PROMOTOR

GORCABI CARTERA, SL

19-E-08

PANTALÁN EN URIBITARTE

BILBAO, BIZKAIA

FASE

ANEJO AL PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN

FECHA

MAYO 2020

1. **Memoria descriptiva**
2. **Memoria estructural**
3. **Cálculo de pilotes**
4. **Medios de pilotaje**
5. **Procedimiento de hinca**
6. **Características de anillas**

1. MEMORIA DESCRIPTIVA

El presente documento se realiza por encargo de Gorcabi Cartera SL, y es un Anejo aclaratorio al Proyecto Básico y de Ejecución elaborado por los técnicos firmantes en junio de 2019, para la instalación de un pantalán flotante en la Ría de Bilbao. Y es consecuencia del requerimiento realizado por la Demarcación de Costas del País Vasco, en su escrito del 18 de febrero de 2020.

En dicho escrito se solicitaba una información técnica complementaria al Proyecto de pantalán que se presentó en su día, y que obtuvo la Concesión definitiva por parte del Ministerio el 29 de noviembre de 2019. Dicha información adicional se solicitaba debido a nuestra propuesta de girar el acceso, y simplificar el sistema de anclaje: de una estructura de acero en vuelo cogida al muelle, a un sistema de pilotes hincados.

Antecedentes

Tras la obtención de la Concesión ministerial, la propiedad y sus técnicos hemos constatado dos circunstancias nuevas:

- Que, sin cambiar el emplazamiento, conviene cambiar la orientación proyectada de la rampa, para acceder al pantalán por su extremo este, en vez de por su extremo oeste, consiguiendo una mejor relación con las vistas de la Ría, que ahora serían mirando aguas abajo. Dicha posición, que solo afecta a la pasarela-rampa de acceso, ya se reflejó convenientemente en el plano presentado en Costas el 23.01.20.

- Que, a medida que se profundizó con empresas constructoras especialistas (y especialmente con Amilibia, de amplia experiencia en estos trabajos), se fue viendo que la estructura proyectada para fijar el pantalán al emplazamiento resultaba, técnica y económicamente, muy complicada de ejecutar. El elemento distorsionador de dicha estructura era la necesidad inevitable de una gran distancia horizontal entre el propio pantalán y los actuales pilares de

hormigón del paseo. Por un lado, dichos pilares se hallan muy retrasados con respecto al borde del paseo, y, por otro, la falta de calado suficiente obliga a alejarse de ellos aún más.

Agencia Vasca del Agua (URA)

Conocedores de la importancia del informe que la Demarcación de Costas debe solicitar para este cambio a URA, antes de presentar este Anejo los técnicos nos hemos dirigido a los técnicos de Inundabilidad de dicho organismo del Gobierno Vasco, exponiendo la cuestión de la nueva estructura.

Tras presentar el caso, con planos y explicaciones, hemos constatado que, a efectos de inundabilidad (competencia de URA), los técnicos que han de informar consideran que la nueva solución estructural es más acorde con los criterios de la Agencia, ya que comporta menos riesgos en el caso de avenidas importantes.

Solución propuesta

Por todo ello el presente Anejo propone anclar el pantalán flotante a cuatro pilotes verticales, hincados en el lecho de la Ría, de manera que:

- no se afecta en absoluto, ni la estructura portante del Paseo de Uribitarte, ni los prefabricados ornamentales de hormigón que constituyen el frente del muelle;
- no se crea ninguna estructura susceptible de constituir freno o barrera para el caudal de la Ría en caso de grandes avenidas;
- se cambia la posición de la pasarela de acceso del extremo oeste al este, sin modificar el emplazamiento autorizado en la Concesión.

En los capítulos siguientes se presentan las consideraciones técnicas y de cálculo.

En Loiu, 31 mayo de 2020

Firmado, los arquitectos:

Marta González Cavia.

Arquitecto

Jorge Cabrera Bartolomé

Arquitecto

2. MEMORIA ESTRUCTURAL

1.-INTRODUCCIÓN Y OBJETO DEL INFORME

El objeto de este informe determinar la carga sobre los pilotes de pantalán embarcadero Bilbao, como estrcutura alternativa a las del Proyecto original.

2.-DESCRIPCIÓN EMBARCADERO.

El pantalán está ampliamente descrito en el proyecto original y en los planos que acompañan a este Anejo.

3.-CÁLCULO DE PILOTES DE ANCLAJE.

Las fuerzas que tendremos en cuenta son las corrientes y el viento dado la zona donde se sitúa la instalación.

Las cargas consideradas para el dimensionamiento del pantalán, de las guías y de las estructuras en las que se apoyan son: carga transversal de 10 kN/ml de pantalán aplicada en los 42.5 m de longitud del pantalán y carga longitudinal total de 30 kN que se repartirá sobre los 3 pilotes guías

Estas cargas consideradas como cargas variables, junto con las cargas permanentes de pesos propios son las que se emplean para verificar las estructuras de soporte.

Atendiendo a esta distribución tendremos una totalidad de 10 kN/ml x 42.5 ml/3 = 141,67 kN + una carga longitudinal de 30 kN/3 = 10 kN

P = $\sqrt{141.67^2 + 10^2} = 142,03\ kN$

3.1 NORMATIVA.

Para el cálculo de los pilotes se ha respetado las prescripciones y recomendaciones de los siguientes documentos:

- *Ministerio de Fomento. Puertos del Estado- ROM 0.5-05, Recomendaciones Geotécnicas para obras marítimas y portuarias.*
- *Ministerio de Fomento. Puertos del Estado- ROM 0.4-95, Acciones climáticas II: Viento.*
- *Ministerio de Fomento. Puertos del Estado- ROM .1-99, Proyecto de la configuración marítima de los puertos; canales de acceso y áreas de flotación.*
- *Ministerio de Fomento. Puertos del Estado ROM 2.0-11 Recomendaciones para el proyecto y ejecución en las Obras de Atraque y Amarre*

3.42 MATERIALES. TERRENO

Se han tomado los parámetros del estándar para representar el tipo de fondo existente en la zona en la que se instalan los pantalanes.

El material del lecho se considera dividido en 1estrato con las siguientes características:

	Cohesión, C	Ángulo de rozamiento interno, Φ		Peso específico, $\gamma'=\gamma sat-\gamma_w$	Espesor estrato
	kg/m²	º	Radianes	Kg/m^3	m
Arenas densas	0.0	33	.575	1800.00	9

ACERO

Los tubos de acero considerados para el cálculo de los pilotes poseen las siguientes características:

- Tipo: Acero S-355 (Límite elástico= 3550 Kg/cm2).
- Diámetro: 609 mm
- Espesor: 12 mm

3.5 MÉTODO DE CÁLCULO.

El método de cálculo empleado se basa en determinar la profundidad de hinca necesaria en los pilotes para que el terreno resista a rotura por tiro horizontal; para ello se ha seguido la metodología de cálculo establecida en la R.O.M. 0.5-05. El proceso consiste en suponer una profundidad de hinca, L, y calcular para ésta la carga horizontal máxima que puede resistir el terreno, H. Si la carga que el pantalán le solicita al pilote, H ext es menor que H, entonces la profundidad de hinca es suficiente. En caso contrario se aumenta la profundidad de hinca y se repite el cálculo.

Para efectuar los cálculos se ha realizado una hoja de cálculo en la que se pueden hacer tanteos para determinar la profundidad de hinca necesaria para soportar los esfuerzos a los que están sometidos los pilotes.

4. DIMENSIONAMIENTO DEL PILOTE

METODO DE CÁLCULO

Se determina la profundidad de hinca necesaria en los pilotes para que el terreno resista a rotura por tiro horizontal.

Se sigue el método de Broms (1964) tal como prescribe la R.O.M. 0.5-94

El proceso consiste en suponer una profundidad de hinca, L y calcular para ésta la carga horizontal máxima que puede resistir el terreno, H.

Si H ext es menor que H entonces la profundidad de hinca es suficiente- En caso contrario se aumenta la profundidad de hinca y se repite el cálculo.

DATOS TERRENO.

- Cohesión c= 0 Kg/m2
- Ángulo de rozamiento interno θ=33 0.579 Radianes
- Peso específico γ=1800 Kg/m3

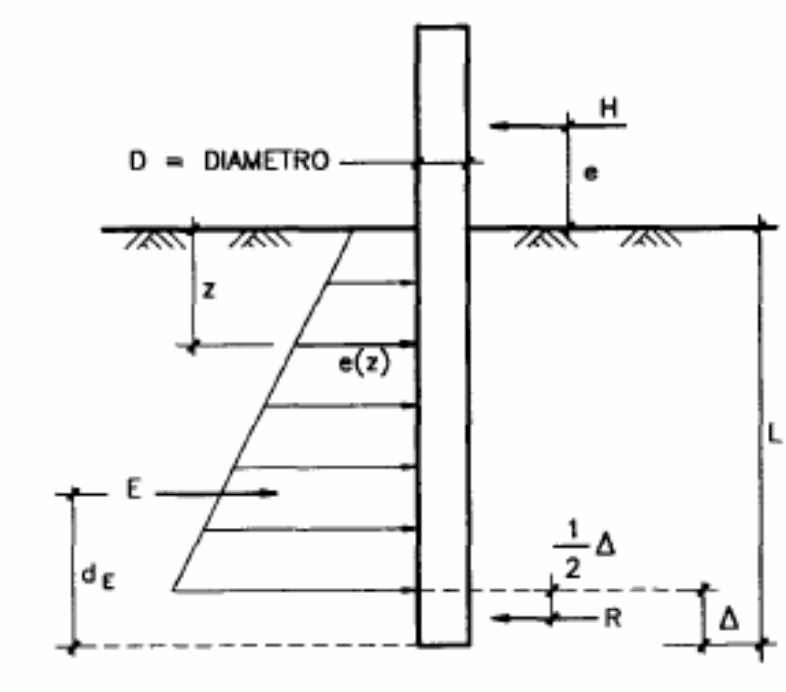
TIRO HORIZONTAL

- Resultante Hext = 145 Kn
- Excentricidad e 5.00 m

GEOMETRIA

- Espesor Esp=0.0012 m
- Diámetro D=0.609 m

CÁLCULO DE LA RESISTENCIA FRENTE A TIRO HORIZONTAL.



$$e(z) = (9 \cdot c + 3 \cdot \gamma \cdot z \frac{1 + \sin \Phi}{1 - \sin \Phi}) \cdot D$$

$$E = \int_0^{L-\Delta} e(z) \cdot dz$$

$$\Delta = \frac{R}{e(L)}$$

y cumpliendo las condiciones de equilibrio siguientes:

$$H = E - R$$

$$H \cdot \left(e + L - \frac{1}{2}\Delta\right) = E \cdot (d_E - \frac{1}{2}\Delta)$$

Profundidad de hinca supuesta 7.0 m

Empuje de terreno a profundidad L e(L)= 423.09 Kg/m

Empuje de terreno a Profundidad L e(0)= 0 Kg/ml

Condiciones de equilibrio

Equilibrio de fuerzas H=E-R

Equilibrio de Momentos H*(e+L-0.5*D)=E*(de-0.5*D)

Desarrollando D se llega a la expresión.

$$c = \frac{R}{\left[9*c+3*\gamma*L*(\frac{1+sen\theta}{1-sen\theta})\right]*D}.$$

Integrando E

$$E = \frac{9*c*D+\left[9*c+3*\gamma*(L-\Delta)*(\frac{1+sen\theta}{1-sen\theta})\right]*D}{2}*(L-\Delta)$$

Hallando el centro de presiones de E respecto la punta de pilote.

$$d\epsilon = \Delta + \left\{\frac{(L-\Delta)*\left[9*c+\gamma*(L-\Delta)*\left(\frac{1+sen\theta}{1-sen\theta}\right)\right]}{\left[18*c+3*\gamma*(L-\Delta)*(\frac{1+sen\theta}{1-sen\theta})\right]}\right\}$$

Despejando H de la ecuación (1) e introduciendo en (2) se obtiene una ecuación con una única incógnita “R” a resolver.

$$(E-R)*\left[e+L-\frac{\Delta}{2}\right] = E*\left[d\varepsilon-\frac{\Delta}{2}\right]$$

Resolviendo la iterativa:

R= 124.90 Tn

Despejando

E= 162.67 Tn

$d\epsilon$ = 3.399 m

Δ = 1,599 m

H=162.67-124.90= 37.77 Tn.

Coeficiente de seguridad = 370.14kN / 142,03 kN **= 2.61 > 2.5**

RESUMEN

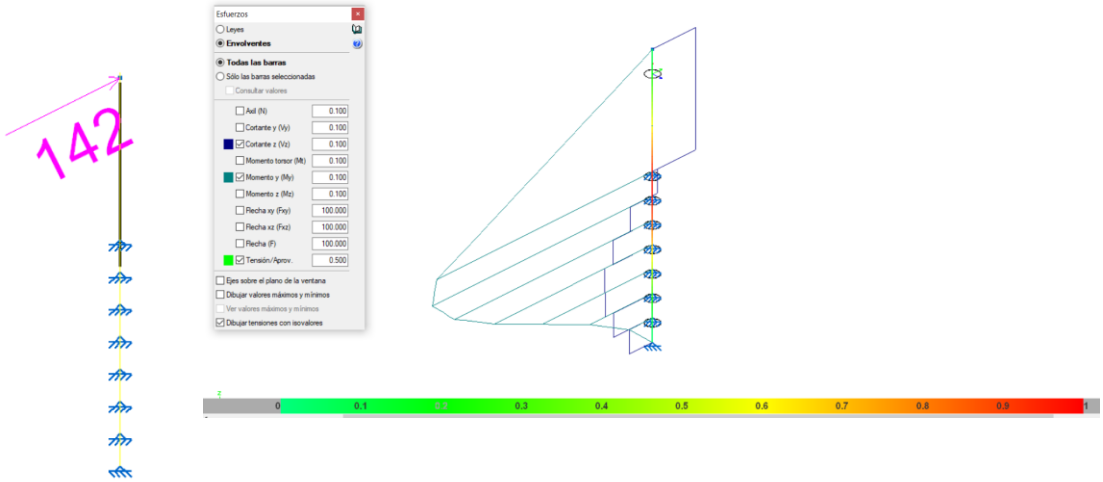
L=	**7.0 M**
Hext	**142,03 kN**
H	**370,15 kN**
Cs	**2.61**

5. COMPROBACIÓN ESTRUCTURAL SECCIÓN PILOTE.

Los pilotes a utilizar son de acero tipo S355 con una sección de Ø609 y espesor 12 mm hincado 7 metros en terreno competente.

En el anexo siguiente se ha tenido en cuenta la iteración pilote – Terreno considerando una respuesta de 1000 kN/m a lo largo del mismo esto coincide con los cálculos del terreno supuesto.

En el siguiente anexo se detallan todos los cálculos justificativos.



3. CÁLCULO DE PILOTES

ÍNDICE

1.- DATOS DE OBRA 15
1.1.- Normas consideradas 15
1.2.- Estados límite 15
1.2.1.- Situaciones de proyecto 15
1.2.2.- Combinaciones 16

2.- ESTRUCTURA 17
2.1.- Geometría 17
2.1.1.- Nudos 17
2.1.2.- Barras 17
2.2.- Cargas 19
2.2.1.- Nudos 19
2.2.2.- Barras 19
2.3.- Resultados 20
2.3.1.- Nudos 20
2.3.2.- Barras 26

1.- DATOS DE OBRA

1.1.- Normas consideradas

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

1.2.- Estados límite

E.L.U. de rotura. Acero laminado	CTE Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Desplazamientos	Acciones características

1.2.1.- Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Con coeficientes de combinación

- Sin coeficientes de combinación

- Donde:

G_k Acción permanente
P_k Acción de pretensado

Q_k Acción variable
γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
γ_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado
$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
$\psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal
$\psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

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

E.L.U. de rotura. Acero laminado: CTE DB SE-A

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600

Desplazamientos

Acciones variables sin sismo		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000

1.2.2.- Combinaciones

- **Nombres de las hipótesis**

PP Peso propio
V 1 ACCION VIENTO SOBRE EMBARCACIÓN

- **E.L.U. de rotura. Acero laminado**

Comb.	PP	V 1
1	0.800	
2	1.350	
3	0.800	1.500
4	1.350	1.500

- **Desplazamientos**

Comb.	PP	V 1
1	1.000	
2	1.000	1.000

2.- ESTRUCTURA

2.1.- Geometría

2.1.1.- Nudos

Referencias:

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

θ_x, θ_y, θ_z: Giros prescritos en ejes globales.

$K_{\Delta x}$, $K_{\Delta y}$, $K_{\Delta z}$: Coacciones elásticas de los desplazamientos 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	$K_{\Delta x}$ (kN/m)	$K_{\Delta y}$ (kN/m)	$K_{\Delta z}$ (kN/m)	
N1	0.000	0.000	6.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N2	0.000	0.000	-6.000	X	X	X	-	-	-	1000	1000	1000	Empotrado
N3	0.000	0.000	-5.000	X	X	X	-	-	-	1000	1000	1000	Empotrado
N4	0.000	0.000	-4.000	X	X	X	-	-	-	1000	1000	1000	Empotrado
N5	0.000	0.000	-3.000	X	X	X	-	-	-	1000	1000	1000	Empotrado
N6	0.000	0.000	-2.000	X	X	X	-	-	-	1000	1000	1000	Empotrado
N7	0.000	0.000	-1.000	X	X	X	-	-	-	1000	1000	1000	Empotrado
N8	0.000	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	1000	1000	1000	Empotrado
N9	0.000	0.000	1.000	X	X	X	-	-	-	1000	1000	1000	Empotrado

2.1.2.- Barras

2.1.2.1.- 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	S355	210000.00	0.300	81000.00	355.00	0.000012	77.01

Notación:
E: Módulo de elasticidad
ν: Módulo de Poisson
G: Módulo de cortadura
f_y: Límite elástico
$\alpha_{\cdot t}$: Coeficiente de dilatación
γ: Peso específico

2.1.2.2.- Descripción

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	$Lb_{Sup.}$ (m)	$Lb_{Inf.}$ (m)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S355	N8/N9	N8/N1	609X12 (PILOTE)	1.000	1.00	1.00	-	-
		N9/N1	N8/N1	609X12 (PILOTE)	5.000	1.00	1.00	-	-
		N7/N8	N7/N8	609X12 (PILOTE)	1.000	1.00	1.00	-	-

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	$Lb_{Sup.}$ (m)	$Lb_{Inf.}$ (m)
Tipo	Designación								
		N6/N7	N6/N7	609X12 (PILOTE)	1.000	1.00	1.00	-	-
		N5/N6	N5/N6	609X12 (PILOTE)	1.000	1.00	1.00	-	-
		N4/N5	N4/N5	609X12 (PILOTE)	1.000	1.00	1.00	-	-
		N3/N4	N3/N4	609X12 (PILOTE)	1.000	1.00	1.00	-	-
		N2/N3	N2/N3	609X12 (PILOTE)	1.000	1.00	1.00	-	-

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

2.1.2.3.- Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N8/N1, N7/N8, N6/N7, N5/N6, N4/N5, N3/N4 y N2/N3

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm²)	Avy (cm²)	Avz (cm²)	Iyy (cm4)	Izz (cm4)	It (cm4)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S355	1	609X12, (PILOTE)	225.06	202.56	202.56	100308.92	100308.92	200617.84

Notación:
Ref.: Referencia
A: Área de la sección transversal
Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'
Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'
Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'
Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'
It: Inercia a torsión
Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

2.1.2.4.- Tabla de medición

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
Acero laminado	S355	N8/N1	609X12 (PILOTE)	6.000	0.135	1060.05
		N7/N8	609X12 (PILOTE)	1.000	0.023	176.68
		N6/N7	609X12 (PILOTE)	1.000	0.023	176.68
		N5/N6	609X12 (PILOTE)	1.000	0.023	176.68
		N4/N5	609X12 (PILOTE)	1.000	0.023	176.68
		N3/N4	609X12 (PILOTE)	1.000	0.023	176.68
		N2/N3	609X12 (PILOTE)	1.000	0.023	176.68

Notación:
Ni: Nudo inicial
Nf: Nudo final

2.1.2.5.- Resumen de medición

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m³)	Serie (m³)	Material (m³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
Acero laminado	S355	PILOTE	609X12	12.000	12.000	12.000	0.270	0.270	0.270	2120.10	2120.10	2120.10

2.1.2.6.- Medición de superficies

Acero laminado: Medición de las superficies a pintar				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m²/m)	Longitud (m)	Superficie (m²)
PILOTE	609X12	1.913	12.000	22.959
			Total	**22.959**

2.2.- Cargas

2.2.1.- Nudos

Cargas en nudos					
Referencia	Hipótesis	Cargas puntuales (kN)	Dirección		
			X	Y	Z
N1	V 1	142.00	0.000	1.000	0.000

2.2.2.- Barras

Referencias:

'P1', 'P2':

- Cargas puntuales, uniformes, en faja y momentos puntuales: 'P1' es el valor de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Cargas trapezoidales: '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 trapezoidales, 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 trapezoidales: 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
N8/N9	Peso propio	Uniforme	1.733	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N1	Peso propio	Uniforme	1.733	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N8	Peso propio	Uniforme	1.733	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N7	Peso propio	Uniforme	1.733	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N5/N6	Peso propio	Uniforme	1.733	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N5	Peso propio	Uniforme	1.733	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N3/N4	Peso propio	Uniforme	1.733	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N3	Peso propio	Uniforme	1.733	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

2.3.- Resultados

2.3.1.- Nudos

2.3.1.1.- Desplazamientos

Referencias:

Dx, Dy, Dz: Desplazamientos de los nudos en ejes globales.
Gx, Gy, Gz: Giros de los nudos en ejes globales.

2.3.1.1.1.- Hipótesis

Desplazamientos de los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Desplazamientos en ejes globales					
		Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
N1	Peso propio	0.000	0.000	-2.608	0.000	0.000	0.000
	V 1	0.000	346.930	0.000	-46.794	0.000	0.000
N2	Peso propio	0.000	0.000	-2.597	0.000	0.000	0.000
	V 1	0.000	-76.866	0.000	-24.618	0.000	0.000
N3	Peso propio	0.000	0.000	-2.598	0.000	0.000	0.000
	V 1	0.000	-52.235	0.000	-24.800	0.000	0.000
N4	Peso propio	0.000	0.000	-2.598	0.000	0.000	0.000
	V 1	0.000	-27.229	0.000	-25.471	0.000	0.000
N5	Peso propio	0.000	0.000	-2.599	0.000	0.000	0.000
	V 1	0.000	-1.240	0.000	-26.820	0.000	0.000
N6	Peso propio	0.000	0.000	-2.600	0.000	0.000	0.000
	V 1	0.000	26.468	0.000	-28.914	0.000	0.000
N7	Peso propio	0.000	0.000	-2.601	0.000	0.000	0.000
	V 1	0.000	56.640	0.000	-31.693	0.000	0.000
N8	Peso propio	0.000	0.000	-2.602	0.000	0.000	0.000
	V 1	0.000	89.891	0.000	-34.960	0.000	0.000
N9	Peso propio	0.000	0.000	-2.604	0.000	0.000	0.000
	V 1	0.000	126.571	0.000	-38.367	0.000	0.000

2.3.1.1.2.- Combinaciones

Desplazamientos de los nudos, por combinación								
Referencia	Combinación		Desplazamientos en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
N1	Desplazamientos	PP	0.000	0.000	-2.608	0.000	0.000	0.000
		PP+V1	0.000	346.930	-2.608	-46.794	0.000	0.000
N2	Desplazamientos	PP	0.000	0.000	-2.597	0.000	0.000	0.000
		PP+V1	0.000	-76.866	-2.597	-24.618	0.000	0.000
N3	Desplazamientos	PP	0.000	0.000	-2.598	0.000	0.000	0.000
		PP+V1	0.000	-52.235	-2.598	-24.800	0.000	0.000
N4	Desplazamientos	PP	0.000	0.000	-2.598	0.000	0.000	0.000
		PP+V1	0.000	-27.229	-2.598	-25.471	0.000	0.000
N5	Desplazamientos	PP	0.000	0.000	-2.599	0.000	0.000	0.000
		PP+V1	0.000	-1.240	-2.599	-26.820	0.000	0.000
N6	Desplazamientos	PP	0.000	0.000	-2.600	0.000	0.000	0.000
		PP+V1	0.000	26.468	-2.600	-28.914	0.000	0.000
N7	Desplazamientos	PP	0.000	0.000	-2.601	0.000	0.000	0.000
		PP+V1	0.000	56.640	-2.601	-31.693	0.000	0.000
N8	Desplazamientos	PP	0.000	0.000	-2.602	0.000	0.000	0.000
		PP+V1	0.000	89.891	-2.602	-34.960	0.000	0.000
N9	Desplazamientos	PP	0.000	0.000	-2.604	0.000	0.000	0.000
		PP+V1	0.000	126.571	-2.604	-38.367	0.000	0.000

2.3.1.1.3.- Envolventes

Envolvente de los desplazamientos en nudos								
Referencia	Combinación		Desplazamientos en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
N1	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	-2.608	-46.794	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	346.930	-2.608	0.000	0.000	0.000
N2	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-76.866	-2.597	-24.618	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	-2.597	0.000	0.000	0.000
N3	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-52.235	-2.598	-24.800	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	-2.598	0.000	0.000	0.000
N4	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-27.229	-2.598	-25.471	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	-2.598	0.000	0.000	0.000

Envolvente de los desplazamientos en nudos								
Referencia	Combinación		Desplazamientos en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
N5	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-1.240	-2.599	-26.820	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	-2.599	0.000	0.000	0.000
N6	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	-2.600	-28.914	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	26.468	-2.600	0.000	0.000	0.000
N7	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	-2.601	-31.693	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	56.640	-2.601	0.000	0.000	0.000
N8	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	-2.602	-34.960	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	89.891	-2.602	0.000	0.000	0.000
N9	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	-2.604	-38.367	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	126.571	-2.604	0.000	0.000	0.000

2.3.1.2.- Reacciones

Referencias:

Rx, Ry, Rz: Reacciones en nudos con desplazamientos coaccionados (fuerzas).
Mx, My, Mz: Reacciones en nudos con giros coaccionados (momentos).

2.3.1.2.1.- Hipótesis

Reacciones en los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Reacciones en ejes globales					
		Rx (kN)	Ry (kN)	Rz (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
N2	Peso propio	0.000	0.000	2.597	0.00	0.00	0.00
	V 1	0.000	76.866	0.000	0.00	0.00	0.00
N3	Peso propio	0.000	0.000	2.598	0.00	0.00	0.00
	V 1	0.000	52.235	0.000	0.00	0.00	0.00
N4	Peso propio	0.000	0.000	2.598	0.00	0.00	0.00
	V 1	0.000	27.229	0.000	0.00	0.00	0.00
N5	Peso propio	0.000	0.000	2.599	0.00	0.00	0.00
	V 1	0.000	1.240	0.000	0.00	0.00	0.00
N6	Peso propio	0.000	0.000	2.600	0.00	0.00	0.00
	V 1	0.000	-26.468	0.000	0.00	0.00	0.00

Reacciones en los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Reacciones en ejes globales					
		Rx (kN)	Ry (kN)	Rz (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
N7	Peso propio	0.000	0.000	2.601	0.00	0.00	0.00
	V 1	0.000	-56.640	0.000	0.00	0.00	0.00
N8	Peso propio	0.000	0.000	2.602	0.00	0.00	0.00
	V 1	0.000	-89.891	0.000	0.00	0.00	0.00
N9	Peso propio	0.000	0.000	2.604	0.00	0.00	0.00
	V 1	0.000	-126.571	0.000	0.00	0.00	0.00

2.3.1.2.2.- Combinaciones

Reacciones en los nudos, por combinación								
Referencia	Combinación		Reacciones en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Rx (kN)	Ry (kN)	Rz (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
N2	Hormigón en cimentaciones	PP	0.000	0.000	2.597	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP	0.000	0.000	4.156	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·V1	0.000	122.985	2.597	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·V1	0.000	122.985	4.156	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	PP	0.000	0.000	2.597	0.00	0.00	0.00
		PP+V1	0.000	76.866	2.597	0.00	0.00	0.00
N3	Hormigón en cimentaciones	PP	0.000	0.000	2.598	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP	0.000	0.000	4.156	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·V1	0.000	83.575	2.598	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·V1	0.000	83.575	4.156	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	PP	0.000	0.000	2.598	0.00	0.00	0.00
		PP+V1	0.000	52.235	2.598	0.00	0.00	0.00
N4	Hormigón en cimentaciones	PP	0.000	0.000	2.598	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP	0.000	0.000	4.157	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·V1	0.000	43.566	2.598	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·V1	0.000	43.566	4.157	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	PP	0.000	0.000	2.598	0.00	0.00	0.00

Reacciones en los nudos, por combinación								
Referencia	Combinación		Reacciones en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Rx (kN)	Ry (kN)	Rz (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
		PP+V1	0.000	27.229	2.598	0.00	0.00	0.00
N5	Hormigón en cimentaciones	PP	0.000	0.000	2.599	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP	0.000	0.000	4.158	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·V1	0.000	1.985	2.599	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·V1	0.000	1.985	4.158	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	PP	0.000	0.000	2.599	0.00	0.00	0.00
		PP+V1	0.000	1.240	2.599	0.00	0.00	0.00
N6	Hormigón en cimentaciones	PP	0.000	0.000	2.600	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP	0.000	0.000	4.160	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·V1	0.000	-42.349	2.600	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·V1	0.000	-42.349	4.160	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	PP	0.000	0.000	2.600	0.00	0.00	0.00
		PP+V1	0.000	-26.468	2.600	0.00	0.00	0.00
N7	Hormigón en cimentaciones	PP	0.000	0.000	2.601	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP	0.000	0.000	4.161	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·V1	0.000	-90.623	2.601	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·V1	0.000	-90.623	4.161	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	PP	0.000	0.000	2.601	0.00	0.00	0.00
		PP+V1	0.000	-56.640	2.601	0.00	0.00	0.00
N8	Hormigón en cimentaciones	PP	0.000	0.000	2.602	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP	0.000	0.000	4.163	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·V1	0.000	-143.826	2.602	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·V1	0.000	-143.826	4.163	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	PP	0.000	0.000	2.602	0.00	0.00	0.00

Reacciones en los nudos, por combinación								
Referencia	Combinación		Reacciones en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Rx (kN)	Ry (kN)	Rz (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
		PP+V1	0.000	-89.891	2.602	0.00	0.00	0.00
N9	Hormigón en cimentaciones	PP	0.000	0.000	2.604	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP	0.000	0.000	4.166	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·V1	0.000	-202.513	2.604	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·V1	0.000	-202.513	4.166	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	PP	0.000	0.000	2.604	0.00	0.00	0.00
		PP+V1	0.000	-126.571	2.604	0.00	0.00	0.00

Nota: Las combinaciones de hormigón indicadas son las mismas que se utilizan para comprobar el estado límite de equilibrio en la cimentación.

2.3.1.2.3.- Envolventes

Envolventes de las reacciones en nudos								
Referencia	Combinación		Reacciones en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Rx (kN)	Ry (kN)	Rz (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
N2	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	2.597	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.000	122.985	4.156	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	2.597	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.000	76.866	2.597	0.00	0.00	0.00
N3	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	2.598	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.000	83.575	4.156	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	2.598	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.000	52.235	2.598	0.00	0.00	0.00
N4	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	2.598	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.000	43.566	4.157	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	2.598	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.000	27.229	2.598	0.00	0.00	0.00

Envolventes de las reacciones en nudos								
Referencia	Combinación		Reacciones en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Rx (kN)	Ry (kN)	Rz (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
N5	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	2.599	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.000	1.985	4.158	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	2.599	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.000	1.240	2.599	0.00	0.00	0.00
N6	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-42.349	2.600	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	4.160	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-26.468	2.600	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	2.600	0.00	0.00	0.00
N7	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-90.623	2.601	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	4.161	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-56.640	2.601	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	2.601	0.00	0.00	0.00
N8	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-143.826	2.602	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	4.163	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-89.891	2.602	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	2.602	0.00	0.00	0.00
N9	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-202.513	2.604	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	4.166	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-126.571	2.604	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	2.604	0.00	0.00	0.00

Nota: Las combinaciones de hormigón indicadas son las mismas que se utilizan para comprobar el estado límite de equilibrio en la cimentación.

2.3.2.- Barras

2.3.2.1.- Esfuerzos

Referencias:

N: Esfuerzo axil (kN)
Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (kN)
Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (kN)
Mt: Momento torsor (kN·m)
My: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (kN·m)
Mz: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (kN·m)

2.3.2.1.1.- Hipótesis

Esfuerzos en barras, por hipótesis							
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.250 m	0.500 m	0.750 m	1.000 m
N8/N9	Peso propio	N	-7.795	-7.362	-6.929	-6.496	-6.062
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V 1	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	15.429	15.429	15.429	15.429	15.429
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	725.43	721.57	717.71	713.86	710.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.625 m	1.250 m	1.875 m	2.500 m	3.125 m	3.750 m	4.375 m	5.000 m
N9/N1	Peso propio	N	-8.666	-7.583	-6.499	-5.416	-4.333	-3.250	-2.166	-1.083	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V 1	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	142.000	142.000	142.000	142.000	142.000	142.000	142.000	142.000	142.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	710.00	621.25	532.50	443.75	355.00	266.25	177.50	88.75	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Esfuerzos en barras, por hipótesis							
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.250 m	0.500 m	0.750 m	1.000 m

Esfuerzos en barras, por hipótesis							
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.250 m	0.500 m	0.750 m	1.000 m
N7/N8	Peso propio	N	-6.927	-6.493	-6.060	-5.627	-5.193
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V 1	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-74.462	-74.462	-74.462	-74.462	-74.462
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	650.97	669.58	688.20	706.81	725.43
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Esfuerzos en barras, por hipótesis							
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.250 m	0.500 m	0.750 m	1.000 m
N6/N7	Peso propio	N	-6.059	-5.626	-5.192	-4.759	-4.326
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V 1	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-131.102	-131.102	-131.102	-131.102	-131.102
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	519.87	552.64	585.42	618.19	650.97
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Esfuerzos en barras, por hipótesis							
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.250 m	0.500 m	0.750 m	1.000 m
N5/N6	Peso propio	N	-5.192	-4.759	-4.326	-3.892	-3.459
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V 1	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-157.570	-157.570	-157.570	-157.570	-157.570
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	362.30	401.69	441.08	480.47	519.87
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Esfuerzos en barras, por hipótesis							
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.250 m	0.500 m	0.750 m	1.000 m
N4/N5	Peso propio	N	-4.327	-3.893	-3.460	-3.027	-2.593
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V 1	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-156.329	-156.329	-156.329	-156.329	-156.329
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	205.97	245.05	284.13	323.21	362.30
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Esfuerzos en barras, por hipótesis							
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.250 m	0.500 m	0.750 m	1.000 m
N3/N4	Peso propio	N	-3.462	-3.028	-2.595	-2.162	-1.728
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V 1	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-129.100	-129.100	-129.100	-129.100	-129.100
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	76.87	109.14	141.42	173.69	205.97
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Esfuerzos en barras, por hipótesis							
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.250 m	0.500 m	0.750 m	1.000 m
N2/N3	Peso propio	N	-2.597	-2.164	-1.731	-1.297	-0.864
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V 1	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-76.866	-76.866	-76.866	-76.866	-76.866
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	19.22	38.43	57.65	76.87
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

2.3.2.1.2.- Combinaciones

Esfuerzos en barras, por combinación								
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra				
	Tipo	Descripción		0.000 m	0.250 m	0.500 m	0.750 m	1.000 m
N8/N9	Acero laminado	0.8·PP	N	-6.236	-5.890	-5.543	-5.196	-4.850
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP	N	-10.524	-9.939	-9.354	-8.769	-8.184
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		0.8·PP+1.5·V1	N	-6.236	-5.890	-5.543	-5.196	-4.850
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	23.144	23.144	23.144	23.144	23.144
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	1088.14	1082.36	1076.57	1070.79	1065.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP+1.5·V1	N	-10.524	-9.939	-9.354	-8.769	-8.184
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	23.144	23.144	23.144	23.144	23.144
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	1088.14	1082.36	1076.57	1070.79	1065.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Esfuerzos en barras, por combinación												
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra								
	Tipo	Descripción		0.000 m	0.625 m	1.250 m	1.875 m	2.500 m	3.125 m	3.750 m	4.375 m	5.000 m
N9/N1	Acero laminado	0.8·PP	N	-6.933	-6.066	-5.200	-4.333	-3.466	-2.600	-1.733	-0.867	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP	N	-11.699	-10.237	-8.774	-7.312	-5.849	-4.387	-2.925	-1.462	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		0.8·PP+1.5·V1	N	-6.933	-6.066	-5.200	-4.333	-3.466	-2.600	-1.733	-0.867	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Esfuerzos en barras, por combinación												
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra								
	Tipo	Descripción		0.000 m	0.625 m	1.250 m	1.875 m	2.500 m	3.125 m	3.750 m	4.375 m	5.000 m
			Vz	213.000	213.000	213.000	213.000	213.000	213.000	213.000	213.000	213.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	1065.00	931.88	798.75	665.63	532.50	399.38	266.25	133.13	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP+1.5·V1	N	-11.699	-10.237	-8.774	-7.312	-5.849	-4.387	-2.925	-1.462	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	213.000	213.000	213.000	213.000	213.000	213.000	213.000	213.000	213.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	1065.00	931.88	798.75	665.63	532.50	399.38	266.25	133.13	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Esfuerzos en barras, por combinación								
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra				
	Tipo	Descripción		0.000 m	0.250 m	0.500 m	0.750 m	1.000 m
N7/N8	Acero laminado	0.8·PP	N	-5.541	-5.195	-4.848	-4.501	-4.155
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP	N	-9.351	-8.766	-8.181	-7.596	-7.011
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		0.8·PP+1.5·V1	N	-5.541	-5.195	-4.848	-4.501	-4.155
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-111.693	-111.693	-111.693	-111.693	-111.693
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	976.45	1004.37	1032.30	1060.22	1088.14
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP+1.5·V1	N	-9.351	-8.766	-8.181	-7.596	-7.011
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-111.693	-111.693	-111.693	-111.693	-111.693
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	976.45	1004.37	1032.30	1060.22	1088.14
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Esfuerzos en barras, por combinación								
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra				
	Tipo	Descripción		0.000 m	0.250 m	0.500 m	0.750 m	1.000 m
N6/N7	Acero laminado	0.8·PP	N	-4.847	-4.500	-4.154	-3.807	-3.461
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP	N	-8.179	-7.594	-7.009	-6.425	-5.840
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		0.8·PP+1.5·V1	N	-4.847	-4.500	-4.154	-3.807	-3.461
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-196.653	-196.653	-196.653	-196.653	-196.653
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	779.80	828.96	878.12	927.29	976.45
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP+1.5·V1	N	-8.179	-7.594	-7.009	-6.425	-5.840
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-196.653	-196.653	-196.653	-196.653	-196.653
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	779.80	828.96	878.12	927.29	976.45
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Esfuerzos en barras, por combinación								
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra				
	Tipo	Descripción		0.000 m	0.250 m	0.500 m	0.750 m	1.000 m
N5/N6	Acero laminado	0.8·PP	N	-4.154	-3.807	-3.461	-3.114	-2.767
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP	N	-7.009	-6.425	-5.840	-5.255	-4.670
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		0.8·PP+1.5·V1	N	-4.154	-3.807	-3.461	-3.114	-2.767

Esfuerzos en barras, por combinación								
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra				
	Tipo	Descripción		0.000 m	0.250 m	0.500 m	0.750 m	1.000 m
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-236.355	-236.355	-236.355	-236.355	-236.355
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	543.44	602.53	661.62	720.71	779.80
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP+1.5·V1	N	-7.009	-6.425	-5.840	-5.255	-4.670
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-236.355	-236.355	-236.355	-236.355	-236.355
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	543.44	602.53	661.62	720.71	779.80
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Esfuerzos en barras, por combinación								
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra				
	Tipo	Descripción		0.000 m	0.250 m	0.500 m	0.750 m	1.000 m
N4/N5	Acero laminado	0.8·PP	N	-3.461	-3.115	-2.768	-2.421	-2.075
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP	N	-5.841	-5.256	-4.671	-4.086	-3.501
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		0.8·PP+1.5·V1	N	-3.461	-3.115	-2.768	-2.421	-2.075
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-234.494	-234.494	-234.494	-234.494	-234.494
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	308.95	367.57	426.20	484.82	543.44
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP+1.5·V1	N	-5.841	-5.256	-4.671	-4.086	-3.501
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-234.494	-234.494	-234.494	-234.494	-234.494
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	308.95	367.57	426.20	484.82	543.44
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Esfuerzos en barras, por combinación								
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra				
	Tipo	Descripción		0.000 m	0.250 m	0.500 m	0.750 m	1.000 m
N3/N4	Acero laminado	0.8·PP	N	-2.769	-2.423	-2.076	-1.729	-1.383
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP	N	-4.673	-4.088	-3.503	-2.918	-2.333
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		0.8·PP+1.5·V1	N	-2.769	-2.423	-2.076	-1.729	-1.383
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-193.651	-193.651	-193.651	-193.651	-193.651
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	115.30	163.71	212.12	260.54	308.95
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP+1.5·V1	N	-4.673	-4.088	-3.503	-2.918	-2.333
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-193.651	-193.651	-193.651	-193.651	-193.651
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	115.30	163.71	212.12	260.54	308.95
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Esfuerzos en barras, por combinación								
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra				
	Tipo	Descripción		0.000 m	0.250 m	0.500 m	0.750 m	1.000 m
N2/N3	Acero laminado	0.8·PP	N	-2.078	-1.731	-1.384	-1.038	-0.691
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP	N	-3.506	-2.921	-2.336	-1.751	-1.166
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Esfuerzos en barras, por combinación								
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra				
	Tipo	Descripción		0.000 m	0.250 m	0.500 m	0.750 m	1.000 m
		0.8·PP+1.5·V1	N	-2.078	-1.731	-1.384	-1.038	-0.691
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-115.299	-115.299	-115.299	-115.299	-115.299
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	28.82	57.65	86.47	115.30
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.35·PP+1.5·V1	N	-3.506	-2.921	-2.336	-1.751	-1.166
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-115.299	-115.299	-115.299	-115.299	-115.299
			Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			My	0.00	28.82	57.65	86.47	115.30
			Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

2.3.2.1.3.- Envolventes

Envolventes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.250 m	0.500 m	0.750 m	1.000 m
N8/N9	Acero laminado	$N_{mín}$	-10.524	-9.939	-9.354	-8.769	-8.184
		$N_{máx}$	-6.236	-5.890	-5.543	-5.196	-4.850
		$Vy_{mín}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$Vy_{máx}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$Vz_{mín}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$Vz_{máx}$	23.144	23.144	23.144	23.144	23.144
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{máx}$	1088.14	1082.36	1076.57	1070.79	1065.00
		$Mz_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mz_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.625 m	1.250 m	1.875 m	2.500 m	3.125 m	3.750 m	4.375 m	5.000 m
N9/N1	Acero laminado	$N_{mín}$	-11.699	-10.237	-8.774	-7.312	-5.849	-4.387	-2.925	-1.462	0.000
		$N_{máx}$	-6.933	-6.066	-5.200	-4.333	-3.466	-2.600	-1.733	-0.867	0.000
		$Vy_{mín}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$Vy_{máx}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$Vz_{mín}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$Vz_{máx}$	213.000	213.000	213.000	213.000	213.000	213.000	213.000	213.000	213.000
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.625 m	1.250 m	1.875 m	2.500 m	3.125 m	3.750 m	4.375 m	5.000 m
		$My_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{máx}$	1065.00	931.88	798.75	665.63	532.50	399.38	266.25	133.13	0.00
		$Mz_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mz_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.250 m	0.500 m	0.750 m	1.000 m
N7/N8	Acero laminado	$N_{mín}$	-9.351	-8.766	-8.181	-7.596	-7.011
		$N_{máx}$	-5.541	-5.195	-4.848	-4.501	-4.155
		$Vy_{mín}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$Vy_{máx}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$Vz_{mín}$	-111.693	-111.693	-111.693	-111.693	-111.693
		$Vz_{máx}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{máx}$	976.45	1004.37	1032.30	1060.22	1088.14
		$Mz_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mz_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.250 m	0.500 m	0.750 m	1.000 m
N6/N7	Acero laminado	$N_{mín}$	-8.179	-7.594	-7.009	-6.425	-5.840
		$N_{máx}$	-4.847	-4.500	-4.154	-3.807	-3.461
		$Vy_{mín}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$Vy_{máx}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$Vz_{mín}$	-196.653	-196.653	-196.653	-196.653	-196.653
		$Vz_{máx}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{máx}$	779.80	828.96	878.12	927.29	976.45
		$Mz_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mz_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.250 m	0.500 m	0.750 m	1.000 m
N5/N6	Acero laminado	$N_{mín}$	-7.009	-6.425	-5.840	-5.255	-4.670
		$N_{máx}$	-4.154	-3.807	-3.461	-3.114	-2.767
		$Vy_{mín}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envolventes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.250 m	0.500 m	0.750 m	1.000 m
		$Vy_{máx}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$Vz_{mín}$	-236.355	-236.355	-236.355	-236.355	-236.355
		$Vz_{máx}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{máx}$	543.44	602.53	661.62	720.71	779.80
		$Mz_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mz_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.250 m	0.500 m	0.750 m	1.000 m
N4/N5	Acero laminado	$N_{mín}$	-5.841	-5.256	-4.671	-4.086	-3.501
		$N_{máx}$	-3.461	-3.115	-2.768	-2.421	-2.075
		$Vy_{mín}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$Vy_{máx}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$Vz_{mín}$	-234.494	-234.494	-234.494	-234.494	-234.494
		$Vz_{máx}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{máx}$	308.95	367.57	426.20	484.82	543.44
		$Mz_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mz_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.250 m	0.500 m	0.750 m	1.000 m
N3/N4	Acero laminado	$N_{mín}$	-4.673	-4.088	-3.503	-2.918	-2.333
		$N_{máx}$	-2.769	-2.423	-2.076	-1.729	-1.383
		$Vy_{mín}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$Vy_{máx}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$Vz_{mín}$	-193.651	-193.651	-193.651	-193.651	-193.651
		$Vz_{máx}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{máx}$	115.30	163.71	212.12	260.54	308.95
		$Mz_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mz_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras			
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra

			0.000 m	0.250 m	0.500 m	0.750 m	1.000 m
N2/N3	Acero laminado	$N_{mín}$	-3.506	-2.921	-2.336	-1.751	-1.166
		$N_{máx}$	-2.078	-1.731	-1.384	-1.038	-0.691
		$Vy_{mín}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$Vy_{máx}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$Vz_{mín}$	-115.299	-115.299	-115.299	-115.299	-115.299
		$Vz_{máx}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$Mt_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mt_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$My_{máx}$	0.00	28.82	57.65	86.47	115.30
		$Mz_{mín}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$Mz_{máx}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

2.3.2.2.- Resistencia

Referencias:

N: Esfuerzo axil (kN)
Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (kN)
Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (kN)
Mt: Momento torsor (kN·m)
My: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (kN·m)
Mz: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (kN·m)

Los esfuerzos indicados son los correspondientes a la combinación pésima, es decir, aquella que demanda la máxima resistencia de la sección.

Origen de los esfuerzos pésimos:

- G: Sólo gravitatorias
- GV: Gravitatorias + viento
- GS: Gravitatorias + sismo
- GVS: Gravitatorias + viento + sismo

η: Aprovechamiento de la resistencia. La barra cumple con las condiciones de resistencia de la norma si se cumple que $\eta \leq 100$ %.

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mt (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)		
N8/N9	97.84	0.000	-10.524	0.000	23.144	0.00	1088.14	0.00	GV	Cumple
N9/N1	95.81	0.000	-11.699	0.000	213.000	0.00	1065.00	0.00	GV	Cumple
N7/N8	97.79	1.000	-7.011	0.000	-111.693	0.00	1088.14	0.00	GV	Cumple
N6/N7	87.75	1.000	-5.840	0.000	-196.653	0.00	976.45	0.00	GV	Cumple
N5/N6	70.08	1.000	-4.670	0.000	-236.355	0.00	779.80	0.00	GV	Cumple

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mt (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)		
N4/N5	48.84	1.000	-3.501	0.000	-234.494	0.00	543.44	0.00	GV	Cumple
N3/N4	27.77	1.000	-2.333	0.000	-193.651	0.00	308.95	0.00	GV	Cumple
N2/N3	10.37	1.000	-1.166	0.000	-115.299	0.00	115.30	0.00	GV	Cumple

2.3.2.3.- Flechas

Referencias:

Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor pésimo de la flecha.
L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

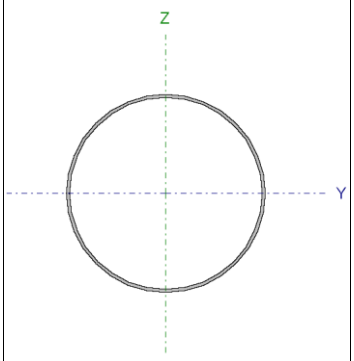
Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N8/N1	0.000 -	0.00 L/(>1000)	2.563 2.563	9.33 L/643.3	0.000 -	0.00 L/(>1000)	2.563 2.563	9.33 L/643.3
N7/N8	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.500 0.500	0.41 L/(>1000)	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.500 0.500	0.41 L/(>1000)
N6/N7	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.500 0.500	0.35 L/(>1000)	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.500 0.500	0.35 L/(>1000)
N5/N6	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.500 0.500	0.26 L/(>1000)	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.500 0.500	0.26 L/(>1000)
N4/N5	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.500 0.500	0.17 L/(>1000)	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.500 0.500	0.17 L/(>1000)
N3/N4	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.500 0.500	0.08 L/(>1000)	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.500 0.500	0.08 L/(>1000)
N2/N3	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.500 0.500	0.02 L/(>1000)	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.500 0.500	0.02 L/(>1000)

2.3.2.4.- Comprobaciones E.L.U. (Completo)

Barra N8/N9

Perfil: 609X12 **Material: Acero (S355)**

Perfil: 609X12
Material: Acero (S355)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y(1) (cm4)	I_z(1) (cm4)	I_t(2) (cm4)
N8	N9	1.000	225.06	100308.92	100308.92	200617.84

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	1.000	1.000	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$\bar{\lambda}$: ***0.06*** ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *3*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *225.06* cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *355.00* MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *2079019.67* kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *2079019.67* kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *2079019.67* kN

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : ∞

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	I_y :	*100308.92*	cm4
I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z :	*100308.92*	cm4
I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t :	*200617.84*	cm4
I_w: Constante de alabeo de la sección.	I_w :	*0.00*	cm6
E: Módulo de elasticidad.	**E** :	*210000*	MPa
G: Módulo de elasticidad transversal.	**G** :	*81000*	MPa
L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L_{ky} :	*1.000*	m
L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz} :	*1.000*	m
L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt} :	*0.000*	m
i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i_0 :	*29.86*	cm

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	i_y :	*21.11*	cm
	i_z :	*21.11*	cm
y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	y_0 :	*0.00*	mm
	z_0 :	*0.00*	mm

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

η : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N8, para la combinación de acciones 1.35·PP.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: *10.52* kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$N_{c,Rd}$: *7609.30* kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *3*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *225.06* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *338.10* MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *355.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

Para esbelteces $\bar{\lambda} \leq 0.2$ se puede omitir la comprobación frente a pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida. $\bar{\lambda}$: *0.06*

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *225.06* cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *355.00* MPa

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: N_{cr} : *2079019.67* kN

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: *2079019.67* kN

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: *2079019.67* kN

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: ∞

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : ***0.977*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N8, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V1.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *1088.14* kN·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *0.00* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$M_{c,Rd}$: *1113.76* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *3*

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 3. **$W_{el,y}$** : *3294.22* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *338.10* MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *355.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : ***0.008*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *23.14* kN

Resistencia a cortante de la sección:

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$V_{c,Rd}$: *2796.82* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *143.28* cm²

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *225.06* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *338.10* MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *355.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

23.14 kN ≤ 1398.41 kN ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *23.14* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *2796.82* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : ***0.978*** ✓

η : ***0.978*** ✓

η : ***0.783*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N8, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V1.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. — $N_{c,Ed}$: *10.52* kN

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. — $M_{y,Ed}^+$: *1088.14* kN·m; $M_{z,Ed}^+$: *0.00* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. — **Clase** : *3*

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. — $N_{pl,Rd}$: *7609.30* kN

$M_{el,Rd,y}$, $M_{el,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones elásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. — $M_{el,Rd,y}$: *1113.76* kN·m; $M_{el,Rd,z}$: *1113.76* kN·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta. — **A** : *225.06* cm²

$W_{el,y}$, $W_{el,z}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. — $W_{el,y}$: *3294.22* cm³; $W_{el,z}$: *3294.22* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — f_{yd} : *338.10* MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : *355.00* MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M1} : *1.05*

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

k_y : *1.00*

k_z : *1.00*

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. — $C_{m,y}$: *1.00*; $C_{m,z}$: *1.00*

χ_y, χ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. — χ_y : *1.00*; χ_z : *1.00*

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

α_y, α_z: Factores dependientes de la clase de la sección.

$\bar{\lambda}_y$:	*0.06*
$\bar{\lambda}_z$:	*0.06*
α_y :	*0.80*
α_z :	*1.00*

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V1.

23.14 kN ≤ 1398.41 kN ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$\mathbf{V_{Ed,z}}$:	*23.14*	kN
$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$:	*2796.82*	kN

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

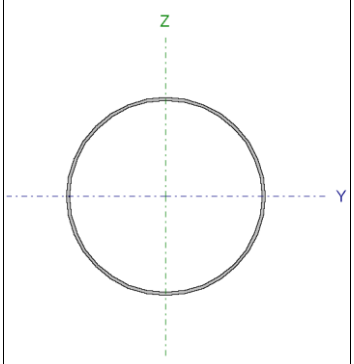
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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

Barra N9/N1

Perfil: 609X12
Material: Acero (S355)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y(1) (cm4)	I_z(1) (cm4)	I_t(2) (cm4)
N9	N1	5.000	225.06	100308.92	100308.92	200617.84

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	5.000	5.000	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$\bar{\lambda}$: ***0.31*** ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *3*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *225.06* cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *355.00* MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *83160.79* kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *83160.79* kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *83160.79* kN

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : ∞

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	I_y :	100308.92	cm4
I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z :	100308.92	cm4
I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t :	200617.84	cm4
I_w: Constante de alabeo de la sección.	I_w :	0.00	cm6
E: Módulo de elasticidad.	**E** :	210000	MPa
G: Módulo de elasticidad transversal.	**G** :	81000	MPa
L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L_{ky} :	5.000	m
L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz} :	5.000	m
L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt} :	0.000	m
i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i_0 :	29.86	cm

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	i_y :	21.11	cm
	i_z :	21.11	cm
y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	y_0 :	0.00	mm
	z_0 :	0.00	mm

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

η : **0.002** ✓

η : **0.002** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N9, para la combinación de acciones 1.35·PP.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **$N_{c,Ed}$** : *11.70* kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$N_{c,Rd}$: *7609.30* kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *3*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *225.06* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *338.10* MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *355.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **$N_{b,Rd}$** en una barra comprimida viene dada por:

$N_{b,Rd}$: *7183.63* kN

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *225.06* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *338.10* MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *355.00* MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M1}** : *1.05*

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

χ_y : *0.94*

χ_z : *0.94*

Siendo:

ϕ_y : *0.57*

ϕ_z : *0.57*

α: Coeficiente de imperfección elástica.

α_y : *0.49*

α_z : *0.49*

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$\bar{\lambda}_y$: *0.31*

$\bar{\lambda}_z$: *0.31*

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: **N_{cr}** : *83160.79* kN

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *83160.79* kN

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *83160.79* kN

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : ∞

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : ***0.956*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N9, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V1.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *1065.00* kN·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *0.00* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$M_{c,Rd}$: *1113.76* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *3*

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 3. **$W_{el,y}$** : *3294.22* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *338.10* MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *355.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : ***0.076*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *213.00* kN

Resistencia a cortante de la sección:

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$V_{c,Rd}$: *2796.82* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *143.28* cm²

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *225.06* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *338.10* MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *355.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

213.00 kN ≤ 1398.41 kN ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N9, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *213.00* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{c,Rd}$** : *2796.82* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : ***0.958*** ✓

η : ***0.958*** ✓

η : ***0.767*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N9, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V1.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **$N_{c,Ed}$** : *11.70* kN

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. **$M_{y,Ed}^+$** : *1065.00* kN·m **$M_{z,Ed}^+$** : *0.00* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *3*

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. **$N_{pl,Rd}$** : *7609.30* kN

$M_{el,Rd,y}$, $M_{el,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones elásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. **$M_{el,Rd,y}$** : *1113.76* kN·m **$M_{el,Rd,z}$** : *1113.76* kN·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta. **A** : *225.06* cm²

$W_{el,y}$, $W_{el,z}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. **$W_{el,y}$** : *3294.22* cm³ **$W_{el,z}$** : *3294.22* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *338.10* MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *355.00* MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : *1.05*

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

k_y : *1.00*

k_z : *1.00*

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. **$C_{m,y}$** : *1.00*
$C_{m,z}$: *1.00*

χ_y, χ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. χ_y : *0.94*
χ_z : *0.94*

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $\bar{\lambda}_y$: *0.31*
$\bar{\lambda}_z$: *0.31*

α_y, α_z: Factores dependientes de la clase de la sección. α_y : *0.80*
α_z : *1.00*

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$**.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N9, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V1.

213.00 kN ≤ 1398.41 kN ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **$V_{Ed,z}$** : *213.00* kN

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{c,Rd,z}$** : *2796.82* kN

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

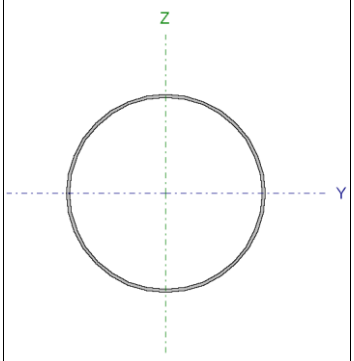
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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

Barra N7/N8

Perfil: 609X12
Material: Acero (S355)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y(1) (cm4)	I_z(1) (cm4)	I_t(2) (cm4)
N7	N8	1.000	225.06	100308.92	100308.92	200617.84

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	1.000	1.000	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$\bar{\lambda}$: ***0.06*** ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *3*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *225.06* cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *355.00* MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *2079019.67* kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *2079019.67* kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *2079019.67* kN

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : ∞

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	I_y :	*100308.92*	cm4
I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z :	*100308.92*	cm4
I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t :	*200617.84*	cm4
I_w: Constante de alabeo de la sección.	I_w :	*0.00*	cm6
E: Módulo de elasticidad.	**E** :	*210000*	MPa
G: Módulo de elasticidad transversal.	**G** :	*81000*	MPa
L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L_{ky} :	*1.000*	m
L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz} :	*1.000*	m
L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt} :	*0.000*	m
i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i_0 :	*29.86*	cm

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	i_y :	*21.11*	cm
	i_z :	*21.11*	cm
y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	y_0 :	*0.00*	mm
	z_0 :	*0.00*	mm

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

η : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N7, para la combinación de acciones 1.35·PP.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: *9.35* kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$N_{c,Rd}$: 7609.30 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 3

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 225.06 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 338.10 MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 355.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

Para esbelteces $\bar{\lambda} \leq 0.2$ se puede omitir la comprobación frente a pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida. $\bar{\lambda}$: 0.06

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 225.06 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 355.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: N_{cr} : 2079019.67 kN

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: 2079019.67 kN

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: 2079019.67 kN

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: ∞

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : **0.977** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N8, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V1.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *1088.14* kN·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *0.00* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$M_{c,Rd}$: *1113.76* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *3*

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 3. **$W_{el,y}$** : *3294.22* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *338.10* MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *355.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : ***0.040*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *111.69* kN

Resistencia a cortante de la sección:

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$V_{c,Rd}$: *2796.82* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *143.28* cm²

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *225.06* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *338.10* MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *355.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

111.69 kN ≤ **1398.41 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *111.69* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *2796.82* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : ***0.978*** ✓

η : ***0.978*** ✓

η : ***0.783*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N8, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V1.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. — $N_{c,Ed}$: *7.01* kN

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. — $M_{y,Ed}^{+}$: *1088.14* kN·m; $M_{z,Ed}^{+}$: *0.00* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. — **Clase** : *3*

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. — $N_{pl,Rd}$: *7609.30* kN

$M_{el,Rd,y}$, $M_{el,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones elásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. — $M_{el,Rd,y}$: *1113.76* kN·m; $M_{el,Rd,z}$: *1113.76* kN·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta. — **A** : *225.06* cm²

$W_{el,y}$, $W_{el,z}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. — $W_{el,y}$: *3294.22* cm³; $W_{el,z}$: *3294.22* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — f_{yd} : *338.10* MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : *355.00* MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M1} : *1.05*

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

k_y : *1.00*

k_z : *1.00*

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. — $C_{m,y}$: *1.00*; $C_{m,z}$: *1.00*

χ_y, χ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

χ_y : *1.00*
χ_z : *1.00*

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$\bar{\lambda}_y$: *0.06*
$\bar{\lambda}_z$: *0.06*

α_y, α_z: Factores dependientes de la clase de la sección.

α_y : *0.80*
α_z : *1.00*

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V1.

111.69 kN ≤ 1398.41 kN ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *111.69* kN

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *2796.82* kN

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

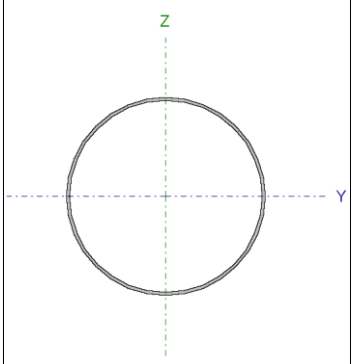
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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

Barra N6/N7

Perfil: 609X12
Material: Acero (S355)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y(1) (cm4)	I_z(1) (cm4)	I_t(2) (cm4)
N6	N7	1.000	225.06	100308.92	100308.92	200617.84

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	1.000	1.000	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$\bar{\lambda}$: ***0.06*** ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *3*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *225.06* cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *355.00* MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *2079019.67* kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *2079019.67* kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *2079019.67* kN

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : ∞

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	I_y :	*100308.92*	cm4
I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z :	*100308.92*	cm4
I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t :	*200617.84*	cm4
I_w: Constante de alabeo de la sección.	I_w :	*0.00*	cm6
E: Módulo de elasticidad.	**E** :	*210000*	MPa
G: Módulo de elasticidad transversal.	**G** :	*81000*	MPa
L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L_{ky} :	*1.000*	m
L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz} :	*1.000*	m
L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt} :	*0.000*	m
i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i_0 :	*29.86*	cm

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	i_y :	*21.11*	cm
	i_z :	*21.11*	cm
y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	y_0 :	*0.00*	mm
	z_0 :	*0.00*	mm

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

η : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones 1.35·PP.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: *8.18* kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$N_{c,Rd}$: 7609.30 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 3

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 225.06 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 338.10 MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 355.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

Para esbelteces $\bar{\lambda} \leq 0.2$ se puede omitir la comprobación frente a pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida. $\bar{\lambda}$: 0.06

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 225.06 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 355.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: N_{cr} : 2079019.67 kN

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: 2079019.67 kN

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: 2079019.67 kN

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: ∞

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : **0.877** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N7, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V1.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *976.45* kN·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *0.00* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$M_{c,Rd}$: *1113.76* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *3*

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 3. **$W_{el,y}$** : *3294.22* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *338.10* MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *355.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : ***0.070*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *196.65* kN

Resistencia a cortante de la sección:

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$V_{c,Rd}$: *2796.82* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *143.28* cm²

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *225.06* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *338.10* MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *355.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

196.65 kN ≤ **1398.41 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *196.65* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *2796.82* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : ***0.877*** ✓

η : ***0.877*** ✓

η : ***0.702*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N7, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V1.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. — $N_{c,Ed}$: *5.84* kN

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. — $M_{y,Ed}^+$: *976.45* kN·m; $M_{z,Ed}^+$: *0.00* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. — **Clase** : *3*

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. — $N_{pl,Rd}$: *7609.30* kN

$M_{el,Rd,y}$, $M_{el,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones elásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. — $M_{el,Rd,y}$: *1113.76* kN·m; $M_{el,Rd,z}$: *1113.76* kN·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta. — **A** : *225.06* cm²

$W_{el,y}$, $W_{el,z}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. — $W_{el,y}$: *3294.22* cm³; $W_{el,z}$: *3294.22* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — f_{yd} : *338.10* MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : *355.00* MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M1} : *1.05*

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

k_y : *1.00*

k_z : *1.00*

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. — $C_{m,y}$: *1.00*; $C_{m,z}$: *1.00*

χ_y, χ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

χ_y : *1.00*
χ_z : *1.00*

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$\bar{\lambda}_y$: *0.06*
$\bar{\lambda}_z$: *0.06*

α_y, α_z: Factores dependientes de la clase de la sección.

α_y : *0.80*
α_z : *1.00*

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V1.

196.65 kN ≤ 1398.41 kN ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *196.65* kN

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *2796.82* kN

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

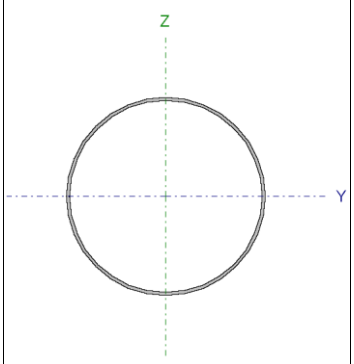
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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

Barra N5/N6

Perfil: 609X12
Material: Acero (S355)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y(1) (cm4)	I_z(1) (cm4)	I_t(2) (cm4)
N5	N6	1.000	225.06	100308.92	100308.92	200617.84

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	1.000	1.000	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$\bar{\lambda}$: ***0.06*** ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *3*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *225.06* cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *355.00* MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *2079019.67* kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *2079019.67* kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *2079019.67* kN

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : ∞

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	I_y :	*100308.92*	cm4
I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z :	*100308.92*	cm4
I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t :	*200617.84*	cm4
I_w: Constante de alabeo de la sección.	I_w :	*0.00*	cm6
E: Módulo de elasticidad.	**E** :	*210000*	MPa
G: Módulo de elasticidad transversal.	**G** :	*81000*	MPa
L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L_{ky} :	*1.000*	m
L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz} :	*1.000*	m
L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt} :	*0.000*	m
i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i_0 :	*29.86*	cm

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	i_y :	*21.11*	cm
	i_z :	*21.11*	cm
y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	y_0 :	*0.00*	mm
	z_0 :	*0.00*	mm

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

η : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N5, para la combinación de acciones 1.35·PP.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: *7.01* kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$N_{c,Rd}$: 7609.30 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. — **Clase** : 3

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. — **A** : 225.06 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — f_{yd} : 338.10 MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : 355.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

Para esbelteces $\bar{\lambda} \leq 0.2$ se puede omitir la comprobación frente a pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida. — $\bar{\lambda}$: 0.06

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. — **A** : 225.06 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : 355.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: — N_{cr} : 2079019.67 kN

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. — $N_{cr,y}$: 2079019.67 kN

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. — $N_{cr,z}$: 2079019.67 kN

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. — $N_{cr,T}$: ∞

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : **0.700** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V1.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *779.80* kN·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *0.00* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$M_{c,Rd}$: *1113.76* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *3*

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 3. **$W_{el,y}$** : *3294.22* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *338.10* MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *355.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : ***0.085*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *236.35* kN

Resistencia a cortante de la sección:

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$V_{c,Rd}$: *2796.82* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *143.28* cm²

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *225.06* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *338.10* MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *355.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

236.35 kN ≤ **1398.41 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *236.35* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *2796.82* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : ***0.701*** ✓

η : ***0.701*** ✓

η : ***0.561*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N6, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V1.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. — $N_{c,Ed}$: *4.67* kN

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. — $M_{y,Ed}^{+}$: *779.80* kN·m; $M_{z,Ed}^{+}$: *0.00* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. — **Clase** : *3*

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. — $N_{pl,Rd}$: *7609.30* kN

$M_{el,Rd,y}$, $M_{el,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones elásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. — $M_{el,Rd,y}$: *1113.76* kN·m; $M_{el,Rd,z}$: *1113.76* kN·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta. — **A** : *225.06* cm²

$W_{el,y}$, $W_{el,z}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. — $W_{el,y}$: *3294.22* cm³; $W_{el,z}$: *3294.22* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — f_{yd} : *338.10* MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : *355.00* MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M1} : *1.05*

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

k_y : *1.00*

k_z : *1.00*

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. — $C_{m,y}$: *1.00*; $C_{m,z}$: *1.00*

χ_y, χ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

χ_y : *1.00*
χ_z : *1.00*

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$\bar{\lambda}_y$: *0.06*
$\bar{\lambda}_z$: *0.06*

α_y, α_z: Factores dependientes de la clase de la sección.

α_y : *0.80*
α_z : *1.00*

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V1.

236.35 kN ≤ 1398.41 kN ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *236.35* kN

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *2796.82* kN

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

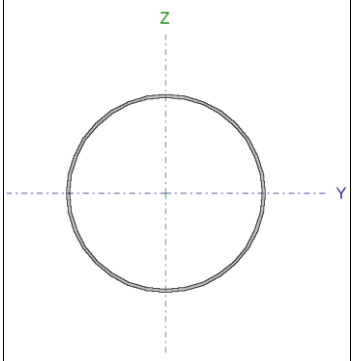
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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

Barra N4/N5

Perfil: 609X12
Material: Acero (S355)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y(1) (cm4)	I_z(1) (cm4)	I_t(2) (cm4)
N4	N5	1.000	225.06	100308.92	100308.92	200617.84

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	1.000	1.000	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$\bar{\lambda}$: ***0.06*** ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *3*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *225.06* cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *355.00* MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *2079019.67* kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *2079019.67* kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *2079019.67* kN

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : ∞

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	I_y :	*100308.92*	cm4
I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z :	*100308.92*	cm4
I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t :	*200617.84*	cm4
I_w: Constante de alabeo de la sección.	I_w :	*0.00*	cm6
E: Módulo de elasticidad.	**E** :	*210000*	MPa
G: Módulo de elasticidad transversal.	**G** :	*81000*	MPa
L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L_{ky} :	*1.000*	m
L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz} :	*1.000*	m
L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt} :	*0.000*	m
i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i_0 :	*29.86*	cm

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	i_y :	*21.11*	cm
	i_z :	*21.11*	cm
y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	y_0 :	*0.00*	mm
	z_0 :	*0.00*	mm

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

η : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N4, para la combinación de acciones 1.35·PP.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: *5.84* kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$N_{c,Rd}$: 7609.30 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 3

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 225.06 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 338.10 MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 355.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

Para esbelteces $\bar{\lambda} \leq 0.2$ se puede omitir la comprobación frente a pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida. $\bar{\lambda}$: 0.06

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 225.06 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 355.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: N_{cr} : 2079019.67 kN

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: 2079019.67 kN

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: 2079019.67 kN

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: ∞

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : **0.488** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N5, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V1.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *543.44* kN·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *0.00* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$M_{c,Rd}$: *1113.76* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *3*

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 3. **$W_{el,y}$** : *3294.22* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *338.10* MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *355.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : ***0.084*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *234.49* kN

Resistencia a cortante de la sección:

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$V_{c,Rd}$: *2796.82* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *143.28* cm²

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *225.06* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *338.10* MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *355.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

234.49 kN ≤ **1398.41 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *234.49* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *2796.82* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : ***0.488*** ✓

η : ***0.488*** ✓

η : ***0.391*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N5, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V1.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. — $N_{c,Ed}$: *3.50* kN

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. — $M_{y,Ed}^{+}$: *543.44* kN·m; $M_{z,Ed}^{+}$: *0.00* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. — **Clase** : *3*

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. — $N_{pl,Rd}$: *7609.30* kN

$M_{el,Rd,y}$, $M_{el,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones elásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. — $M_{el,Rd,y}$: *1113.76* kN·m; $M_{el,Rd,z}$: *1113.76* kN·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta. — **A** : *225.06* cm²

$W_{el,y}$, $W_{el,z}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. — $W_{el,y}$: *3294.22* cm³; $W_{el,z}$: *3294.22* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — f_{yd} : *338.10* MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : *355.00* MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M1} : *1.05*

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

k_y : *1.00*

k_z : *1.00*

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. — $C_{m,y}$: *1.00*; $C_{m,z}$: *1.00*

χ_y, χ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

χ_y : *1.00*
χ_z : *1.00*

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$\bar{\lambda}_y$: *0.06*
$\bar{\lambda}_z$: *0.06*

α_y, α_z: Factores dependientes de la clase de la sección.

α_y : *0.80*
α_z : *1.00*

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V1.

234.49 kN ≤ 1398.41 kN ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *234.49* kN

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *2796.82* kN

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

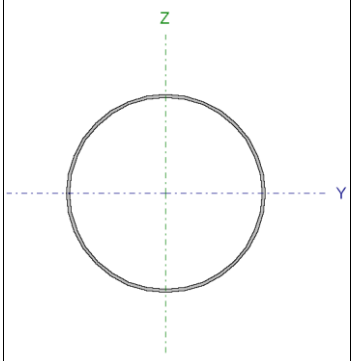
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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

Barra N3/N4

Perfil: 609X12
Material: Acero (S355)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y(1) (cm4)	I_z(1) (cm4)	I_t(2) (cm4)
N3	N4	1.000	225.06	100308.92	100308.92	200617.84

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	1.000	1.000	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$\bar{\lambda}$: ***0.06*** ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *3*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *225.06* cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *355.00* MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *2079019.67* kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *2079019.67* kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *2079019.67* kN

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : ∞

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	I_y :	*100308.92*	cm4
I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z :	*100308.92*	cm4
I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t :	*200617.84*	cm4
I_w: Constante de alabeo de la sección.	I_w :	*0.00*	cm6
E: Módulo de elasticidad.	**E** :	*210000*	MPa
G: Módulo de elasticidad transversal.	**G** :	*81000*	MPa
L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L_{ky} :	*1.000*	m
L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz} :	*1.000*	m
L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt} :	*0.000*	m
i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i_0 :	*29.86*	cm

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	i_y :	*21.11*	cm
	i_z :	*21.11*	cm
y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	y_0 :	*0.00*	mm
	z_0 :	*0.00*	mm

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

η : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N3, para la combinación de acciones 1.35·PP.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: *4.67* kN

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$N_{c,Rd}$: *7609.30* kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *3*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *225.06* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *338.10* MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *355.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

Para esbelteces $\bar{\lambda} \leq 0.2$ se puede omitir la comprobación frente a pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida. $\bar{\lambda}$: *0.06*

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *225.06* cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *355.00* MPa

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: N_{cr} : *2079019.67* kN

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: *2079019.67* kN

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: *2079019.67* kN

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: ∞

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : ***0.277*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N4, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V1.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *308.95* kN·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *0.00* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$M_{c,Rd}$: *1113.76* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *3*

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 3. **$W_{el,y}$** : *3294.22* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *338.10* MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *355.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : ***0.069*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *193.65* kN

Resistencia a cortante de la sección:

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$V_{c,Rd}$: *2796.82* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *143.28* cm²

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *225.06* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *338.10* MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *355.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

193.65 kN ≤ **1398.41 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *193.65* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *2796.82* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : ***0.278*** ✓

η : ***0.278*** ✓

η : ***0.222*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N4, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V1.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. — $N_{c,Ed}$: *2.33* kN

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. — $M_{y,Ed}^{+}$: *308.95* kN·m; $M_{z,Ed}^{+}$: *0.00* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. — **Clase** : *3*

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. — $N_{pl,Rd}$: *7609.30* kN

$M_{el,Rd,y}$, $M_{el,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones elásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. — $M_{el,Rd,y}$: *1113.76* kN·m; $M_{el,Rd,z}$: *1113.76* kN·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta. — **A** : *225.06* cm²

$W_{el,y}$, $W_{el,z}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. — $W_{el,y}$: *3294.22* cm³; $W_{el,z}$: *3294.22* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — f_{yd} : *338.10* MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : *355.00* MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M1} : *1.05*

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

k_y : *1.00*

k_z : *1.00*

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. — $C_{m,y}$: *1.00*; $C_{m,z}$: *1.00*

χ_y, χ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

χ_y : *1.00*
χ_z : *1.00*

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$\bar{\lambda}_y$: *0.06*
$\bar{\lambda}_z$: *0.06*

α_y, α_z: Factores dependientes de la clase de la sección.

α_y : *0.80*
α_z : *1.00*

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V1.

193.65 kN ≤ 1398.41 kN ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *193.65* kN

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *2796.82* kN

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

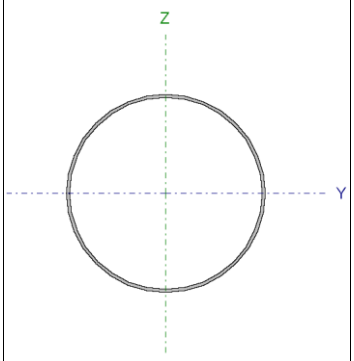
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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

Barra N2/N3

Perfil: 609X12
Material: Acero (S355)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y(1) (cm4)	I_z(1) (cm4)	I_t(2) (cm4)
N2	N3	1.000	225.06	100308.92	100308.92	200617.84

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	1.000	1.000	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$\bar{\lambda}$: ***0.06*** ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *3*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *225.06* cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *355.00* MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *2079019.67* kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *2079019.67* kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *2079019.67* kN

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : ∞

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	I_y :	*100308.92*	cm4
I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z :	*100308.92*	cm4
I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t :	*200617.84*	cm4
I_w: Constante de alabeo de la sección.	I_w :	*0.00*	cm6
E: Módulo de elasticidad.	**E** :	*210000*	MPa
G: Módulo de elasticidad transversal.	**G** :	*81000*	MPa
L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L_{ky} :	*1.000*	m
L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz} :	*1.000*	m
L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt} :	*0.000*	m
i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i_0 :	*29.86*	cm

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	i_y :	*21.11*	cm
	i_z :	*21.11*	cm
y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	y_0 :	*0.00*	mm
	z_0 :	*0.00*	mm

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$\eta <$ ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·PP.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: *3.51* kN

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$N_{c,Rd}$: 7609.30 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 3

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 225.06 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 338.10 MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 355.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

Para esbelteces $\bar{\lambda} \leq 0.2$ se puede omitir la comprobación frente a pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida. $\bar{\lambda}$: 0.06

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 225.06 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 355.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: N_{cr} : 2079019.67 kN

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: 2079019.67 kN

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: 2079019.67 kN

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: ∞

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : **0.104** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N3, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V1.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *115.30* kN·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *0.00* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$M_{c,Rd}$: *1113.76* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *3*

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 3. **$W_{el,y}$** : *3294.22* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *338.10* MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *355.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : ***0.041*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *115.30* kN

Resistencia a cortante de la sección:

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$V_{c,Rd}$: *2796.82* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *143.28* cm²

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *225.06* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *338.10* MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *355.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

115.30 kN ≤ **1398.41 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.250 m del nudo N2, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *115.30* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{c,Rd}$** : *2796.82* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : ***0.104*** ✓

η : ***0.104*** ✓

η : ***0.083*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N3, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V1.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. — $N_{c,Ed}$: *1.17* kN

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. — $M_{y,Ed}^+$: *115.30* kN·m; $M_{z,Ed}^+$: *0.00* kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. — **Clase** : *3*

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. — $N_{pl,Rd}$: *7609.30* kN

$M_{el,Rd,y}$, $M_{el,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones elásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. — $M_{el,Rd,y}$: *1113.76* kN·m; $M_{el,Rd,z}$: *1113.76* kN·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta. — **A** : *225.06* cm²

$W_{el,y}$, $W_{el,z}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. — $W_{el,y}$: *3294.22* cm³; $W_{el,z}$: *3294.22* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — f_{yd} : *338.10* MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : *355.00* MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M1} : *1.05*

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

k_y : *1.00*

k_z : *1.00*

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. — $C_{m,y}$: *1.00*; $C_{m,z}$: *1.00*

χ_y, χ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

χ_y : *1.00*
χ_z : *1.00*

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$\bar{\lambda}_y$: *0.06*
$\bar{\lambda}_z$: *0.06*

α_y, α_z: Factores dependientes de la clase de la sección.

α_y : *0.80*
α_z : *1.00*

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.250 m del nudo N2, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V1.

115.30 kN ≤ 1398.41 kN ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *115.30* kN

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *2796.82* kN

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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

2.3.2.5.- Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	$\bar{\lambda}$	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	
N8/N9	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	x: 0 m $\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 97.7$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	$\eta = 0.8$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	$\eta < 0.1$	N.P.(4)	x: 0 m $\eta = 97.8$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE $\eta = 97.8$**
N9/N1	x: 0 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	x: 0 m $\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 95.6$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	$\eta = 7.6$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	x: 0 m $\eta < 0.1$	N.P.(4)	x: 0 m $\eta = 95.8$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE $\eta = 95.8$**
N7/N8	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	x: 0 m $\eta = 0.1$	x: 1 m $\eta = 97.7$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	$\eta = 4.0$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	$\eta < 0.1$	N.P.(4)	x: 1 m $\eta = 97.8$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE $\eta = 97.8$**
N6/N7	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	x: 0 m $\eta = 0.1$	x: 1 m $\eta = 87.7$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	$\eta = 7.0$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	$\eta < 0.1$	N.P.(4)	x: 1 m $\eta = 87.7$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE $\eta = 87.7$**
N5/N6	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	x: 0 m $\eta = 0.1$	x: 1 m $\eta = 70.0$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	$\eta = 8.5$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	$\eta < 0.1$	N.P.(4)	x: 1 m $\eta = 70.1$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE $\eta = 70.1$**
N4/N5	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	x: 0 m $\eta = 0.1$	x: 1 m $\eta = 48.8$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	$\eta = 8.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	$\eta < 0.1$	N.P.(4)	x: 1 m $\eta = 48.8$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE $\eta = 48.8$**
N3/N4	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	x: 0 m $\eta = 0.1$	x: 1 m $\eta = 27.7$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	$\eta = 6.9$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	$\eta < 0.1$	N.P.(4)	x: 1 m $\eta = 27.8$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE $\eta = 27.8$**
N2/N3	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 1 m $\eta = 10.4$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	$\eta = 4.1$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	x: 0.25 m $\eta < 0.1$	N.P.(4)	x: 1 m $\eta = 10.4$	x: 0.25 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE $\eta = 10.4$**

Notación:
- *$\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez*
- *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 momento flector.*
- *(3) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.*
- *(4) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.*
- *(5) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.*
- *(6) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.*

4. MEDIOS DE PILOTAJE

MEDIOS PARA HINCA DE PILOTES / HEB / TABLESTACAS

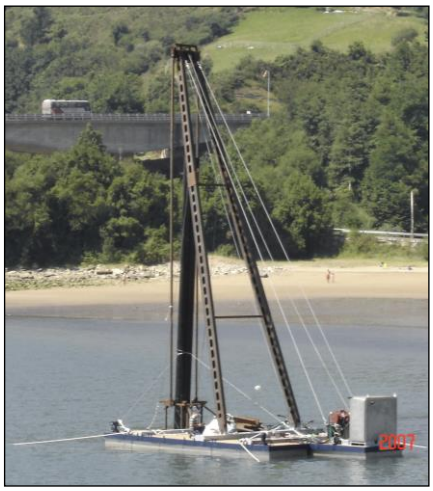
1.- EQUIPO DE PILOTAJE.

La parte del pilotaje de la obra será realizada por un equipo técnico con más de 15 años de experiencia en el campo del pilotaje de Puertos Deportivos así como en la fabricación e instalación de los mismos.

2.- PLATAFORMAS FLOTANTE PARA HINCADO DE PILOTES / HEB / TABLESTACAS

Nuestra empresa dispone de **TRES** plataformas de pilotaje idénticas.

La plataformas está constituida por 3 módulos formados por una estructura de acero en forma rectangular formado por un perfil exterior tipo UPN y arriostrada interiormente con perfil tipo IPE provisto de flotación de aluminio. Las medidas de dichos módulos de pantalán son: 2 unidades de 9,00 mts. de longitud por 2,40 mts. de ancho, que van situados en los laterales y uno central de 10,00 mts. de longitud por 2,40 mts. de anchura.



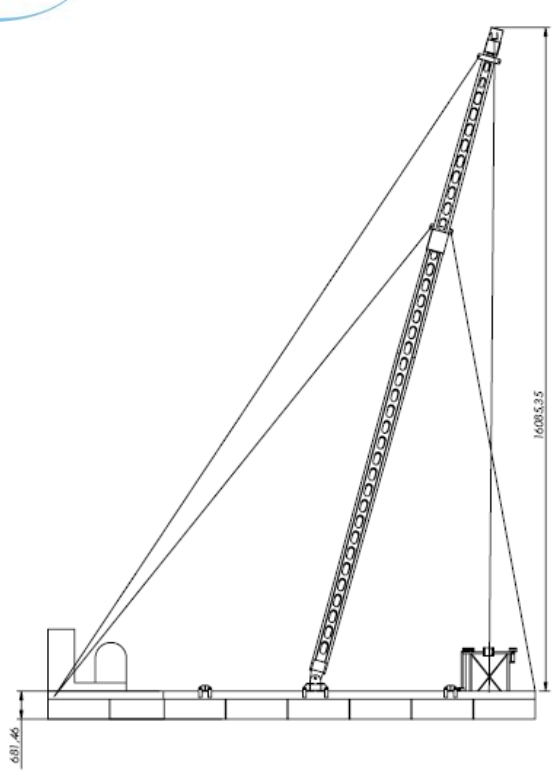
La flotación está calculada para resistir 33.000 Kg. de peso y está formada por 20 unidades de flotador de aluminio calidad marina de 2,33x1,48x0,50 mts.

A 4,80 mts. de la parte delantera de los módulos laterales se fijan dos patas móviles de aluminio de 16,00 mts. de longitud, regulables mediante tensores y cables de acero para obtener el ángulo necesario para la hinca del pilote guía de diferentes dimensiones.

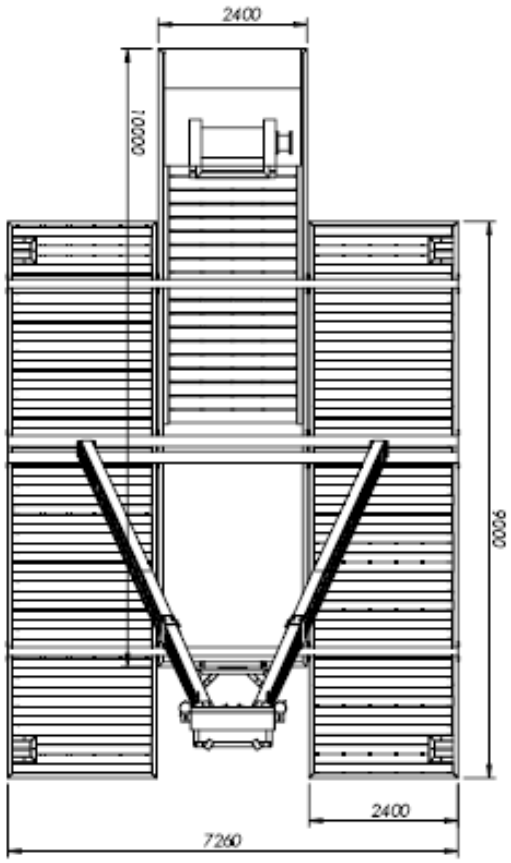
En la parte delantera del módulo central se le instala una estructura de acero que sirve para la sujeción y posterior guiado de los pilotes.

Un mecanismo consistente en una maquinilla hidráulica, con cable de 25 mm., pastecas para el guiado del mismo, que nos permite el manejo del martillo de 2310 Kg. de peso, con el que se golpea el extremo superior del pilote guía, para la ejecución de su hincado en el fondo marino.

En los cuatro extremos de la plataforma existen cuatro maquinillas de accionamiento hidráulico, que permiten la maniobra a anclas de fijación de alto agarre, que nos permite la situación de la plataforma en el punto de trabajo deseado.



3.- CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LA MÁQUINA.



Eslora Total	**12 m**
Manga Total	7,26 m
Puntal	0,681 m
Calado	0,20 m
Peso Máquina	12.000 Kg
Capacidad de carga	21.000 kg
Potencia Motor	110 cv
Presión Hidráulica	185 bar
Altura elevación Martillo	15 m
Energía Impacto	294.000 J

3.- OTRAS CONFIGURACIONES.

Dado la configuración de estas plataformas de pilotaje, asi como otros complementos de los que dispone la empresa se puede combinar consiguiendo realizar trabajos en condiciones fuera de lo habitual tales como:

Pilotaje en zona de oleaje con patas fijas.

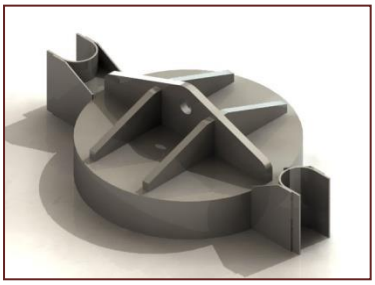
Pilotaje en zonas de bajo calado

4.- PROCEDIMIENTO DE PILOTAJE.

El pilote guía se levanta con una grúa para ponerlo encima de una plataforma a unos flotadores, que a su vez son remolcados a pie de grúa de pilotaje.

Una vez situado el alcance del cable de la maquinilla, el pilote guía es levantado para ponerlo en posición vertical y, meterlo dentro de la estructura existente en la parte delantera del módulo central.

Una vez introducido el pilote dentro de la estructura, se cierran las puertas y se deja deslizar hasta que se apoya en el fondo marino.



El martillo, de 2310 Kg. de peso, está situado en el tope de la torre mantenido por el cable de la maquinilla. El carretel previamente desembragado se desfrena, permitiendo la caída libre sobre el pilote guía. Los primeros golpes se ejecutan desde una altura de 0,5 a 1,5 mts., para así poder regular la alineación exacta de los pilotes guía.

Una vez hincado el pilote lo suficiente para que no se desplace o mueva de su alineación, se procede a la ejecución del hincado total exigido.
El recorrido vertical del martillo suele ser de 4 a 5 mts., la velocidad que alcanza el martillo se estima en 9,9 mts./seg. ($V= \sqrt{2gh}$, h= 5 mts.), siendo la magnitud del impacto del orden de 22.90 Tn. (2.31x9,9). En un tubo metálico de 508 mm. de diámetro y un espesor de pared de 8,70 mm. (valor medio) se obtendrá:

Longitud de la arista inferior (π x D) =	159,59 cm.
Ancho de arista, sin chaflán =	0,87 cm.
Superficie de apoyo en el fondo =	138,84 cm^2
Presión sobre el terreno =	165,93 Kg/cm^2

5.- MEDIOS DE INSTALACIÓN.

- 3 Embarcaciones auxiliar construida en poliéster reforzado con fibra de vidrio de 5,2 mts. de eslora y 2,2 mts. de manga equipada con un motor.

- 1 Tracto camión DAF equipado con grúa hidráulica y plataforma de las siguientes características:

Grúa hidráulica modelo PALFINGER.

Alcance 2 m. Fuerza de elevación 10.000 Kg.

Alcance 13,6 m. Fuerza de elevación 1.800 Kg.

Plataforma modelo FRUEHAUF D 32.

Longitud 12,50 m.

P.M.A. 27.000 Kg.

VEHÍCULOS DE APOYO

- Vehículo de asistencia en obra: 3 Mercedes Vito de gran capacidad para traslado de personal herramientas y maquinaria menor (taladros, atornilladores, ...)

6.- HERRAMIENTAS AUXILIARES PARA PILOTAJE.

GENERADOR:

Motor: Cuatro Tiempos, 350 c.c., 8 HP, 3000 rpm

Generador de corriente alterna:

Monofase: 48/240 V

Trifase: 220/240 V

Soldadura en corriente contínua: 20/30V, 30/180 A.

OTRAS HERRAMIENTAS:

- Remolque 2 ejes ligero Leiro 750 Kg.
- Tractel T7/A
- Motosoldadora TS-181 BS/EL
- Amoladora ELU-WS54-E
- Compresor LUB 2 HP
- Taladros Varios
- Utillaje diverso

5. PROCEDIMIENTO DE HINCA

astilleros amilibia U. S.L.

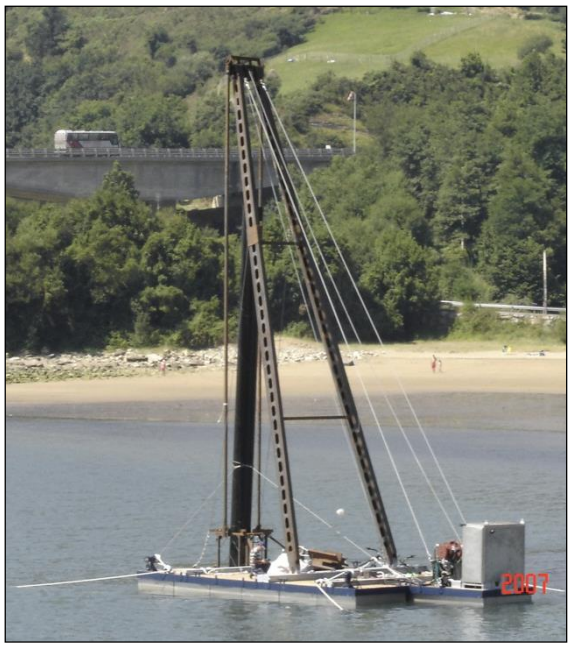
PROCEDIMIENTO DE HINCA EN ARENA

OBJETO

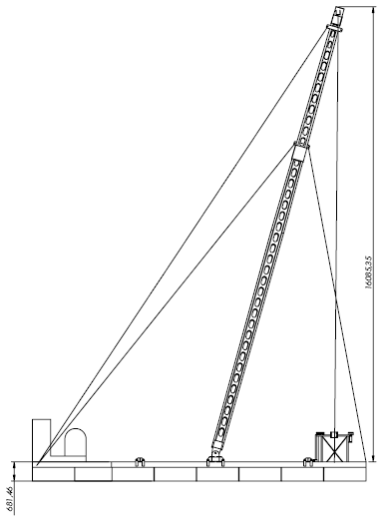
El objeto de este procedimiento es describir la operaciones necesarias para la hinca de pilotes en Arena según sea la profundidad de hinca deseada.

PROCEDIMIENTO HINCADO EN ARENA HASTA COTA DE RECHAZO.

Para la hinca de pilotes en arena se utiliza la plataforma de pilotaje tal como se muestra en la foto indicada con capacidad para pilotes de peso hasta 5.000 kg.



Una vez posicionada la maquina en la zona de trabajos se procede a desplazar el pilotes desde la zona de acopio hasta la zona de trabajos. Para ello se tapan las cabezas de los pilotes para que queden estancos y asi floten.

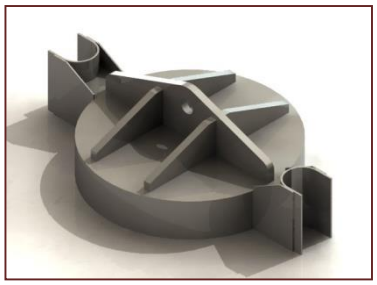


Una vez que llega a la máquina de pilotar se eleva de forma que quede vertical.

Se procede a posicionarlo en el lugar de hincado y se deja caer en el terreno para que profundice por su propio peso.

Se comprueba si esta en posición y se precede a nivelar mediante los alineadores

Una vez en posición se procede al golpeo con el peso de 3000 kg dejándolo caer desde distintas alturas cada vez mayores hasta de forma repetida hasta que sea necesario.



En zonas donde se prevé poca altura de agua para no afectar al medio marino con la parte inferior de la pontona se utilizar un complemento que mantenga la pontona elevada.

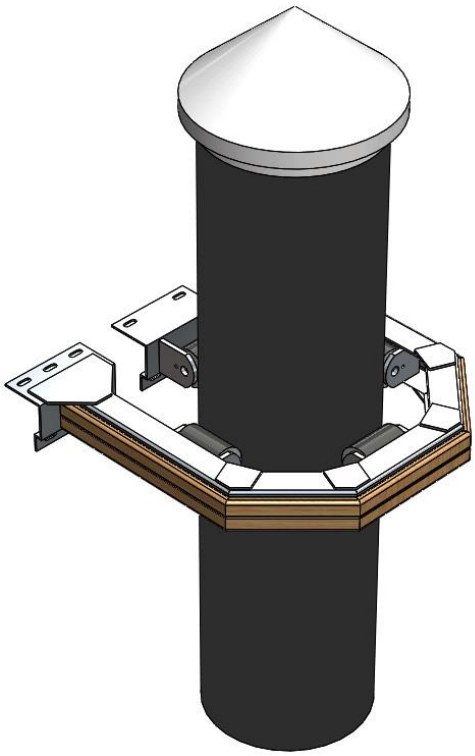
6. CARACTERÍSTICAS DE ANILLAS

CARACTERISTICAS TÉCNICAS
ANCLAJES / ANILLAS PILOTES

A.- DESCRIPCIÓN

Los elementos denominados con anillas son una estructura **resistente** de aluminio cuyo objetivo es servir de elemento de amarre de los pantalanes, o fingers a un pilote guía normalmente de acero estructural con el fin de mantener fija las instalaciones en una posición horizontal y permitiendo que suba y baje por este elemento.

Para evitar el roce de la estructura contra este pilote dispone de rodillos de deslizamiento fabricados en EPDM.



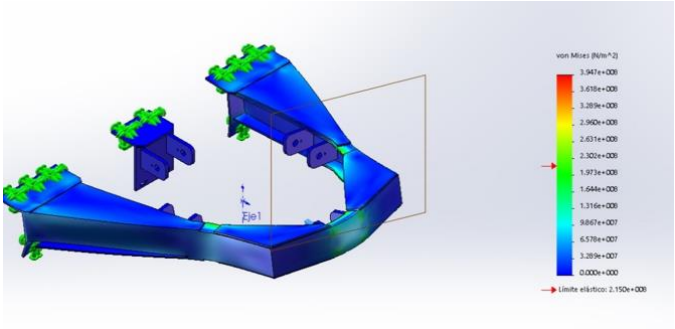
B.- ESTRUCTURA

El chasis está elaborado bajo las normas **UNE-1090- 3** con perfiles en aleación de aluminio, calidad marina **6005-T6(A-SG0,5),** soldado bajo gas neutro argón por sistema MIG.

La estructura de las anillas se dimensiona en función de las cargas estructurales a soportar así existen varios modelos tipo que se muestran en las imágenes siguientes

Se refuerzan las esquinas y la conexión de cabeza que son los puntos de mayor esfuerzo.

El análisis de este tipo de estructura se realiza mediante software de elementos finitos.

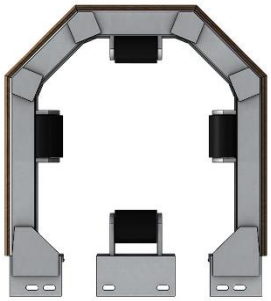


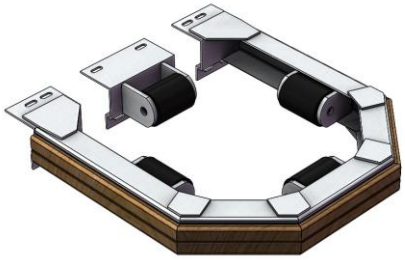
C.- TIPOS DE ANILLA

En función de las necesidades se han diseñado distintos tipos de anillas que fundamentalmente se diferencian por la capacidad resistente estructural.

ANILLA PUNTA FINGER – 1.0 M

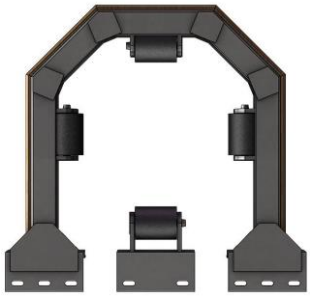
Esta anilla tiene la base más estrecha para que no sobresalga en la punta del finger





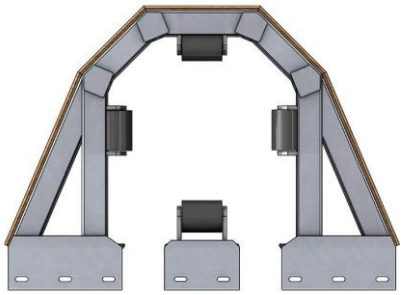
ANILLA ESTANDAR

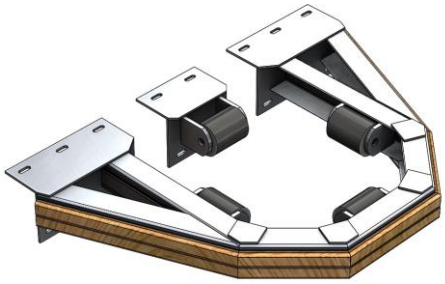
Es la más común de las anillas utilizadas en el 80 % de las instalaciones.



ANILLA REFORZADA

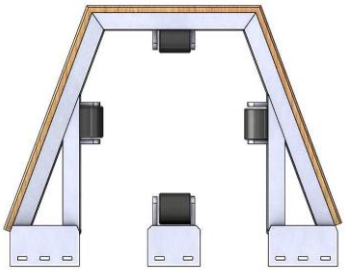
Esta anilla se utiliza en zona donde las cargas a soportar ya son de cierta entidad y se necesita incrementar la resistencia lateral de la anilla siendo su uso principal en cabeza de pantalanes.

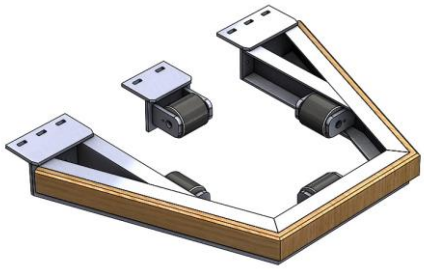




ANILLA SUPER- REFORZADA

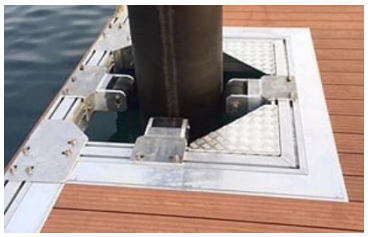
Se utiliza para soportar grandes cargas y está formado por un perfil en forma de U.

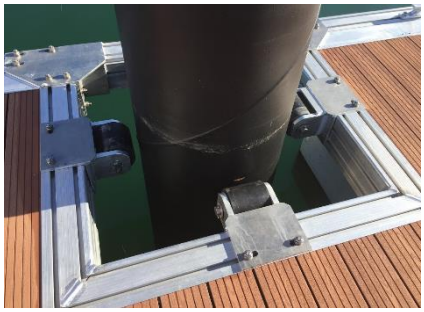




ANILLA INTERIOR ESTRUCTURA

En los casos en que es necesario que la anilla no interfiera en el lateral del pantalán se puede realizar un hueco en la estructura para poder configurar la anilla en el interior.

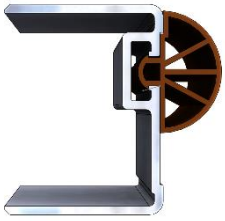




D.- DEFENSAS

Existen dos posibilidades de defensa para el lateral en las anillas en función del tipo de material a utilizar:

- Defensa de PVC color de forma especialmente diseñada para este tipo de perfil.



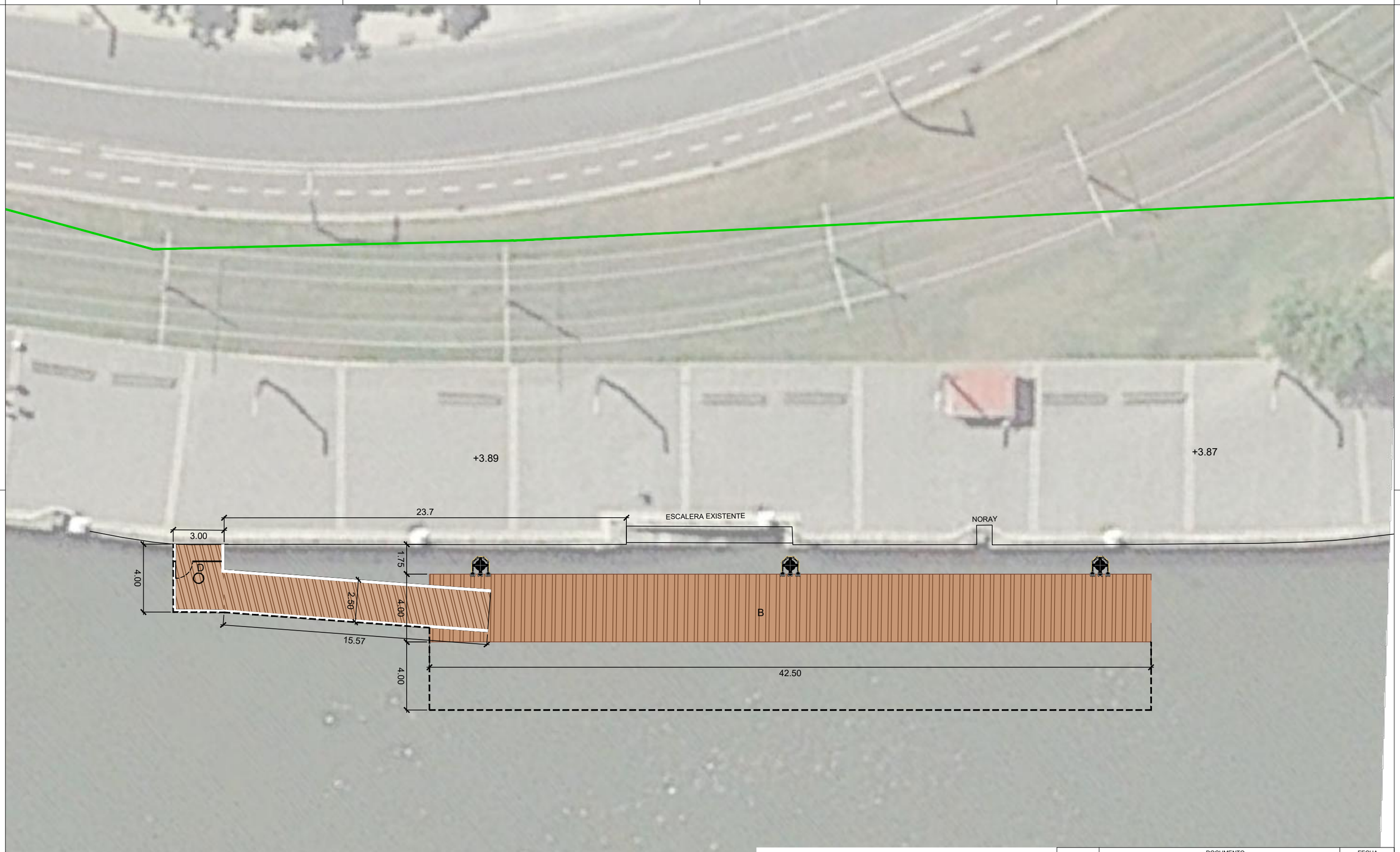
- Defensa especial de **ECODECK.** Con forma optimizada para anclaje a perfil mediante remaches de aluminio.

<u>También se pueden utilizar otro tipo de defensas como, madera, gomas, cauchos, EVA etc.</u>

I- DATOS RESISTENCIA

Como se ha comentado las anillas pueden diseñarse para soportar las cargas de diseño por lo que los datos que a continuación se muestran son a modo orientativo sin que tengan un carácter limitativo.

	ANILL FINGER	ANILLA ESTANDART	ANILLA REFORZADA	ANILLA SUPER REFORZADA
Caga Lateral	3 kN	3 kN	4 kN	5 Kn
Carga Punta	4 kN	4 kN	5 kN	7 kN



LINEA DE DESLINDE DEL DOMINIO MARÍTIMO-TERRESTRE

OCUPACIÓN DOMINIO MARÍTIMO-TERRESTRE 380 m²

A. ESTRUCTURAS DE FIJACIÓN DEL PANTALÁN

B. PANTALÁN FLOTANTE

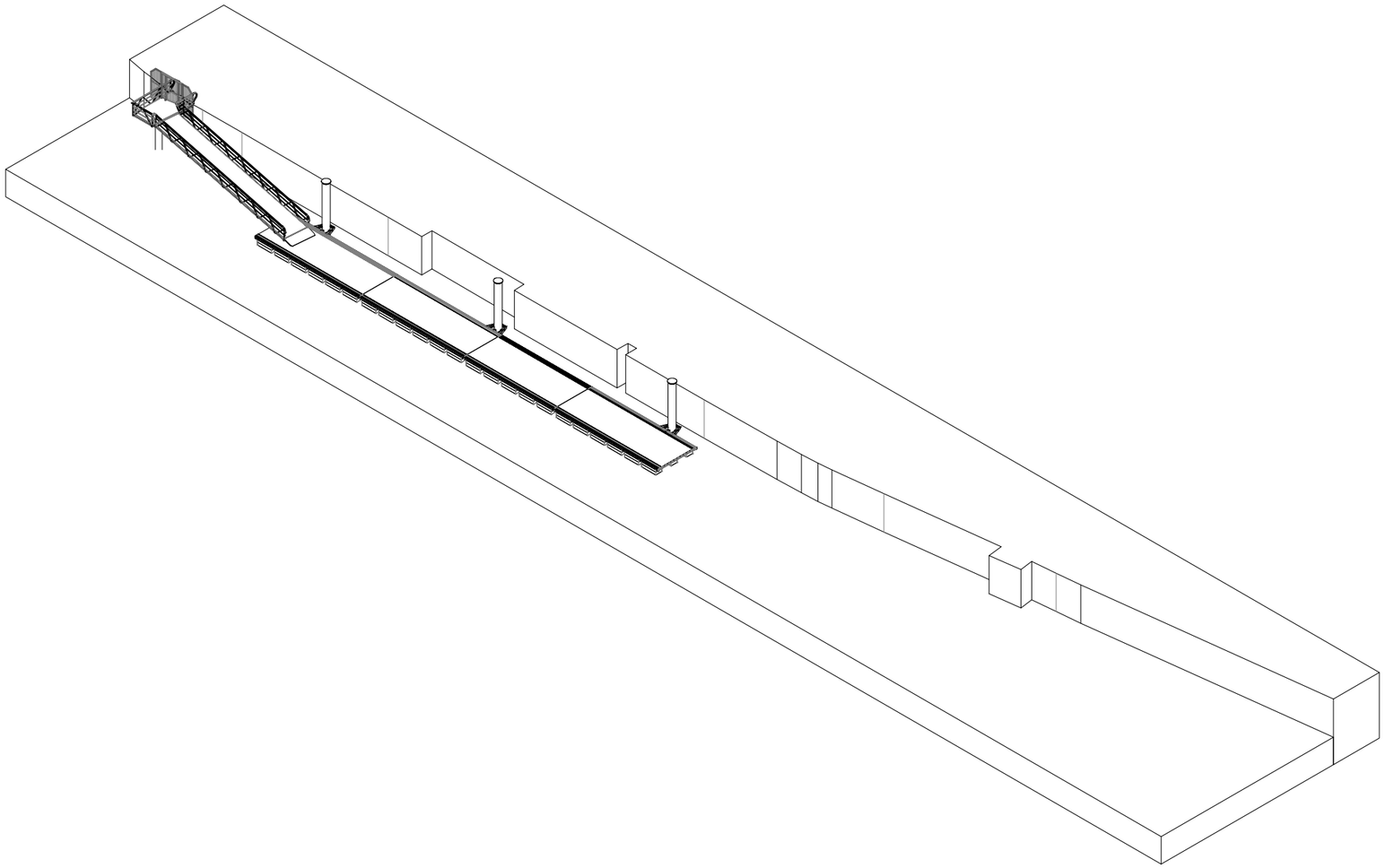
C. PASARELA EN RAMPA

D. BALCÓN DE ACCESO

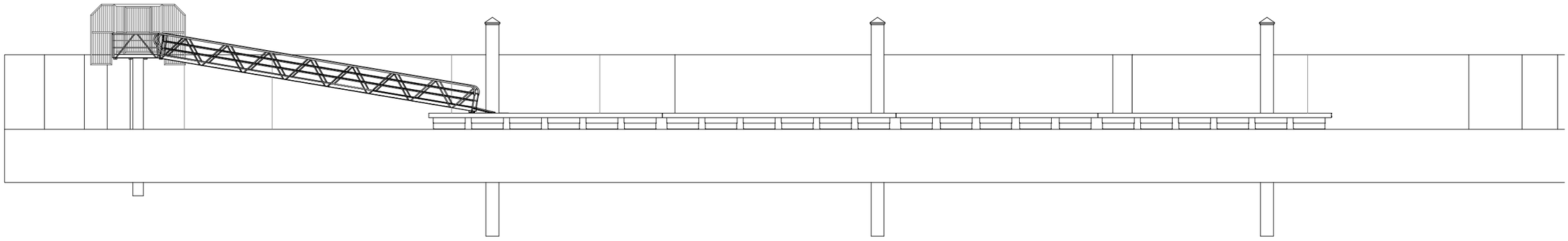
N

	DOCUMENTO	FECHA
		31 MAYO 2020
19-E-08	PANTALÁN EN URIBITARTE	ANEJO AL PROYECTO EJECUCIÓN
	PASEO DE URIBITARTE - BILBAO (BIZKAIA)	
	PLANTA GENERAL	e _ 1/200
PROMOTOR		
EQUIPO REDACTOR	MARTA GONZÁLEZ CAVIA JORGE CABRERA BARTOLOMÉ	

EL PRESENTE DOCUMENTO ES COPIA DE SU ORIGINAL DEL QUE ES AUTOR G&CAVIA ARQUITECTOS. SU UTILIZACION TOTAL O PARCIAL, ASI COMO CUALQUIER REPRODUCCION O CESIÓN A TERCEROS, REQUERIRÁ LA PREVIA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE SUS AUTORES QUEDANDO EN TODO CASO PROHIBIDA CUALQUIER MODIFICACION UNILATERAL DEL MISMO.



NOTAS:
- Soldaduras según ISO 2553
- Nivel de Calidad C, según ISO 10042
- Requisitos según EN 1090-1, EXC2



REQUISITOS DE CALIDAD Y ENSAYOS, SEGÚN EN 1090-3	
CLASE DE EJECUCIÓN	EXC2
CATEGORIA DE SERVICIO	SC1
NIVEL DE CALIDAD, SEGÚN ISO 10042	C
ALCANCE DE LOS END	10%
VT	100%
PT	10%

	DOCUMENTO	FECHA
		31 MAYO 2020

19-E-08	PANTALÁN EN URIBITARTE	ANEJO AL PROYECTO EJECUCIÓN
	PASEO DE URIBITARTE - BILBAO (BIZKAIA)	
	ALZADO Y AXONOMETRÍA	e _ 1/200
PROMOTOR		
EQUIPO REDACTOR	MARTA GONZÁLEZ CAVIA JORGE CABRERA BARTOLOMÉ	

EL PRESENTE DOCUMENTO ES COPIA DE SU ORIGINAL DEL QUE ES AUTOR G&CAVIA ARQUITECTOS. SU UTILIZACION TOTAL O PARCIAL, ASI COMO CUALQUIER REPRODUCCION O CESIÓN A TERCEROS, REQUERIRÁ LA PREVIA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE SUS AUTORES QUEDANDO EN TODO CASO PROHIBIDA CUALQUIER MODIFICACION UNILATERAL DEL MISMO.