- **4.5.- Leyes de presiones sobre muros** 4

5.- ESTADOS LÍMITE 4

6.- SITUACIONES DE PROYECTO 4

- **6.1.- Coeficientes parciales de seguridad (γ) y coeficientes de combinación (ψ)** 5
- **6.2.- Combinaciones** 7

7.- DATOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS Y PLANTAS 8

8.- DATOS GEOMÉTRICOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS 8

- **8.1.- Muros** 8

9.- LISTADO DE PAÑOS 9

- **9.1.- Autorización de uso** 10

10.- LOSAS Y ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN 11

ÍNDICE

11.- MATERIALES UTILIZADOS 11

11.1.- Hormigones 11

11.2.- Aceros por elemento y posición 11

11.2.1.- Aceros en barras 11

11.2.2.- Aceros en perfiles 12

1.- VERSIÓN DEL PROGRAMA Y NÚMERO DE LICENCIA

Versión: 2022.d

Número de licencia: 170787

2.- DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA

Proyecto: Estacion de bombeo, CR Guadiana (BA)

Clave: Arquetas

3.- NORMAS CONSIDERADAS

Hormigón: EHE-08

Aceros conformados: CTE DB SE-A

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

Categoría de uso: G1. Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento. No concomitante con el resto de acciones variables

4.- ACCIONES CONSIDERADAS

4.1.- Gravitatorias

Planta	S.C.U (kN/m²)	Cargas muertas (kN/m²)
Tapa arqueta	1.0	0.8
Cimentación	1.0	0.5

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

Empujes del terreno			
Referencia	Hipótesis	Descripción	Muro
Empuje de Defecto (Primera situación de relleno)	Cargas muertas	Con relleno: Cota 2.00 m Ángulo de talud 0.00 Grados Densidad aparente 18.00 kN/m³ Densidad sumergida 11.00 kN/m³ Ángulo rozamiento interno 20.00 Grados Evacuación por drenaje 90.00 %	M1, M2, M3, M4
Empuje de Defecto (Segunda situación de relleno)	Sobrecarga de uso	Con relleno: Cota 2.00 m Ángulo de talud 0.00 Grados Densidad aparente 18.00 kN/m³ Densidad sumergida 11.00 kN/m³ Ángulo rozamiento interno 20.00º Evacuación por drenaje 90.00 % Carga 1: Tipo: Uniforme Valor: 3.00 kN/m²	M1, M2, M3, M4

5.- ESTADOS LÍMITE

E.L.U. de rotura. Hormigón E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	CTE Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Tensiones sobre el terreno Desplazamientos	Acciones características

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: EHE-08

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	0.000	0.000

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	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.000

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: EHE-08 / 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	0.000	0.000

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	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	1.000	0.000

Tensiones sobre el terreno

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	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000

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	-	-

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
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_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000

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	-	-
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

7.- DATOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS Y PLANTAS

Grupo	Nombre del grupo	Planta	Nombre planta	Altura	Cota
1	Tapa arqueta	1	Tapa arqueta	2.45	2.45
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 Inicial	Vértices Final	Planta	Dimensiones Izquierda+Derecha=Total
M1	Muro de hormigón armado	0-1	(0.15, 0.11)	(0.15, 2.85)	1	0.125+0.125=0.25
M2	Muro de hormigón armado	0-1	(0.15, 2.85)	(2.87, 2.85)	1	0.125+0.125=0.25
M3	Muro de hormigón armado	0-1	(2.87, 0.11)	(2.87, 2.85)	1	0.125+0.125=0.25
M4	Muro de hormigón armado	0-1	(0.15, 0.11)	(2.87, 0.11)	1	0.125+0.125=0.25

Zapata del muro

Referencia	Zapata del muro	
M1	Viga de cimentación: 0.250 x 0.300 Vuelos: izq.:0.00 der.:0.00 canto:0.30 -Situaciones persistentes: 0.07 MPa -Situaciones accidentales: 0.12 MPa Módulo de balasto: 7562.00 kN/m³	Tensiones admisibles
M2	Viga de cimentación: 0.250 x 0.300 Vuelos: izq.:0.00 der.:0.00 canto:0.30 -Situaciones persistentes: 0.07 MPa -Situaciones accidentales: 0.12 MPa Módulo de balasto: 7562.00 kN/m³	Tensiones admisibles
M3	Viga de cimentación: 0.250 x 0.300 Vuelos: izq.:0.00 der.:0.00 canto:0.30 -Situaciones persistentes: 0.07 MPa -Situaciones accidentales: 0.12MPa Módulo de balasto: 7562.00 kN/m³	Tensiones admisibles
M4	Viga de cimentación: 0.250 x 0.300 Vuelos: izq.:0.00 der.:0.00 canto:0.30 -Situaciones persistentes: 0.07 MPa -Situaciones accidentales: 0.12 MPa Módulo de balasto: 7562.00 kN/m³	Tensiones admisibles

9.- LISTADO DE PAÑOS

Placas aligeradas consideradas

Nombre	Descripción

Nombre	Descripción
RUBIERA: RU-120/15	RUBIERA PREDISA Canto total del forjado: 15 cm Espesor de la capa de compresión: 0 cm Ancho de la placa: 1200 mm Ancho mínimo de la placa: 300 mm Entrega mínima: 8 cm Entrega máxima: 20 cm Entrega lateral: 5 cm Hormigón de la placa: HA-45, Yc=1.35 (Pref.) Hormigón de la capa y juntas: HA-25, Yc=1.5 Acero de negativos: B 500 S, Ys=1.15 Peso propio: 2.4 kN/m² Volumen de hormigón: 0 m³/m²

9.1.- Autorización de uso

Ficha de características técnicas del forjado de placas aligeradas:

RUBIERA: RU-120/15

RUBIERA PREDISA
Canto total del forjado: 15 cm
Espesor de la capa de compresión: 0 cm
Ancho de la placa: 1200 mm
Ancho mínimo de la placa: 300 mm
Entrega mínima: 8 cm
Entrega máxima: 20 cm
Entrega lateral: 5 cm
Hormigón de la placa: HA-45, Yc=1.35 (Pref.)
Hormigón de la capa y juntas: HA-25, Yc=1.5
Acero de negativos: B 500 S, Ys=1.15
Peso propio: 2.4 kN/m²
Volumen de hormigón: 0 m³/m²

Esfuerzos por bandas de 1 m

Referencia	Flexión positiva							Cortante
	Momento		Rigidez		Momento de servicio Según la clase de exposición (1)			Último
	Último	Fisura	Total	Fisura	I	II	III	
	kN·m/m		kN·m²/m		kN·m/m			kN/m

Referencia	Flexión positiva							Cortante
	Momento		Rigidez		Momento de servicio Según la clase de exposición (1)			Último
	Último	Fisura	Total	Fisura	I	II	III	
	kN·m/m		kN·m²/m		kN·m/m			kN/m
15A	32.9	29.0	9940.0	1800.0	13.6	22.4	26.9	87.4
15B	45.4	34.7	9990.0	2050.0	19.1	28.0	32.6	89.8
15C	63.3	42.3	10100.0	2300.0	26.4	35.4	40.1	89.5
15D	72.8	46.2	10120.0	2440.0	30.3	39.3	44.0	87.5
15E	86.2	51.7	10150.0	2590.0	35.7	44.8	49.5	85.5
15F	96.0	56.0	10200.0	2670.0	39.9	49.1	53.9	86.0
15G	100.6	58.1	10230.0	2700.0	41.9	51.1	55.9	86.3
15H	109.0	61.9	10270.0	2740.0	45.6	54.9	59.7	86.7

No hay datos de flexión negativa.

(1) Según la clase de exposición:

-Clase I: Ambiente agresivo (Ambiente III)
-Clase II: Ambiente exterior (Ambiente II)
-Clase III: Ambiente interior (Ambiente I)

10.- LOSAS Y ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN

Losas cimentación	Canto (cm)	Módulo balasto (kN/m³)	Tensión admisible en situaciones persistentes (MPa)	Tensión admisible en situaciones accidentales (MPa)
Todas	30	7562.00	0.070	0.12

11.- MATERIALES UTILIZADOS

11.1.- Hormigones

Elemento	Hormigón	f_{ck} (MPa)	γ_c	Árido		E_c (MPa)
				Naturaleza	Tamaño máximo (mm)	
Todos	HA-25	25	1.50	Cuarcita	15	27264

11.2.- Aceros por elemento y posición

11.2.1.- Aceros en barras

Elemento	Acero	f_{yk} (MPa)	γ_s
Todos	B 500 S	500	1.15

11.2.2.- Aceros en perfiles

Tipo de acero para perfiles	Acero	Límite elástico (MPa)	Módulo de elasticidad (GPa)
Acero conformado	S235	235	210
Acero laminado	S275	275	210

ÍNDICE

1.- MATERIALES 2

1.1.- Hormigones 2

1.2.- Aceros por elemento y posición 2

1.2.1.- Aceros en barras 2

1.2.2.- Aceros en perfiles 2

2.- ESFUERZOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS POR HIPÓTESIS 2

3.- ARRANQUES DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS POR HIPÓTESIS 3

4.- PÉSIMOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS 3

4.1.- Muros 3

5.- LISTADO DE ARMADO DE MUROS DE SÓTANO 5

6.- SUMATORIO DE ESFUERZOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS POR HIPÓTESIS Y PLANTA 6

6.1.- Resumido 6

1.- MATERIALES

1.1.- Hormigones

Elemento	Hormigón	f_{ck} (MPa)	γ_c	Árido		E_c (MPa)
				Naturaleza	Tamaño máximo (mm)	
Todos	HA-25	25	1.50	Cuarcita	15	27264

1.2.- Aceros por elemento y posición

1.2.1.- Aceros en barras

Elemento	Acero	f_{yk} (MPa)	γ_s
Todos	B 500 S	500	1.15

1.2.2.- Aceros en perfiles

Tipo de acero para perfiles	Acero	Límite elástico (MPa)	Módulo de elasticidad (GPa)
Acero conformado	S235	235	210
Acero laminado	S275	275	210

2.- ESFUERZOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS POR HIPÓTESIS

- Tramo: Nivel inicial / nivel final del tramo entre plantas.

- Nota:

Soporte	Planta	Dimensión (cm)	Tramo (m)	Hipótesis	Base						Cabeza					
					N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
M1	Tapa arqueta	25.0	0.00/2.45	Peso propio	45.5	6.7	-0.1	7.7	0.0	-0.7	4.1	-0.0	0.0	-0.3	-0.0	0.0
				Cargas muertas	2.3	3.0	-0.5	23.2	-0.0	1.4	0.7	-0.0	-0.0	-0.6	0.2	-0.1
				Sobrecarga de uso	2.1	0.6	-0.1	2.6	0.0	0.1	0.8	-0.0	-0.0	-0.6	0.0	-0.0
M2	Tapa arqueta	25.0	0.00/2.45	Peso propio	45.4	0.1	-6.9	0.1	-8.3	-0.1	10.0	0.2	-0.1	0.2	0.4	-0.0
				Cargas muertas	1.8	0.2	-2.5	-0.2	-21.6	0.3	2.9	0.1	0.0	-0.5	1.3	0.8
				Sobrecarga de uso	2.4	0.1	-0.5	-0.0	-2.5	0.0	3.7	0.1	0.0	-0.1	0.8	0.2
M3	Tapa arqueta	25.0	0.00/2.45	Peso propio	45.5	-7.0	0.0	-8.5	-0.0	0.0	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0
				Cargas muertas	1.8	-2.4	0.0	-21.4	-0.0	0.1	0.8	0.1	0.0	1.4	-0.1	0.0
				Sobrecarga de uso	2.3	-0.5	0.0	-2.5	-0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.7	-0.0	-0.0
M4	Tapa arqueta	25.0	0.00/2.45	Peso propio	45.4	0.4	6.9	0.7	8.3	0.1	10.0	0.2	0.1	0.1	-0.4	0.0
				Cargas muertas	1.5	0.3	2.5	-1.6	21.7	-0.4	2.9	0.1	-0.0	-0.3	-1.3	-0.7
				Sobrecarga de uso	2.4	0.1	0.5	-0.1	2.6	-0.1	3.7	0.1	-0.0	-0.0	-0.8	-0.2

3.- ARRANQUES DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS POR HIPÓTESIS

- Nota:

  Los esfuerzos de pantallas y muros son en ejes generales y referidos al centro de gravedad de la pantalla o muro en la planta.

Soporte	Hipótesis	Esfuerzos en arranques					
		N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
M1	Peso propio	45.5	6.7	-0.1	7.7	0.0	-0.7
	Cargas muertas	2.3	3.0	-0.5	23.2	-0.0	1.4
	Sobrecarga de uso	2.1	0.6	-0.1	2.6	0.0	0.1
M2	Peso propio	45.4	0.1	-6.9	0.1	-8.3	-0.1
	Cargas muertas	1.8	0.2	-2.5	-0.2	-21.6	0.3
	Sobrecarga de uso	2.4	0.1	-0.5	-0.0	-2.5	0.0
M3	Peso propio	45.5	-7.0	0.0	-8.5	-0.0	0.0
	Cargas muertas	1.8	-2.4	0.0	-21.4	-0.0	0.1
	Sobrecarga de uso	2.3	-0.5	0.0	-2.5	-0.0	0.0
M4	Peso propio	45.4	0.4	6.9	0.7	8.3	0.1
	Cargas muertas	1.5	0.3	2.5	-1.6	21.7	-0.4
	Sobrecarga de uso	2.4	0.1	0.5	-0.1	2.6	-0.1

4.- PÉSIMOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS

4.1.- Muros

Referencias:

Aprovechamiento: Nivel de tensiones (relación entre la tensión máxima y la admisible). Equivale al inverso del coeficiente de seguridad.

Nx : Axil vertical.

Ny : Axil horizontal.

Nxy: Axil tangencial.

Mx : Momento vertical (alrededor del eje horizontal).

My : Momento horizontal (alrededor del eje vertical).

Mxy: Momento torsor.

Qx : Cortante transversal vertical.

Qy : Cortante transversal horizontal.

Muro M1: Longitud: 274.3 cm [Nudo inicial: 0.15;0.11 -> Nudo final: 0.15;2.85]										
Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos							
			Nx (kN/m)	Ny (kN/m)	Nxy (kN/m)	Mx (kN·m/m)	My (kN·m/m)	Mxy (kN·m/m)	Qx (kN/m)	Qy (kN/m)
Tapa arqueta (e=25.0 cm)	Arm. vert. der.	1.17	-37.19	-4.70	-1.73	-7.66	-0.97	-0.01	---	---
	Arm. horz. der.	0.58	-11.04	-20.25	-1.40	0.22	-4.10	-0.19	---	---
	Arm. vert. izq.	0.41	-37.19	-4.70	-1.73	0.74	-0.97	-0.01	---	---
	Arm. horz. izq.	0.28	-13.59	-10.43	0.19	2.53	1.94	0.01	---	---
	Hormigón	3.47	-37.19	-4.70	-1.73	-7.66	-0.97	-0.01	---	---
	Arm. transve.	0.68	-23.02	-6.54	3.87	---	---	---	6.30	-1.12

Muro M2: Longitud: 271.8 cm [Nudo inicial: 0.15;2.85 -> Nudo final: 2.87;2.85]										
Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos							
			Nx (kN/m)	Ny (kN/m)	Nxy (kN/m)	Mx (kN·m/m)	My (kN·m/m)	Mxy (kN·m/m)	Qx (kN/m)	Qy (kN/m)
Tapa arqueta (e=25.0 cm)	Arm. vert. der.	1.16	-36.83	-4.65	-1.44	-7.54	-0.95	0.02	---	---
	Arm. horz. der.	0.40	-9.73	-18.44	-0.79	0.19	-2.38	0.02	---	---
	Arm. vert. izq.	0.41	-36.83	-4.65	-1.44	0.74	-0.95	0.02	---	---
	Arm. horz. izq.	0.27	-16.32	-9.77	0.31	2.24	1.90	0.12	---	---
	Hormigón	3.42	-36.83	-4.65	-1.44	-7.54	-0.95	0.02	---	---
	Arm. transve.	0.63	-24.61	-6.55	2.99	---	---	---	5.85	-0.97

Muro M3: Longitud: 274.3 cm [Nudo inicial: 2.87;0.11 -> Nudo final: 2.87;2.85]										
Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos							
			Nx (kN/m)	Ny (kN/m)	Nxy (kN/m)	Mx (kN·m/m)	My (kN·m/m)	Mxy (kN·m/m)	Qx (kN/m)	Qy (kN/m)
Tapa arqueta (e=25.0 cm)	Arm. vert. der.	0.42	-12.98	-8.01	0.05	-2.73	-2.77	-0.00	---	---
	Arm. horz. der.	0.34	-12.98	-8.01	0.05	-2.73	-2.77	-0.00	---	---
	Arm. vert. izq.	1.16	-37.28	-4.71	-2.05	7.52	0.95	-0.02	---	---
	Arm. horz. izq.	0.38	-8.98	-19.19	2.32	0.18	2.20	0.06	---	---
	Hormigón	3.42	-37.28	-4.71	-2.05	7.52	0.95	-0.02	---	---
	Arm. transve.	0.68	-22.70	-7.08	3.86	---	---	---	-6.29	1.15

Muro M4: Longitud: 271.8 cm [Nudo inicial: 0.15;0.11 -> Nudo final: 2.87;0.11]										
Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos							
			Nx (kN/m)	Ny (kN/m)	Nxy (kN/m)	Mx (kN·m/m)	My (kN·m/m)	Mxy (kN·m/m)	Qx (kN/m)	Qy (kN/m)
Tapa arqueta (e=25.0 cm)	Arm. vert. der.	0.41	-36.91	-4.66	-1.18	-0.74	0.96	-0.00	---	---
	Arm. horz. der.	0.27	-16.39	-9.65	0.36	-2.24	-1.89	-0.12	---	---
	Arm. vert. izq.	1.16	-36.91	-4.66	-1.18	7.58	0.96	-0.00	---	---
	Arm. horz. izq.	0.40	-9.87	-18.64	-0.70	-0.20	2.44	-0.02	---	---
	Hormigón	3.43	-36.91	-4.66	-1.18	7.58	0.96	-0.00	---	---
	Arm. transve.	0.62	-24.73	-6.41	3.24	---	---	---	-5.81	1.01

5.- LISTADO DE ARMADO DE MUROS DE SÓTANO

Muro M1: Longitud: 274.3 cm [Nudo inicial: 0.15;0.11 -> Nudo final: 0.15;2.85]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
Tapa arqueta	25.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	---	---	---	---	100.0	---

Muro M2: Longitud: 271.8 cm [Nudo inicial: 0.15;2.85 -> Nudo final: 2.87;2.85]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
Tapa arqueta	25.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	---	---	---	---	100.0	---

Muro M3: Longitud: 274.3 cm [Nudo inicial: 2.87;0.11 -> Nudo final: 2.87;2.85]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
Tapa arqueta	25.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	---	---	---	---	100.0	---

Muro M4: Longitud: 271.8 cm [Nudo inicial: 0.15;0.11 -> Nudo final: 2.87;0.11]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
Tapa arqueta	25.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	---	---	---	---	100.0	---

F.C. = El factor de cumplimiento indica el porcentaje de área en el cual el armado y espesor de hormigón son suficientes.

6.- SUMATORIO DE ESFUERZOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS POR HIPÓTESIS Y PLANTA

- Sólo se tienen en cuenta los esfuerzos de pilares, muros y pantallas, por lo que si la obra tiene vigas con vinculación exterior, vigas inclinadas, diagonales o estructuras 3D integradas, los esfuerzos de dichos elementos no se muestran en el siguiente listado.
- Este listado es de utilidad para conocer las cargas actuantes por encima de la cota de la base de los soportes sobre una planta, por lo que para casos tales como pilares apeados traccionados, los esfuerzos de dichos pilares tendrán la influencia no sólo de las cargas por encima sino también la de las cargas que recibe de plantas inferiores.

6.1.- Resumido

Valores referidos al origen (X=0.00, Y=0.00)								
Planta	Cota (m)	Hipótesis	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
Cimentación	0.00	Peso propio	181.9	274.1	269.1	0.0	-0.0	-0.0
		Cargas muertas	7.3	11.4	10.9	0.0	-0.0	-0.6
		Sobrecarga de uso	9.2	14.2	13.6	-0.0	-0.0	-0.0

APÉNDICE 3: LISTADOS DE CÁLCULO PARA PASARELA INFERIOR Y ESCALERA DE LA ESTACION DE BOMBEO

ÍNDICE

1. ESTRUCTURA..... 2
1.1. Geometría..... 2
1.1.1. Nudos.....2
1.1.2. Barras.....3
1.2. Cargas..... 7
1.2.1. Barras.....7
1.3. Resultados..... 10
1.3.1. Barras.....10
1.4. Uniones..... 11
1.4.1. Comprobaciones en placas de anclaje.....11
1.4.2. Memoria de cálculo..... 12

1. ESTRUCTURA

1.1. Geometría

1.1.1. Nudos

Referencias:

Δ_x, Δ_y, Δ_z: Desplazamientos prescritos en ejes globales.

θ_x, θ_y, θ_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	X	X	X	Empotrado
N2	0.000	0.000	1.320	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N3	0.940	0.000	1.320	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N4	0.940	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N5	0.000	1.810	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N6	0.000	1.810	1.320	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N7	0.940	1.810	1.320	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N8	0.940	1.810	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N9	0.000	3.520	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N10	0.000	3.520	1.320	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N11	0.940	3.520	1.320	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N12	0.940	3.520	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N13	0.000	5.230	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N14	0.000	5.230	1.320	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N15	0.940	5.230	1.320	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N16	0.940	5.230	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N17	0.000	6.940	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N18	0.000	6.940	1.320	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N19	0.940	6.940	1.320	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N20	0.940	6.940	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N21	0.000	8.650	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N22	0.000	8.650	1.320	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N23	0.940	8.650	1.320	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N24	0.940	8.650	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N25	0.000	10.310	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N26	0.000	10.310	1.320	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N27	0.940	10.310	1.320	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N28	0.940	10.310	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N29	0.000	11.970	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N30	0.000	11.970	1.320	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N31	0.940	11.970	1.320	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N32	0.940	11.970	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N33	0.000	12.910	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N34	0.000	12.910	1.320	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N35	0.940	12.910	1.320	-	-	-	-	-	-	Empotrado

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	
N36	0.940	12.910	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N37	4.390	11.970	3.890	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N38	4.390	12.910	3.890	X	X	X	-	-	-	Empotrado

1.1.2. Barras

1.1.2.1. Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E (MPa)	ν	G (MPa)	f_y (MPa)	α_t (m/m°C)	γ (kN/m³)
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012	77.01
Acero conformado	S275	210000.00	0.300	80769.23	275.00	0.000012	77.01

Notación:
E: Módulo de elasticidad
n: Módulo de Poisson
G: Módulo de cortadura
f_y: Límite elástico
a_t: Coeficiente de dilatación
g: Peso específico

1.1.2.2. 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	N32/N31	N32/N31	UPN 160 (UPN)	1.320	0.70	0.70	0.660	0.660
		N36/N35	N36/N35	UPN 160 (UPN)	1.320	0.70	0.70	0.660	0.660
		N37/N38	N37/N38	IPE 220 (IPE)	0.940	0.69	0.69	-	-
		N31/N37	N31/N37	UPN 160 (UPN)	4.302	0.69	0.69	0.500	4.302
		N35/N38	N35/N38	UPN 160 (UPN)	4.302	0.69	0.69	0.500	4.302
Acero conformado	S275	N1/N2	N1/N2	ESTRUC CUAD 50x50x3.0mm (Perfil estructural cuadrado)	1.320	0.70	0.50	0.660	0.660
		N2/N3	N2/N3	ESTRUC CUAD 50x50x3.0mm (Perfil estructural cuadrado)	0.940	0.50	0.50	0.470	0.470
		N4/N3	N4/N3	ESTRUC CUAD 50x50x3.0mm (Perfil estructural cuadrado)	1.320	0.70	0.70	0.660	0.660
		N5/N6	N5/N6	ESTRUC CUAD 50x50x3.0mm (Perfil estructural cuadrado)	1.320	0.70	0.50	0.660	0.660
		N6/N7	N6/N7	ESTRUC CUAD 50x50x3.0mm (Perfil estructural cuadrado)	0.940	0.50	0.50	0.470	0.470

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	$Lb_{Sup.}$ (m)	$Lb_{Inf.}$ (m)
Tipo	Designación								
		N8/N7	N8/N7	ESTRUC CUAD 50x50x3.0mm (Perfil estructural cuadrado)	1.320	0.70	0.70	0.660	0.660
		N9/N10	N9/N10	ESTRUC CUAD 50x50x3.0mm (Perfil estructural cuadrado)	1.320	0.70	0.50	0.660	0.660
		N10/N11	N10/N11	ESTRUC CUAD 50x50x3.0mm (Perfil estructural cuadrado)	0.940	0.50	0.50	0.470	0.470
		N12/N11	N12/N11	ESTRUC CUAD 50x50x3.0mm (Perfil estructural cuadrado)	1.320	0.70	0.70	0.660	0.660
		N13/N14	N13/N14	ESTRUC CUAD 50x50x3.0mm (Perfil estructural cuadrado)	1.320	0.70	0.50	0.660	0.660
		N14/N15	N14/N15	ESTRUC CUAD 50x50x3.0mm (Perfil estructural cuadrado)	0.940	0.50	0.50	0.470	0.470
		N16/N15	N16/N15	ESTRUC CUAD 50x50x3.0mm (Perfil estructural cuadrado)	1.320	0.70	0.70	0.660	0.660
		N17/N18	N17/N18	ESTRUC CUAD 50x50x3.0mm (Perfil estructural cuadrado)	1.320	0.70	0.50	0.660	0.660
		N18/N19	N18/N19	ESTRUC CUAD 50x50x3.0mm (Perfil estructural cuadrado)	0.940	0.50	0.50	0.470	0.470
		N20/N19	N20/N19	ESTRUC CUAD 50x50x3.0mm (Perfil estructural cuadrado)	1.320	0.70	0.70	0.660	0.660
		N21/N22	N21/N22	ESTRUC CUAD 50x50x3.0mm (Perfil estructural cuadrado)	1.320	0.70	0.50	0.660	0.660
		N22/N23	N22/N23	ESTRUC CUAD 50x50x3.0mm (Perfil estructural cuadrado)	0.940	0.50	0.50	0.470	0.470
		N24/N23	N24/N23	ESTRUC CUAD 50x50x3.0mm (Perfil estructural cuadrado)	1.320	0.70	0.70	0.660	0.660

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	$Lb_{Sup.}$ (m)	$Lb_{Inf.}$ (m)
Tipo	Designación								
		N25/N26	N25/N26	ESTRUC CUAD 50x50x3.0mm (Perfil estructural cuadrado)	1.320	0.70	0.50	0.660	0.660
		N26/N27	N26/N27	ESTRUC CUAD 50x50x3.0mm (Perfil estructural cuadrado)	0.940	0.50	0.50	0.470	0.470
		N28/N27	N28/N27	ESTRUC CUAD 50x50x3.0mm (Perfil estructural cuadrado)	1.320	0.70	0.70	0.660	0.660
		N29/N30	N29/N30	ESTRUC CUAD 50x50x3.0mm (Perfil estructural cuadrado)	1.320	0.70	0.50	0.660	0.660
		N30/N31	N30/N31	ESTRUC CUAD 50x50x3.0mm (Perfil estructural cuadrado)	0.940	0.50	0.50	0.470	0.470
		N33/N34	N33/N34	ESTRUC CUAD 50x50x3.0mm (Perfil estructural cuadrado)	1.320	0.70	0.50	0.660	0.660
		N34/N35	N34/N35	ESTRUC CUAD 50x50x3.0mm (Perfil estructural cuadrado)	0.940	0.50	0.50	0.470	0.470
		N2/N6	N2/N34	ESTRUC CUAD 50x50x3.0mm (Perfil estructural cuadrado)	1.810	0.69	0.69	1.810	1.810
		N6/N10	N2/N34	ESTRUC CUAD 50x50x3.0mm (Perfil estructural cuadrado)	1.710	0.69	0.69	1.710	1.710
		N10/N14	N2/N34	ESTRUC CUAD 50x50x3.0mm (Perfil estructural cuadrado)	1.710	0.69	0.69	1.710	1.710
		N14/N18	N2/N34	ESTRUC CUAD 50x50x3.0mm (Perfil estructural cuadrado)	1.710	0.69	0.69	1.710	1.710
		N18/N22	N2/N34	ESTRUC CUAD 50x50x3.0mm (Perfil estructural cuadrado)	1.710	0.69	0.69	1.710	1.710
		N22/N26	N2/N34	ESTRUC CUAD 50x50x3.0mm (Perfil estructural cuadrado)	1.660	0.69	0.69	1.660	1.660

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	$Lb_{Sup.}$ (m)	$Lb_{Inf.}$ (m)
Tipo	Designación								
		N26/N30	N2/N34	ESTRUC CUAD 50x50x3.0mm (Perfil estructural cuadrado)	1.660	0.69	0.69	1.660	1.660
		N30/N34	N2/N34	ESTRUC CUAD 50x50x3.0mm (Perfil estructural cuadrado)	0.940	0.69	0.69	0.940	0.940
		N3/N7	N3/N35	ESTRUC CUAD 50x50x3.0mm (Perfil estructural cuadrado)	1.810	0.69	0.69	1.810	1.810
		N7/N11	N3/N35	ESTRUC CUAD 50x50x3.0mm (Perfil estructural cuadrado)	1.710	1.00	1.00	1.710	1.710
		N11/N15	N3/N35	ESTRUC CUAD 50x50x3.0mm (Perfil estructural cuadrado)	1.710	0.69	0.69	1.710	1.710
		N15/N19	N3/N35	ESTRUC CUAD 50x50x3.0mm (Perfil estructural cuadrado)	1.710	0.69	0.69	1.710	1.710
		N19/N23	N3/N35	ESTRUC CUAD 50x50x3.0mm (Perfil estructural cuadrado)	1.710	0.69	0.69	1.710	1.710
		N23/N27	N3/N35	ESTRUC CUAD 50x50x3.0mm (Perfil estructural cuadrado)	1.660	0.69	0.69	1.660	1.660
		N27/N31	N3/N35	ESTRUC CUAD 50x50x3.0mm (Perfil estructural cuadrado)	1.660	0.69	0.69	1.660	1.660
		N31/N35	N3/N35	ESTRUC CUAD 50x50x3.0mm (Perfil estructural cuadrado)	0.940	0.69	0.69	0.940	0.940

Notación:
Ni: Nudo inicial
Nf: Nudo final
b_{xy}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'
b_{xz}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'
$Lb_{Sup.}$: Separación entre arriostramientos del ala superior
$Lb_{Inf.}$: Separación entre arriostramientos del ala inferior

1.1.2.3. Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N32/N31, N36/N35, N31/N37 y N35/N38
2	N37/N38

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
3	N1/N2, N2/N3, N4/N3, N5/N6, N6/N7, N8/N7, N9/N10, N10/N11, N12/N11, N13/N14, N14/N15, N16/N15, N17/N18, N18/N19, N20/N19, N21/N22, N22/N23, N24/N23, N25/N26, N26/N27, N28/N27, N29/N30, N30/N31, N33/N34, N34/N35, N2/N34 y N3/N35

Características mecánicas

Material		Ref.	Descripción	A (cm²)	Avy (cm²)	Avz (cm²)	Iyy (cm4)	Izz (cm4)	It (cm4)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	UPN 160, (UPN)	24.00	10.24	9.38	925.00	85.30	7.39
		2	IPE 220, (IPE)	33.40	15.18	10.70	2772.00	205.00	9.03
Acero conformado	S275	3	ESTRUC CUAD 50x50x3.0mm, (Perfil estructural cuadrado)	5.32	2.35	2.35	18.86	18.86	32.12

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.

1.2. Cargas

1.2.1. 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: kN
- Momentos puntuales: kN·m.
- Cargas uniformes, en faja, triangulares y trapeciales: kN/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/N2	Peso propio	Uniforme	0.041	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N3	Peso propio	Uniforme	0.041	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N3	Peso propio	Uniforme	0.041	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N5/N6	Peso propio	Uniforme	0.041	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N7	Peso propio	Uniforme	0.041	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N8/N7	Peso propio	Uniforme	0.041	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N10	Peso propio	Uniforme	0.041	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N11	Peso propio	Uniforme	0.041	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N11	Peso propio	Uniforme	0.041	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N13/N14	Peso propio	Uniforme	0.041	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N15	Peso propio	Uniforme	0.041	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N16/N15	Peso propio	Uniforme	0.041	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N17/N18	Peso propio	Uniforme	0.041	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N18/N19	Peso propio	Uniforme	0.041	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N20/N19	Peso propio	Uniforme	0.041	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N21/N22	Peso propio	Uniforme	0.041	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N22/N23	Peso propio	Uniforme	0.041	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N24/N23	Peso propio	Uniforme	0.041	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N25/N26	Peso propio	Uniforme	0.041	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N26/N27	Peso propio	Uniforme	0.041	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N28/N27	Peso propio	Uniforme	0.041	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N29/N30	Peso propio	Uniforme	0.041	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N30/N31	Peso propio	Uniforme	0.041	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N32/N31	Peso propio	Uniforme	0.185	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N33/N34	Peso propio	Uniforme	0.041	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N34/N35	Peso propio	Uniforme	0.041	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N36/N35	Peso propio	Uniforme	0.185	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N6	Peso propio	Uniforme	0.041	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N6	CM 1	Uniforme	0.130	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N6	Q 1	Uniforme	0.470	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N10	Peso propio	Uniforme	0.041	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N10	CM 1	Uniforme	0.130	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N10	Q 1	Uniforme	0.470	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N14	Peso propio	Uniforme	0.041	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N14	CM 1	Uniforme	0.130	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N14	Q 1	Uniforme	0.470	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N18	Peso propio	Uniforme	0.041	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N18	CM 1	Uniforme	0.130	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N18	Q 1	Uniforme	0.470	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N18/N22	Peso propio	Uniforme	0.041	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N18/N22	CM 1	Uniforme	0.130	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N18/N22	Q 1	Uniforme	0.470	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N22/N26	Peso propio	Uniforme	0.041	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N22/N26	CM 1	Uniforme	0.130	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N22/N26	Q 1	Uniforme	0.470	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N26/N30	Peso propio	Uniforme	0.041	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N26/N30	CM 1	Uniforme	0.130	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N26/N30	Q 1	Uniforme	0.470	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N30/N34	Peso propio	Uniforme	0.041	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N30/N34	CM 1	Uniforme	0.130	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N30/N34	Q 1	Uniforme	0.470	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N3/N7	Peso propio	Uniforme	0.041	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N3/N7	CM 1	Uniforme	0.130	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N3/N7	CM 1	Uniforme	0.100	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N3/N7	Q 1	Uniforme	0.470	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N3/N7	Q 1	Uniforme	2.000	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N3/N7	Q 1	Uniforme	0.800	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N3/N7	Q 1	Momento	0.760	-	0.000	-	Globales	0.000	1.000	0.000
N7/N11	Peso propio	Uniforme	0.041	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N11	CM 1	Uniforme	0.130	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N11	CM 1	Uniforme	0.100	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N11	Q 1	Uniforme	0.470	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N11	Q 1	Uniforme	2.000	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N11	Q 1	Uniforme	0.800	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N7/N11	Q 1	Momento	0.760	-	0.000	-	Globales	0.000	1.000	0.000
N11/N15	Peso propio	Uniforme	0.041	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N15	CM 1	Uniforme	0.130	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N15	CM 1	Uniforme	0.100	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N15	Q 1	Uniforme	0.470	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N15	Q 1	Uniforme	2.000	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N15	Q 1	Uniforme	0.800	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N11/N15	Q 1	Momento	0.760	-	0.000	-	Globales	0.000	1.000	0.000
N15/N19	Peso propio	Uniforme	0.041	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N15/N19	CM 1	Uniforme	0.130	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N15/N19	CM 1	Uniforme	0.100	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N15/N19	Q 1	Uniforme	0.470	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N15/N19	Q 1	Uniforme	2.000	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N15/N19	Q 1	Uniforme	0.800	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N15/N19	Q 1	Momento	0.760	-	0.000	-	Globales	0.000	1.000	0.000
N19/N23	Peso propio	Uniforme	0.041	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N19/N23	CM 1	Uniforme	0.130	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N19/N23	CM 1	Uniforme	0.100	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N19/N23	Q 1	Uniforme	0.470	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N19/N23	Q 1	Uniforme	2.000	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N19/N23	Q 1	Uniforme	0.800	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N19/N23	Q 1	Momento	0.760	-	0.000	-	Globales	0.000	1.000	0.000
N23/N27	Peso propio	Uniforme	0.041	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N23/N27	CM 1	Uniforme	0.130	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N23/N27	CM 1	Uniforme	0.100	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N23/N27	Q 1	Uniforme	0.470	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N23/N27	Q 1	Uniforme	2.000	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N23/N27	Q 1	Uniforme	0.800	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N23/N27	Q 1	Momento	0.760	-	0.000	-	Globales	0.000	1.000	0.000
N27/N31	Peso propio	Uniforme	0.041	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N27/N31	CM 1	Uniforme	0.130	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N27/N31	CM 1	Uniforme	0.100	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N27/N31	Q 1	Uniforme	0.470	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N27/N31	Q 1	Uniforme	2.000	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N27/N31	Q 1	Uniforme	0.800	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N27/N31	Q 1	Momento	0.760	-	0.000	-	Globales	0.000	1.000	0.000
N31/N35	Peso propio	Uniforme	0.041	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N31/N35	CM 1	Uniforme	0.130	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N31/N35	Q 1	Uniforme	0.470	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N37/N38	Peso propio	Uniforme	0.257	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N31/N37	Peso propio	Uniforme	0.185	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N31/N37	CM 1	Uniforme	0.130	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N31/N37	CM 1	Uniforme	0.100	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N31/N37	Q 1	Uniforme	0.470	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N35/N38	Peso propio	Uniforme	0.185	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N35/N38	CM 1	Uniforme	0.130	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N35/N38	Q 1	Uniforme	0.470	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

1.3. Resultados

1.3.1. Barras

1.3.1.1. Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	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_tV_z	M_tV_y	
N1/N2	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 1.32 m η = 0.9	x: 0 m η = 0.3	x: 1.32 m η = 8.3	x: 0 m η = 26.8	η = 0.6	η = 2.5	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.32 m η = 33.8	η < 0.1	η = 0.1	η = 0.6	η = 2.5	CUMPLE h = 33.8
N2/N3	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 0.6	η < 0.1	x: 0.94 m η = 43.4	x: 0.94 m η = 11.5	x: 0.94 m η = 4.8	η = 1.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.94 m η = 55.5	η < 0.1	η = 4.8	x: 0.94 m η = 5.1	η = 1.2	CUMPLE h = 55.5
N4/N3	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 0 m η = 4.8	x: 1.32 m η = 23.5	x: 0 m η = 14.2	η = 1.7	η = 0.7	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 29.5	η < 0.1	η = 1.7	η = 1.8	η = 0.7	CUMPLE h = 29.5
N5/N6	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 1.32 m η = 0.5	x: 0 m η = 0.5	x: 1.32 m η = 1.7	x: 0 m η = 36.1	η = 0.1	η = 3.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 37.1	η < 0.1	η = 0.4	η = 0.1	η = 3.3	CUMPLE h = 37.1
N6/N7	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 1.1	η < 0.1	x: 0.94 m η = 50.2	x: 0 m η = 4.0	x: 0.94 m η = 5.8	η = 0.5	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.94 m η = 53.9	η < 0.1	η = 0.9	x: 0.94 m η = 5.8	η = 0.5	CUMPLE h = 53.9
N8/N7	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 0 m η = 8.8	x: 1.32 m η = 5.2	x: 0 m η = 23.5	η = 0.4	η = 1.5	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 33.3	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	CUMPLE h = 33.3
N9/N10	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 1.32 m η = 0.7	x: 0 m η = 0.4	x: 1.32 m η = 0.6	x: 0 m η = 37.5	η = 0.1	η = 3.4	x: 0 m η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 38.6	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	CUMPLE h = 38.6
N10/N11	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 1.0	η < 0.1	x: 0.94 m η = 51.5	x: 0.94 m η = 1.2	x: 0.94 m η = 6.0	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.94 m η = 53.7	η < 0.1	η = 0.2	x: 0.94 m η = 6.0	η = 0.1	CUMPLE h = 53.7
N12/N11	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 0 m η = 8.3	x: 1.32 m η = 0.5	x: 0 m η = 24.9	η < 0.1	η = 1.6	x: 0 m η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 31.7	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	CUMPLE h = 31.7
N13/N14	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 1.32 m η = 0.6	x: 0 m η = 0.4	x: 0 m η = 0.4	x: 0 m η = 37.6	η < 0.1	η = 3.5	x: 0 m η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 38.6	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	CUMPLE h = 38.6
N14/N15	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 1.0	η < 0.1	x: 0.94 m η = 51.7	x: 0 m η = 0.8	x: 0.94 m η = 6.0	η = 0.1	η < 0.1	x: 0 m η < 0.1	x: 0.94 m η = 53.5	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	N.P.(3)	N.P.(3)	CUMPLE h = 53.5
N16/N15	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 0 m η = 8.4	x: 1.32 m η = 0.3	x: 0 m η = 25.0	η < 0.1	η = 1.6	x: 0 m η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 32.1	η < 0.1	η = 0.1	η < 0.1	η = 1.6	CUMPLE h = 32.1
N17/N18	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 1.32 m η = 0.6	x: 0 m η = 0.4	x: 0 m η = 0.5	x: 0 m η = 37.4	η = 0.1	η = 3.4	x: 0 m η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 38.5	η < 0.1	η = 0.1	η = 0.1	η = 3.4	CUMPLE h = 38.5
N18/N19	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 1.0	η < 0.1	x: 0.94 m η = 51.5	x: 0.94 m η = 0.5	x: 0.94 m η = 5.9	η = 0.1	η < 0.1	x: 0 m η < 0.1	x: 0.94 m η = 53.0	η < 0.1	η = 0.1	x: 0.94 m η = 5.9	η = 0.1	CUMPLE h = 53.0
N20/N19	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 0 m η = 8.4	x: 0 m η = 0.2	x: 0 m η = 24.8	η < 0.1	η = 1.6	x: 0 m η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 31.8	η < 0.1	η = 0.1	η < 0.1	η = 1.6	CUMPLE h = 31.8
N21/N22	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 1.32 m η = 0.6	x: 0 m η = 0.4	x: 0 m η = 0.5	x: 0 m η = 35.7	η < 0.1	η = 3.3	x: 0 m η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 36.6	η < 0.1	η = 0.4	η < 0.1	η = 3.3	CUMPLE h = 36.6
N22/N23	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 1.0	η < 0.1	x: 0.94 m η = 49.8	x: 0.94 m η = 2.1	x: 0.94 m η = 5.7	η = 0.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.94 m η = 52.9	η < 0.1	η = 0.1	x: 0.94 m η = 5.7	η = 0.3	CUMPLE h = 52.9
N24/N23	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 0 m η = 8.2	x: 1.32 m η = 1.2	x: 0 m η = 23.1	η = 0.1	η = 1.4	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 30.4	η < 0.1	η = 0.4	η = 0.1	η = 1.5	CUMPLE h = 30.4
N25/N26	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 1.32 m η = 0.3	x: 0 m η = 0.4	x: 1.32 m η = 0.9	x: 0 m η = 27.2	η = 0.1	η = 2.5	x: 0 m η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 28.2	η < 0.1	η = 1.4	η = 0.1	η = 2.6	CUMPLE h = 28.2
N26/N27	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 1.0	η < 0.1	x: 0.94 m η = 41.8	x: 0 m η = 11.1	x: 0.94 m η = 4.7	η = 1.5	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.94 m η = 53.6	η < 0.1	η = 0.2	x: 0.94 m η = 4.7	η = 1.5	CUMPLE h = 53.6
N28/N27	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 0 m η = 7.8	x: 1.32 m η = 0.5	x: 0 m η = 15.4	η < 0.1	η = 0.8	x: 0 m η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 21.7	η < 0.1	η = 1.3	η < 0.1	η = 0.8	CUMPLE h = 21.7
N29/N30	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 0 m η = 1.2	x: 1.32 m η = 1.4	x: 1.32 m η = 0.4	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η < 0.1	x: 1.32 m η = 2.7	η < 0.1	η = 0.8	η = 0.1	η < 0.1	CUMPLE h = 2.7
N30/N31	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η < 0.1	η = 0.4	x: 0.94 m η = 2.7	x: 0.94 m η = 9.8	x: 0.94 m η = 0.3	η = 1.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.94 m η = 12.9	η < 0.1	η = 0.9	x: 0.94 m η = 0.3	η = 1.2	CUMPLE h = 12.9
N32/N31	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 0 m η = 2.1	x: 1.32 m η = 4.9	x: 1.32 m η = 6.9	η = 0.9	η = 0.4	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.32 m η = 13.4	η < 0.1	η = 0.6	η = 0.9	η = 0.4	CUMPLE h = 13.4

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	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	
N33/N34	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.[1]	x: 0 m η = 0.3	x: 0 m η = 0.4	x: 1.32 m η = 0.3	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η < 0.1	x: 0 m η = 0.8	η < 0.1	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.[2]	N.P.[3]	N.P.[3]	CUMPLE h = 0.8
N34/N35	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 0.1	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.[4]	x: 0.94 m η = 2.0	x: 0.94 m η = 2.9	x: 0.94 m η = 0.2	η = 0.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.94 m η = 5.0	η < 0.1	η = 0.3	x: 0.94 m η = 0.2	η = 0.4	CUMPLE h = 5.0
N36/N35	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.[1]	x: 0 m η = 0.9	x: 1.32 m η = 4.4	x: 0 m η = 0.2	η = 0.9	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.32 m η = 5.2	η < 0.1	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.[2]	N.P.[3]	N.P.[3]	CUMPLE h = 5.2
N2/N6	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.[1]	η = 0.8	x: 1.81 m η = 11.2	x: 0 m η = 5.6	x: 1.81 m η = 2.4	η = 0.4	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.81 m η = 16.4	η < 0.1	η = 0.5	x: 1.81 m η = 2.4	η = 0.4	CUMPLE h = 16.4
N6/N10	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.[1]	η = 0.9	x: 0 m η = 10.2	x: 1.71 m η = 0.5	x: 0 m η = 2.1	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.[5]	η < 0.1	N.P.[6]	x: 0 m η = 11.2	η < 0.1	η = 0.1	x: 0 m η = 2.1	N.P.[3]	CUMPLE h = 11.2
N10/N14	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.[1]	η = 0.9	x: 1.71 m η = 8.7	x: 1.71 m η = 0.5	x: 1.71 m η = 2.0	η < 0.1	x: 0 m η < 0.1	x: 0 m η < 0.1	x: 1.71 m η = 9.8	η < 0.1	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.[2]	N.P.[3]	N.P.[3]	CUMPLE h = 9.8
N14/N18	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.[1]	η = 1.0	x: 0 m η = 8.9	x: 1.71 m η = 0.5	x: 0 m η = 2.0	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η < 0.1	x: 0 m η = 10.0	η < 0.1	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.[2]	N.P.[3]	N.P.[3]	CUMPLE h = 10.0
N18/N22	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.[1]	η = 1.1	x: 0 m η = 9.0	x: 1.71 m η = 0.3	x: 0 m η = 2.0	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 9.9	η < 0.1	η = 0.1	x: 0 m η = 2.0	η < 0.1	CUMPLE h = 9.9
N22/N26	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.[1]	η = 0.9	x: 0 m η = 8.6	x: 0 m η = 2.4	x: 0 m η = 2.0	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 11.6	η < 0.1	η = 0.5	x: 0 m η = 2.0	η = 0.1	CUMPLE h = 11.6
N26/N30	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.[1]	η = 0.4	x: 0 m η = 9.0	x: 1.66 m η = 12.9	x: 0 m η = 2.0	η = 1.0	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 21.0	η < 0.1	η = 0.8	x: 0 m η = 2.1	η = 1.0	CUMPLE h = 21.0
N30/N34	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 5.9	x: 0 m η = 4.7	x: 0 m η = 1.5	η = 0.5	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 10.8	η < 0.1	η = 0.1	x: 0 m η = 1.5	η = 0.5	CUMPLE h = 10.8
N3/N7	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.[1]	η = 0.2	x: 1.81 m η = 47.5	x: 0 m η = 12.8	x: 1.81 m η = 10.0	x: 0 m η = 2.8	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.81 m η = 57.2	η < 0.1	η = 0.5	x: 1.81 m η = 10.0	x: 0 m η = 2.8	CUMPLE h = 57.2
N7/N11	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 0.1	η = 0.1	x: 0 m η = 41.6	x: 0 m η = 12.2	x: 0 m η = 8.9	x: 0 m η = 2.6	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 54.2	η < 0.1	η = 0.1	x: 0 m η = 8.9	x: 0 m η = 2.6	CUMPLE h = 54.2
N11/N15	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 0.1	η = 0.1	x: 1.71 m η = 38.3	x: 0 m η = 11.4	x: 1.71 m η = 8.8	x: 0 m η = 2.6	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.71 m η = 49.5	η < 0.1	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.[2]	N.P.[3]	N.P.[3]	CUMPLE h = 49.5
N15/N19	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 0.2	η = 0.1	x: 1.71 m η = 38.2	x: 0 m η = 11.6	x: 1.71 m η = 8.7	x: 0 m η = 2.6	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 49.9	η < 0.1	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.[2]	N.P.[3]	N.P.[3]	CUMPLE h = 49.9
N19/N23	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 0.2	η = 0.1	x: 0 m η = 38.2	x: 0 m η = 11.2	x: 0 m η = 8.7	x: 0 m η = 2.5	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 49.7	η < 0.1	η = 0.1	x: 0 m η = 8.8	x: 0 m η = 2.6	CUMPLE h = 49.7
N23/N27	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 0.2	η < 0.1	x: 1.66 m η = 36.2	x: 1.66 m η = 11.3	x: 1.66 m η = 8.5	x: 1.66 m η = 2.6	x: 0 m η < 0.1	η < 0.1	x: 1.66 m η = 47.7	η < 0.1	η = 0.8	x: 1.66 m η = 8.5	x: 1.66 m η = 2.6	CUMPLE h = 47.7
N27/N31	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.[1]	η = 0.4	x: 0 m η = 36.9	x: 1.66 m η = 21.4	x: 0 m η = 8.6	x: 1.66 m η = 3.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.66 m η = 54.1	η < 0.1	η = 4.6	x: 0 m η = 9.1	x: 1.66 m η = 3.5	CUMPLE h = 54.1
N31/N35	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.[1]	η = 0.1	x: 0 m η = 9.3	x: 0 m η = 8.4	x: 0 m η = 1.8	η = 0.8	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 17.8	η < 0.1	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.[2]	N.P.[3]	N.P.[3]	CUMPLE h = 17.8
N37/N38	N.P.[7]	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.[1]	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.[4]	x: 0.47 m η = 0.1	x: 0 m η = 0.2	x: 0 m η = 0.1	η < 0.1	x: 0 m η < 0.1	x: 0 m η < 0.1	x: 0 m η = 0.3	x: 0 m η < 0.1	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.[2]	N.P.[3]	N.P.[3]	CUMPLE h = 0.3
N31/N37	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.[1]	x: 0 m η = 4.7	x: 2.42 m η = 11.8	x: 0 m η = 1.0	x: 0 m η = 1.4	η < 0.1	x: 0 m η < 0.1	η < 0.1	x: 2.42 m η = 15.4	η < 0.1	η = 0.2	x: 0 m η = 1.4	η < 0.1	CUMPLE h = 15.4
N35/N38	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.[1]	x: 0 m η = 2.2	x: 2.689 m η = 10.4	x: 0 m η = 0.1	x: 0 m η = 1.3	η < 0.1	x: 0 m η < 0.1	x: 0 m η < 0.1	x: 2.42 m η = 11.4	x: 0 m η < 0.1	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.[2]	N.P.[3]	N.P.[3]	CUMPLE h = 11.4

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_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_tV_z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados*
- *M_tV_y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados*
- *x: Distancia al origen de la barra*
- *h: 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 momento torsor.*
- *[3] No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.*
- *[4] La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.*
- *[5] La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.*
- *[6] No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.*
- *[7] La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.*

1.4. Uniones

1.4.1. Comprobaciones en placas de anclaje

En cada placa de anclaje se realizan las siguientes comprobaciones (asumiendo la hipótesis de placa rígida):

1. Hormigón sobre el que apoya la placa

Se comprueba que la tensión de compresión en la interfaz placa de anclaje-hormigón es menor a la tensión admisible del hormigón según la naturaleza de cada combinación.

2. Pernos de anclaje

a) *Resistencia del material de los pernos*: Se descomponen los esfuerzos actuantes sobre la placa en axiles y cortantes en los pernos y se comprueba que ambos esfuerzos, por separado y con interacción entre ellos (tensión de Von Mises), producen tensiones menores a la tensión límite del material de los pernos.

b) *Anclaje de los pernos*: Se comprueba el anclaje de los pernos en el hormigón de tal manera que no se produzca el fallo de deslizamiento por adherencia, arrancamiento del cono de rotura o fractura por esfuerzo cortante (aplastamiento).

c) *Aplastamiento*: Se comprueba que en cada perno no se supera el cortante que produciría el aplastamiento de la placa contra el perno.

3. Placa de anclaje

a) *Tensiones globales*: En placas con vuelo, se analizan cuatro secciones en el perímetro del perfil, y se comprueba en todas ellas que las tensiones de Von Mises sean menores que la tensión límite según la norma.

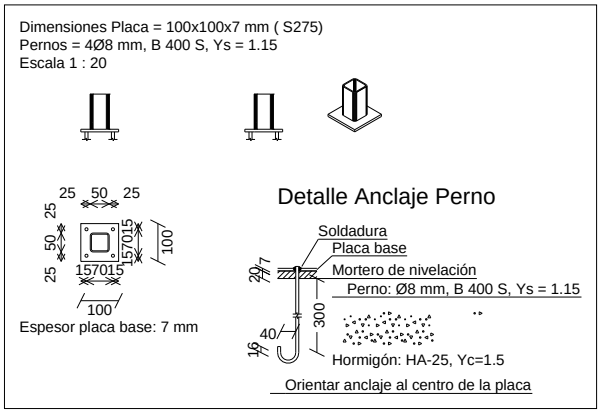
b) *Flechas globales relativas*: Se comprueba que en los vuelos de las placas no aparezcan flechas mayores que 1/250 del vuelo.

c) *Tensiones locales*: Se comprueban las tensiones de Von Mises en todas las placas locales en las que tanto el perfil como los rigidizadores dividen a la placa de anclaje propiamente dicha. Los esfuerzos en cada una de las subplacas se obtienen a partir de las tensiones de contacto con el hormigón y los axiles de los pernos. El modelo generado se resuelve por diferencias finitas.

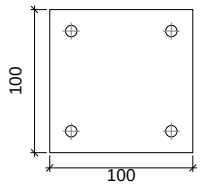
1.4.2. Memoria de cálculo

1.4.2.1. Tipo 1

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Placa base		100	100	7	4	8	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Placa de anclaje

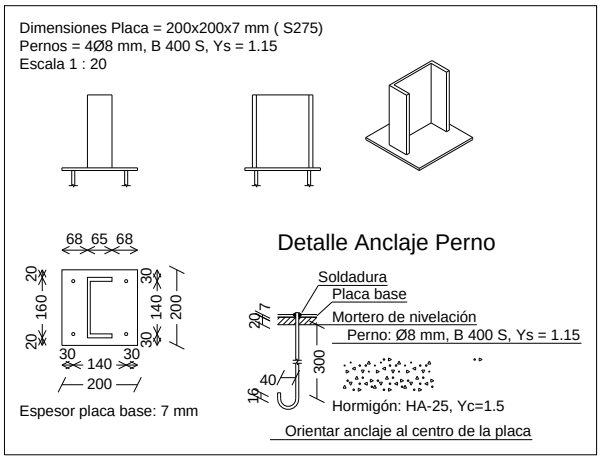
Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: *3 diámetros*	Mínimo: 24 mm Calculado: 70 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: *1.5 diámetros*	Mínimo: 12 mm Calculado: 15 mm	Cumple
Longitud mínima del perno: *Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.*	Mínimo: 15 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
- Tracción:	Máximo: 26.67 kN Calculado: 7.46 kN	Cumple
- Cortante:	Máximo: 18.67 kN Calculado: 0.4 kN	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 26.67 kN Calculado: 8.03 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 16.1 kN Calculado: 7 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 380.952 MPa Calculado: 139.883 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: *Límite del cortante en un perno actuando contra la placa*	Máximo: 29.33 kN Calculado: 0.37 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 261.905 MPa	
- Derecha:	Calculado: 208.398 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 175.442 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 80.4432 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 65.9332 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: *Limitación de la deformabilidad de los vuelos*	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 677.855	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 1006.66	Cumple
- Arriba:	Calculado: 4096.46	Cumple
- Abajo:	Calculado: 11302.5	Cumple
Tensión de Von Mises local: *Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo*	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 0 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.15		

d) Medición

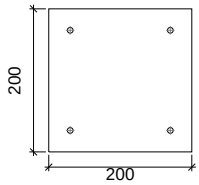
Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	100x100x7	0.55
			Total	0.55
B 400 S, Ys = 1.15 (corrugado)	Pernos de anclaje	4	Ø 8 - L = 335 + 91	0.67
			Total	0.67

1.4.2.2. Tipo 2

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Placa base		200	200	7	4	8	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: *3 diámetros*	Mínimo: 24 mm Calculado: 140 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: *1.5 diámetros*	Mínimo: 12 mm Calculado: 30 mm	Cumple
Longitud mínima del perno: *Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.*	Mínimo: 15 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
- Tracción:	Máximo: 26.67 kN Calculado: 1.01 kN	Cumple
- Cortante:	Máximo: 18.67 kN Calculado: 0.54 kN	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 26.67 kN Calculado: 1.79 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 16.1 kN Calculado: 0.92 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 380.952 MPa Calculado: 24.282 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: *Límite del cortante en un perno actuando contra la placa*	Máximo: 29.33 kN Calculado: 0.49 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 261.905 MPa	
- Derecha:	Calculado: 24.5699 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 131.213 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 19.7734 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 0.572565 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: *Limitación de la deformabilidad de los vuelos*	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 5944.64	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 564.711	Cumple
- Arriba:	Calculado: 9363.69	Cumple
- Abajo:	Calculado: 100000	Cumple
Tensión de Von Mises local: *Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo*	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 0 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.0205		

d) Medición

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	200x200x7	2.20
			Total	2.20
B 400 S, Ys = 1.15 (corrugado)	Pernos de anclaje	4	Ø 8 - L = 335 + 91	0.67
			Total	0.67

APÉNDICE 4: LISTADOS DE CÁLCULO PARA ARQUETAS FILTROS HIDROCICLONICOS

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..... 3
   4.6. Listado de cargas..... 3

5. ESTADOS LÍMITE..... 3

6. SITUACIONES DE PROYECTO..... 3
   6.1. Coeficientes parciales de seguridad (g) y coeficientes de combinación (y)..... 4
   6.2. Combinaciones..... 6

7. DATOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS Y PLANTAS..... 6

8. DATOS GEOMÉTRICOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS..... 7
   8.1. Muros..... 7

9. LOSAS Y ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN..... 7
   9.1. Losas de cimentación..... 7

10. ARMADOS DE LOSAS..... 7

11. ESFUERZOS Y ARMADOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS..... 8
   11.1. Materiales..... 8
      11.1.1. Hormigones..... 8
      11.1.2. Aceros por elemento y posición..... 8
   11.2. Esfuerzos de pilares, pantallas y muros por hipótesis..... 8
   11.3. Arranques de pilares, pantallas y muros por hipótesis..... 9
   11.4. Pésimos de pilares, pantallas y muros..... 9
      11.4.1. Muros..... 9
   11.5. Listado de armaduras de muros de hormigón..... 10
   11.6. Sumatorio de esfuerzos de pilares, pantallas y muros por hipótesis y planta..... 11
      11.6.1. Resumido..... 11

1. VERSIÓN DEL PROGRAMA Y NÚMERO DE LICENCIA

Versión: 2022

Número de licencia: 170787

2. DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA

Proyecto: Arqueta para filtro hidrociclonico, CR Guadiana (BA)

Clave: Arq_HCiclon

3. NORMAS CONSIDERADAS

Hormigón: EHE-08

Aceros conformados: CTE DB SE-A

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

Categoría de uso: G1. Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento. No concomitante con el resto de acciones variables

4. ACCIONES CONSIDERADAS

4.1. Gravitatorias

Planta	S.C.U (kN/m²)	Cargas muertas (kN/m²)
Abertura superior	1.0	1.0
Cimentación	1.0	1.0

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		
Adicionales	Referencia	Descripción	Naturaleza
	N 1	Nieve	Nieve

4.5. Leyes de presiones sobre muros

Empujes del terreno			
Referencia	Hipótesis	Descripción	Muro
Empuje de Defecto (Primera situación de relleno)	Cargas muertas	Con relleno: Cota 2.20 m Ángulo de talud 0.00 Grados Densidad aparente 18.00 kN/m³ Densidad sumergida 11.00 kN/m³ Ángulo rozamiento interno 20.00 Grados Evacuación por drenaje 90.00 % Carga 1: Tipo: Uniforme Valor: 5.00 kN/m²	M1, M2, M3, M4
Empuje de Defecto (Segunda situación de relleno)	Sobrecarga de uso	Con relleno: Cota 2.20 m Ángulo de talud 0.00 Grados Densidad aparente 18.00 kN/m³ Densidad sumergida 11.00 kN/m³ Ángulo rozamiento interno 20.00 Grados Evacuación por drenaje 90.00 % Carga 1: Tipo: Uniforme Valor: 9.00 kN/m²	M1, M2, M3, M4

4.6. Listado de cargas

Cargas especiales introducidas (en kN, kN/m y kN/m²)

Grupo	Hipótesis	Tipo	Valor	Coordenadas
Cimentación	Cargas muertas	Puntual	9.14	(1.14,2.55)
	Cargas muertas	Puntual	9.14	(4.96,2.53)
	N 1	Superficial	0.20	(0.32,4.82) (0.32,0.28) (5.79,0.28) (5.79,4.82)

5. ESTADOS LÍMITE

E.L.U. de rotura. Hormigón E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	CTE Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Tensiones sobre el terreno Desplazamientos	Acciones características

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 (g) y coeficientes de combinación (y)

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón: EHE-08

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	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500

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	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: EHE-08 / 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	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.600	1.000	0.500

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	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	1.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.600	0.000	0.000

Tensiones sobre el terreno

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	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	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	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (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_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	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	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (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
N 1 Nieve

- E.L.U. de rotura. Hormigón

Comb.	PP	CM	Qa	N 1
1	1.000	1.000		
2	1.350	1.350		
3	1.000	1.000		1.500
4	1.350	1.350		1.500
5	1.000	1.000	1.500	
6	1.350	1.350	1.500	

- E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones

Comb.	PP	CM	Qa	N 1
1	1.000	1.000		
2	1.600	1.600		
3	1.000	1.000		1.600
4	1.600	1.600		1.600
5	1.000	1.000	1.600	
6	1.600	1.600	1.600	

- Tensiones sobre el terreno
- Desplazamientos

Comb.	PP	CM	Qa	N 1
1	1.000	1.000		
2	1.000	1.000		1.000
3	1.000	1.000	1.000	
4	1.000	1.000	1.000	1.000

7. DATOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS Y PLANTAS

Grupo	Nombre del grupo	Planta	Nombre planta	Altura	Cota
1	Abertura superior	1	Abertura superior	2.50	2.50
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 Inicial	Vértices Final	Planta	Dimensiones Izquierda+Derecha=Total
M1	Muro de hormigón armado	0-1	(0.17, 0.13)	(0.17, 4.97)	1	0.15+0.15=0.3
M2	Muro de hormigón armado	0-1	(0.17, 0.13)	(5.94, 0.13)	1	0.15+0.15=0.3
M3	Muro de hormigón armado	0-1	(5.94, 0.13)	(5.94, 4.97)	1	0.15+0.15=0.3
M4	Muro de hormigón armado	0-1	(0.17, 4.97)	(5.94, 4.97)	1	0.15+0.15=0.3

Zapata del muro

Referencia	Zapata del muro	
M1	Viga de cimentación: 0.300 x 0.300 Vuelos: izq.:0.00 der.:0.00 canto:0.30 -Situaciones persistentes: 0.070 MPa -Situaciones accidentales: 0.120 MPa Módulo de balasto: 1814.00 kN/m³	Tensiones admisibles
M2	Viga de cimentación: 0.300 x 0.300 Vuelos: izq.:0.00 der.:0.00 canto:0.30 -Situaciones persistentes: 0.070 MPa -Situaciones accidentales: 0.120 MPa Módulo de balasto: 1814.00 kN/m³	Tensiones admisibles
M3	Viga de cimentación: 0.300 x 0.300 Vuelos: izq.:0.00 der.:0.00 canto:0.30 -Situaciones persistentes: 0.070 MPa -Situaciones accidentales: 0.120 MPa Módulo de balasto: 1814.00 kN/m³	Tensiones admisibles
M4	Viga de cimentación: 0.300 x 0.300 Vuelos: izq.:0.00 der.:0.00 canto:0.30 -Situaciones persistentes: 0.070 MPa -Situaciones accidentales: 0.120 MPa Módulo de balasto: 1814.00 kN/m³	Tensiones admisibles

9. LOSAS Y ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN

9.1. Losas de cimentación

Losas cimentación	Canto (cm)	Módulo balasto (kN/m³)	Tensión admisible en situaciones persistentes (MPa)	Tensión admisible en situaciones accidentales (MPa)
Todas	30	1814.00	0.070	0.120

10. ARMADOS DE LOSAS

Cimentación
Número Plantas Iguales: 1

Malla 1: Losa maciza

Alineaciones longitudinales
Armadura Base Inferior: 1Ø12c/20
Armadura Base Superior: 1Ø12c/20
Canto: 30

Alineaciones transversales
Armadura Base Inferior: 1Ø12c/20
Armadura Base Superior: 1Ø12c/20
Canto: 30

11. ESFUERZOS Y ARMADOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS

11.1. Materiales

11.1.1. Hormigones

Elemento	Hormigón	f_{ck} (MPa)	γ_c	Árido		E_c (MPa)
				Naturaleza	Tamaño máximo (mm)	
Todos	HA-25	25	1.50	Cuarcita	15	27264

11.1.2. Aceros por elemento y posición

11.1.2.1. Aceros en barras

Elemento	Acero	f_{yk} (MPa)	γ_s
Todos	B 500 S	500	1.15

11.1.2.2. Aceros en perfiles

Tipo de acero para perfiles	Acero	Límite elástico (MPa)	Módulo de elasticidad (GPa)
Acero conformado	S235	235	210
Acero laminado	S275	275	210

11.2. Esfuerzos de pilares, pantallas y muros por hipótesis

- Tramo: Nivel inicial / nivel final del tramo entre plantas.
- Nota:

Soporte	Planta	Dimensión (cm)	Tramo (m)	Hipótesis	Base						Cabeza					
					N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
M1	Abertura superior	30.0	0.00/2.50	Peso propio	87.0	34.0	0.0	33.0	-0.1	0.1	-0.3	0.0	-0.1	1.9	0.0	0.0
				Cargas muertas	-8.0	6.6	-0.3	67.2	0.0	0.2	2.2	0.0	0.1	-13.4	-0.1	-0.1
				Sobrecarga de uso	-0.0	1.0	0.0	6.8	0.0	-0.0	1.6	0.0	0.0	-3.6	-0.0	-0.0
				N 1	0.0	-0.1	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0

Soporte	Planta	Dimensión (cm)	Tramo (m)	Hipótesis	Base						Cabeza					
					N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
M2	Abertura superior	30.0	0.00/2.50	Peso propio	108.0	0.2	39.4	0.1	35.0	0.3	0.0	-0.5	0.0	0.0	3.7	-0.9
				Cargas muertas	11.4	0.5	24.3	-0.6	98.7	-0.8	1.8	2.1	0.0	-0.1	-16.6	4.5
				Sobrecarga de uso	3.2	0.0	4.6	-0.1	11.8	-0.1	1.7	0.4	0.0	-0.0	-4.3	1.2
				N 1	-0.0	0.0	-0.2	0.0	-0.1	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0
M3	Abertura superior	30.0	0.00/2.50	Peso propio	86.9	-34.0	0.0	-33.3	-0.1	-0.1	0.1	0.0	-0.2	-1.9	0.0	0.0
				Cargas muertas	-8.5	-6.3	0.3	-66.3	0.4	0.4	0.8	0.0	0.2	13.6	-0.1	0.2
				Sobrecarga de uso	-0.0	-1.0	0.0	-6.7	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	3.6	-0.0	-0.0
				N 1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
M4	Abertura superior	30.0	0.00/2.50	Peso propio	107.9	0.2	-39.3	0.1	-34.8	-0.3	0.2	-0.4	0.0	0.0	-3.8	0.9
				Cargas muertas	11.5	0.7	-24.6	-0.3	-99.0	0.0	1.6	1.9	0.0	-0.0	16.8	-4.6
				Sobrecarga de uso	3.2	0.0	-4.6	-0.1	-11.8	0.1	1.7	0.4	0.0	-0.0	4.3	-1.2
				N 1	-0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0

11.3. Arranques de pilares, pantallas y muros por hipótesis

- Nota:

  Los esfuerzos de pantallas y muros son en ejes generales y referidos al centro de gravedad de la pantalla o muro en la planta.

Soporte	Hipótesis	Esfuerzos en arranques					
		N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
M1	Peso propio	87.0	34.0	0.0	33.0	-0.1	0.1
	Cargas muertas	-8.0	6.6	-0.3	67.2	0.0	0.2
	Sobrecarga de uso	-0.0	1.0	0.0	6.8	0.0	-0.0
	N 1	0.0	-0.1	0.0	-0.1	0.0	0.0
M2	Peso propio	108.0	0.2	39.4	0.1	35.0	0.3
	Cargas muertas	11.4	0.5	24.3	-0.6	98.7	-0.8
	Sobrecarga de uso	3.2	0.0	4.6	-0.1	11.8	-0.1
	N 1	-0.0	0.0	-0.2	0.0	-0.1	-0.0
M3	Peso propio	86.9	-34.0	0.0	-33.3	-0.1	-0.1
	Cargas muertas	-8.5	-6.3	0.3	-66.3	0.4	0.4
	Sobrecarga de uso	-0.0	-1.0	0.0	-6.7	0.0	0.0
	N 1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0
M4	Peso propio	107.9	0.2	-39.3	0.1	-34.8	-0.3
	Cargas muertas	11.5	0.7	-24.6	-0.3	-99.0	0.0
	Sobrecarga de uso	3.2	0.0	-4.6	-0.1	-11.8	0.1
	N 1	-0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0

11.4. Pésimos de pilares, pantallas y muros

11.4.1. Muros

Referencias:

Aprovechamiento: Nivel de tensiones (relación entre la tensión máxima y la admisible). Equivale al inverso del coeficiente de seguridad.

Nx : Axil vertical.

Ny : Axil horizontal.

Nxy: Axil tangencial.

Mx : Momento vertical (alrededor del eje horizontal).

My : Momento horizontal (alrededor del eje vertical).

Mxy: Momento torsor.

Qx : Cortante transversal vertical.

Qy : Cortante transversal horizontal.

Muro M1: Longitud: 483.4 cm [Nudo inicial: 0.17;0.13 -> Nudo final: 0.17;4.97]										
Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos							
			Nx (kN/m)	Ny (kN/m)	Nxy (kN/m)	Mx (kN·m/m)	My (kN·m/m)	Mxy (kN·m/m)	Qx (kN/m)	Qy (kN/m)
Cimentación - Abertura superior (e=30.0 cm)	Arm. vert. der.	1.62	-33.40	-4.22	1.30	-19.55	-2.47	-0.97	---	---
	Arm. horz. der.	1.25	-5.32	-32.13	-7.12	-2.54	-15.72	-0.30	---	---
	Arm. vert. izq.	0.50	-11.41	-29.79	-0.52	5.94	8.24	0.97	---	---
	Arm. horz. izq.	0.75	-11.41	-29.79	-0.52	5.94	8.24	0.97	---	---
	Hormigón	4.80	-33.40	-4.22	1.30	-19.55	-2.47	-0.97	---	---
	Arm. transve.	1.80	-23.22	-14.03	2.32	---	---	---	21.09	-0.81

Muro M2: Longitud: 576.3 cm [Nudo inicial: 0.17;0.13 -> Nudo final: 5.94;0.13]										
Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos							
			Nx (kN/m)	Ny (kN/m)	Nxy (kN/m)	Mx (kN·m/m)	My (kN·m/m)	Mxy (kN·m/m)	Qx (kN/m)	Qy (kN/m)
Cimentación - Abertura superior (e=30.0 cm)	Arm. vert. der.	48.36	-44.05	-5.56	1.74	27.15	3.43	1.06	---	---
	Arm. horz. der.	10.30	-44.05	-5.56	1.74	27.15	3.43	1.06	---	---
	Arm. vert. izq.	2.24	-44.05	-5.56	1.74	27.15	3.43	1.06	---	---
	Arm. horz. izq.	1.33	-5.85	-36.29	1.30	2.40	16.52	-0.79	---	---
	Hormigón	6.61	-44.05	-5.56	1.74	27.15	3.43	1.06	---	---
	Arm. transve.	2.40	-30.56	-11.68	2.48	---	---	---	-28.07	1.14

Muro M3: Longitud: 483.4 cm [Nudo inicial: 5.94;0.13 -> Nudo final: 5.94;4.97]										
Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos							
			Nx (kN/m)	Ny (kN/m)	Nxy (kN/m)	Mx (kN·m/m)	My (kN·m/m)	Mxy (kN·m/m)	Qx (kN/m)	Qy (kN/m)
Cimentación - Abertura superior (e=30.0 cm)	Arm. vert. der.	0.49	-11.10	-29.56	-0.61	-5.85	-8.19	-1.01	---	---
	Arm. horz. der.	0.75	-11.10	-29.56	-0.61	0.22	-8.19	-1.01	---	---
	Arm. vert. izq.	1.64	-34.13	-4.31	1.30	19.68	2.49	0.96	---	---
	Arm. horz. izq.	1.33	-7.28	-33.49	-5.95	-0.15	16.83	0.00	---	---
	Hormigón	4.85	-34.13	-4.31	1.30	19.68	2.49	0.96	---	---
	Arm. transve.	1.80	-23.32	-14.05	2.22	---	---	---	-21.03	0.70

Muro M4: Longitud: 576.3 cm [Nudo inicial: 0.17;4.97 -> Nudo final: 5.94;4.97]										
Planta	Comprobación	Aprovechamiento (%)	Pésimos							
			Nx (kN/m)	Ny (kN/m)	Nxy (kN/m)	Mx (kN·m/m)	My (kN·m/m)	Mxy (kN·m/m)	Qx (kN/m)	Qy (kN/m)
Cimentación - Abertura superior (e=30.0 cm)	Arm. vert. der.	2.24	-44.09	-5.57	1.65	-27.22	-3.44	-1.05	---	---
	Arm. horz. der.	1.29	-5.40	-35.16	1.18	0.11	-15.97	0.82	---	---
	Arm. vert. izq.	48.48	-44.09	-5.57	1.65	-27.22	-3.44	-1.05	---	---
	Arm. horz. izq.	10.26	-44.09	-5.57	1.65	-27.22	-3.44	-1.05	---	---
	Hormigón	6.63	-44.09	-5.57	1.65	-27.22	-3.44	-1.05	---	---
	Arm. transve.	2.41	-30.62	-11.51	2.33	---	---	---	28.13	-1.09

11.5. Listado de armaduras de muros de hormigón

Muro M1: Longitud: 483.4 cm [Nudo inicial: 0.17;0.13 -> Nudo final: 0.17;4.97]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
Cimentación - Abertura superior	30.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	---	---	---	---	100.0	---

Muro M2: Longitud: 576.3 cm [Nudo inicial: 0.17;0.13 -> Nudo final: 5.94;0.13]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
Cimentación - Abertura superior	30.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	---	---	---	---	100.0	---

Muro M3: Longitud: 483.4 cm [Nudo inicial: 5.94;0.13 -> Nudo final: 5.94;4.97]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
Cimentación - Abertura superior	30.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	---	---	---	---	100.0	---

Muro M4: Longitud: 576.3 cm [Nudo inicial: 0.17;4.97 -> Nudo final: 5.94;4.97]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
Cimentación - Abertura superior	30.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	---	---	---	---	100.0	---

F.C. = El factor de cumplimiento indica el porcentaje de área en el cual el armado y espesor de hormigón son suficientes.

11.6. Sumatorio de esfuerzos de pilares, pantallas y muros por hipótesis y planta

- Sólo se tienen en cuenta los esfuerzos de pilares, muros y pantallas, por lo que si la obra tiene vigas con vinculación exterior, vigas inclinadas, diagonales o estructuras 3D integradas, los esfuerzos de dichos elementos no se muestran en el siguiente listado.
- Este listado es de utilidad para conocer las cargas actuantes por encima de la cota de la base de los soportes sobre una planta, por lo que para casos tales como pilares apeados traccionados, los esfuerzos de dichos pilares tendrán la influencia no sólo de las cargas por encima sino también la de las cargas que recibe de plantas inferiores.

11.6.1. Resumido

Valores referidos al origen (X=0.00, Y=0.00)								
Planta	Cota (m)	Hipótesis	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
Cimentación	0.00	Peso propio	389.8	1191.5	994.5	0.0	0.0	0.0
		Cargas muertas	6.4	19.4	16.2	0.0	0.0	0.0
		Sobrecarga de uso	6.4	19.4	16.2	0.0	0.0	0.0
		N 1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0